

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Fondée en 1870

autorisée par arrêté en date des 3 Juillet 1871 et 28 Juin 1873

ANNALES
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DU NORD

TOME LXVII

1947

Volume publié avec le concours du
Centre National de la Recherche scientifique.

LILLE
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
23, rue Gosselet
Compte de chèques postaux Lille C./C. 5247
Téléphone : 305.38

ANNAALES
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DU NORD

Séance du 22 Janvier 1947

Présidence de M. Chartiez, Président.

Election du Bureau pour 1947

La Société procède au renouvellement de son Bureau pour 1947. Ont pris part au vote, 47 membres de la Société. Après dépouillement par le Président, le Bureau de la Société pour 1947 est ainsi composé :

<i>Président</i>	MM. P. Corsin.
Professeur de Paléobotanique à la Faculté des Sciences de Lille.	
<i>Vice-Président</i>	Plane.
Directeur du Service « Géologie et Gisement » aux Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais.	
<i>Secrétaire</i>	M^{me} S. Defretin.
<i>Trésorier</i>	MM. E. Delahaye.
<i>Bibliothécaire</i>	J. Chalard.
<i>Libraire</i>	M^{lle} D. Le Maitre.
<i>Directeur</i>	MM. P. Pruvost.
<i>Délégué aux publications</i>	G. Waterlot.
<i>Membres du Conseil :</i>	MM. J. Chavy, Ch. Dehay, G. Delépine, Chartiez.

Le Président annonce le décès de M. **Eug. Morel**, ancien Directeur de la Compagnie des Mines d'Ostricourt, membre de la Société, et de **M^{me} L. Dollé**, femme de M. L. Dollé, Professeur à la Faculté des Sciences, membre de la Société.

Le Président fait part aux membres présents des distinctions honorifiques décernées par la Société des Sciences de Lille et félicite les lauréats :

Le *Prix Léonard Danel* (Grand Prix des Mines) est attribué à M. **Duhameau**, Inspecteur Général des Mines, pour les éminents services rendus au Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais depuis vingt ans et plus particulièrement pendant l'occupation allemande.

Le *Prix Gosselet* est décerné à M. **Bouroz**, Ingénieur principal au Service « *Géologie et Gisement* » des Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, Groupe de Béthune, et membre de la Société, pour son ouvrage intitulé « *Faciès et massifs de végétation dans la formation houillère du Nord de la France* ».

Le *Prix Chartier* est attribué à M. **Derisbourg**, Ingénieur à Arras, pour ses travaux techniques sur la recherche et l'exploitation des eaux souterraines.

Le Président présente aux membres de la Société le mémoire de M. Bouroz : « *Faciès et massifs de végétation dans la formation houillère du Nord de la France* ».

M. Corsin présente la communication suivante :

Reconstitutions de Pécoptéridées :
genres **Caulopteris** Lindley et Hutton, **Megaphyton** Artis
et **Hagiophyton** nov. gen.

par **Paul Corsin**

Pl. I à IV ; 4 fig. texte.

On sait que les *Pecopteris*, à l'exclusion des *Pseudopecopteris* tels *P. Plückeri* Schlotheim et *Emplectopteris*

triangularis Halle qui sont des Ptéridospermées, constituent un groupe de vraies Fougères que l'on peut réunir en deux familles :

- 1° la famille des Marattiacées de la sous-classe des Eusporangiales ;
- 2° et celle des Schizéacées de la sous-classe des Leptosporangiales.

La première famille renferme : 1°) les *Pecopteris* du groupe *abbreviata-Miltoni*, 2°) tous les *Pecopteris* cyathéoides, 3°) *P. saraefolia* P. Bertrand (cf. *P. Röhl* Stur, pars), 4°) *P. longifolia* Brongniart, 5°) *P. polymorpha* Brongniart, 6°) *P. unila* Brongniart (1). Leurs fructifications sont du type *Asterotheca* Presl ou des variations de ce type. Elles sont toutes composées de sporanges groupés en synanges étoilés sur un réceptacle plus ou moins développé. Les sporanges ne sont pas munis d'un anneau (2).

Dans la seconde rentrent notamment les espèces suivantes : *P. aspera* Brongniart, *P. dentata-plumosa* (Artis), *P. pennaeformis* Brongniart et *P. Volkmanni* Sauveur (1). Le caractère particulier, commun à toutes ces plantes, est d'avoir des fructifications formées de sporanges isolés portés sur les nervures ou à leur extrémité et pourvus d'une plaque apicale. Ces fructifications sont connues sous les noms génériques de *Senftenbergia* Corda et de *Dactylothea* Zeiller (3).

(1) Voir : P. BERTRAND, Observations sur la classification des vrais *Pecopteris*. *Comp. Rend. Acad. des Sciences*, t. 199, p. 438-439, 1934.

(2) Pour les différentes sortes de fructifications qui peuvent se grouper autour du genre *Asterotheca*, dont elles ne sont que des variantes, voir : P. BERTRAND, *loc. cit. C. R. Ac. Sc.*, 1934.

(3) D'après P. BERTRAND, la plaque apicale de *Dactylothea* se différencierait tardivement de telle sorte que ces fructifications paraissent souvent en être dépourvues. Ainsi le genre *Dactylothea* se confondrait avec les *Senftenbergia* et, par suite, devrait être rayé de la nomenclature paléobotanique, P. BERTRAND, *loc. cit.*, 1934.

En 1938, RADFORTH (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, vol. 59, p. 385-395, 1938) a également montré que *Dactylothea* et *Senftenbergia* étaient synonymes et qu'ils étaient très voisins des Schizéacées.

Les plantes rentrant dans la première famille sont, sans conteste, des Fougères arborescentes. Quant à celles groupées dans la seconde, il me paraît également possible de leur assigner un port arborescent. En effet on ne trouve dans le Namurien et le Westphalien A du Nord de la France que des *Pecopteris*, tels *P. aspera* et *P. pennaeformis*, de la famille des Schizéacées. Or on remarque déjà, dans ces étages, la présence de restes de troncs de Pécoptéridées, en l'occurrence *Psaronius* (4). Et, par suite, on peut se demander à quelle plante il faudrait rapporter ces *Psaronius* si on n'admettait pas que les *Pecopteris* de la famille des Schizéacées possédaient un gros tronc aérien dressé. On peut donc, je crois, émettre l'hypothèse que tous les *Pecopteris* du terrain houiller avaient un port de Fougère arborescente.

Les restes fragmentaires des troncs de *Pecopteris* sont connus à la fois en structure conservée par la silice et en empreintes aplaties dans les schistes. En structure conservée, ce sont les *Psaronius* qui montrent un cylindre central, avec bandes vasculaires concentriques, et, autour de celui-ci, un manchon radiculaire souvent très épais. Il y a lieu de distinguer: les *Psaronius* distiques montrant les sorties foliaires s'effectuant suivant deux verticales diamétralement opposées et où par suite les feuilles sont disposées sur le tronc sur deux rangées longitudinales; les *Psaronius* tétrastiques dont les sorties se libèrent le long de quatre verticales à angle droit et possédant par suite quatre files de feuilles; les *Psaronius* polystiques qui ont des sorties foliaires tout le tour du tronc et par conséquent ayant de nombreuses rangées longitudinales de feuilles.

A l'état d'empreintes dans les schistes, ces fragments de troncs sont plus ou moins déprimés, et, de circulaires qu'ils étaient, ont acquis une section transversale ovale

(4) A. CARPENTIER. — Note sur un Végétal à structure conservée du Bassin houiller de Valenciennes. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XLI, p. 69-84, pl. III, 1912.

souvent très aplatie. Ils sont connus jusqu'à présent sous les noms de *Caulopteris* Lindley et Hutton et de *Megaphyton* Artis. Je propose d'appeler *Hagiophyton* nov. gen. une troisième catégorie de tiges qui possède, ainsi que nous le verrons tout à l'heure, des caractères spéciaux.

J'ajoute que l'on a trouvé des *Psaronius* montrant, à la surface des troncs, des cicatrices foliaires caractéristiques de *Caulopteris* et de *Megaphyton* et, que par suite, il n'y a aucun doute quant aux relations entre ces genres.

GENRE *CAULOPTERIS* LINDLEY et HUTTON

(Planche I et fig. 1 du texte)

On réserve le nom de *Caulopteris* aux empreintes de stipes de Pécopéridées montrant la surface extérieure du tronc, ayant des cicatrices foliaires fort peu éloignées les unes des autres et disposées en hélice autour de la tige aérienne. Ces cicatrices sont également placées en séries longitudinales et elles alternent d'une rangée à la suivante. Il en résulte donc une disposition en quinconce. Entre les cicatrices on voit, ordinairement, une multitude de petites surfaces à contour circulaire. Ce sont les points d'insertion des très nombreuses petites racines aériennes qui descendaient le long du tronc constituant un fourreau autour de ce dernier.

Le nom de *Ptychopteris* Corda est donné aux troncs dépouillés du manchon radiculaire et montrant, par suite, les empreintes sous-corticales de *Caulopteris* (5).

Les cicatrices foliaires de *Caulopteris* sont généralement de grande taille, elles ont un contour ovale à grand allongement vertical. Elles sont donc plus hautes que larges. On y remarque plusieurs traces concentriques. D'abord une trace extérieure formant une dépression due à l'écorce sclérifiée, plus dure, entourant le pétiole. Elle

(5) Les cicatrices foliaires de *Ptychopteris* ont généralement même forme que celles de *Caulopteris*, mais la trace pétiolaire extérieure est ordinairement ouverte vers le bas.

représente sensiblement le contour de la section externe du rachis. C'est la trace pétiolaire (*tp* fig. 1 du texte). A l'intérieur de la cicatrice on distingue la trace du faisceau foliaire ligneux constituant également une dépression laissée par le bois du pétiole, ce bois étant plus

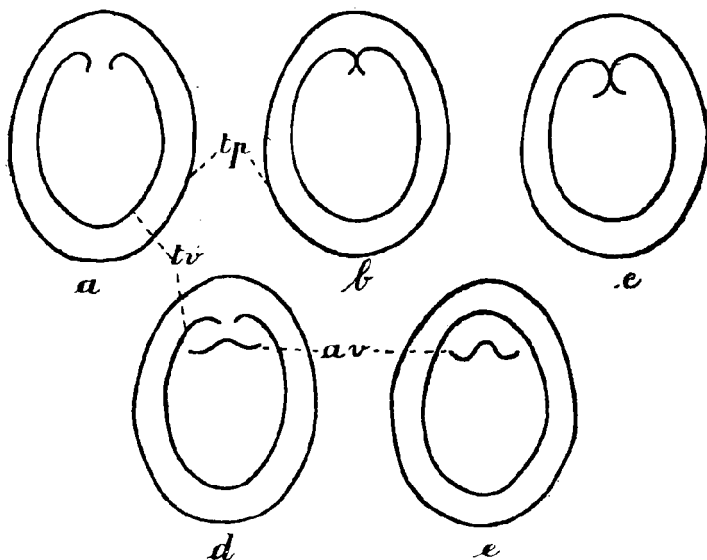


FIG. 1. — Cicatrices pétiolaires schématiques de *Caulopteris* montrant comment se forme l'arc situé à l'intérieur de la trace vasculaire. Environ 1/2 de grandeur naturelle.

tp, traces pétiolaires ;

tv, traces vasculaires ;

av, arcs vasculaires internes ;

a, *b*, *c*, *d*, *e*, cicatrices pétiolaires successives.

résistant que les tissus environnant du rachis. Cette trace de la bande vasculaire ou trace vasculaire (*tv*, fig. 1) est, suivant les cicatrices, tantôt fermée (en *e*, fig. 1), tantôt ouverte vers le haut et enroulée vers le plan médian (en *a*, fig. 1). Lorsque la bande vasculaire est ovale et fermée il y a, à son intérieur, une bande interne en forme de

ligne à triple courbure constituée par un arc médian à concavité tournée vers le bas et de deux arcs latéraux à courbure inverse et, par conséquent, dirigés vers le haut. Cette bande ou arc vasculaire interne (*av*, fig. 1) se forme de la façon suivante (fig. 1) : les parties de la trace vasculaire enroulées vers le plan médian (*a*) se soudent suivant ce plan (*b*) tout en continuant à s'enrouler (*c*), puis l'extrémité de la double crosse ainsi formée se sépare de la pièce mère (*d*). Après quelques modifications, il y a formation d'un arc vasculaire interne à triple courbure (*av*, fig. 1 en *d* et *e*). Plus tard, la trace vasculaire se refermera (*e*). On peut suivre sur un même *Caulopteris* toutes les modifications successives de cette trace foliaire. Par ailleurs, l'étude de la trace vasculaire de *Caulopteris*, qui se referme constamment après avoir émis la bande interne et qui n'émet, à la fois, qu'un arc vasculaire médian (*av*, fig. 1), montre que le rachis primaire, porté par la cicatrice, ne se bifurque pas par dichotomie, et que, par suite, la fronde reste simple.

Grâce à la remarque précédente et à ce que l'on connaît du genre *Pecopteris*, qui représente le feuillage de *Caulopteris* (pinnules adhérentes par toute leur base — pinnules et pennes de divers ordres sensiblement perpendiculaires aux rachis supports — pennes primaires de la base de la fronde plus courtes, etc.), il était facile de reconstituer une fronde de cette plante. La reconstitution totale du *Caulopteris* était également aisée et d'autant plus simplifiée que certaines fougères actuelles, par exemple les *Cyathea* qui ont un port arborescent et les frondes disposées en spirale autour du tronc, pouvaient servir de modèles. Il suffisait de placer, sur la tige, les frondes en spirales le plus élégamment possible et de terminer le tronc par des feuilles en vernation.

Quant au tronc en-dessous du bouquet terminal de frondes, il va en s'élargissant progressivement et est recouvert de nombreuses racines aériennes formant un fourreau de plus en plus épais à mesure que l'on appro-

che de sa base. Les cicatrices foliaires, laissées par la chute des feuilles, d'abord très nettes dans la partie supérieure du tronc sont de plus en plus masquées par les racines lorsqu'on se dirige vers le bas où elles sont complètement cachées par le fourreau radiculaire.

Ainsi les frondes, chez le genre *Caulopteris*, forment une couronne au sommet d'un tronc pouvant atteindre 6 à 8 m. de hauteur. Chaque fronde est longue de 3 m. environ sur une largeur de 1 m. 50 à 2 m.. Le rachis primaire fait avec le tronc un angle de 45° environ à son point d'insertion, il s'infléchit bientôt et finalement la feuille se recourbe vers le sol dans sa région terminale. La reconstitution de *Caulopteris* est représentée planche 1.

Le *Caulopteris* avait déjà été reconstitué par divers auteurs, notamment par Grand'Eury (6). La reconstitution de cet auteur diffère simplement de la mienne par son tronc beaucoup plus élevé et par la couronne de feuilles moins développée. J'ai diminué la hauteur de la tige, élargi la couronne foliaire, ramenant ainsi l'une et l'autre à des proportions que je juge plus harmonieuses. Plus récemment, Hirmer (7) donna sous le nom de *Psaronius* tétrastique une reconstitution qui se rapporte à un *Caulopteris* spécial.

Diagnose de *Caulopteris* Lindley et Hutton

Fougère arborescente de grande taille dont le tronc, simple et dressé, porte des cicatrices foliaires disposées en nombreuses séries longitudinales (quatre ou plus) et en spirale. Tronc pourvu d'un manchon radiculaire. Couronne apicale de grandes frondes simples, tri- ou quadripinnées, disposées tout le tour du tronc. Pinnules du type pécoptéridien, donc attachées par toute leur base.

(6) GRAND'EURY C. — Flore carbonifère du département de la Loire, Atlas, Tableau de végétation B, 1877.

(7) HIRMER M. — Handbuch der Paläobotanik. fig. 676, p. 555, 1927.

Les *Caulopteris* apparaissent avec certitude dans le Westphalien D et se perpétuent dans tout le Stéphanien et le Permien.

GENRE *MEGAPHYTON* ARTIS

(Planche II et fig. 2 du texte)

Sous le nom de *Megaphyton* on range des empreintes de troncs de Pécoptéridées marquées de grandes cicatrices foliaires insérées suivant deux génératrices diamétralement opposées. Les surfaces comprises entre les deux séries verticales de cicatrices sont couvertes de grosses ponctuations laissées par l'insertion des racines qui couvraient le tronc, descendaient le long de ce dernier où elles formaient une gaine très élargie vers la base. Les cicatrices foliaires de *Megaphyton* sont très rapprochées les unes des autres et elles ont une disposition alterne d'une rangée à l'autre.

Aux *Megaphyton* correspondent, en structure conservée, certains *Psaronius* distiques.

Les cicatrices foliaires ont une forme rectangulaire avec coins arrondis. Elles sont généralement plus larges que hautes. On distingue, dans chacune d'elles, deux dépressions formant des anneaux plus ou moins concentriques, l'anneau intérieur étant d'ailleurs souvent modifié. La dépression extérieure représente approximativement le contour transversal du pétiole: c'est la trace pétiolaire (*tp*), fig. 2 du texte). Elle a été imprimée sur la roche par une zone externe de sclérenchyme cortical plus dure que les autres tissus du rachis. Dans cet anneau, on trouve une bande déprimée, parfois régulièrement arrondie dans ses régions supérieure et inférieure et concentrique à la trace pétiolaire (*tp*), en *a* fig. 2). C'est la trace vasculaire (*vp*) à l'intérieur de laquelle il y a un arc vasculaire (*avp*). Cet état de la cicatrice foliaire est schématisé en *a*, fig. 2 du texte. Plus souvent, la trace vasculaire est profondément divisée, dans sa partie inférieure, par un sinus

dirigé vers le haut, médian et plus ou moins étroit et élevé (*b* et *c*, fig. 2).

Ainsi fréquemment le faisceau vasculaire a la forme d'une besace très gonflée (*c*, fig. 2). A l'intérieur de chaque poche de cette besace et vers le haut, près de la partie rétrécie, il y a encore une autre cicatrice inclinée, du haut vers le bas, à 45° par rapport à l'axe longitudinal médian de l'ensemble (*a'v'p'*, en *c*, fig. 2). Il s'agit d'un demi-arc vasculaire ayant la forme d'un large accent circonflexe à concavité tournée vers le bas. Donc, on remarque très souvent deux traces de faisceau, symétriques par rapport au plan médian de la cicatrice, à l'intérieur de la bande vasculaire principale.

La forme du faisceau vasculaire presque divisé entièrement par une sinus profond, la présence de deux arcs internes symétriques indiquent une dichotomie toute proche des rachis qui étaient insérés sur ces dernières cicatrices foliaires. Chacun des sacs de la besace se rend dans une pétiole qui lui est propre et, avec l'arc interne, en forme le système vasculaire. Ces traces vasculaires ayant un volume identique, les deux pétioles ont la même valeur. Autrement dit, la structure de la bande vasculaire complexe de *Megaphyton* indique une bifurcation hâtive du rachis en deux parties égales. La portion du pétiole en-dessous de la dichotomie devait être très courte, nous l'appellerons rachis principal (*Rp*, fig. 3 du texte). Celui-ci porte deux rachis primaires *R₁*, de même importance, munis chacun de pennes primaires *P₁*, et formant ainsi deux pennes principales égales *Pp*. L'ensemble porté par le pétiole principal constitue la fronde (fig. 3).

J'ai indiqué, fig. 2 du texte, les modifications successives de la trace pétioleaire, de la trace vasculaire et de l'arc interne qui conduisent à la division du rachis principal en deux rachis primaires. Le dessin *a* montre une trace foliaire formée de deux anneaux concentriques à l'intérieur desquels on a un arc vasculaire médian à cinq courbures. Puis il se forme une sinus *si*, médian, dirigé

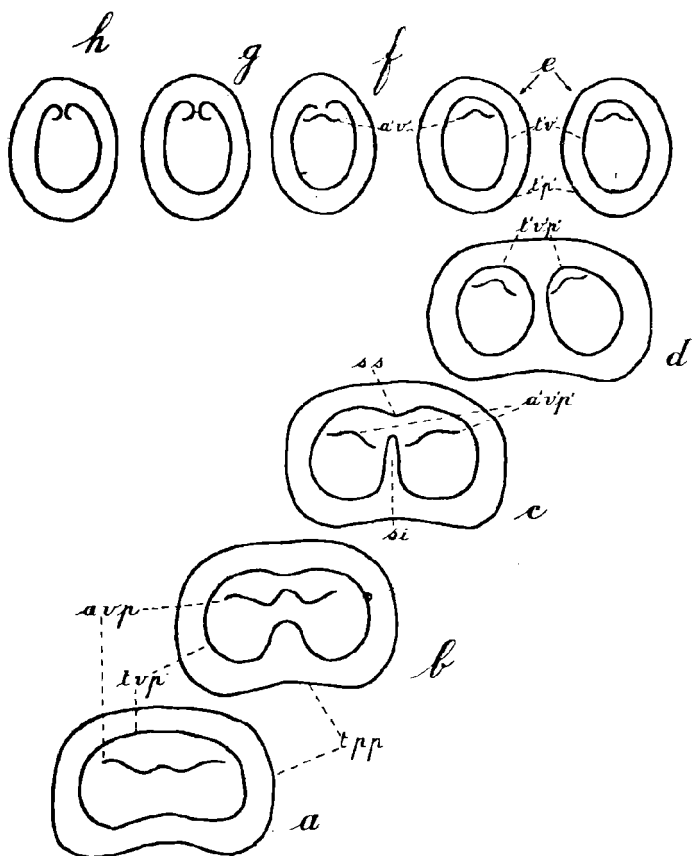


FIG. 2. — Traces foliaires schématiques et hypothétiques de *Megaphyton* montrant la formation des demi-traces foliaires se rendant chacune dans un rachis primaire au-dessus de la dichotomie. Environ 1/2 de grandeur naturelle.

a, b, c, d, traces foliaires à divers niveaux au-dessous de la bifurcation ;

e, f, g, h, demi-traces foliaires à divers niveaux au-dessus de la bifurcation ;

tpp, traces pétiolaires du pétiole principal ;

tvp, traces vasculaires du pétiole principal ;

avp, arcs vasculaires internes du pétiole principal ;

si, sinus inférieur ;

ss, sinus supérieur ;

avp', demi-arcs vasculaires situés dans le pétiole principal ;

tvp', demi-traces vasculaires situées dans le pétiole principal ;

tpp', traces pétiolaires du pétiole primaire ;

tvp', traces vasculaires du pétiole primaire ;

avp', arcs vasculaires internes du pétiole primaire.

vers le haut dans la partie inférieure de la trace vasculaire et un léger sinus supérieur *ss*, en face du premier et dirigé vers lui (*b*, fig. 2). Les deux dépressions s'approfondissent, allant à la rencontre l'une de l'autre, et le sinus *si* divise l'arc vasculaire interne en deux demi-arcs symétriques par rapport au plan longitudinal médian de la cicatrice foliaire (*c*, fig. 2). Ces trois formes successives des bandes vasculaires de la cicatrice sont visibles sur divers *Megaphyton*. Les dessins qui suivent (*d*, *e*, *f*, *g*, *h*, fig. 2) sont hypothétiques. Il faudrait, pour pouvoir observer ces états successifs, avoir les pétioles en structure conservée et faire des lames minces à divers niveaux. J'indique cependant comment se fait, suivant toute vraisemblance et selon moi, la division du faisceau vasculaire en deux cordons se rendant chacun dans un pétiole primaire. Les sinus se rejoignent et chacune des branches montantes du sinus inférieur se soude à la branche descendante, de la dépression supérieure, située du même côté. Ainsi le contour de chaque demi-faisceau vasculaire se ferme et prend une forme ovale. A son intérieur se trouve un demi-arc interne (*d*, fig. 2). Enfin, il y a formation de deux sinus (un inférieur et un supérieur) qui diviseront la cicatrice foliaire en deux traces pétiolaires des pétioles primaires (*e*, fig. 2). Le faisceau vasculaire de chacun de ces pétioles évolue séparément (*f*, *g*, *h*, fig. 2) et se modifie de la façon que nous avons vu chez les traces pétiolaires de *Caulopteris* (comparer fig. 1 du texte).

Il est à remarquer que, si on adopte cette manière hypothétique de voir, la trace foliaire du pétiole primaire de *Megaphyton* est identique à celle de *Caulopteris*. Mais tandis que chez ce dernier genre les rachis primaires sont directement en rapport avec la tige, il y a dans l'organisation de *Megaphyton* intercalation du rachis principal entre celle-ci et les pétioles primaires. Si on constate que le genre *Megaphyton* est plus ancien que les *Caulopteris*, puisqu'on le trouve déjà dans le Westphalien B et C (8)

(8) N. BOULAY. — Recherches de paléontologie végétale. Concession de Bully-Grenay, p. 25, 1879.

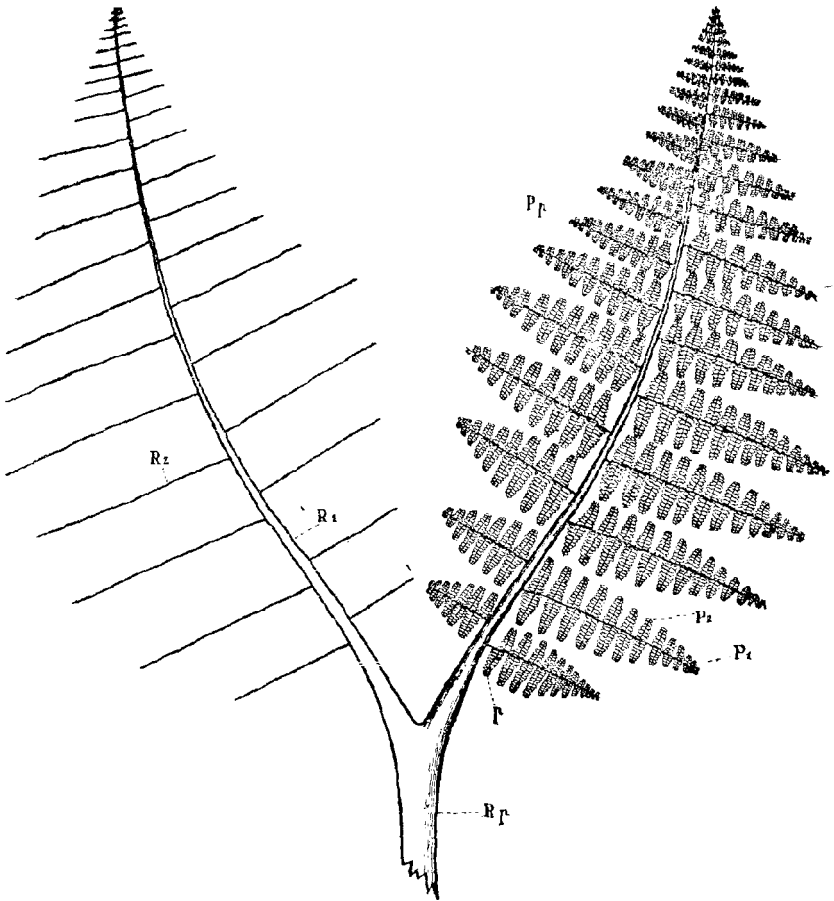


FIG. 3. — Reconstitution schématique d'une fronde de *Megaphyton*, très fortement réduite (env. au 1/30).

- Rp*, rachis principal ;
- R₁*, rachis primaire ;
- R₂*, rachis secondaire ;
- Pp*, penne principale ;
- P₁*, penne primaire ;
- P₂*, penne secondaire ;
- p*, pinnules.

alors qu'on ne rencontre les *Caulopteris* en abondance qu'à partir du Westphalien D (9), on pourrait faire dériver phylogénétiquement ces derniers du genre *Megaphyton* par réduction et suppression du rachis principal. Ainsi, les quatre rachis primaires de *Megaphyton* s'inséreraient directement sur le tronc et on aurait d'emblée un *Caulopteris* tétrastrique avec ses traces foliaires caractéristiques.

La reconstitution de *Megaphyton* a été tentée, entre autres auteurs, par Grand'Eury (10), mais ce dernier n'avait pas su interpréter la structure des cicatrices foliaires de ce genre. L'annonce d'une dichotomie lui avait échappé. Aussi faisait-il naître un seul rachis, qui ne se bifurquait pas, de chaque cicatrice. Plus près de nous, Hirmer (11) a fait lui aussi une reconstruction, mais, commettant la même erreur que Grand'Eury, il n'indique pas non plus de bifurcation du rachis principal.

La fronde de *Megaphyton* (fig. 3 du texte) est donc constituée par deux pennes principales *Pp* portées par un rachis principal *Rp*. Elle est symétrique par rapport à un plan passant par ce pétiole et le coupant longitudinalement en deux parties égales. Chaque penne principale n'est pas symétrique par rapport à un plan vertical passant par le rachis primaire. En effet, les pennes primaires internes de la base de la fronde sont beaucoup

R. ZEILLER. — Flore fossile. Bassin houiller de Valenciennes, p. 310-312, planche LII, fig. 1, 1888.

P. BERTRAND. — Note sur la flore des veines de Liévin. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVII, p. 302, 1908.

A. RÉNIER et F. STOCKMANS. — Flore houillère de Belgique, p. 89, planche 102, 1938.

(9) R. ZEILLER. — *Eléments de paléobotanique*, p. 122, 1900. Pourtant, d'après A. RÉNIER (La flore du terrain houiller sans houille (H1a) dans le bassin du couchant de Mons, *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXIII, M 157, 1906) on aurait trouvé un *Caulopteris* dans le Namurien.

(10) GRAND'EURY, *loc. cit.* Tableau de végétation B, 1877.

(11) M. HIRMER. — *Handbuch der Paläobotanik*, fig. 670, p. 551, 1927.

plus courtes que les pennes homologues situées du côté externe.

En tenant compte de tous les caractères des frondes, j'ai reconstitué le *Megaphyton* de la façon suivante : un tronc s'élevait d'une seule venue, jusqu'à 8 ou 10 m. de hauteur, sa base est élargie par suite de la présence d'un épais manchon de racines. Vers le bas du stipe, les cicatrices foliaires sont complètement masquées par ce revêtement radicaire; elles apparaissent peu à peu vers le haut du tronc et sont sensiblement contigües. Enfin, elles portent tout au sommet de la grosse tige dressée, les frondes bifurquées que nous avons décrites précédemment. Ces frondes sont inclinées de 45° sur le tronc à leur point d'insertion, elles se recourbent bientôt et s'infléchissent vers le sol à leur extrémité. Leurs dimensions pouvaient atteindre 4 m. environ de longueur sur 3 à 4 m. dans leur largeur maxima. Comme toujours, le tronc se termine par des frondes en veneration.

Diagnose de *Megaphyton* Artis

Grande fougère arborescente au tronc simple et dressé portant des cicatrices foliaires de grande taille, presque contigües et disposées suivant deux séries longitudinales. Tronc muni d'un fort mamelon radicaire. Bouquet apical de grandes frondes divisées par dichotomie en deux pennes symétriques tri- ou quadri-pinnées. Pinnules attachées par toute leur base, donc du type pécoptéridien. On trouve des *Megaphytions* depuis le Westphalien B (peut-être le Westphalien A) jusqu'à la fin du Stéphanien.

GENRE *HAGIOPHYTON* nov. gen.

(Planches III et IV et fig. 4 du texte)

Je fonde le genre *Hagiophyton* sur deux échantillons provenant des Mines Domaniales de la Sarre et de la Lorraine, Concession de Petite-Rosselle, Puits Gargan, et recueillis par le regretté Professeur Paul Bertrand. Il

s'agit de deux fragments de troncs qui sont des moulages internes par du schiste très fortement imprégné de carbonate de fer. Tous deux sont conservés dans les collections de l'Institut de Géologie de l'Université de Lille, le premier étant déposé au Musée Houllier où il est monté sur socle, le second figurant dans les collections générales du laboratoire de Paléobotanique.

L'un de ces échantillons (fig. 1 et 2, planche III) a la forme d'un tronc de cône à section elliptique. Il a une longueur totale de 80 cm. Sa section transversale, primitivement circulaire, est maintenant une ellipse très aplatie ayant, à la base du spécimen, les dimensions suivantes : près de 35 cm. suivant son grand axe et environ 15 cm. le long du petit diamètre. Vers le haut, il mesure environ 30 cm. de largeur sur une épaisseur voisine de 13 cm.

Cet échantillon porte deux rangées diamétralement opposées de cicatrices très éloignées les unes des autres et alternes. Il montre en effet sur l'une de ses faces, et de façon asymétrique par rapport à l'aplatissement, une cicatrice entière, tandis qu'on voit, à 40 cm. au-dessus, le long de la même verticale, le début d'une autre cicatrice malheureusement coupée par la cassure du schiste. De l'autre côté, il y a une seule trace pétiolaire située sur une génératrice diamétralement opposée, à un niveau sensiblement à égale distance entre les deux premières cicatrices.

Chaque trace foliaire a un contour ovale à grand allongement vertical et légèrement rétréci vers le haut. Elles sont de très grande taille et mesurent 15 à 18 cm. de hauteur sur 7 à 8 cm. de largeur. On ne distingue bien sur cet échantillon que le contour extérieur de la cicatrice pétiolaire marqué par une dépression, sa surface étant masquée par le passage des racines aériennes. Tout au plus devine-t-on une zone concentrique interne déprimée.

Le second échantillon, de même provenance que le premier, complète nos connaissances sur ce nouveau genre. Également très aplati, sa section transversale elliptique

mesure 15 cm. environ de largeur sur 5 ou 6 cm. d'épaisseur, il atteint 65 cm. de longueur. Il montre de grandes cicatrices ovales, dont l'une d'elles, large de 8 cm. environ et haute de 15 cm., est particulièrement bien conservée.

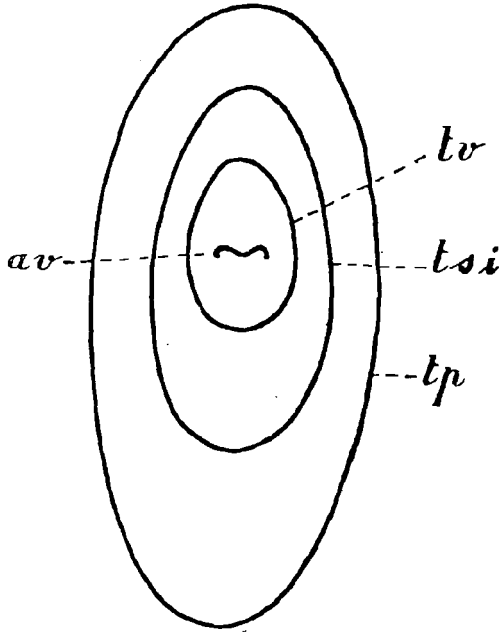


FIG. 4. — Cicatrice foliaire schématique d'*Hagiophyton*. Environ 1/2 de grandeur naturelle.

tp, trace pétiolaire ;
tsi, trace scléreuse interne ;
tv, trace vasculaire ;
av, arc vasculaire interne.

Cette cicatrice est ovale. Elle est formée de trois zones déprimées, sensiblement concentriques, plus un arc interne (fig. 4 du texte). La dépression la plus extérieure est ovale, très allongée et assez étroite. Elle a été imprimée sur le schiste par la zone corticale scléreuse externe du pétiole : c'est la trace pétiolaire (*tp*, fig. 4). Elle représente

sensiblement la trace du contour extérieur du rachis. La deuxième, interne, également ovale mais moins allongée que la première, correspond certainement à une couronne de selérenchyme située dans l'écorce interne, ce sera la trace seléreuse interne *tsi*. Enfin, une troisième cicatrice, toujours ovale et encore moins allongée dans le sens vertical que les précédentes, laissée par les éléments ligneux plus résistants que les tissus environnants du pétiole, est la trace de la bande vasculaire *tv*. A l'intérieur de cette dernière se trouve un arc vasculaire (*av*, fig. 4) à triple courbure formé d'un sinus médian, large, à concavité tournée vers le haut et de deux petits arcs latéraux à courbure inverse. La structure de l'ensemble de la cicatrice foliaire (trace pétiolaire + tr. seléreuse + tr. vasculaire + arc vasculaire) montre que la feuille qui y était fixée ne se divisait pas par dichotomie en deux penes principales.

Tout le long du tronc et sur les deux échantillons descendaient de très nombreuses racines ayant 3 à 4 mm. de largeur lorsqu'elles sont aplaties. On n'en remarque pas les surfaces d'insertion sur la tige.

Enfin, par places il existe, à la surface du tronc entre les cicatrices foliaires, une épaisse couche charbonneuse pouvant atteindre une puissance supérieure à 1 cm. Elle résulte de la carbonisation de l'écorce et de la gaine de racines sous-corticales.

Il était, grâce à nos connaissances sur les Pécéoptéridées, facile de reconstituer une fronde de *Hagiophyton*. Si l'on en juge d'après la grosseur du rachis primaire, ces feuilles devaient être de très grande taille et pouvaient atteindre 4 à 5 m. de longueur sur 2 m. à 2 m. 50 de largeur.

Quant à l'arbre entier, voici comment je le conçois : le tronc se terminait par des frondes en vernation. Endessous de ces crosses il y avait un bouquet de feuilles que j'ai réduit à deux par génératrice diamétralement opposée. Le reste, c'est-à-dire les 2/3 ou les 3/4 du tronc,

était nu et montrait de places en places, sur deux files longitudinales, des cicatrices foliaires laissées par la chute des feuilles. Ces cicatrices très nettes vers le sommet de la tige s'estompent de plus en plus à mesure que l'on approche du sol. Avant d'y arriver, elles disparaissent sous un épais manchon de racines qui descendaient tout le long du tronc. Par suite de la présence de cette gaine radiculaire, le stipe est très élargi à sa base. Le tronc pouvait mesurer 8 à 10 m. de hauteur.

Ainsi l'*Hagiophyton* diffère des autres reconstitutions de Pécoptéridées. Il a comme *Megaphyton* deux rangées de cicatrices, mais ses frondes ne se bifurquent pas par dichotomie. En somme, par la structure des feuilles, il se rapproche plus du *Caulopteris* que du *Megaphyton* et on pourrait, à la rigueur, le considérer comme un *Caulopteris* distique.

Diagnose d'*Hagiophyton* nov. gen.

Fougère arborescente de très grande taille, au tronc simple et dressé, portant des très grandes cicatrices foliaires très éloignées les unes des autres et disposées suivant deux séries longitudinales. Tronc muni d'un revêtement radiculaire sous-cortical très épais. Bouquet apical de grandes feuilles non divisées par dichotomie tri- ou quadri-pinnées. Pinnules du type pécoptéridien donc attachées par toute leur base.

L'*Hagiophyton* appartient vraisemblablement au Westphalien D.

Les trois restaurations, que je présente aujourd'hui, avaient une première fois été exécutées, sous ma direction, par Mlle Dalmar, peintre à Lille, dans le grand panneau en sépia représentant la reconstitution d'un groupe de Fougères houillères et figurant au Palais de la Découverte (salle de l'évolution des plantes, section de Biologie végétale placée sous la direction du Professeur Blaringhem). Elles furent représentées une seconde fois par des dessins à la plume (dimensions 40×60) faits par Mlle Aimé,

dessinatrice à Douai. Enfin, les dessins 40×60, qui ont servis à faire les clichés grâce auxquels ont été tirées les photographies des planches que je publie aujourd'hui, sont dûs au talent de M. M. Prouvot, dessinateur à Lille. J'ajouterai que, sur mes indications, des légères modifications ont été apportées, par cet artiste, à la troisième reconstitution de *Caulopteris*, de *Megaphyton* et d'*Hagiophyton*.

On connaît donc désormais, d'après leur port, trois types différents de Fougères anciennes du groupe des Pécoptéridées. Mais nos connaissances, sur ces plantes, sont encore bien incomplètes. Ainsi, il n'a pas encore été possible de rapporter telle espèce de *Pecopteris* à un type bien défini et particulier de *Megaphyton*, de *Caulopteris* ou d'*Hagiophyton* (12). Espérons que ces lacunes se combleront peu à peu par les progrès de la science paléobotanique.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

Caulopteris Lindley et Hutton

Reconstitution de la plante en réduction considérable (approximativement 1/60 de grandeur naturelle).

PLANCHE II

Megaphyton Artis

Reconstitution de la plante en réduction considérable (approximativement 1/80 de grandeur naturelle).

PLANCHE III

Hagiophyton nov. gen.

FIG. 1. — Partie d'un tronc (environ 1/5 de grandeur naturelle). On remarque à la surface de cet échantillon deux cicatrices foliaires C₁ et C₂ et de très nombreuses racines descendant le long du tronc.

(12) Seul ZEILLER figure et décrit (Etudes sur le terrain houiller de Commeny, Flore fossile, 1888, Atlas, pl. VIII, p. 178-191) un grand échantillon où, sur un *Caulopteris* voisin de *C. peltigera* Brongniart, sont fixés des rachis qu'il rapporte au *Pecopteris Sterzeii* accompagnant la tige (*Caulopteris*) sur la même plaque de schiste.

FIG. 2. — Partie de l'autre face du même échantillon (environ 1/5 de grandeur naturelle).

C₃, cicatrice foliaire.

ORIGINE : Mines Domaniales de la Sarre et de la Lorraine,
Concession de Petite-Rosselle, Puis Gargan.

ETAGE : Probablement Westphalien D.

PLANCHE IV

Hagiophyton nov. gen.

Reconstitution de la plante en réduction considérable (approximativement 1/90 de grandeur naturelle).

Séance du 19 Février 1947

Présidence de M. Chartiez, Président,
puis de M. Corsin, nouveau Président.

Avant de quitter la Présidence de la Société, à l'expiration de son mandat, M. Chartiez félicite le nouveau Président, en rappelant la bonne grâce avec laquelle il accueille toujours les membres de la Société et les étudiants. Il remercie le Bureau qui l'a secondé efficacement et particulièrement la dévouée secrétaire, M^{me} S. Defretin. Il invite ensuite M. Corsin, nouveau Président, à prendre place au fauteuil et transmet les pouvoirs au Bureau élu pour 1947.

M. **Corsin**, prenant possession de ses fonctions, remercie la Société Géologique du Nord de l'avoir appelé à présider ses séances, lui témoignant ainsi sa confiance ; il l'assure de son dévouement et de ses efforts pour maintenir le bel essor pris par la Société sous l'impulsion de ses prédécesseurs. Après avoir rappelé l'amabilité et l'exquise bonhomie avec lesquelles M. Chartiez a dirigé les réunions de la Société, il salue la présence à ses côtés de M. Plane dont la compétence indiscutée sera une aide précieuse à la Société, au cours des prochaines séances.

Sont élus membres de la Société :

M. **Prévôt**, Pharmacien à Coussolre (Nord) ;

Le **Groupe de Lens** des Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais ;

M^{me} **E. Jérémine**, Maître de Recherches au Centre National de la Recherche scientifique.

Le Président présente un traité récent de M. **Macar**, Chef de Travaux de Géographie physique à l'Université de Liège, intitulé « *Principes de Géomorphologie normale. Etude des formes de terrains des régions à climat humide* ». Il adresse de vifs remerciements à l'auteur.

Le Président signale aux membres *le 73^e Congrès des Sociétés Savantes* de Paris et des Départements qui se tiendra à Strasbourg en Avril 1947, ainsi que *le Congrès et l'Exposition de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège*, à l'occasion du Centenaire de l'Ecole (du 30 Avril au 13 Septembre 1947).

La Société désigne M. le Doyen **Pruvost** pour être son délégué auprès de la Fédération française des Sociétés de Sciences Naturelles.

M. **Chartiez** est élu membre du Conseil, en remplacement de M. Leroux dont le mandat est expiré.

Le Trésorier de la Société, M. **E. Delahaye**, présente le compte-rendu financier pour l'année 1946.

Le Directeur et le Président adressent leurs remerciements au Trésorier pour sa judicieuse gestion des fonds de la Société.

M. A. Dalinval présente la communication suivante :

Découverte d'Anthrapalaemon
et d'un second horizon à Leaia
dans le Terrain houiller du Nord

par **André Dalinval**

(1 figure - texte)

Les recherches géologiques entreprises à la fosse N° 1 du secteur de l'Escarpelle (groupe de Douai) en vue d'assimiler son gisement avec celui des sièges Bernard et Déjardin, ses voisins à l'Est (secteur d'Aniche), m'ont amené à étudier la partie supérieure du faisceau de Modeste (Assise de Vicoigne). Ces recherches avaient pour but d'y trouver le niveau repère à *Leaia minima*, qui passe à environ 75 m., en stampes normales, au mur du niveau marin de Poissonnière.

Ce petit crustacé d'eau douce caractérise le toit de la veine Nord IV à la fosse Déjardin. Sa recherche à la fosse N° 1 était rendue relativement facile par le fait que Poissonnière était connue de part et d'autre et que la veine Maroc (f. Déjardin), qui passe à 40 m. au mur de Nord IV, avait été identifié avec la veine n° 2 de la fosse n° 1, par communication directe des travaux.

J'ai donc fouillé les deux bowettes nord 223 et 310 de cette fosse, entre la veine n° 2 et Poissonnière et c'est dans le toit de la première passée au toit de la veine n° 2, bowette nord 233, que j'ai trouvé, associé à des *Leaia*, l'*Anthrapalaemon* qui fait l'objet de cette communication.

1° DESCRIPTION DE L'*Anthrapalaemon* (fig. 1 du texte).

Cet arthropode appartient à la famille des Anthracaridés. Il est incomplet, l'abdomen et le telson ayant dis-

paru. La carapace qui forme le bouclier thoracique existe seule, elle est plus longue que large, est frangée d'épines plus fortes sur le bord frontal et présente une carène dorsale, occupant la ligne médiane, se prolongeant par un rostre long et effilé.

Cet échantillon se rapporte à l'espèce *Anthropalaemon Grossarti* Salter connu dans le terrain houiller de Grande Bretagne, de Belgique et de Hollande, et qui jusqu'à présent n'avait pas été rencontré dans le Nord de la France.

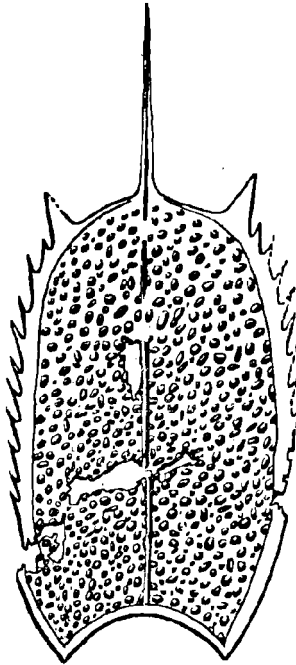


FIG. 1. — *Anthropalaemon Grossarti* Salter
dessin semi-schématique (grossissement 3).

On trouvera les références bibliographiques dans le mémoire de M. P. Pruvost, sur la faune continentale du

terrain houiller de Belgique (1), à propos de la description d'un échantillon de cette espèce, recueilli par M. le baron J. de Dorlodot, au charbonnage de Werister, à 6 m. sous la veine Petite-Delsemme. Dans le bassin du Limbourg néerlandais, M. le Professeur W.-J. Jongmans (2) a découvert un intéressant niveau où cette forme abonde, en empreintes fort bien conservées, présentant différents stades de croissance de l'animal, horizon qui a été désigné par lui sous le nom de Carnaval, et qui est situé à 160 mètres environ sous le niveau marin de Catharina (= Poissonnière), c'est-à-dire un peu plus haut dans l'échelle stratigraphique que le niveau de Werister, mais toujours dans le Westphalien A. En Angleterre, cette forme est connue en différents gisements du Lanarkshire et du North-Staffordshire, mais toujours dans les Lower Coal Measures.

2° FOSSILES ASSOCIÉS.

L'*Anthrapalaemon* est associé à une faune d'eau douce assez abondante comprenant des lamellibranches: *Naiadites carinata* Sowerby et *Anthraconauta minima* Ludwig, des écailles d'un poisson ganoïde: *Rhadinichthys monensis* Egerton, et autres crustacés: *Leaia minima* (3) toujours très petite.

(1) *Mém. Musée Royal Hist. Nat. Belgique*, n° 44 (1930), p. 179, pl. X, fig. 4. MM. F. DEMANET et V. VAN STRAELEN ont donné une bonne figure reconstituée de l'animal dans l'Atlas de la « Flore et la Faune houillère de Belgique », publié par le Musée de Bruxelles (p. 199, fig. 76).

(2) W.J. JONGMANS. — Stratigr. von het Karboon..., *Mededeeling* n° 6, *Geol. Bureau voor het nederl. Mijnged. te Heerlen*, pl. 17, fig. 5-6 (1928).

(3) Nous proposons de désigner désormais l'espèce de *Leaia* du Bassin houiller du Nord et de la Belgique sous le nom de *Leaia minima* Pruvost.

Dans une très intéressante monographie des Crustacés bivalves fossiles, le Professeur Percy Raymond (P. RAYMOND, The genera of fossil Conchostraca, an order of bivalved Crustacea, *Bull. Mus. Comp. Zoology*, vol. 96, n° 3 (Harvard, 1946), p. 285 et sq.) a cru pouvoir séparer en trois espèces distinctes les

La découverte de ces dernières ne prouve cependant pas que l'on se trouve en présence du niveau bien connu et repéré au toit de la veine Nord IV de Déjardin, car j'en ai trouvé 20 mètres au-dessus en stampees normales, dans les deux bowettes, au toit de la passée au mur de la veine n° 1: les *Leaia minima* y sont plus abondantes et leur répartition dans les schistes du toit plus irrégulière.

On en trouve de taille normale comme de beaucoup plus petite et ce second gisement représente bien le niveau de la veine Nord IV de Déjardin.

3° PRÉSENCE DE DEUX NIVEAUX A *Leaia* SUPERPOSÉS.

Les deux bowettes nord 233 et 310 de la fosse n° 1 montrent donc deux niveaux à *Leaia* distants en stampees normales de 20 m. seulement, sans que l'on puisse penser à un redoublement par faille, les terrains étant très réguliers.

formes du terrain houiller du Nord de la France et de la Belgique, sur le seul vu des figures publiées par M. P. Pruvost. Il les a même groupées en deux genres différents: *Leaia Pruvosti* Raymond, correspondant à *Leaia tricarinata* forme *minima* figurée in *Ann. Soc. Géol. du Nord*, vol. 43, 1914, pl. 2, fig. 12; *Leaia Barroisei* (sic) Raymond, se rapporte aux échantillons fig. 8 et 9 de la même planche; enfin *Hemicycloleia* (nov. gen.) *minima* Pruvost est restreint aux échantillons des fig. 10 et 11.

Pour qui se trouve en présence d'un lot d'empreintes recueillies sur une même plaque de schiste dans le niveau à *Leaia* du Nord de la France, il est évident que ces distinctions ne sont pas fondées. Elles représentent les variations individuelles ou les déformations *post-mortem*, d'un même type spécifique. A nos yeux, une telle pulvérisation de la notion d'espèce, à plus forte raison de genre, n'est ni justifiée, ni souhaitable. Par contre se justifie la notion d'une espèce autonome, distincte de la grande *Leaia tricarinata* Meek et Worthen, cantonnée au Westphalien supérieur. C'est pourquoi nous proposons de retenir le terme unique de *L. minima*, pour la petite forme relativement polymorphe, qui a vécu chez nous à l'époque du Westphalien A et a été signalée récemment en campine par M. A. Delmer comme pouvant atteindre le milieu du Westphalien B (A. Delmer, un niveau à *Leaia* dans le Westphalien B de Campine orientale, *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LIV, p. 103, 1945).

L'assimilation avec la fosse Déjardin ne souffre pas de difficultés et s'établit de la façon suivante :

FOSSE DÉJARDIN (Aniche)	FOSSE n° 1 (L'Escarpelle)
Toit à faune marine.....	Passée à faune marine.
Veine Poissonnière.	Passée au mur de Gd Amédée
Toit à lamellibranches limniques. .	Toit à lamell. limniques.
Veine de 0 m. 60. .	Veine n° 1.
Toit à <i>Leaia</i>	Toit à <i>Leaia</i> .
Veine Nord IV.	Passée au mur de Veine n° 1.
Toit à lamellibranches limniques. .	Toit à <i>Leaia</i> .
Passée au toit de Maroc.	Passée au toit de Veine n° 2.
Toit à plantes	Toit à plantes.
Veine Maroc.	Veine n° 2.

Je n'ai malheureusement pu découvrir ni *Anthrapalaemon*, ni *Leaia* à la passée au toit de Maroc, bien qu'elle contienne des fossiles d'eau douce. Des recherches entreprises plus à l'Ouest ont donné le même résultat négatif.

- Le niveau à *Leaia* le plus constant reste donc la passée au mur de la veine n° 1. Mais il n'en reste pas moins que la passée au toit de la veine n° 2 en contient également, bien qu'elles paraissent être toujours de très petite taille et qu'on y trouve en plus des écailles de poissons, des lamellibranches limniques et *Anthrapalaemon*.

La présence de deux niveaux jumelés à *Leaia* ainsi constatée à l'Escarpelle est à rapprocher du même fait que M. Ch. Ancion a observé dans le bassin houiller de Liège (4), où ce fossile existe à la fois au toit de la passée dite Petit-Joli-Chêne ou Douce Veine et au toit de la passée immédiatement inférieure. Ces horizons se trouvent dans le Westphalien A, comme dans le bassin de Valenciennes, mais cependant il ne s'agit point exactement du même niveau. La position de l'horizon-jumeau du bassin de Liège est un peu plus bas dans l'échelle stratigraphique (sommét de l'assise de Chatelet, qui correspond en gros à notre faisceau d'Olympe), l'horizon double à *Leaia* de l'Escarpelle est situé à la partie supérieure du Westpha-

(4) Ch. ANCIEN. — Le niveau à *Leaia tricarinata* du toit de la couche « Petit Joli Chêne » dans le Bassin houiller de Seraing. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, t. LXIX, 1946, p. B 200 à 212.

lien A, non loin du niveau marin de Poissonnière (= Quaregnon = Catharina), exactement à 70 et 90 mètres au-dessous.

CONCLUSION.

En conclusion, je me permets de suggérer une idée sur la continuité de ce niveau à *Anthropalaemon*, riche par ailleurs en fossiles variés. M. P. Pruvost a signalé au toit de la veine 9 Paumes de Vieux-Condé, dans le groupe de Valenciennes, une faune d'arthropodes : *Maidocercus orbicularis*, *Anthracomarbus*, *Arthropleura armata*, associée à une flore abondante, avec *Pinakodendron Ohmanni* qui semble se cantonner au toit de cette veine. La découverte d'arthropodes au toit de la veine Maroc à Aniche l'a conduit à assimiler cette veine à la veine 9 Paumes d'Anzin.

J'ai moi-même étudié le toit de Veine Maroc, cette fois tout à fait au couchant du gisement d'Aniche, et j'y ai découvert une abondance extraordinaire de *Neuropteris gigantea* et un organisme qui fait penser à un rhizome de *Pinakodendron Ohmanni*. La veine Maroc est donc surmontée ici d'un toit franchement à plantes et on peut se demander si la première passée au toit de Maroc (donc la première passée au toit de la veine n° 2 de l'Escarpelle) ne représenterait pas un sillon détaché de Maroc et séparé de cette veine par une grosse lentille de grès dont sont constitués les stériles qui les séparent: les grès étant par essence une formation lenticulaire. La passée à *Anthropalaemon* et *Leaia minima* représenterait alors le niveau de la veine 9 Paumes.

Il est intéressant de noter que cet horizon à Arthropodes variés est situé dans la série westphalienne à un niveau comparable à celui de « Carnaval », connu dans le Limbourg hollandais, et où pullulent les *Anthropalaemon Grossarti*, associés à une faune de lamellibranches d'eau douce. Quant à la présence de *Leaia minima*, qui lui est associée, mais à 20 m. en-dessous du niveau où elle est connue d'une façon pour ainsi dire continue, il ne

convient jusqu'à présent de la considérer chez nous, vue sa rareté, que comme ne constituant qu'un horizon satellite du premier et situé en son voisinage immédiat.

M. Froment présente la communication suivante :

Les marais tourbeux de la Vallée de la Sensée.
Le gisement du grand marais à tourbe d'Arleux (Nord)
par **Pierre Froment**

Pour l'étude des gisements tourbeux de la vallée de la Sensée, nous utiliserons les renseignements recueillis par le service de prospection de l'Office professionnel de l'Industrie des combustibles minéraux solides. Ces documents, publiés en 1945, peuvent être consultés soit au service des Mines du département du Nord, soit au Syndicat général des Tourbiers à Paris, soit à l'Office lui-même (1) (2).

De nombreux sondages ont été effectués dans les marais qui se développent dans la vallée de la Sensée, depuis Etaingt jusqu'à Wavrechain-sous-Faulx, localité où cette vallée se confond avec celle de l'Escaut (3). Les résultats

(1) *Prospection et cartes des tourbières de France. Bassin de l'Escaut, de l'Yser et de l'Aa.* Département du Nord et du Pas-de-Calais. Arrondissement minéralogique de Lille - carte générale 1/200.000 type 1912. Carte d'Etat-Major type 1889 - tirage Mai 1941 au 1/80.000. Répertoire et plans des gisements. *Office professionnel de l'Industrie des combustibles minéraux solides*, 35, rue Saint-Dominique, Paris (7^e), 1945.

(2) On pourra également consulter :

P. CHOUARD. — Les documents cartographiques sur les tourbières actuelles et préhistoriques de France - cartes hors texte, pl. IV, V, VI, VII. *C.R. du Congrès international de Géographie*, Paris 1931, t. II, fasc. II, sect. III, Librairie A. Colin, Paris, 1933.

(3) Nous retrouvons ici un phénomène déjà rencontré au cours de nos études antérieures (4) : la Sensée suit l'Escaut durant 5 km. environ avant de confluer avec lui à Bouchain.

(4) P. FROMENT. — Les tourbières de la vallée de la Souche (Aisne). *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 2 à 15, Lille, 1946.

Les marais tourbeux de la vallée de la Haute-Somme et de la vallée de la Sommette (Aisne). *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 63 à 72, Lille, 1946.

de cette prospection ont été consignés en un tableau que nous reproduisons ci-dessous (Tableau I).

TABLEAU I

RESULTATS DE LA PROSPECTION DES MARAIS
DE LA VALLEE DE LA SENSÉE

Communes	Lieu	Puissances moyennes	
		Découverte	Tourbe
Etaingt.			Néant
Tortequenne.			Néant
Lécluse.	Le marais	1 ^m	0 ^m 5
Hamel.	»	1 ^m	0 ^m 5
Palluel.	»	1 ^m	0 ^m 5
Arleux.	Marais du S.E.	0 ^m 8/2 ^m	1 ^m /3 ^m
»	Marais à tourbe.	0 ^m 50	4 ^m
Brunemont.			Gisement épuisé
Aubigny-au-Bac.		0 ^m 80	1 ^m 80
Féchain.		1 ^m 10/1 ^m 20	0 ^m 60
Aubenchœul-au-Bac.			Peu
Fressies.			Néant
Hem-Lenglet.			Peu
Wasnes-au-Bac.			Peu
Pailencourt.			Néant
Wavrechain-sous-Faulx.			Peu
Bouchain.	Pont Malain.		Peu
»	Marais de l'Est.	1 ^m	1 ^m 30
<i>Vallée de L'Agache (affluent de la Sensée).</i>			
Marquion.			Néant
Sauchy-Lestrée.			Néant
Sauchy-Cauchy.	La Tourbière.	1 ^m 5/2 ^m	1 ^m
Rumaucourt.			Néant
Ecourt-St-Quentin.			Néant
Oisy-le-Verger.			Néant

A l'examen de ce tableau, nous voyons que les marais de la vallée de la Sensée et ceux de la vallée de son affluent l'Agache ne possèdent plus de gisements très importants à exploiter (5), soit que la tourbe est trop cendreuse comme à Arleux, S.E., Aubigny-au-Bac, Aubenchoul-au-Bac, Féchain, Hem-Lenglet, Wasnes-au-Bac, Wavrechain-sous-Faulx, Sauchy-Cauchy; soit que la découverte est trop épaisse comme à Lécuse, Hamel, Palluel, Arleux S.E., Aubigny-au-Bac, Féchain, Sauchy-Cauchy. Il faut d'ailleurs noter qu'en de nombreux points les gisements tourbeux ont été fortement exploités, remplacés ainsi par de nombreux étangs dont le plus vaste est celui d'Arleux S.W., qui a environ 84 hectares de superficie. L'annuaire statistique du département du Nord pour l'an XII de la République (1804) (6) indique que la tourbe est le chauffage exclusif d'un grand nombre de communes du département et qu'on l'exploite dans 68 d'entre elles, des vallées de l'Aa, de la Deûle, de la Scarpe, de la Sensée et de l'Escaut. C'est ainsi qu'en 1789, il a été produit 133.000.000 de briquettes de 8 pouces de longueur, 2 de largeur et 2 d'épaisseur, comme le pouce mesurait en moyenne 0 m. 025 dans le département du Nord, le volume d'une briquette était donc de 0 m³ 0005 et le volume

(5) Il nous faut pourtant signaler que :

une tourbière est en exploitation à *Aubigny-au-Bac*, sa production a été en 1942: 260 t.; en 1943: 600 t.; en 1944: néant; en 1945: 1.180 t.; en 1946: 900 t. (tourbe sèche à moins de 30 % d'eau) ;

une autre à *Féchain* a produit 32 t. en 1942 et 1.300 t. en 1943. La tourbe de ce dernier gisement a donné à l'analyse (sur sec) :

Teneur en cendres : 36 %

Teneur en matières volatiles : 51,65 %

Teneur en carbone fixe : 12,55 %

Tous les produits de ces tourbières sont achetés actuellement par les fabricants d'engrais de la région.

A *Sauchy-Cauchy*, une tourbière est également exploitée depuis 1943. Ces renseignements nous ont été fournis par M. J. CHEDEVIER, Ingénieur des Mines à Douai.

(6) DIEUDONNÉ. — Préfet, Annuaire statistique du département du Nord pour l'an XII de la République (1804). Imprimerie Marlier, Douai.

total de la production de l'année 1789 s'élevait à 66.500 mètres cubes d'une valeur de 271.000 francs, le salaire des ouvriers étant de 90.366 francs. (Dans le département de l'Aisne, considéré comme gros producteur de tourbe, la production de 1840 (7) a été de 83.020 d'une valeur de 204.115 francs pour un total de salaires de 99.056 francs payés pour 74.740 journées de travail à 2.606 ouvriers). Toujours d'après l'annuaire précédemment cité, en 1804 (an XII); la vallée de la Sensée qui « produisait beaucoup de tourbes, qu'on tirait à sa superficie et à très grande profondeur », avait des tourbières en exploitation dans les communes de Lécuse, Hamel, Arleux, Brunemont, Aubigny-au-Bac, Féchain, Wasnes-au-Bac, Wavrechain-sous-Paulx et Bouchain pour l'arrondissement de Douai, et de Fressies, Hem-Lenglet, Paillencourt, Etrun pour celui de Cambrai.

Il faut d'ailleurs remarquer que l'extraction de la tourbe dans le département du Nord, loin d'être encouragée, était soumise à des règlements sévères: c'est ainsi que tous les actes anciens dont quelques-uns remontent à 1244 attestent les efforts des différents gouvernements qui se sont succédé pour empêcher l'extraction de la tourbe qui « détériorait » le sol. « On a tiré tant de tourbes, disent les manuscrits de Muysart (8), qu'une partie des fonds se perd en eau » (9).

Actuellement, il ne reste donc, d'après le résultat des prospections de l'Office professionnel de l'Industrie des combustibles minéraux solides, comme possibilité d'exploitation que 25 ha dans la partie E. au lieu dit le marais à Tourbe d'Arleux et encore cette zone est-elle fortement

(7) D'ARCHIAC. — Description géologique du département de l'Aisne. *Mémoires de la Soc. Géol. de France*, t. 5^e, Seconde partie tableau B. 1840.

(8) BRAURE Maurice. — Lille et la Flandre wallonne au XVIII^e siècle. Thèse de doctorat, p. 362, E. Raoust, Lille 1932.

(9) Dans son *cours de géographie physique du Nord de la France et de la Belgique*, p. 257, J. GOSSELET indique que la fonderie de canons de Douai a brûlé la tourbe extraite à Dechy, jusqu'en 1855.

moreclée par d'anciennes fosses d'exploitation. La tourbe brune mousseuse y est très cendreuse, très souvent plus de 20 % de matières minérales; une partie seulement du marais est en friches, donc susceptible d'être exploitée, tandis que le reste est cultivé comme jardins.

Dans le but de connaître le profil en travers de la vallée primitive telle qu'elle était avant son comblement par la tourbe, nous avons tracé une coupe N.S. par les points de sondage: 3, 6, 9, 12, 15, 18, 26, 29, 36 ; nous obtenons un profil en « U » caractéristique des cours d'eau des régions calcaires. Nous pourrions considérer le haut fond du point 6, où la sonde atteint la base du banc de tourbe à 2 m., comme un accident local : en effet, le substratum glaiseux est touché à 4 m. 10, à 3 m. 30, à 4 m., respectivement aux points 3, 5 et 8 situés à environ 100 m. au N., à l'W. et à l'E. de ce point 6.

Les renseignements fournis par les prospecteurs concernant la teneur en cendres de la tourbe de ce gisement nous indiquent que cette roche combustible y est fort cendreuse, ils ont en effet trouvé 35,40 % de matières minérales au point 6 ; 22,02 % au point 12 ; 25,72 % au point 21 et 16,44 % au point 29. L'examen de ces pourcentages permet donc d'affirmer que dans les parties basses de la vallée où se formait de la tourbe, de grosses quantités d'éléments minéraux étaient apportées tandis que se déposaient les éléments turfogènes ; ces apports minéraux étaient d'ailleurs très irréguliers, ils étaient en effet plus importants dans la zone N. que dans la zone S. Aussi de tels résultats nous permettent de penser que les pentes des coteaux s'étendant au Nord du dépôt étaient moins bien protégées par un manteau de végétaux herbacés, arbustifs ou arborescents, contre l'érosion des eaux de ruissellement que les pentes des coteaux s'étendant vers le Sud.

D'autre part, si nous considérons l'épaisseur du décombre sur l'ensemble du gisement tourbeux de Lécuse à Bouchain, nous notons en moyenne à Lécuse 1 m., au

Hamel 1 m., à Arleux (marais à Tourbe) de 0 m. 30 à 1 m. 20, et au marais du S.E. de 0 m. 80 à 2 m., à Palluel 1 m., à Aubigny-au-Bac 0 m. 80, à F'échain de 1 m. 10 à 1 m. 20, à Bouchain 1 m.; l'examen de ces résultats qui font ressortir l'irrégularité du décombre nous autorise à conclure que, si une partie des matières minérales constituant cette roche stérile provenait de l'amont et était abandonnée par débordement, l'autre partie, et certainement la plus importante, est descendue des pentes par ravinement. Cette conclusion se trouve confirmée par les résultats fournis par l'étude de la coupe transversale N.S. faite dans le marais à Tourbe d'Arleux, par les points 3, 6, 9, 12, 15, 18, 26, 29, 36. Nous y trouvons les différentes puissances suivantes: 0 m. 80, 0 m. 50, 0 m. 40, 0 m. 30, 0 m. 30, 0 m. 30, 0 m. 50, 1 m. 20, ceci nous permet de constater que les épaisseurs sont trois à quatre fois plus fortes au voisinage des pentes qu'au centre du gisement, ceci montre bien l'importance de matériaux provenant des dites pentes dans la formation du décombre. Il a d'ailleurs fallu, pour que les matières minérales soient arrachées par le vent ou par les eaux de l'endroit où elles se trouvaient primitivement, qu'à cette époque les deux versants de la Sensée soient dépourvus de couverture herbacée, arbustive ou arborescente ou que celle-ci soit très clairsemée. Nous avons d'ailleurs eu l'occasion de faire des remarques semblables pour les gisements tourbeux des vallées de la Souche et de la Haute-Somme (10).

(10) P. FROMENT. — Les tourbières de la vallée de la Souche (Aisne). *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 2 à 15, Lille 1946.

Etude complémentaire des marais tourbeux de la vallée de la Haute-Somme et de la vallée de la Sommette (Aisne), le complexe tourbeux du secteur de Flavy-le-Martel. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 63 à 72, Lille 1946.

Le complexe tourbeux de Clastres, Flavy-le-Martel (étang communal), Annois (marais Cugnot). *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 102 à 109, Lille 1946.

Le complexe tourbeux de St-Simon à Ham. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 243 à 256, Lille 1946.

Sur la teneur en cendres des tourbes de la Somme et de la Souche: I. Tourbes de la Somme. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 256 à 268, Lille 1946.

L'examen des coupes passant : 1° par les points 1, 5, 6, 8 ; 2° : 17, 18, 19, 20 ; 3° : 34, 31, 30, 29, 28 et l'analyse des sondages 7, 11, 16, 20 et 27 pratiqués à quelque 75 mètres du chemin de grande communication n° 65 où nous trouvons respectivement le substratum glaiseux à 4 m., 4 m. 40, 5 m. 50, 4 m. 30, 4 m. 80, nous permet de penser que le gisement tourbeux ne s'arrêtait pas suivant la ligne des derniers sondages à l'E., mais au contraire il continue pour rejoindre le gisement du marais d'Arleux S.E. où, sous un décombe de 0 m. 80 à 2 m., nous pouvons noter une puissance de 1 m. à 3 m. de tourbe très cendreuse.

Au cours de tous ces sondages, les prospecteurs se sont arrêtés sur le substratum glaiseux, ils n'ont touché la craie qu'à Marquion et à Sauchy-Lestrée dans la vallée de l'Agache, il eût pourtant été très intéressant de connaître la puissance de la glaise qui recouvre la craie tendre à *Micraster coranguinum* et qu'on ne voit bien dans la vallée de la Sensée qu'à partir de Brunemont sur la rive gauche et de Palluel sur la rive droite, jusque Wavrechain-sous-Faulx et Paillencourt. La vallée de la Sensée de Sailly-en-Ostrevent à Arleux est recouverte par du limon des vallées si fréquent dans la région de Douai. Face à Sailly-en-Ostrevent, sur la rive droite à Etaingt, un lambeau de craie sénonienne apparaît pourtant à flanc de coteau (11).

Malgré le manteau de limon qui cache la craie dans une partie de cette vallée, les eaux des marais de la Sensée viennent presque uniquement de la nappe de la craie, or nous savons l'action déterminante de l'ion Ca au point de vue de la répartition des plantes (12). Cette action est

(11) Renseignements pris dans la carte géologique détaillée de Douai, n° 8.

(12) REYNAUD-BEAUVERIE. — Le milieu et la vie en commun des plantes. Notions pratiques de Phytosociologie. P. Lechevalier, éditeur, Paris, 1936.

caractérisée actuellement par une flore spéciale⁽¹³⁾ différente par places de celle des marais de la Scarpe à Roost-Warendin; en effet, où l'eau qui sort des sables et des tourbes est très pauvre en sels de calcium, se sont installées quelques plantes calcifuges telles que *Drosera longifolia*, *Utricularia minor*; cette action déterminante sur la flore actuelle n'a pas manqué de se faire sentir sur la flore ancienne dont les éléments ont donné la tourbe. Nous voyons par là le rôle indirect peut-être, mais non moins important que peuvent avoir sur la tourbe les substances minérales en dissolution dans l'eau qui alimente les rivières des vallées tourbeuses.

Le plan moyen de l'eau étant à Arleux à 0 m. 30 du niveau du sol, ces gisements tourbeux ressemblent par ce caractère à ceux que nous avons précédemment étudiés dans la vallée de la Souche⁽¹⁴⁾ et dans la vallée de la Haute-Somme: l'extraction de la tourbe n'a pu et ne peut se faire que sous l'eau et au fur et à mesure que ce combustible est extrait, il est remplacé par cette eau, ainsi ont été créés la plupart des étangs⁽¹⁵⁾ de cette vallée. La teneur moyenne en eau à l'extraction étant du reste de l'ordre de 80 %.

Il faut en outre noter que dans ces étangs artificiels se sont installées des plantes particulières: submergées

(13) J. GODON. — Caractéristiques de la flore du département du Nord. *C. R. du Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences* en 1909. Lille et la région du Nord, p. 92 à 95, t. II.

(14) P. FROMENT. — *Loc. cit. Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 2 à 15.

Loc. cit. Ann. Soc. Géol. du Nord, t. LXVI, p. 63 à 72.

(15) Dans l'*annuaire statistique du département du Nord pour l'an XII*, *Loc. cit.*, nous lisons p. 182: «...la tourbe s'exploite le plus souvent au fond de grandes flaques d'eau que le tourbage même a créées dans un pays plat et aquatique. On se sert d'une drague. C'est une pelle de fer recourbée à angle aigu, sur un manche de 10, 15, 20 pieds de long. Cette pelle tranchante à son extrémité mesure communément 1 pied de long sur 8 pouces de large. La tourbe extraite est transportée du bateau sur le gazon, pétrie, moulée ensuite en petites briques qu'on laisse sécher au soleil.

ou amphibies (16), et que si cette flore n'est pas détruite par les faucardages elle envahit les pièces d'eau et même les fossés d'assèchement, occasionnant ainsi leur obstruction et par suite des inondations (17), c'est pourquoi le faucardage doit être fait trois fois l'an (18).

CONCLUSIONS. — L'étude des résultats de la prospection des marais de la Sensée fait ressortir que :

1° L'exploitation des gisements tourbeux de cette vallée a été importante et que quelques tourbières ont été réouvertes depuis 1942.

2° Il reste peu de gisements exploitables, sauf le gisement, très morcelé d'ailleurs, d'Arleux, au lieu dit le Grand Marais à Tourbe, car dans les autres :

a) la tourbe est trop riche en cendres (plus de 20 %);

b) le décombre est trop épais, souvent plus de 0 m. 30 et quelquefois 2 m., pour permettre une exploitation rentable. Une fois de plus, nous avons pu constater les relations étroites qui existent entre la nature des roches en affleurement du bassin hydrographique et l'importance ou l'absence de la couverture herbacée, arbustive et arborescente de ces dites roches, avec la teneur en cendres des différents dépôts tourbeux et les variations d'épaisseur du décombre.

3° Nous avons pu mettre en évidence les rapports existant entre la teneur des eaux de sources en bicarbonate de calcium qui est en relation avec la nature des roches sous-jacentes et la flore qui s'installe dans les ma-

(16) J. GODON. — Caractéristiques de la flore du département du Nord. *Loc. cit.*, p. 92 à 95.

(17) DIEUDONNÉ. — Préfet. *Annuaire statistique du département du Nord pour l'an XII* de la République (1804). *Loc. cit.*, p. 308.

(18) R. BLANCHARD. — La Flandre. Etude géographique de la plaine flamande en France, Belgique et Hollande. *Société dunkerquoise pour l'avancement des lettres, des sciences, des arts*, 1906, p. 108: Ordonnance de l'Empereur Charles VI (1746) sur le faucardage.

rais, flore qui a son influence sur la constitution de la tourbe elle-même.

4° Nous constatons aussi l'importance de la nappe de la craie dans les marais tourbeux du bassin de la Sensée puisque, dès qu'une excavation est faite, celle-ci est immédiatement remplie d'eau dont le niveau moyen s'établit à 0 m. 30 du sol.

5° Nous notons enfin le dynamisme des associations végétales qui s'installent alors dans les pièces d'eau, dans les fossés, au point d'en occuper progressivement une plus grande surface chaque année.

M. Froment présente la communication suivante :

Les marais tourbeux du Bassin de L'Aa.
Le gisement du Grand Broucq à Clairmarais
par Pierre Froment

Pour l'étude des gisements tourbeux du bassin de l'Aa et en particulier de celui du Grand Broucq à Clairmarais, nous utiliserons également les renseignements recueillis par les prospecteurs de l'Office professionnel de l'Industrie des minéraux solides (1 et 2).

De nombreux sondages ont été effectués dans la vallée de l'Aa, de Lumbres à Serques (la prospection n'a pu être poursuivie en aval de cette dernière localité par suite de

(1) *Prospection et cartes des tourbières de France. Bassin de l'Escaut, de l'Yser et de l'Aa.* Département du Nord et du Pas-de-Calais. Arrondissement minéralogique de Lille - carte générale 1/200.000 type 1912. Carte d'Etat-Major type 1889 - tirage Mai 1941 au 1/80.000. Répertoire et plans des gisements. *Office professionnel de l'Industrie des combustibles minéraux solides*, 35, rue Saint-Dominique, Paris (7^e), 1945.

(2) On pourra également consulter :

P. CHOUARD. — Les documents cartographiques sur les tourbières actuelles et préhistoriques de France - cartes hors texte, pl. IV, V, VI, VII. *C.R. du Congrès international de Géographie*, Paris 1931, t. II, fasc. II, sect. III, Librairie A. Colin, Paris, 1933.

l'occupation militaire). Une série de sondages a été également réalisée dans les vallées des affluents de la rive gauche de l'Aa. L'ensemble de ces résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous, dont l'étude nous permet de faire les observations suivantes :

TABLEAU I
RESULTATS DE LA PROSPECTION DES MARAIS
DU BASSIN DE L'AA

<i>Communes</i>	<i>Lieu</i>	<i>Puissances moyennes</i>	
		<i>Découverte</i>	<i>Tourbe</i>
de Lumbres à St-Omer.			Néant
Saint-Omer.	La Canarderie	0 ^m 50/1 ^m 50	1 ^m 50/6 ^m
Clairmarais.	Booneghem	0 ^m 50/1 ^m 50	1 ^m 50/6 ^m
Noord-Peene.		0 ^m 50/1 ^m 50	1 ^m 50/6 ^m
Nieurlet.		0 ^m 50/1 ^m 50	1 ^m 50/6 ^m
Clairmarais.	Le Grand Broucq	0 ^m 30	1 ^m /6 ^m 50
Salperwick.			
Tilques.		0 ^m 60/1 ^m 60	2 ^m /3 ^m
Serques.			
Houille.	Rivière de Houille	1 ^m 30/1 ^m 70	0 ^m 70/2 ^m
Zutkerque.			Néant
Nortkerque.	Buscot (entre ligne S.N.C.F. et canal St-Omer)	0 ^m 50/1 ^m 50	3 ^m /5 ^m
Ardres.	Les Etangs, Le vieux Bac, Le banc du Loup		Gisement épuisé
Brêmes-les-Ardres.	Etang de Brêmes		Gisement épuisé
Balinghem.	Le marais.		Néant
Andres.			Néant
Guemps.			Néant
Guines.			Gisement épuisé
Hames-Boucres.			Gisement épuisé
Saint-Tricat.			Néant
Fréthun.			Gisement épuisé
Coquelles.			Néant

De Lumbres à St-Omer, il n'a pas été trouvé de tourbe mais de la terre reposant sur la marne et la craie.

Dans la région en aval de St-Omer, la vallée s'étale en de nombreux marais sur les communes de Clairmarais, Noord Penne, Nienrlet sur la rive droite, et de Salperwick, Tilques et Serques sur la rive gauche. Nous ajouterons à ceux-ci les marais de Houlle qui se développent le long de la Houlle, petit affluent qui se jette dans l'Aa en amont de Watten, face au bois-du Ham. Ces vastes marais sont divisés par de nombreux canaux ou fossés et occupés par des cultures et des pâturages. Dans tous ces gisements le décombre constitué par de la terre plus ou moins argileuse a une épaisseur variable qui peut atteindre 0 m. 30, 0 m. 50, 0 m. 60, et même parfois 1 m. 70; la tourbe, dont la puissance peut être de 6 mètres, possède des bancs morts constitués de glaise et de sable.

Parmi tous les autres gisements prospectés, seul dans celui de Nortkerque situé entre la voie ferrée qui relie St-Omer à Calais et le canal de St-Omer, les prospecteurs ont trouvé 3 à 3 m. 50 de tourbe sous un décombre variable de 0 m. 50 à 1 m. 50. Tandis que dans les marais de Ardres (lieux dits le Vieux Bac et le Banc du Loup), de Balinghem, de Andres, de Guemps, de Saint-Tricat, de Coquelles, ils ont trouvé, soit de la terre noire sur de la glaise, ou de la glaise sur du sable ou encore de la terre et de l'argile sur de la glaise et sur du sable. Dans les autres localités, à Ardres (lieu dit les Etangs), à Brèmes-les-Ardres, à Guines, à Hames-Boueres, les gisements tourbeux sont épuisés.

Parmi ces gisements situés en aval de Watten, en bordure S.W., S., S.E., de cette étendue marécageuse, se développant à droite et à gauche de l'Aa, quelques-uns ont été étudiés par H. Debray dès 1872 (3), par G. Dubois

(3) H. DEBRAY. — *Annales de la Soc. Géol. du Nord*, Lille : Poteries anciennes et mammifères de la tourbe de Nortkerque, 1872, t. I, p. 9 ; Tourbières d'Ardres, Guemps, Nortkerque et Looberghe, 1873, t. I, p. 19 ; Antiquités des tourbières d'Ardres et d'Aveluy, 1873, t. I, p. 29 ; Nouvelles coupes dans les tourbières de Fréthun et de Guemps, 1876, t. III, p. 144 ; Hache en silex dans la tourbière de Looberghe, 1876, t. III, p. 174.

(1924) (4), nous ajouterons celui de Merckeghem visité par Bouly de Lesdain en 1921 (5).

Presque tous ces dépôts tourbeux sont caractérisés par la présence au-dessus de la tourbe, d'argiles et de sables avec coquilles marines (6) et de médailles, de monnaies romaines dans les 0 m. 50 supérieurs de cette roche combustible. Ces deux faits indiquent nettement: le premier que les dépôts tourbeux ont été recouverts par les eaux de la mer et qu'ils appartiennent à l'immense manteau tourbeux qui recouvrait la plaine maritime de Dunkerque; le second que l'invasion marine qui a amené argiles et sables est postérieure à la civilisation romaine, elle date du III^e siècle pour A. Belpaire (7), du IV^e siècle pour J. Gosselet (8), du V^e siècle pour Blanchard (7), du VI^e siècle

(4) G. DUBOIS. — Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France, *Mémoires de la Soc. Géol. du Nord*, t. VIII, Lille, 1924 : Coquelles, p. 36, 61, 62, 75, 77, 93, 94, 117, 118, 119 ; Fréthun, p. 61, 77, 95 ; Guines, p. 76, 95 ; St-Tricat, p. 77, 94 ; Hames-Boucrès, p. 81, 95, 156, 157 ; Guemps, p. 88, 127 ; Ardres, p. 126 ; Vallée de l'Aa, p. 238.

(5) M. BOULY DE LESDAIN. — *La tourbière de Merckeghem*. *Bull. de l'Union Faulconnier*, t. XVIII, fasc. III, p. 333-338, Dunkerque, 1920-21.

(6) Coupes relevées

par M. DEBRAY dans la région d'Ardres :

Terre végétale : 0^m20.

Argile grise ou sable à coquilles marines et couche d'eau saumâtre à la partie supérieure : 0^m83.

Argile bleue plus ou moins sableuse avec coquilles marines: 0^m82.

Tourbe : 1^m10.

par M. BOULY DE LESDAIN à Merckeghem :

Argile et sable disposés alternativement par petites veines avec coquilles de *Cardium edule* : 0^m80.

Argile gris-bleuâtre avec *Scrobicularia piperata* et *C. edule*.
Tourbe.

(7) R. BLANCHARD. — La Flandre. Etude géographique de la plaine flamande en France, Belgique et Hollande, p. 137, 147, 149, Dunkerque, 1906.

(8) J. GOSSELET. — Esquisse géologique du Nord de la France, 4^e fasc., *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XXX, 5^e livre, p. 324-325, Lille, 1901.

pour Bouly de Lesdain (9). L'ensemble de la plaine a été asséché à la fin du IX^e siècle (7).

Les prospecteurs ont en outre fait un relevé méthodique du dépôt tourbeux de Clairmarais, au lieu dit le Grand Broucq. La surface de ce gisement est de 19 hectares, occupée par des prés. Le décombre composé d'argile et de terre a une épaisseur de 0 m. 30, tandis que la tourbe compacte, brune, cendreuse avec bois, peut atteindre une puissance de 6 m. 50. Le substratum, toujours rencontré, est de la glaise. Le niveau du plan d'eau était le 20 avril 1945 à 0 m. 70 du sol.

Nous avons pu dresser une coupe suivant la direction E.W. par les points : 1, 1-bis, 2, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 23, où il a été trouvé respectivement : 0 m. 1 m. 50, 2 m. 20, 2 m. 20, 3 m. 50, 2 m., 1 m. 30, 1 m. 80, 2 m. 50, 4 m., 5 m. 70, 6 m. 50, 5 m. 20 de tourbe. Nous sommes donc en présence du début d'un profil en long comparable à celui que montre la vallée qui descend de Flavy-le-Martel pour se jeter dans la Rigole (10).

Les teneurs moyennes en cendres sont de 21,01 % au point 5 ; 20,47 % en 14 ; 28,70 % en 22. Ce dernier résultat pourrait surprendre si on ne prenait soin d'examiner la topographie des lieux (11) ; en effet, tandis que les points 5 et 14 sont à 800 mètres de la bordure N. du marais, le point 22 par suite d'une avancée des terres n'est qu'à 320 mètres de la dite bordure, on comprend donc que ce point ait reçu plus de matières minérales que les deux points précédemment cités. D'autre part, l'examen de la carte géologique (12) éditée en 1875, fait ressortir l'exis-

(9) M. BOULY DE LESDAIN. — La tourbière de Merckeghem. *Loc. cit.*, p. 337.

(10) P. FROMENT. — Etude complémentaire des marais tourbeux de la vallée de la Haute-Somme et de la vallée de la Sommette (Aisne). Le complexe tourbeux du secteur de Flavy-le-Martel. *Ann. de la Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 63 à 72. Lille, 1946.

(11) Carte d'Etat-Major au 1/80.000, St-Omer.

(12) Carte géologique St-Omer, n° 4, 1875.

tence d'un ruisseau qui descend des pentes au N.W. de Booneghem et qui n'est certainement pas étranger à l'enrichissement en matières minérales du dépôt tourbeux. Nous avons fait une remarque analogue au point 61, dans les dépôts tourbeux de la descente de Flavy-le-Martel (coupe en long dans l'axe du T) dont il a déjà été question (13).

Parallèlement à notre coupe, à 50 mètres vers le S., une série de sondages a été pratiquée, nous pouvons ainsi constater que l'épaisseur de la tourbe diminue légèrement. Toujours plus au S., d'abord à 75 m., puis à 175 mètres de notre coupe, les prospecteurs n'ont plus trouvé la roche combustible, mais de la terre. Le bord Sud de la vallée primitive qui s'est comblée de tourbe se relève donc brusquement, nous laissant pressentir l'une des branches d'un U.

La ligne des sondages qui s'étend le long de la rivière la Wésiette (14), à 100 mètres de notre coupe, nous indique qu'il y a peu de variations dans l'épaisseur du gisement vers le N., le dépôt se poursuit dans cette direction, d'ailleurs les prospecteurs ont en effet trouvé dans les marais de Booneghem, de Noord-Peene, de Nieurlet, de Saint-Omer, lieu-dit de la Canarderie, des puissances de tourbe allant de 1 m. 50 à 6 mètres.

Le marais prospecté du Grand-Broueq à Clairmarais doit être considéré comme une partie de la bordure S.E. d'un gisement tourbeux qui s'est développé dans la vallée du Scoubroueq sur des centaines d'hectares.

La régularité du décombre sur toute l'étendue du marais du Grand-Broueq, où il ne mesure que 0 m. 30 d'épaisseur, tandis que sur la bordure N. du gisement sa puissance varie de 0 m. 50 à 1 m. 50, nous permet de

(13) P. FROMENT. — Etude complémentaire des marais tourbeux de la vallée de la Haute-Somme et de la vallée de la Sommette (Aisne). *Loc. cit.*, p. 63 à 72.

(14) Cette rivière ne figure pas sur la carte géologique de 1875.

conclure que la zone du Grand-Broucq était mieux protégée contre les effets du ruissellement que la zone Nord. D'ailleurs, ceci est encore vrai actuellement où les pentes des collines de cette région sont couvertes de l'épais manteau que représente la forêt de Clairmarais.

CONCLUSIONS. — Cette étude, que nous compléterons d'ailleurs après avoir pratiqué plusieurs séries de sondages, nous permet pourtant dès à présent de constater :

1° Que la tourbe de la vallée de l'Aa et en particulier celle de Clairmarais, gisement du Grand-Broucq, est très cendreuse.

2° Que cette teneur en cendres est ici également influencée par la proximité des pentes et par les apports des eaux d'un affluent descendant de ces dites pentes.

3° Que le décombre peut atteindre des épaisseurs importantes variant de 0 m. 30 à 1 m. 70 et que cette puissance est plus forte sur le versant N. que sur le versant S., mettant ainsi en relief une fois de plus le rôle primordial que peut avoir la couverture végétale, herbacée, arbustive ou forestière dans la répartition des dépôts de cette roche stérile.

4° Que de nombreux gisements tourbeux, tant dans la région de Saint-Omer que dans la plaine maritime, ont été fortement exploités (15) (16).

(15) DIEUDONNÉ. — Préfet, dans son Annuaire statistique du département du Nord pour l'an XII de la République (1804). imprimerie Marlier à Douai, indique que la tourbe était tirée pour l'arrondissement de Dunkerque dans les communes de : *Bierne, Bourbourg, Brouckerque, Capelle, Cappelle-Brouck, Coudekerque-Branche, Craywick, Drincham, Eringhem, Grande-Synthe, Petite-Synthe, Ghyselde, Holque, Hoymille, Looberghe, Loon, Merckeghem, Millam, Pitgam, St-Georges, St-Momelin, St-Pierre-Brouck, Steene, Teteghem, Uzem, Watten.*

(16) Dans la revue scientifique, année 1908, t. I, le département du Pas-de-Calais en 1905, figure pour 6.240 tonnes de tourbe pour une production totale française de 98.517 tonnes, l'extraction se pratiquant surtout dans l'arrondissement de Saint-Omer et dans quelques gisements de l'arrondissement de Montreuil. Il faut d'ailleurs remarquer que le tonnage de 1918 était tombé à 815 tonnes pour une production totale française de 129.044 tonnes.

Dans beaucoup d'autres, par suite de l'œuvre des Watteringues (17), l'assèchement (18) a été pratiqué rationnellement, ce qui permit l'abaissement du plan d'eau (en avril 1945 il était à 0 m. 70 du sol à Clairmarais, gisement du Grand-Broucq) et la transformation de marais insalubres en riches cultures et en prairies fertiles.

5° La présence de bancs de glaise et de sable au sein des gisements tourbeux nous permet de penser qu'au cours du dépôt des matériaux qui en se transformant ont donné la tourbe, des inondations importantes par des eaux chargées de limons et de sables se sont produites. De nos jours, de pareils cataclysmes ont lieu fréquemment dans les vallées des rivières flamandes et en particulier de l'Aa. Si des pluies persistent durant quelques jours, des masses énormes descendent les pentes recouvertes de limons imperméables des collines élevées (100 mètres d'altitude environ, quelquefois plus) d'Artois et se rassemblent dans les marais de Saint-Omer où la pente diminue brusquement de 1 m. 60 par kilomètre à 0 m. 40, tandis qu'elles n'ont pour s'écouler que l'étroit passage de Watten. C'est ainsi qu'en novembre 1894 les marais ont été couverts de 1 mètre d'eau (19).

6° L'importance des roches en affleurement du bassin hydrographique dont les pentes sont garnies de limons (limon de lavage, limon et graviers anciens des vallées) ou de sables (sable de Bracheux, sable de l'argile plastique), est mis en évidence par le fait que la roche, trouvée sous les dépôts tourbeux avant le substratum crayeux de

(17) R. BLANCHARD. — La Flandre. *Loc. cit.*, p. 270. C'est le Comte de Flandre, Philippe d'Alsace, qui en 1184 créa les Watteringues dont le but était de drainer, d'irriguer en eaux douces et d'arrêter les eaux de la mer de toute la région.

(18) H. DE LAPLANE. — L'abbaye de Clairmarais, p. 6-12. En 1140, pour installer leur monastère, les moines durent défricher et assécher les marais de la vallée de Scoubroucq.

(19) R. BLANCHARD. — La Flandre. *Loc. cit.*, p. 279. Durant cette période, le débit de l'Aa et de son affluent la Hem était de 100 m³ par seconde, tandis qu'en hiver le débit de l'Aa n'est que de 1.800 litres par seconde.

la craie blanche ou marneux de la craie marneuse, est constituée de glaise, quelquefois de sables; d'autre part, la même observation est à faire quant à la nature des bancs morts formés également de glaise ou de sables et du décombe le plus souvent argileux.

7° L'examen des coupes des gisements de la région d'Ardres et de celui de Merckeghem où la tourbe qui contient des monnaies, des médailles romaines ou des restes de sépultures gauloises à sa partie supérieure, est recouverte de sables et d'argiles avec des coquilles marines, nous permet de juger de l'ampleur de l'invasion de la plaine maritime par la mer aux environs du IV^e siècle.

8° Il nous paraît intéressant de signaler en outre, dans le cadre des observations que nous avons faites au sujet de la flore des marais tourbeux, l'installation dans la tourbière de Merckeghem (20) parmi un ensemble de plantes neutro-alcalines de *Drosera rotundifolia* L., et surtout de *Sphagnum cymbifolium* Ehrh., et de *S. acutifolium* Ehrh., ce qui nous oblige à penser à un changement survenu dans l'acidité des eaux de la tourbière et en particulier dans leur teneur en sels de calcium dissous. Nous constatons une fois de plus toute l'importance que peuvent avoir les roches du sol et du sous-sol dans l'installation, la répartition, le développement de la flore tourbière actuelle. Cette action n'a pas manqué de se faire sentir sur la flore dont les éléments transformés ont donné la tourbe; nous voyons donc par là que la nature de cette roche combustible est en relation étroite avec la présence de telle ou telle roche dans la région où se forme le dépôt tourbeux.

9° Les études que nous avons faites dans les marais tourbeux, des vallées de la Souche (21), de la Haute-

(20) M. BOULY DE LESDAIN. — La tourbière de Merckeghem. *Loc. cit.*, p. 335-336.

(21) P. FROMENT. — Les tourbières de la Vallée de la Souche (Aisne). *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 2 à 15, Lille, 1946.

Somme (22), de la Sensée (23) et de l'Aa, mettent en évidence les rapports très étroits existant entre la couverture végétale, herbacée, arbustive et forestière qui recouvrait les pentes des bassins hydrographiques et la formation, la répartition des roches stériles que l'on trouve :

- a) sous les gisements tourbeux ;
- b) incorporées dans la tourbe et y constituant des impuretés minérales allochtones ;
- c) disposées par couches plus ou moins épaisses, intercalées dans les dépôts tourbeux et y formant les « bancs morts », la « Glize » ou la « glaise » ;
- d) ou encore recouvrant la surface des dépôts et y constituant alors la « découverte » ou « décombre ».

Ces matériaux stériles qui résultent de la désagrégation des roches en affleurement des bassins, par l'action combinée des différents agents atmosphériques, ont été transportés vers les points où s'est formée la tourbe, quelquefois par les vents, le plus souvent par les eaux de ruissellement.

(22) P. FROMENT. — Les marais tourbeux de la vallée de la Haute-Somme et de la vallée de la Sommette (Aisne). *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 63 à 72, Lille, 1946.

Etude complémentaire des marais tourbeux de la vallée de la Haute-Somme et de la vallée de la Sommette (Aisne). Le complexe tourbeux du secteur de Flavvy-le-Martel. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 81 à 86, Lille, 1946.

Le complexe tourbeux de Clastres, Flavvy-le-Martel (étang communal), Annois (marais Cugnot). *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 102 à 109, Lille, 1946.

Le complexe tourbeux de St-Simon à Ham. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 243 à 256, Lille, 1946.

Sur la teneur en cendres des tourbes de la Somme et de la Souche. I : Tourbes de la Somme. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 256 à 268, Lille, 1946.

(23) P. FROMENT. — Les marais tourbeux de la vallée de la Sensée, le gisement du Grand Marais à tourbe d'Arleux (Nord). *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI, p. 33 à 42, Lille, 1947.

On a attaché, on attache encore beaucoup d'importance au déboisement, au défrichement, à la disparition des pâturages dans les régions montagneuses, on rend toutes ces destructions responsables des crues, des dégâts dus à l'érosion, aux transports considérables des cours d'eau à régime torrentiel. Nous pensons qu'il y a lieu d'attribuer *aux déboisements, aux défrichements de nos plaines, de nos collines, de nos plateaux, les importantes quantités de matières minérales* trouvées :

sous les gisements recouvrant le substratum,

dans les gisements en bancs ou en mélange avec la roche combustible,

ou sur les gisements sous forme de « décombre ».

D'ailleurs ces effets du déboisement peuvent être fréquemment constatés dans nos pays. A. Lefèvre (24) en a relevé après la guerre de 1914 à 1918 dans le département de l'Aisne où une grande surface de forêts avait été détruite. Il a trouvé des ravinements sur les versants des collines anciennement boisées et a constaté l'envasement des cours d'eau, des fossés d'assainissement, ce qui, déterminant de fréquentes inondations, a transformé en marais d'anciennes terres cultivées.

M. Thoral présente la communication suivante :

*Note sur quelques Fossiles acadiens
du Nord-Ouest de l'Espagne*

par Marcel Thoral

(Pl. V)

Il y a quelque 90 ans, dans une bande de schistes rouges accompagnant des calcaires, au Nord de la localité de Sabero, sur le versant méridional de la chaîne cantabrie-

(24) LEFÈVRE. — Conservateur des Eaux et Forêts. Cours de sylviculture inédit.

que, à une trentaine de kilomètres au N.E. de Léon, Casiano de Prado recueillit toute une faune paléozoïque qu'il confia pour étude à de Verneuil et Barrande (1). Parmi ces fossiles, les seuls Trilobites qui nous intéressent ici regurent le nom de *Conocephalites Ribeiro* de Vern. et Barr. en l'honneur d'un géologue espagnol contemporain. Puis, les découvertes se multiplièrent. Vingt années plus tard, Ch. Barrois (2) parti étudier les terrains anciens des Asturies et de la Galice, et spécialement la faune primordiale, reconnut deux nouveaux gisements dans les schistes acadiens des Asturies. L'un, dans les tranchées du chemin montant dans les maisons de Cortillas, est dit « de la Vega de Rivadeo » ; l'autre, dans un petit ravin voisin d'un pont sur le Rio Radical, est dit de « Pont Radical ».

Quelques-uns des petits Trilobites oculés recueillis en ces gîtes furent assimilés à *C. Ribeiro* de Vern. et Barr. ; les autres devinrent les types d'une nouvelle espèce : *Conocephalites Castroi* Barrois. Depuis, ces deux espèces furent citées concurremment dans toutes les publications ayant trait au Cambrien espagnol. Cependant, à la suite d'une révision critique faite par Pompeckj (3), le nom générique de *Solenopleura* Angelin fut admis pour remplacer celui de *Conocephalites* Barrande (= *Conocoryphe* Corda) réservé à des espèces aveugles, à joues mobiles peu développées, du type *C. Sulzeri* Schlot.

L'an dernier, ayant terminé la révision des espèces languedociennes du groupe de *Solenopleura Rouayrouxi* Mun. Ch. et Berg. que la plupart des auteurs, suivant

(1) CASIANO DE PRADO. — Sur l'existence de la faune primordiale dans la chaîne cantabrique, suivie de la description des fossiles par MM. DE VERNEUIL et BARRANDE. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (2), XVII, p. 516-542, pl. VI-VII.

(2) CH. BARROIS. — Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. II, in-4°, 630 pages, Atlas de 20 pl., 1882.

(3) J.-F. POMPECKJ. — Die Fauna des Cambrium von Tejrovo und Skrej in Böhmen. *Jahrb. der k. k. geol. Reichs.*, 45, Bd, 3 H., 1895, p. 605 et passim.

Pompeckj, inclinaient à mettre en synonymie avec *S. Ribeiroi* (4) de Vern. et Barr., j'ai voulu comparer les deux espèces sur échantillons et non d'après des figures dessinées, trop souvent peu fidèles. M. J. Goguel, Professeur à l'École Nationale supérieure des Mines de Paris, voulut bien me confier les types de Barrande et de Verneuil conservés dans les collections de cet établissement. M. P. Pruvost, Professeur de Géologie et Doyen de la Faculté des Sciences de Lille, poussa l'amabilité jusqu'à m'envoyer *tous les échantillons* existant dans la Collection Barrois. Grâce à cette rare obligeance dont je leur suis profondément reconnaissant, j'ai eu en mains, en même temps, les types de *S. Ribeiroi* et de *S. Castroi*. Leur étude comparée avec celle des formes languedociennes du groupe *S. Rouayrouxi* m'a permis de rectifier et de compléter les diagnoses des deux premières espèces et de donner des figures qui, si elles sont moins belles que les originales, ont le mérite de représenter réellement les spécimens.

La première question à régler est celle de l'attribution générique.

Au cours de mes recherches dans l'Acadien de la Montagne Noire, j'ai eu la chance de récolter quelques bons spécimens de *S. Rouayrouxi* Mun. Ch. et Berg. représentés à la fois par le moule interne et par le moule externe. Leur étude minutieuse m'a prouvé qu'ils différaient trop des vrais *Solenopleura* scandinaves, génotype *S. holometopa* Angelin, pour être rangés dans le même genre; pour eux, j'ai proposé le nom générique de *Solenopleuropsis*. Malheureusement, vu les difficultés de publication, il est fort probable que la monographie détaillée des *Solenopleuridae* languedociens ne voie le jour que

(4) D'après les Règles internationales de Nomenclature zoologique, les noms de personne utilisés comme noms d'espèce doivent prendre la terminaison des génitifs latins, c'est-à-dire *i* pour les hommes. L'espèce étant certainement dédiée à Carlos de Ribeiro, le nom spécifique correct est *Ribeiroi* comme l'avait déjà écrit Pompeckj (*loc. cit.*).

dans un avenir assez lointain. Aussi, dans une note récente (5), ai-je donné une diagnose ultra-sommaire du nouveau genre. Il ne sera sans doute pas inutile d'en préciser succinctement les caractères et de souligner ce qui le distingue des vrais *Solenopleura* et de *Ptychoparia*, noms génériques souvent attribués aux Trilobites en question.

GENRE *SOLENOPLEUROPSIS* THORAL, 1947 (5)

Génotype : *Solenopleuropsis Rouayrouxi* Mun.

Ch. et Berg. em. n. sp.

Trilobites de taille petite ou à peine moyenne, d'un contour ovalaire et d'un relief général vigoureux avec trilobation longitudinale bien marquée.

Le *céphalothorax* semi-circulaire, fortement convexe, est bordé par un limbe complexe formé d'une lame plane ou peu convexe surmontant une doublure creuse, striée, formée de deux parties symétriques réunies par une pièce rostrale impaire; le raccord entre la lame du limbe et la doublure se fait au fond d'une gouttière ou d'un pli visible sur le contour marginal du limbe. Près des angles génaux, ce pli disparaît et l'on note la présence de courtes pointes qui, moins rigides que le reste, paraissent souvent diverger vers l'extérieur.

La glabelle est fortement convexe, tronconique, arrondie en avant, limitée par des sillons dorsaux profonds réunis par un sillon frontal moins accusé; elle porte trois paires de courts sillons latéraux augmentant de longueur vers l'arrière. L'anneau occipital, bien séparé en avant par un large sillon, porte fréquemment un fort tubercule médian ou une épine occipitale.

Les joues, larges et convexes, mais un peu moins élevées que la glabelle, s'abaissent régulièrement vers

(5) M^{me} THORAL. — Trois nouveaux genres de Trilobites acadiens du Languedoc et d'Espagne. *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 224, p. 59 60, 6 janvier 1947.

l'extérieur; elles sont réunies en avant par un espace préglabellaire assez étendu. La rainure du limbe apparaît comme une faible dépression ou une rupture de pente.

Chaque suture faciale débute peu en dedans de l'angle général, se courbe hardiment et rejoint le bord postérieur de l'œil par une ligne presque horizontale; puis, elle contourne le lobe palpébral et se dirige vers l'avant en suivant une ligne droite, subparallèle à l'axe, qui s'incurve rapidement vers l'intérieur. Elle coupe très obliquement le contour externe et se réunit à l'autre branche antérieure par une suture rostrale coïncidant avec le fond du pli limbe-doublure.

L'œil est de taille moyenne, placé un peu en arrière du milieu des joues. La ligne ou crête oculaire est peu marquée.

À l'exception des sillons et quelquefois du limbe, tout le céphalon est couvert de granulations spiniformes, creuses, fréquemment plus grandes et plus régulièrement disposées au voisinage des sillons.

Le *thorax* est formé de 15-16 segments ornés de tubercules spiniformes creux; souvent le tubercule axial devient une véritable épine dirigée vers le haut et l'arrière. Les plèvres sont sillonnées, à terminaison arrondie.

Le *pygidium* est petit, fusiforme, avec un axe saillant à deux ou trois segments.

Le genre *Solenopleuropsis* se distingue nettement des vrais *Solenopleura* par : ses pointes générales mieux développées, ses joues moins convexes, l'espace préglabellaire plus grand, le bourrelet du limbe moins convexe, l'œil nettement plus grand et situé plus en arrière, d'où allure différente de la branche postérieure de la suture faciale. Le nombre de segments thoraciques paraît également plus élevé et le pygidium toujours de petite taille.

Ptychoparia, génotype *Pt. striata* Emmr., est peut-être moins convexe. Mais, en tout cas, le lobe médian (glabella et rachis) y est plus étroit; les pointes générales, dont le

contour externe est toujours en continuité parfaite avec celui du limbe, sont plus longues et sans pli marginal ; l'œil est souvent un peu plus petit. Sur les joues fixes, la ligne oculaire, plus nette, sépare une partie antérieure qui est striolée; les plèvres sont plus larges et *pointues* vers l'arrière ; le pygidium est, nettement plus grand, avec des segments plus nombreux.

Parmi les échantillons examinés, il y a au moins deux espèces de *Solenopleuropsis*: *S. Ribeiroi* de Vern. et Barr., *S. Castroi* Barrois. Nous les décrirons dans cet ordre.

Solenopleuropsis Ribeiroi de Verneuil et Barrande

(Pl. V, fig. 1, 2, 3, 4)

1860. *Conocephalites Ribeiro* de Verneuil et Barrande. — Description des fossiles de la faune primordiale dans la Chaîne cantabrique. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (2), XVII, p. 528, pl. VI, fig. 7-12.
1862. *Conocephalites Ribeiro* Barr. — BARROIS: Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. II, p. 171.
1895. *Solenopleura Ribeiroi* de Vern. et Barr. — J.-F. POMPECK: Die Fauna des Cambrium von Tejrovic und Skrej in Böhmen. *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, 45. Bd., 3. H., p. 605-607.
1905. *Ptychoparia Rouayrouxi* Mun. Ch. et Berg. (*pars*). — J. MIQUEL: Essai sur le Cambrien de ma Montagne Noire. Coulouma. *L'Acadien. Bull. Soc. Géol. Fr.*, (4), V, p. 471.
1926. *Ptychoparia Ribeiro* de Verneuil et Barrande. — G. LECOINTRE: Recherches géologiques dans la Meseta marocaine. *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc*, n° XIV, p. 110.
1935. *Solenopleura Rouayrouxi* Mun. Ch. et Berg (*pars*). — M. THORAL: Contribution à l'étude paléontologique de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire et Révision sommaire de la Faune cambrienne de la Montagne Noire. 2^e Thèse, *Fac. Sc. Paris*, p. 56.
1935. *Conocoryphe Ribeiro* Barr. y Vern. — P.-H. SAMPELAYO: Notas sobre las faunas cambrianas espanolas. *Mem. Inst. Geol. y Min. Espana Explíc. nuevo Mapa geol. Espana en 1/1.000.000*, t. I, p. 498, pl. XVII (en bas, à gauche).
1935. *Ptychoparia fichti* Walcott, *Ptychoparia truncata* (*pars*) Samp., *Ptychoparia azpeitiae* Samp. — P.-H. SAMPELAYO: *Ibid.*, pl. XIX, figures des deux rangées supérieures sauf la dernière en haut, à droite.

1936. *Solenopleura Ribeiro*. — C.-E. RISSER: Second contribution to nomenclature of cambrian Trilobites. *Smiths. Miscel. Coll.*, vol. 95, n° 4, p. 14.
1944. *Solenopleura Ribeiro* de Verneuil. — N. РОСТЕХ: Les Trilobites de Sabero (Espagne). *Diplôme Et. sup. Fac. Sc. Paris*, n° 889, p. 4.

MATÉRIEL. — Quatre spécimens provenant de la Collection de Verneuil-Barrande m'ont été confiés. Ils sont plus ou moins complets, à l'état de moules internes quelquefois revêtus d'un test de substitution calciteux. Les épines ont perdu leur pointe et apparaissent comme des granulations mousses dont la base est empâtée dans une matrice argileuse jaunâtre. Ces exemplaires ont certainement été utilisés pour dessiner les figures 8 à 12 de la planche VI de la note de Verneuil et Barrande. Ce sont les *cotypes* de l'espèce. Dans la collection de l'Ecole des Mines, ils sont désignés sous les numéros 196 et 49.

N° 196 : une plaquette de carton portant deux *Agraulos ceticephalus* Barr. et un fragment de schiste avec un céphalon d'*Agraulos* et un de *Solenopleuropsis Ribeiroi* de Vern. et Barr. Ce dernier est un moule interne, un peu comprimé, dont le bord latéral des joues mobiles et le bord postérieur de l'anneau occipital sont détériorés (v. pl. V, fig. 3).

N° 49 : une plaquette de carton portant trois *S. Ribeiroi*, à savoir : un petit spécimen, presque entier, enroulé et un peu comprimé, avec test de substitution (v. pl. V, fig. 1a-c).

Un autre spécimen, plus grand, mais en moins bon état, dont le céphalon est courbé à angle droit par rapport au thorax désarticulé et empâté (v. pl. V, fig. 2a-c).

Un fragment antérieur d'un moule interne de cranium fort usé (v. pl. V, fig. 4).

La collection Barrois renferme un nombre bien plus grand d'échantillons originaires de Vega de Rivadeao. Comme on le verra plus loin, je crois que tous les *Conocephalites Ribeiroi* et *C. Castroi* cités par Barrois

comme provenant de ce gisement sont des *S. Ribeiroi*, soit conformes au type, soit peu différents; ils forment une série si continue qu'il convient, au moins jusqu'à découverte de meilleurs échantillons, de les rapprocher de l'espèce de Sabero qui est bien mieux définie. Tous ces fossiles sont dans un schiste terreux, jaunâtre, tendre. Ils sont complètement aplatis sans préjudice d'autres déformations. Le test est remplacé par un enduit verdâtre, micacé, qui adhère irrégulièrement tantôt au moule interne, tantôt au moule externe, et qui empâte contours et ornements. L'état de conservation est si fruste qu'on ne peut même compter avec certitude les lignes de granulations. Une dizaine d'échantillons de taille relativement grande ou montrant des épines couchées dans le plan de clivage du schiste avaient été considérés par Ch. Barrois comme cotypes de *C. Castroi*, tandis que les autres, au nombre d'une quinzaine, furent rangés par lui dans *C. Ribeiroi*.

DIMENSIONS. — Aucun des exemplaires examinés ne permet de mensurations précises. La longueur totale du corps paraît devoir osciller entre 25 mm. et 40 mm.; le céphalon occupe plus du tiers de la longueur totale et le pygidium une fraction de l'ordre de 1/10, ou moins.

DESCRIPTION. -- Trilobite de petite taille; contour du corps de forme ovulaire, élargi en avant et très atténué en arrière; trilobation longitudinale accusée, relief vigoureux.

Céphalon semi-circulaire, bordé d'un limbe étroit, peu convexe, paraissant quelquefois filiforme, limité intérieurement par un sillon peu marqué. Sur le contour externe, on observe la trace du pli à la jonction limbe-doublure. Par suite d'usure des angles génaux, aucun spécimen ne montre les courtes pointes qui accompagnent habituellement les limbes offrant cette structure. On aura une idée d'ensemble du relief général du céphalothorax en retenant que, sur les exemplaires peu déformés ou enroulés,

la surface enveloppe du céphalon correspond à un peu plus du quart d'un sphéroïde dont le bord postérieur serait un demi-grand-cercle.

La *glabelle*, tronconique, occupe un peu plus des deux tiers de la longueur du céphalon. Elle est limitée par de larges et profonds sillons dorsaux réunis en avant par un sillon frontal arrondi, moins profond qu'eux. Sur le talus descendant au fond des sillons dorsaux, on note trois paires d'impressions dont le point le plus bas est peu en dedans du sillon dorsal. Elles correspondent aux sillons latéraux; leur longueur croît d'avant en arrière. Les lobes latéraux de la glabelle sont courts, mal individualisés; mais leur présence est soulignée par l'ornementation qui s'interrompt toujours sur le bord du talus bordant les divers sillons.

L'anneau occipital, dilaté dans sa partie axiale, est rétréci aux extrémités qui sont légèrement projetées en avant; il est limité par un large et profond sillon occipital reliant deux profondes fossettes latérales obliques vers l'avant. Son bord postérieur n'est bien conservé sur aucun des échantillons examinés.

Si l'on place le contour du limbe sur un plan horizontal, le point le plus élevé du céphalon est situé sur l'axe, au droit des lobes postérieurs de la glabelle.

Les *joues* sont grandes et convexes; leur point le plus élevé est approximativement à mi-distance du fond du sillon dorsal et du sillon palpébral, un peu en arrière du milieu de l'œil. Vu de face ou de côté, la glabelle s'élève nettement au-dessus des joues. Celles-ci s'abaissent régulièrement vers la périphérie; latéralement, la rainure du limbe est encore plus effacée et l'étroite surface supérieure du bourrelet paraît déclive vers l'extérieur.

L'œil est relativement grand, arqué, placé en arrière du milieu des joues. La surface visuelle est inconnue.

La *suture faciale* coupe le bord postérieur près de l'angle général, décrit un arc de court rayon et se dirige

horizontalement vers l'extrémité postérieure de l'œil, contourne le lobe palpébral, puis se dirige vers l'avant en s'écartant très légèrement de l'axe; arrivée vers la rainure du limbe, elle se courbe vers l'axe, coupe obliquement le bourrelet, passe dans le pli marginal au fond duquel une suture rostrale l'unit à l'autre suture faciale.

Lorsque les exemplaires ont été aplatis, comme c'est le cas pour le gisement de Vega de Rivadeao, l'aspect est différent: l'écartement des branches antérieures près du limbe reste fixe, tandis qu'à la hauteur de l'œil il augmente d'une manière appréciable étant donnée la forte convexité originelle de la glabelle et des joues; aussi, cette fois, les branches de la suture paraissent-elles *légèrement convergentes* vers l'avant. Suivant le degré et les modalités de la compression, on pourra donc observer tous les intermédiaires, sans toutefois que les écarts entraînent une confusion avec des Trilobites d'autres genres ou familles.

Les *joues fixes* sont réunies au front par un long espace préglabellaire peu convexe, descendant doucement vers l'avant. Le lobe palpébral est grand, relevé vers l'extérieur, bordé d'un large sillon palpébral. De son bord antérieur part une faible crête oculaire qui apparaît plutôt comme une rupture de pente, soulignée par la régularisation de l'ornementation, que comme un vrai bourrelet. En arrière, est un large sillon qui sépare un mince bord postérieur dont l'ornementation paraît atténuée.

Les *joues mobiles* sont relativement petites; elles s'abaissent rapidement vers l'extérieur où le limbe latéral est peu distinct si l'on excepte l'absence d'ornementation à sa surface. Il devait exister de courtes pointes génales comme chez les *Solenopleuropsis* languedociens.

Toute la surface supérieure du céphalon, excepté les divers sillons, les lobes palpébraux et le limbe, est couvert de granulations spiniformes qui, sur l'animal, devaient être de véritables épines creuses, aiguës, si l'on en juge par les empreintes. Elles sont d'une taille un peu

plus grande et disposées en rangées relativement régulières le long des grands sillons dorsaux, postérieurs, palpébraux, frontal, occipital, de la rainure du limbe. Sur le champ préglabellaire, on distingue une rangée parallèle au limbe et une autre parallèle au sillon frontal ; entre elles, sont des épines qu'on peut répartir en deux rangées alternantes sur les côtés, mais qui n'en forment plus qu'une dans la région axiale. Ce nombre de trois ou quatre rangées de tubercules est lié à la brièveté relative du champ préglabellaire et constitue un caractère commode de reconnaissance de l'espèce au milieu des nombreuses formes de ce groupe.

Sur la glabelle, il n'existe pas d'arrangement défini en dehors des bordures, sauf, quelquefois, une tendance au rangement en files transverses alternantes. Sur les joues, seules les rangées bordières sont nettes ainsi que celle qui jalonne la crête oculaire; cette dernière dessine une courbe régulière, harmonieuse, qui, prolongée, rejoint celle de l'autre côté en passant tangentiellement au bord frontal de la glabelle.

Sur les échantillons normaux, ces ornements apparaissent comme des grains plus ou moins élevés; il en est de même sur les moules internes. Mais, sur les moules externes, on voit à chaque grain correspondre une petite dépression, avec test de substitution et remplissage axial.

Souvent, les épines bordières ont été couchées lors de la fossilisation; alors, leur contour apparent offre tous les aspects, depuis la simple petite dent jusqu'à l'épine acérée, suivant l'obliquité du plan de clivage par rapport au plan dans lequel se sont couchées les épines. Ce phénomène est particulièrement net sur les échantillons de la collection Barrois originaires de Vega de Rivadeao. C'est lui qui, mal interprété, a motivé en partie la création de *C. Castroi* défini justement par la disposition spéciale de ses épines occipitales. En réalité, on observe des épines couchées en arrière sur le bord postérieur de l'anneau occipital des joues mobiles, des anneaux thoraciques, etc.; leur longueur apparente est fallacieuse. La considération

des anneaux occipitaux est d'ailleurs fort démonstrative. Il y existe toujours plusieurs rangées d'épines : chez quelques spécimens, c'est la *seconde* qui est couchée dans le plan de clivage ou très près et donne l'aspect dentelé au bord postérieur ; sur d'autres, c'est la *troisième* qui devient épineuse. Les longueurs apparentes ne dépendent pas seulement des vraies grandeurs, mais aussi et surtout de la situation et de l'inclinaison de l'ornementation par rapport au plan de clivage. L'aspect décrit par Ch. Barrois et représenté par les figures 2a, 2b de la planche IV de son mémoire, correspond à un échantillon dont la deuxième rangée d'épines de l'anneau occipital est couchée vers l'arrière suivant une surface cylindrique très peu oblique par rapport au plan de clivage ; celui-ci a coupé le fossile aplâti un peu au-dessous de la région axiale ; la faille des ornements croît de l'axe jusqu'à la ligne d'intersection des deux surfaces ; elle décroît ensuite. En fait, il n'est pas deux exemplaires donnant exactement la même figure, mais toutes s'interprètent facilement.

Comme dit précédemment, aucun des types de Barrande - de Verneuil ne montre l'anneau occipital complètement préservé ; il ne m'est donc pas possible d'évaluer avec certitude le nombre de rangées de granulations, ni de dire s'il existait une épine médiane prédominante. Les figurations données en 1860, manifestement « arrangées », n'indiquent qu'un rang avec grain médian plus développé. Les exemplaires Barrois montrent deux ou trois rangées, ce dernier nombre étant probablement le seul à retenir, au minimum ; mais la question d'une épine médiane notablement plus grande que les autres n'est pas tranchée. Les figurations données par Sampelayo ne sont pas plus instructives. Notons encore que, sur les figures de Barrande - de Verneuil on voit le limbe couvert de granulations. Or, sur les quatre types que j'ai examinés, trois sont dépourvus du bourrelet du limbe ; le quatrième ne montre qu'un aspect finement chagriné, sans aucune trace d'ornements comparables à ceux qui couvrent joues et glabelle.

Le *thorax* est mal connu. Un seul des exemplaires de la collection Barrande - de Verneuil, enroulé et déformé, de petite taille, permet de faire des observations utiles. Le nombre de segments y est malaisé à définir car le fossile est empâté; en outre, il y a un accident après le huitième segment et la limite du pygidium est peu nette. Néanmoins, on peut avancer avec grande probabilité le nombre de 16, car il est supérieur à 15; Barrande indiquait 14 mais avec beaucoup de réserves.

L'anneau est convexe, avec profonde gorge antérieure et demi-anneau articulaire bien développé. Il porte une ligne de granulations spiniformes de taille croissant légèrement du sillon dorsal jusqu'à la région axiale sans cependant qu'on arrive à une grande épine. Mais, ici encore, il faudrait de bons moules externes pour trancher la question. Le nombre des grains, sur le meilleur exemplaire examiné, paraît être de 11 en avant et de 9 vers le milieu du thorax.

Sur leur partie interne, horizontale, les plèvres sont creusées d'un large et profond sillon qui sépare une bande antérieure, large et tuberculée, d'une bande postérieure étroite et lisse. Au fulcrum, la plèvre se courbe hardiment vers le bas et un peu en arrière; le sillon se rapproche de l'avant et s'atténue; il s'évanouit avant la crête limitant la facette d'enroulement. L'extrémité des premières plèvres paraît avoir été arrondie.

Le *pygidium* est petit, fusiforme, non bordé; son contour antérieur est moins convexe que le postérieur. L'axe, saillant, vient très près du bord postérieur. On ne peut fixer le nombre de segments qui ne devait pas dépasser 2 ou 3; les lobes latéraux devaient porter un ou deux sillons.

De la face inférieure, on ne connaît que la doublure sous-frontale formée de deux parties symétriques par rapport à l'axe, creusées en gouttière, ornées de plis-sillons; elles sont reliées dans la région axiale par une forte pièce rostrale du type *Conocoryphidae*, c'est-à-dire

d'une largeur sensiblement égale à la largeur maximum de la glabellle et limitée latéralement par deux sutures connectives arquées vers l'axe. L'hypostome est inconnu.

ENROULEMENT. — Sur les quatre spécimens de la collection de Verneuil - Barrande, deux seulement possèdent le thorax; ils sont enroulés, l'un complètement, l'autre en partie. Si l'on veut bien noter¹ que l'exemplaire figuré par H. Sampelayo (6), originaire de Cerecedo (Léon), est également enroulé, on admettra que ce mode de présentation n'est pas rare chez les *Solenopleuropsis* du Léon. On ferait d'ailleurs la même remarque pour les *Agraulos*. Cela est d'autant plus curieux que pareille chose est rarissime dans le Languedoc où, d'ailleurs, les fossiles sont fortement comprimés et, sauf dans quelques rares gisements, ont perdu une très grande partie de leur relief.

Chez *S. Ribeiroi*, lors de l'enroulement, le pygidium vient se placer, et probablement s'engager un peu, sous le céphalon. L'animal, vu de côté, offre un contour sphéroïdal d'après la figure publiée par Sampelayo. L'exemplaire figuré par de Verneuil et Barrande, légèrement déformé par une pression dorso-ventrale, a pris une forme ovoïde et comencé à se dérouler.

VARIATIONS. — Si le matériel Barrande - de Verneuil est homogène, les échantillons Barrois, bien plus nombreux, mais en mauvais état de conservation, paraissent offrir des variations assez importantes dans le nombre des grains et dans la densité de leur répartition. Sur quelques spécimens, on croit compter cinq rangées frontales et voir l'espace préglabellaire s'allonger sensiblement; l'anneau occipital en porte au moins trois. Il est donc possible qu'on ait une série de formes analogues à celles que j'ai décrites, et figurées dans les *Solenopleuridae* languedociens.

HORIZON ET LOCALITÉS. — Sur les cartons, de Verneuil, et Barrande ont seulement indiqué comme provenance

(6) *Loc. cit.*, pl. XVII, figures en bas et à gauche.

« Léon ». Mais dans leur note de 1860, les auteurs ont précisé « Bande de calcaire rouge située au nord de Sabero et de Bonar (province de Léon). L'ensemble de la faune qu'ils ont décrite indique avec certitude le Cambrien moyen. A Coulouma, l'association de *S. Ribeiroi* et d'*Agraulos ceticephalus* existe au sommet de la ravine orientale des Champs du Travers, c'est-à-dire au sommet de l'Acadien inférieur, sur les derniers bancs des calcaires à *Archaeocyathus*. Les conditions de gisement paraissent bien voisines dans les deux pays. Mais, en Espagne, on ne connaît pas encore la riche faune de Coulouma, sans doute par insuffisance de recherches.

Comme dit au début de cette note, les spécimens de la collection Barrois viennent de la Vega de Rivadeo; ils ont également été rapportés au Cambrien moyen. Toujours d'après ce que l'on connaît en Montagne Noire, ils représenteraient une forme un peu plus évoluée de *S. Ribeiroi* et seraient nettement de l'Acadien moyen.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — En dehors des synonymies admises au début de cette description, on doit noter la grande ressemblance avec *Conocoryphe ? variolaris* Salter (7) soigneusement redécrit par Lake sous le nom de *Solenopleura variolaris* Salter, mais d'après un matériel encore insuffisant (8). Il est possible, sinon probable, que les deux espèces soient identiques; alors le nom de *Ribeiroi* aurait la priorité.

Lake se contente de rappeler l'opinion de Salter qui a déjà comparé les deux espèces et donne comme différences: « mais ce dernier (= *S. Ribeiroi*) a un œil bien plus grand, une ride oculaire nettement définie et des sillons axiaux, marginaux et glabellaires bien plus faibles ».

(7) J.-W. SALTER. — On some new Fossils from the Lingula-Flags of Wales. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, vol. XIX (1863), paru en 1864. *Conocoryphe ? variolaris*, p. 236-237, pl. XIII, fig. 6-7.

(8) Ph. LAKE. — A Monograph of the British Cambrian Trilobites, part VI, *Palaeontog. Soc. London*, vol. LXXXIII (1929), paru en 1931, *Solenopleura variolaris* Salter, p. 139-141. pl. XVIII, fig. 1 à 5.

Or, si l'on admet comme exacte la figure 1 de la planche dessinée par Lake, on voit que l'œil est d'une forme et d'une grandeur analogues dans les deux espèces - de plus, j'ai indiqué précédemment que chez *S. Ribeiroi* la ride oculaire n'était pas nettement définie et que les sillons de tous ordres, sauf le marginal et les préglabellaires, y étaient larges et profonds. Ajoutons que chez *S. variolaris*, le nombre de segments thoraciques n'est pas connu avec certitude. Lake dit que si l'on admet le chiffre de 14, alors le pygidium est exceptionnellement grand et la différenciation de ses segments exceptionnellement nette pour *Solenopleura*. On peut donc inférer avec une quasi-certitude qu'il y a 16 segments au thorax et un pygidium court. *S. variolaris* est un *Solenopleuropsis* très proche (sinon identique) de *S. Ribeiroi*.

Notons encore que Lake croit à l'existence possible de deux formes, l'une avec forte épine occipitale médiane, l'autre sans, mais avec une crête oculaire plus nette. Peut-être y aurait-il également des différences dans les proportions longueur/largeur.

Je pense que lorsqu'on reprendra la question avec de bons matériaux, et à la lumière des observations faites sur les spécimens figurés et décrits dans mon mémoire sur les *Solenopleuridés* languedociens, on trouvera, aussi bien en Angleterre qu'en Espagne, des séries analogues à celles de la Montagne Noire.

Solenopleuropsis Rouayrouxi Mun. Ch. et Berg. et formes affines du Languedoc, ont un limbe plus large et portant des granulations spiniformes. Il y a une forte épine occipitale et une autre sur le milieu de chaque segment thoracique.

Il est très probable que les séries des *Solenopleuropsis* à limbe lisse de la péninsule ibérique et du Languedoc sont analogues, voire identiques, mais on ne peut l'affirmer en l'absence de bons moules externes espagnols. Si cette hypothèse se vérifiait, le nom de *S. Ribeiroi* resterait pour les formes à limbe lisse, granulation grossière et

espace préglabellaire relativement court portant trois ou quatre rangées d'épines, tandis que la plupart des spécimens de Vega de Rivadeo prendraient le nom de l'espèce languedocienne *S. levisilimbata nobis* chez laquelle le limbe est lisse, mais peut-être un peu plus long; la granulation est plus fine que chez *S. Ribeiroi*; l'espace préglabellaire plus long porte cinq ou six rangées d'épines; il existe une épine occipitale et les anneaux thoraciques portent une forte épine médiane en plus des grains spiniformes habituels.

Solenopleuropsis Castroi Barrois

(Pl. V, fig. 8, 9, 10, 11, ? 12)

1882. *Conocephalites Castroi* Ch. Barrois. — Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. II, p. 171-172, pl. IV, fig. 2a (?).

1895. *Solenopleura Castroi* Ch. Barrois. — J.-F. POMPECKJ: Die Fauna des Cambrium von Tejrovic und Skrej in Böhmen. *Jarb. der k. k. geol. Reichsanstalt*, 1895, 45. Bd., 3. H., p. 605.

MATÉRIEL. — Il provient uniquement de la collection Ch. Barrois. Un carton sur lequel est écrit *Conocephalites Castroi* (Types) réunit six cranidia ou céphalon incomplets, à l'état de moules internes très déformés; l'un d'entre eux est accompagné du moule externe. Un petit individu très comprimé transversalement qui a inspiré la figure 2a de la planche IV du mémoire Barrois, n'appartient peut-être pas sûrement à cette espèce. Il en est de même pour un fragment de thorax épineux, à l'état de moule interne et externe, très déformé.

Tous sont dans un schiste quartzeux, de teinte gris-olive, à grain fin, dur, renfermant des paillettes de mica blanc détritiques et des mouches de grès ferrugineux. La roche a été plissée plusieurs fois et les clivages sont difficiles, peu nets; aucun ne coïncide avec le plan de sédimentation.

DIMENSIONS.— Elles me paraissent susceptibles d'assez

grandes variations, mais ne peuvent être évaluées d'une manière précise eu égard à l'état du matériel. A titre purement indicatif, nous noterons que le plus grand céphalon mesure 19 mm. 5 de largeur pour une longueur axiale voisine de 10 mm. dont approximativement 3 pour le champ préglabellaire et 2 pour l'anneau occipital. Les figures de la planche V renseigneront sur les proportions des différentes parties du céphalon.

DESCRIPTION. — Le matériel ne permet pas une description complète. Cependant, on relève quelques différences essentielles vis-à-vis de *S. Ribeiroi*; elles suffiront, au moins provisoirement, pour distinguer les deux espèces.

Ch. Barrois avait attiré l'attention sur les sillons glabellaires mieux marqués chez *S. Castroi* et sur la présence de 9 épines occipitales dont les plus grandes étaient à mi-distance de l'axe et des sillons dorsaux. A propos de *S. Ribeiroi*, j'ai expliqué combien ce dernier caractère était artificiel dans les exemplaires originaux de Vega de Rivadeo.

Pompeckj (*loc. cit.*) retient la puissance plus grande de la sculpture et le parcours anormal de la suture faciale.

En réalité, on doit rejeter les figures 2b et 2c données par Ch. Barrois et faire de prudentes réserves pour 2a. La description est également erronée au moins en ce qui concerne l'œil, qui est grand, l'ornementation dont on trouvera les caractéristiques ci-après, les pointes génales dont une seule se devine à peine sur un unique échantillon et sans qu'on puisse en définir les caractères.

Après examen comparatif minutieux, nous admettons que *S. Castroi* offre de grandes analogies avec *S. Ribeiroi* de Vern. et Barr. Il en diffère cependant par la glabelle moins longue, tandis que son champ préglabellaire est mieux développé. L'anneau occipital est plus long, fortement dilaté dans la région axiale avec le bord postérieur un peu recouvrant sur l'arrière si l'on en juge d'après

le meilleur moule interne. Il est d'ailleurs possible que cette apparence résulte de l'aplatissement de l'anneau gibbeux.

L'ornementation est formée par des épines creuses beaucoup plus nombreuses et plus fines que chez *S. Ribeiroi*; on en compte jusqu'à huit rangées dans la région axiale du champ préglabellaire (et peut-être plus) et jusqu'à six rangs sur l'anneau occipital au lieu de trois ou quatre et un ou trois. En outre, certains de ces ornements acquièrent un grand développement. C'est notamment le cas pour: les trois ou quatre épines situées le long de la partie antérieure du sillon palpébral, toutes les épines qui bordent le sillon dorsal et le sillon postérieur des joues, celles du bord postérieur de l'anneau occipital. En ce qui concerne ce dernier, sur l'échantillon qui montre le mieux cette partie, on compte sept grosses épines; la médiane devait être prédominante. Il est possible que ce nombre ne soit pas constant, car il n'y a pas deux spécimens rigoureusement semblables.

On peut dire, d'une manière simplifiée, que le nombre des ornements est à peu près double de celui compté chez *S. Ribeiroi*, avec diminution corrélative de la taille, sauf pour la bordure du lobe palpébral et pour la ligne postérieure du céphalon qui devait former une véritable collerette épineuse pointant vers le haut et l'arrière au-dessus du thorax.

Si, comme la chose est possible, les deux thorax de la collection appartiennent à *S. Castroi*, on peut dire qu'ils sont du type *S. Ribeiroi*. Ils portent au moins trois tubercules épineux sur l'anneau de chaque segment, le médian étant une véritable épine, et au moins deux épines sur la bande antérieure des plèvres, entre le sillon dorsal et le fulcrum; la proximale est de loin la mieux développée. La terminaison des plèvres est arrondie, au moins en avant, et le nombre de segments thoraciques probablement supérieur à 14.

VARIATIONS. — Les six échantillons étudiés ne permet-

tent pas de traiter ce sujet convenablement. Néanmoins, on retiendra que sur un nombre d'exemplaires aussi faible, on constate des modifications appréciables dans la longueur du champ préglabellaire, dans la force et le nombre des ornements du céphalon. La chose est d'ailleurs de règle chez tous les *Solenopleuridae* et *Conocoryphidae* d'Europe sud-orientale.

HORIZON ET LOCALITÉ. — Tous les spécimens ont été recueillis près de Pont Radical et sont attribués à l'Acadien. Ils sont accompagnés de *Couloumania* qui, comme on le verra plus loin, ressemblent beaucoup à *C. Heberti* Mun. Ch. et Berg., de *Paradoxites pradoanus* de Vern. et Barr., de *Trochocystidae* dont les plaques marginales constellent la roche comme dans tous les gisements de la moitié supérieure de l'Acadien moyen de Coulouma.

Par comparaison, avec le Languedoc, je pense que *S. Castroi* doit être du milieu de l'Acadien.

Au point de vue origine, on peut considérer que c'est une mutation dérivée de *S. Ribeiroi* et dont l'évolution, dirigée dans le même sens que celle signalée chez les *S. Ribeiroi* de la Vega de Rivadeo, est plus avancée: allongement plus grand de l'espace préglabellaire et de l'anneau occipital, multiplication de l'ornementation, développement exagéré des épines bordières du cranidium.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. — Le limbe frontal apparemment lisse et la multiplicité des épines occipitales éloignent *S. Castroi* de la série des *Solenopleuropsis* à limbe orné tels *S. Rouayrouxi* Mun. Ch. et Berg. et les formes affines.

La description ayant été faite par comparaison avec *S. Ribeiroi*, nous dispense de revenir sur ce sujet.

Les différences sont également du même ordre si l'on compare *S. Castroi* avec *S. variolaris* Salter, puisque cette espèce est étroitement liée à *S. Ribeiroi*.

Je ne connais pas d'autres *Solenopleuropsis* avec lesquels une confusion soit possible.

REMARQUE. — Le spécimen du Cambrien marocain figuré par G. Lecoindre sous le nom de Cf. *Conocoryphe Castroi* Barrois (9) est, selon toute probabilité, un fragment de thorax d'un grand *Couloumania* du groupe *Heberti*.

Il est possible que plusieurs des spécimens figurés par P.-H. Sampelayo, sur la planche XIX de son mémoire, appartiennent à cette espèce, par exemple celui nommé *Ptychoparia truncata* Samp., originaire de « Entre Grado y Belmonte » (Oviedo) et celui nommé « *Ptychoparia fitchi* Walcott », provenant de Valdemiedes (Zaragoza). Tous deux sont couverts d'une granulation dense et fine et ont un espace préglabellaire long; mais le bord postérieur de l'anneau occipital n'est pas conservé et les caractères du limbe n'y sont pas apparents.

AUTRES FOSSILES DE LA COLLECTION CHARLES BARROIS

Sur les plaquettes de schistes qui m'ont été confiées existent de nombreux fragments d'autres fossiles dont la très grande majorité avait déjà été déterminée par Ch. Barrois. Cependant, depuis 1882, date de la parution de son mémoire, nos connaissances relatives à la faune acadienne se sont tellement étendues et précisées, qu'il me paraît nécessaire de faire une courte révision critique du matériel examiné. Cette mise au point n'est certainement pas exhaustive, car d'autres spécimens doivent exister encore à Lille, par exemple les types de *Paradoxites Barrandei* Ch. Barrois, originaires de Vega de Rivadeo.

CARPOIDES

Decacystis hispanicus Gislén.

1882. *Trochocystites bohemicus* Barrande. — Ch. BARROIS: Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. II, p. 168.

(9) G. LECOINDRE. — Recherches géologiques dans la Meseta marocaine. *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc*, XIV, 1926, p. 109, pl. XII, fig. 3.

1927. *Decacystis hispanicus* Gislén. — TORSTEN GISLÉN: A NEW Spanish Carpoid. *Arkiv. för Zoologi ut. av k. Svenska Vetenskapsak.*, Stockholm, Bd. 19 B, n° 2, 1927.

Le genre *Decacystis* fut créé par Torsten Gislén d'après un unique échantillon originaire de Adrados (Province de Léon) et conservé au Rieksmuseum de Stockholm.

On sait que, chez les *Trochocystidae*, la thèque comprend une couronne de 12 grandes plaques *marginales* formant un cadre plat, ovoïde, pédonculé ou non, sur lequel est tendu le tégument. A la face inférieure est un pavage de plaquettes polygonales dites *hypocentrales*; à la face supérieure est un autre pavage de plaquettes, généralement plus petites, dites *épacentrales*. En outre, les plaques marginales distales 5-6-6'-5', à l'extrémité opposée du pédoncule, portent des protubérances qui, en combinaison avec d'autres plaquettes, circonscrivent deux ouvertures : l'une, grande, fermée par un opercule, a longtemps été considérée comme représentant l'anüs; les plaquettes supplémentaires étaient alors nommées *adanales*; l'autre, plus petite, avec ou sans sillon ambulacraire, était nommée bouche. En 1938, W.-K. Spencer (10), reprenant l'étude du squelette et du mode de nourriture des *Trochocystidae*, montra que le grand orifice, limité par 5', 6' et 6, couvert par une plaque dilatée et perforée, donnait accès dans une poche stomodéale où s'abritait une couronne de tentacules; il faut donc le considérer comme la bouche et les plaquettes supplémentaires qui l'entourent sont des *adorales*. Le petit orifice limité par 5 et 6 est l'anüs, souvent pourvu d'une plaquette anale.

Dans la collection Ch. Barrois, sont les restes de quatre *Trochocystidae* nommés *Trochocystites bohemicus* et dont au moins trois sont à ranger dans l'espèce et le genre définis par Gislén.

(10) W.-K. SPENCER. — Some aspects of evolution in Echinodermata. Extr. *Livre jubilaire 70^e anniv. Prof. Goodrich, Oxford Univ. Press, 1938, p. 287-303, 2 pl.*

Le plus complet d'entre eux comporte le moule externe, d'ailleurs déformé, des deux faces. L'inférieure ne montre pas la rainure étroite signalée entre 1-2 et 1'.2'; les hypocentrales, toutes polygonales, sont jointives et plus nombreuses qu'il n'est indiqué sur la figure originale; leur disjonction dans la région distale droite et leur « ankylose ? » dans la partie proximale gauche n'ont pas été vérifiées. Le moule externe des épacentrales est également conservé dans la moitié antérieure. Ces plaques sont plus petites et plus nombreuses que les hypocentrales. On ne voit pas les quatre plaquettes adorales (= ex. adanales) figurées par Gislén, et il n'apparaît pas que les épacentrales diminuent de taille vers la périphérie.

Par contre, tous les caractères indiqués dans la diagnose originale et concernant les plaques marginales sont typiques. Cela prouve qu'il faut attendre la découverte d'échantillons plus nombreux et en meilleur état avant de définir avec certitude les caractères des hypocentrales et des épacentrales et rectifier éventuellement les diagnostics générique et spécifique.

Il est probable qu'une partie des figures de la planche VII du mémoire de P.-H. Sampelajo représentent des *Decacystis*, mais on n'y peut compter les plaques marginales avec certitude.

HORIZON ET LOCALITÉ. — Acadien. Pont Radical. Y paraît aussi commun que les *Gyrocystis* dans l'Acadien moyen supérieur languedocien.

TRILOBITES

Agnostus (Condylopyge) aff. *rex* Barrande.

1852. *Agnostus rex* Barrande. — Système silurien du centre de la Bohême. Recherches paléontologiques. Vol. I: Crustacés: Trilobites, p. 908, pl. 49.

Un céphalon incomplet montrant une glabelle dont le lobe antérieur est fortement dilaté et le lobe postérieur quadrangulaire avec un grain postérieur peut être rattaché de *Condylopyge rex* Barr.

HORIZON ET LOCALITÉ. — Acadien (moyen ?), Pont Radical.

Agnostus (Peronopsis) sp., ? aff. *integer* Beyrich.

Un céphalon et un pygidium, conservés sur deux plaquettes différentes, pourraient appartenir à *P. integer*. Malheureusement, ils sont complètement aplatis et déformés; comme pour tous les fossiles de ce gisement, on ne peut sûrement restituer les vrais reliefs et les proportions.

Le céphalon, subovale, paraît lisse; la glabelle est conique, arrondie en avant avec un lobe antérieur nettement séparé; il n'y a pas de sillon préglabellaire médian. Il s'agit donc d'un *Peronopsis*. Mais on ne peut affirmer ou infirmer la présence d'un grain médian sur le lobe postérieur. Dans la première éventualité, l'échantillon se rapprocherait de *P. Sallesi* Mun. Ch. et Berg.; dans le second, on aurait affaire à *P. integer* Beyr. ou à une forme affine. On sait que ces deux espèces ont été signalées dans le Cambrien moyen de l'Aragon.

Moins net, le pygidium est subquadrangulaire avec une petite épine latéro-postérieure; le rachis pointu en arrière porte au moins un sillon transverse et une carène médiane qui font penser à *P. integer* Beyr. (11).

HORIZON ET LOCALITÉ. — Acadien (moyen inférieur?). Vega de Rivadeo.

Couloumania aff. *Heberti* Mun. Ch. et Berg.

1882. *Conocephalites Sulzeri* Zenk. — Ch. BARROIS: Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. II, p. 171.

1945. *Couloumania Heberti* Mun. Ch. et Berg. — M. THOBAL: Conocoryphidae languedociens. *Ext. Ann. Univ. Lyon, Sc. Nat.* 1945, p. 39, pl. III, fig. 3; pl. V, fig. 1-8; pl. VI, fig. 6-6a.

(On trouvera dans ce mémoire une bibliographie et une description complètes de l'espèce).

(11) V. in BARRANDE. — Syst. Silurien Bohême, p. 900, pl. 49.

Réunis sur une même plaque de carton étiquetée « *Conococephalites Sulzeri*, Radical », sont trois moules internes et deux moules externes, incomplets et déformés de crania appartenant à une même espèce, très voisine du *C. Heberti* de la Montagne Noire.

D'après le matériel présent, une seule différence mérite d'être retenue. La granulation est plus fine et plus dense sur l'espèce espagnole; de plus, sur la portion de bourrelet et du limbe latéral qui borde la joue fixe, on compte au moins deux rangées irrégulières de petits tubercules alors qu'il n'y en a qu'une chez la forme languedocienne. Cette particularité peut résulter, soit d'une position plus externe de la suture faciale, soit d'une augmentation générale du nombre de tubercules spiniformes. La deuxième cause est évidente, mais la première ne peut être rejetée d'après un matériel aussi fragmentaire.

Ces crania sont accompagnés d'un moule interne de pygidium que rien ne distingue de celui de *C. Heberti*.

HORIZON ET LOCALITÉ. — Acadien de Pont Radical; probablement partie moyenne de l'étage.

Paradoxides Barrandei ? Ch. Barrois.

1882. *Paradoxides Barrandei* C. B. nov. sp. — Ch. BARROIS : Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. II, p. 169-171, pl. IV; fig. 1a-f.

Une quinzaine de pièces comportant des fragments plus ou moins importants de crania, une joue mobile, deux petits exemplaires presque complets, sont déterminés *P. Barrandei*. A vrai dire, aucun n'est démonstratif: tous sont très déformés et, d'autre part, on sait que seuls les caractères du pygidium permettraient d'assurer le nom spécifique.

En examinant les figures publiées par Ch. Barrois, et après avoir constaté les déformations qui affectent tous les échantillons des deux gisements, on peut se demander si l'espèce est bien définie. En effet, si l'on compare les

figures originales 1a et 1c, on remarque, sur cette dernière, non seulement un allongement considérable de la glabelle, mais encore que les deux dernières paires de sillons passent sur la région axiale, comme cela est banal chez la plupart des *Paradoxides*, tandis que, sur 1a, *il n'y a que la dernière paire qui passe*. Je trouve également curieuse la forme du segment antérieur du pygidium: habituellement, les anneaux sont toujours horizontaux et le talon n'est jamais déprimé en long, sauf déformations mécaniques. De même, le dessin des quatre empreintes rayonnantes sur le corps central de l'hypostome pourrait avoir été créé ou modifié par des pressions orogéniques.

Malheureusement, à ma connaissance, personne n'a redécrit ou refiguré cette espèce. P.-H. Sampelayo (12) a fait représenter le moule externe du thorax et du pygidium d'un grand spécimen, mais le contour postérieur est peu net. On peut cependant noter un allongement notable du pygidium qui se rétrécit davantage en arrière où il est profondément échanuré; on croirait même que les côtés se terminent en pointe comme chez *P. mediterraneus* Pomp.

Au total, le matériel examiné, et qui ne comprenait pas les cotypes de Ch. Barrois, originaires de Vega de Rivadeo, mais seulement des échantillons de Pont Radical, recueillis et déterminés par lui, ne me permet pas de conclure sur la validité des caractères spécifiés dans la diagnose et la figuration originales de *P. Barrandei*. Si le pygidium est réellement bilobé en arrière, l'espèce est valable; il restera à régler la question de l'hypostome et de l'avant-dernière paire de sillons glabellaires. Si le pygidium se termine par deux pointes, il faudra mettre en synonymie *P. Barrandei* Barrois emend... et *P. mediterraneus* Pomp. Le premier nom, plus ancien, aura la priorité après rectification éventuelle de la diagnose et de la figuration.

(12) *Op. cit.*, pl. XVI: Pygidium de *Paradoxides barrandei* Barr., Murero (Zaragoza), T. n.

HORIZON ET LOCALITÉS. --- Acadien, probablement moyen. Pont Radical. Quelques fragments sont également visibles sur des plaquettes de Vega de Rivadeo.

Paradoxides Pradoanus de Verneuil et Barrande.

1860. *Paradoxides Pradoanus* n. sp. — DE VERNEUIL ET BARRANDE: Description des fossiles de la faune primordiale de la Chaîne cantabrique. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (2), t. XVII, p. 526, pl. VI, fig. 1-6.
1882. *Paradoxides Pradoanus* Barr. — Ch. BARROIS: Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. 11, p. 169.

Un fragment de thorax de petite taille à l'état de moules interne et externe avec, en connexion, le pygidium bien caractérisé par sa forme lancéolée et son extrémité postérieure en pointe. Des cranidia accompagnant la pièce précédente sont du groupe *P. rugulosus* sans caractères spécifiques.

CONCLUSIONS

La faune révisée ci-dessus est trop peu nombreuse pour étayer de véritables conclusions ; néanmoins elle suggère quelques remarques et hypothèses de travail que je crois dignes d'intérêt.

Il me semble que le niveau de Sabero est plus ancien que celui de Vega de Rivadeo qui l'est peut-être encore légèrement plus que celui de Pont Radical. Par rapport à la Montagne Noire, Sabero représenterait l'Acadien inférieur ou, tout au plus, les couches de passage à l'Acadien moyen ; la Vega de Rivadeo et Pont Radical se placeraient dans la moitié inférieure de l'Acadien moyen avec le dernier probablement un peu plus jeune, horizons intermédiaires ou même Acadien moyen supérieur.

Les *Solenopleuridae* espagnols ont évolué depuis des espèces à espace préglabellaire court, ornementation grossière et relativement rare, jusqu'à des espèces à espace préglabellaire long, à ornementation dense et fine, sauf la ligne des épines du bord postérieur de la tête.

Dans la Montagne Noire, j'ai déjà mis en évidence pareille évolution chez des formes affines de celles d'Espagne.

Si, maintenant, on compare les espèces de ces deux régions, on vérifiera la notion banale que, en gros, les faunes et les faciès lithologiques sont étroitement apparentés. Mais si l'on passe au détail, on verra que chaque espèce d'Espagne, au moins en ce qui concerne celles que nous avons examinées, peut se distinguer sans hésitation de la forme languedocienne. Par exemple :

Couloumania Heberti de la Montagne Noire n'a qu'un rang de grains sur le limbe latéral de la joue fixe, il y en a deux sur les exemplaires de Pont Radical ;

Solenopleuropsis Castroi a des épines plus nombreuses et plus fines (sauf les occipitales) que *S. levisilimbata* ;

la série des *S. Rouayrouxi* à limbe granuleux n'est pas connue en Asturies ;

le pygidium de *Paradoxites Barrantei* est bilobé, celui de *P. Pradoanus* est lancéolé, tandis que *P. Rouvillei* a un pygidium à bord postérieur rectiligne, *P. mediterraneus* et *P. melaguesensis* ont deux pointes caudales ;

Gyrocystis du Languedoc est remplacé par *Decacystis*, en Asturies, etc...

En l'état actuel de notre information, on a l'impression de faunes parentes, mais offrant des différences au moins aussi grandes que celles qu'on rencontrerait entre des faunes actuelles plus éloignées dans l'espace. Nous trouverions des écarts analogues entre les faunes de la Montagne Noire et de la Bohême, entre celles-ci et celles du Pays de Galles, etc. Cela porte à croire qu'il s'agit essentiellement d'espèces ou de races géographiques, liées au pays, n'émigrant pas à grande distance, susceptibles d'évoluer assez rapidement dans des habitats limités. On peut imaginer ceux-ci comme des plateformes continentales autour d'îles ou d'archipels, dans des mers épicontinentales, sans courants marins pour disperser les larves

pélagiques et brasser les populations, ou encore peut-être séparées par des barrières océaniques.

Il serait prématuré de pousser les déductions à leur extrême limite, mais je souhaite que ces hypothèses encouragent nos confrères espagnols à reprendre la stratigraphie fine du terrain et à faire une révision sérieuse du matériel paléontologique qui, si l'on en croit P. Comte (13), est déjà rassemblé à l'Institut géologique de Madrid.

EXPLICATION DE LA PLANCHE V

FIGURES 1 à 4 : *Solenopleuropsis Ribeiroi* de Vern. et Barr. Cotypes, Collection de l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris, n° 196 et 49. Environs de Sabero (Léon). Acadien.

- 1 : petit spécimen complet, enroulé. 1a: vue de face; 1b: vue de côté; 1c: vue par devant.
- 2 : spécimen presque complet, le céphalon est courbé à angle droit par rapport au thorax. 2a: vue de dessus; 2b: vue de côté; 2c: vue par devant.
- 3 : céphalon privé de son limbe et de la joue mobile gauche; au-dessus est un cranium d'*Agraulos ceticephalus* Barr.
- 4 : portion antérieure d'un moule interne de cranium.

FIGURES 5 à 7 : *Solenopleuropsis* aff. *Ribeiroi* de Vern. et Barr. Coll. Ch. Barrois, Faculté des Sciences de Lille. Vega de Rivadeo. Acadien.

(13) P. COMTE. — La série cambrienne et silurienne du Léon (Espagne). *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 204, p. 604-606, 22 fév. 1937.

Dans cette note, P. COMTE donne une série stratigraphique du Cambrien du Léon qui concorde assez bien avec nos déductions étayées sur la révision paléontologique précédente. Je crois cependant qu'un certain nombre de déterminations devront être rectifiées dans les deux listes cambriennes. Au point de vue stratigraphique, il me semble que l'on doit avoir :

Calcaires de Lancara : Acadien inférieur.

Schistes et grès d'Oville : Acadien moyen et peut-être supérieur.

Le Cambrien supérieur (= Potsdamien et peut-être une partie de l'Acadien) ainsi que l'Ordovicien inférieur, le Tremadoc notamment, manquent comme en diverses régions de la Méditerranée occidentale.

- 5 : moules d'un cranium accompagné d'une joue mobile ;
5a: moule externe ; 5b: moule interne. On voit les épines
du bord postérieur de la joue fixe gauche, de la joue
mobile et de l'anneau occipital couchées en arrière.
- 6 : moule interne d'un autre cranium du même type, un peu
moins aplati.
- 7 : moule externe d'un grand cranium aplati et étiré. On voit
bien la forme arquée de l'œil, l'allongement du champ
préglabellaire et l'augmentation du nombre de rangées
d'épines: c'est une forme de passage vers *S. Castroi*.

FIGURES 8 à 12 : *Solenopleuropsis Castroi* Ch. Barrois. Cotypes. Collection Ch. Barrois, Faculté des Sciences de J.-lle. Pont-Radical. Acadien.

- 8 : grand céphalon montrant l'allongement du champ préglabellaire et de l'anneau occipital ainsi que les nombreuses et fines épines (comparer avec *S. Ribeiroi* et *S. aff. Ribeiroi*) ; 8a: moule externe ; 8b: moule interne. Les joues mobiles et le limbe sont replevés en avant.
- 9 : moule interne d'un petit cranium montrant les nombreuses rangées d'épines sur le champ préglabellaire.
- 10 : moule interne d'un cranium endommagé; on y voit bien l'ornementation de la glabella et de la joue fixe gauche.
- 11 : moule interne d'un cranium endommagé montrant l'anneau occipital avec au moins cinq rangées d'épines, la postérieure comprenant sept grandes épines dont la médiane est brisée.
- 12 : moule interne d'un spécimen presque entier, frottement comprimé transversalement ; 12a: vue de face ; 12b: vue de côté. L'anneau occipital, le limbe, les derniers segments thoraciques sont détruits et l'on ne peut affirmer l'appartenance à *S. Castroi*. On note la présence d'une épine axiale sur l'anneau de chacun des segments thoraciques.

Tous ces échantillons sont grandis deux fois ; les clichés n'ont pas été retouchés.

A la suite de la communication de M. Thoral, M. P. Comte présente les remarques suivantes :

Je me crois autorisé à faire quelques remarques sur la présente communication, car elle se rapporte à des régions que je connais pour les avoir parcourues de 1933 à 1936.

Dans cette communication, M. Thoral compare avec beaucoup de minutie la morphologie de quelques tribolites

acadiens des régions cantabriques avec celle d'espèces provenant de la Montagne Noire et il fait ressortir de curieuses différences de détail dans l'ornementation des espèces communes. Il montre d'autre part les étroites affinités existant entre les deux espèces de *Conocoryphe* (*Solenopleuropsis*) les plus courantes du Cambrien cantabrique, *S. Castroi* et *S. Ribeiroi*, mais hésite à les réunir en une seule espèce. J'ajoute que pour ma part j'ai maintenu également la distinction, mais pour un autre motif, parce que la répartition verticale des deux formes m'a paru légèrement différente. Les spécimens que j'ai recueillis dans les Asturies et en Léon ne valent pas ceux des collections Verneuil et Barrois, aussi ne puis-je ajouter aucun complément aux observations paléontologiques de M. Thoral, c'est du reste pour la même raison que dans mes travaux je me suis souvent contenté des déterminations antérieures. L'Institut géologique et minier de Madrid possède, je le confirme, une collection qui dans le domaine envisagé surclasse de loin celles de Verneuil et de Barrois, les beaux exemplaires décrits par M. P.-H. Sampelayo en proviennent (1); c'est là certainement que l'on trouverait le matériel voulu pour une étude plus approfondie des questions envisagées par M. Thoral. Au reste, le Cambrien cantabrique est très fossilifère et les listes publiées à son sujet ne donnent qu'une faible idée de la réalité.

A la suite de son étude morphologique, M. Thoral présente un certain nombre de déductions stratigraphiques qui ont appelé mon attention.

Il semble à M. Thoral que le niveau de Puente Radical se place au-dessus de celui dit de Sabero (2); c'est un résultat qu'il m'est à peine utile de confirmer ici puisque

(1) P.-H. SAMPELAYO. — El sistema cambriano Expl. nuevo mapa geol. Espana, Madrid (1934).

(2) Sabero est construit sur le Stéphanien, c'est du reste le centre d'un district houiller, les gisements fossilifères cambriens ainsi que les fameux gisements de fossiles dévoniens de ce nom sont tous situés à plusieurs kilomètres de cette localité.

je l'avais établi de façon rigoureuse par l'observation directe des couches fossilifères il y a plus de dix ans (3).

Mon accord sur ce point avec M. Thoral ne m'entraîne cependant pas à confirmer ses autres déductions stratigraphiques.

Pour M. Thoral, la partie supérieure de l'Acadien manque probablement dans les régions cantabriques. Voici comment se présentent les faits :

Alors que dans le Pays de Galles, on a pu reconnaître d'assez nombreuses zones dans le Cambrien moyen généralement définies par des *Paradoxides*, le Cambrien moyen cantabrique, comme celui de la majorité des régions méditerranéennes n'offre que deux zones, toutes deux définies par des *Paradoxites* (ici *P. Pradoanus* et *P. Barrantei*). Dans la Montagne Noire, par contre, on en rencontrerait une troisième, une zone supérieure à *Paradoxites Forschhammeri*, forme connue dans les régions Nord de l'Europe ; mais si mes renseignements sont exacts l'existence de cette troisième zone qui représenterait à peu près l'Acadien supérieur, repose sur des données paléontologiques des plus contestables, sur de très mauvais fossiles recueillis par J. Miquel il y a près de 50 ans, et qu'aucune recherche n'est parvenue à confirmer depuis. On ne saurait donc en tenir compte en vue des comparaisons de séries, et l'absence d'une troisième zone à *Paradoxides* dans les régions cantabriques ne prouve en rien l'absence de l'Acadien supérieur, d'autant plus que l'on ne peut infirmer la présence de *Paradoxides Barrantei* à des niveaux élevés de l'Acadien.

Selon M. Thoral, le Potsdamien et le Trémadoe manqueraient aussi dans les régions cantabriques. Aucun fossile appartenant à ces étages n'a, en effet, été trouvé jusqu'à présent ni dans les Asturies ni en Léon, mais il paraît vraiment prématuré d'en conclure que ces étages manquent car cela conduirait à penser que la stratigra-

(3) P. COMTE, *op. cit.*

phie paléontologique est basée sur l'unique principe *présence-absence*. Il y a là une question de méthodologie sur laquelle je me propose de revenir au cours d'une des prochaines séances de la Société.

Je rappelle que dans mon mémoire sur les terrains anciens de la Cordillère cantabrique, j'ai placé dans l'Acadien les Calcaires de Lancara (formés de calcaires cristallins ou dolomitiques surmontés d'une assise de griotte fossilifère) et une grande partie des Schistes et Grès d'Oville. La partie supérieure de ces Schistes et Grès représentent vraisemblablement, à mon sens, le Potsdamien et le Trémadoc coupés de nombreuses petites lacunes. Les données paléontologiques laissent d'ailleurs un certain arbitraire quant à la position exacte des limites de l'Acadien, et cela d'autant plus que le Géorgien, et probablement aussi le Potsdamien, des régions méditerranéennes pose des problèmes non encore résolus. Il ne faut pas être tenté de faire dire aux arguments paléontologiques plus qu'ils ne peuvent.

M. Thoral termine par des vues paléobiologiques et paléontologiques sur lesquelles il désire attirer l'attention.

Parlant des tribolites étudiés, il pense qu'il s'agit d'espèces locales n'émigrant pas et susceptibles d'évoluer rapidement dans un espace limité. Alors, que doit-on en déduire quant à la possibilité d'appliquer ici le principe de corrélation ? Effectivement, il aurait été désirable que M. Thoral ait développé davantage son idée, car présentée sous cette forme, à part la faculté d'établir des séries locales, elle paraît en contradiction avec la possibilité de faire la stratigraphie fine de la contrée; or, ceci est précisément le problème auquel M. Thoral nous convie. Dire par exemple que le gisement de Puente Radical se place dans l'Acadien moyen supérieur représente une précision stratigraphique assez poussée et d'ailleurs téméraire vu l'ignorance dans laquelle on se trouve de la répartition exacte de *Paradoxites Barrandei* dont je parlais il y a un instant. Et encore cette affirmation n'a-t-elle qu'un

sens relatif puisque fonction de la série de référence choisie ; si elle a un sens absolu, logiquement la série de référence devrait être fournie par le N.E. des États-Unis ou le Pays de Galles.

L'habitat de la faune aurait consisté « en plateformes continentales autour d'îles ou d'archipels dans des mers épicontinentales ». L'idée que les anciennes mers dont les sédiments nous sont conservés étaient généralement de nature épicontinentale (en particulier comme celles que supportent les plateformes continentales) est, en effet, classique depuis plus d'un demi-siècle et certainement valable dans le cas envisagé. Mais on ne voit pas, à priori, quels arguments paléontologiques ont pu laisser penser que ces mers étaient semées d'îles ou d'archipels. Il semble bien que ce soit essentiellement les leviers stratigraphiques étendus à une grande surface qui peuvent renseigner à cet égard. Or, lorsque j'ai effectué ces leviers les faits observés ne m'ont rien révélé de pareil.

Enfin, au dire de M. Thorat, les courants doivent « disperser les larves et brasser les populations », et c'est à l'absence de courants marins qu'il faut attribuer l'habitat restreint et certains caractères de la faune envisagée.

Nous savons aujourd'hui que la dispersion d'une espèce (et en particulier de celles possédant des larves planctoniques) lorsqu'elle n'est pas entravée par des conditions de milieu (barrière de faciès) est pratiquement instantanée à l'échelle des temps géologiques. A ce même point de vue, il est clair que l'influence des courants comme facteur d'accélération est tout à fait inappréciable. Mais, par contre, un courant peut empêcher complètement la dissémination d'une espèce dans la direction opposée à la sienne. Il suffit, en effet, pour cela que la vitesse du courant soit supérieure à celle de l'expansion de l'espèce, cas qui a pu être fréquent, la vitesse d'expansion étant ordinairement très petite par rapport à celle d'un courant. Dans des conditions tout à fait spéciales, un courant peut malgré tout avoir une action favorable, il peut, par

exemple, contribuer à l'homogénéisation du milieu, ou encore abrégier le passage d'un espace offrant un milieu défavorable à des formes pélagiques. On constate en somme qu'il est exceptionnel que l'existence de courants favorise la dispersion des espèces. Il semble par conséquent que l'absence de courant invoquée par M. Thoral, idée dont on ne voit d'ailleurs pas bien l'origine, n'offre guère de valeur explicative quant à la question envisagée. J'ai simplement voulu montrer ici combien les problèmes soulevés par M. Thoral sont en réalité complexes et que les solutions simples qu'il envisage ne paraissent pas toujours cadrer avec certains faits d'observation. Mais il ne s'agit là que de questions présentant un rôle accessoire dans la communication de M. Thoral, elles n'enlèvent rien à la haute valeur de son étude paléontologique dont les conséquences stratigraphiques ne sauraient non plus être sous-estimées.

Séance du 26 Mars 1947

Présidence de M. Corsin, Président.

Le Président présente les félicitations de la Société à M. **G. Dubar** qui vient d'être nommé Chanoine. Il annonce le décès du D^r **Ch. Crasquin**, membre de la Société depuis 1908 et membre du Conseil en 1911 et 1912.

M. **R. Marlière** présente et commente un ouvrage récent de M. Maurice ROBERT, Professeur à l'Université de Bruxelles, intitulé « *Le Congo physique* ».

Il est procédé à l'organisation des **excursions pour l'année 1947**. La liste suivante est arrêtée (1) :

20 Avril : **Haubourdin** (F.S.) ; terrain crétaé.

27 Avril : **Fretin, Bouvines, Gruson** (F.S.) ; terrain crétaé du Mélandois.

(1) Excursions de la Société Géologique du Nord (S. G.) et de la Faculté des Sciences de Lille (F. S.).

- 4 Mai : **Tournai** (F.S.) ; calcaire carbonifère ; terrains crétacé et landénien.
- 11 Mai : **Caillou-qui-bique** (F.S.) ; terrain dévonien du bord Nord du synclinal de Dinant.
- 18 Mai : **Houdain** (S.G.). *Réunion extraordinaire annuelle de la Société* ; terrains dévonien et crétacé de l'Artois.
- 24, 25 et 26 Mai (Pentecôte) : **Ardennes** (F.S.) ; terrains cambrien et dévonien de la vallée de la Meuse.
- 1^{er} Juin : **Mons** (S.G.) ; craie phosphatée de Ciply, avec le concours de M. le Professeur R. Marlière.

M. **A. Duparque** présente une communication sur les « Caractères microscopiques d'une houille de Commen-try » (1).

M. G. Waterlot présente la communication suivante :

L'Anticlinal d'Eteignières
et ses rapports avec la région de Rimogne.
(*Massif cambrien de Rocroi*)

par **Gérard Waterlot**

(avec 2 fig. - texte)

SOMMAIRE

La bande devillienne d'Eteignières présente une allure anticlinale intéressant également le Revinien inférieur qui l'entoure. Entre Eteignières et Rimogne, le Cambrien montre des ondulations fréquentes et de faible amplitude. Le faciès ardoisier d'Eteignières, retrouvé localement à Rimogne, est intermédiaire entre celui des bandes devilliennes de Fumay et de Deville. La structure constatée à Eteignières s'oppose à la conception d'une fenêtre tectonique.

(1) Le manuscrit n'ayant pas été déposé lors de la séance, le texte de la note sera inséré ultérieurement.

Depuis l'Ouest du hameau de l'Ecaillère, dépendant de la commune d'Eteignières, jusqu'au ruisseau de la Ferrière, à 2 km. au Nord-Est de Maubert-Fontaine, s'étire d'Ouest en Est une mince bande de quartzites clairs (gris-pâle ou verdâtres) et de phyllades de même teinte et généralement verts. Ces phyllades admettent une veine ardoisière verte ou bleutée avec des taches violettes. Cette languette, large en moyenne de 300 mètres et longue de 3.600 mètres, est entourée de quartzites foncés, gris-noir, et principalement de schistes et phyllades noirs dont deux niveaux sont ardoisiers.

Pour A. Dumont [1, p. 60 et 81], la bande claire représente l'étage devillien et l'entourage de schistes noirs, parfois ardoisiers, appartient au Revinien intérieur que le savant belge a considéré par ailleurs comme étant d'âge plus récent. Dans ces conditions, il s'agit d'un pli anticlinal long et étroit.

J. Gosselet est moins affirmatif [2, p. 75] ; il se demande si les ardoises vertes et violettes et les schistes verts avec quartzites clairs de l'Ecaillère ne représentent pas un faciès spécial de l'assise de Revin les faisant ressembler aux ardoises de Fumay. Cependant, il remarque que ce serait bien là l'unique exemple d'un tel fait dans le Massif de Roeroi et que les phyllades d'Eteignières sont entourés, au Nord comme au Sud, par des ardoises noires réparties avec une apparence de symétrie. De là à admettre le pli anticlinal, il n'y a pas loin mais Gosselet, insuffisamment convaincu, ne s'est pas décidé à l'admettre.

Dans le schéma général de la structure du Massif cambrien de Roeroi que j'ai exposé en 1937, j'ai admis le point de vue de Dumont comme étant en accord avec les observations stratigraphiques et tectoniques que l'on peut faire sur le terrain [5, p. 17]. En outre [5, p. 47 à 50], j'ai indiqué qu'il est possible de rattacher l'anticlinal d'Eteignières à celui d'Anchamps, Louette-Saint-Pierre, Serpont, ce qui aurait pour conséquence d'attribuer sa présence à l'effet des plissements hereyniens.

Pour M. R. Anthoine, le Revinien reposerait en position anormale sur le Devillien par suite d'un charriage grandiose qui irait chercher ses racines très loin au Sud, sous le Bassin de Paris [11, p. 12]. Dans ces conditions, la bande verte d'Eteignières représenterait une fenêtre tectonique dans une nappe de recouvrement mise en place par l'orogénèse calédonienne. Quant aux ardoises noires réparties autour du noyau devillien, M. Anthoine se déclare mal renseigné à ce sujet [9, p. 362].

J'indiquerai par une note ultérieure ce que l'on peut penser d'une telle théorie que ne soutient aucun argument réellement démonstratif et à laquelle s'opposent nos connaissances sur la stratigraphie du Massif de Rocroi et sur l'allure d'ensemble de l'avant-chaîne calédonienne, au demeurant peu importante puisqu'elle n'atteint pas le Sauerland, à l'Est, et n'affecte vraisemblablement que très peu l'Artois, à l'Ouest du Massif de Rocroi [12, p. 11 et 25].

M. F. Tanazaq a fait naître un moment l'espoir d'une évolution sensible de nos conceptions stratigraphiques du secteur de Maubert, en annonçant une découverte sensationnelle [7, 8, 10]. Il s'agissait d'un gîte du *Dictyonema flabelliforme* au Grand-Moulin de Maubert-Fontaine, à proximité des schistes verts de la bande d'Eteignières. En laissant à l'auteur ses idées personnelles sur la possibilité de rencontrer ce fossile caractéristique aussi bien à la base du Revinien qu'au sommet et en considérant plutôt que cette forme est nettement représentative du Trémadoc, superposé au Revinien dans l'Ardenne, cette découverte aurait abouti à la nécessité de considérer le noyau de schistes verts comme dessinant, non pas un anticlinal de Devillien entouré de Revinien inférieur, mais bien une cuvette synclinale de Salmien encadrée par le Trémadoc et le Revinien supérieur. Logiquement, le pli se serait alors rattaché à la zone synclinale du ravin de Mairupt constituée par du Revinien supérieur passant à la base du Trémadoc et dans laquelle C. Malaise a recueilli deux

fragments de *Dict. flabelliforme*, en 1874. Malheureusement, les conditions dans lesquelles le fossile de Maubert a été recueilli font regarder ce document comme étant apocryphe et il n'est pas possible d'en tirer argument ; on n'a pas, en effet, la certitude que le débris provienne réellement du Massif de Rocroi et l'auteur de la découverte doute actuellement, lui aussi, de l'origine véritable de l'organisme qui pourrait provenir du Massif de Stavelot et avoir été mélangé par inadvertance à des débris de roches venant du Massif de Rocroi.

En l'absence de fossiles certains, on ne peut donc établir une structure dans cette région qu'en utilisant les arguments géométriques qui m'ont servi de base d'étude pour le Massif de Rocroi. L'examen de la forme du pli, tel qu'on l'aperçoit, s'oppose plutôt à la conception du synclinal ; les indications stratigraphiques coïncident exactement avec celles qu'apporte l'examen du Devillien supérieur et du Revinien inférieur dans la vallée de la Meuse et dans la région de Rimogne. C'est pourquoi, dans l'état actuel des observations, on ne peut que revenir à la structure anticlinale.

DESCRIPTION DE L'ANTICLINAL D'ÊTEIGNIÈRES ET DES RÉGIONS VOISINES

Je pense utile de rappeler d'abord la composition du Devillien supérieur et du Revinien inférieur tels qu'on les observe dans la vallée de la Meuse, aux environs de Fumay et de Deville-Monthermé, afin de pouvoir établir des rapprochements avec les couches d'Êteignières et Maubert-Fontaine, en tous points comparables.

Dans la vallée de la Meuse, le Devillien supérieur se termine toujours par une grosse veine ardoisière verte et violette, au mur de laquelle existe un ensemble épais de quartzites vert-clair, tandis qu'au toit quelques lits de schistes et quartzites verdâtres passent graduellement au Revinien inférieur en devenant grisâtres et en admettant quelques lits de phyllades sombres, souvent minces. Le

Revinien inférieur débute par des phyllades gris parfois rubanés de verdâtre et alternant avec des quartzophyllades et des petits bancs de quartzites gris. Après cette zone de transition, vient une forte masse de schistes et phyllades franchement noirs, admettant en alternance quelques petits bancs de quartzite noir. Au sein des phyllades, on peut reconnaître la présence de deux veines ardoisières noires. J'ai reconnu qu'il n'y a pas lieu de considérer l'existence de trois veines ardoisières comme je l'avais primitivement pensé ; la veine de Bois-Chevaux et Tillay-Champ n'est que la répétition de celle de la Folie [5, p. 19 et Pl. I, II], grâce au pli synclinal hereynien de Rogimont qui existe un peu au Nord de l'anticlinal hereynien du Bois d'Hargnies [12, p. 9]. Ceci réduit donc l'épaisseur du Revinien inférieur que j'estime être de l'ordre de 300 mètres. Sur cette première assise, essentiellement schisteuse, repose la seconde assise du Revinien inférieur, composée principalement de quartzites en gros bancs, alternant avec quelques bancs épais de phyllades noirs. On remarquera, en même temps, l'analogie avec les couches reviniennes du Massif de Stavelot.

Entre Eteignières et Maubert-l'ontaine, le pays est formé essentiellement par les schistes et quartzites noirs reviniens. Pourtant, les quartzites et schistes verts devilliens reviennent au jour suivant deux bandes très inégales en importance. La bande principale passe au hameau de l'Ecaillère et forme l'anticlinal dit d'Eteignières (fig. 1 et 2). Mais par suite du plissement en ondes serrées et de faible amplitude, le Devillien réapparaît à 1 km. plus au Sud, au lieu dit « l'Echevée » situé à 500 mètres de Maubert.

L'examen des gîtes de roches éruptives guide la recherche de la tectonique de cette région parce qu'il permet un recoupement des renseignements stratigraphiques qu'apportent les niveaux ardoisières ou quartzitiques, ceux-ci pris dans leur ensemble. Les roches intrusives abondent dans les environs de Maubert mais elles sont

dans un état très avancé de décomposition qui les a fait passer inaperçues jusqu'à ces derniers temps. Il a fallu la perspicacité et la ténacité d'un chercheur infatigable, comme M. Tanazaq, pour arriver à découvrir les gîtes aussi nombreux qu'il a fait connaître en grande partie, voici quelque huit ans [6, 10]. Aux environs de Maubert, il n'existe que des diabases (*diorites* des auteurs ardennais) et celles-ci sont interstratifiées, ainsi qu'on peut s'en assurer en visitant les carrières de la Roche de la Fille Morte (fig. 1, n^{os} 34, 35) et celles du ruisseau de la Haute-Saultry (n^o 38). Parmi ces filons-couches, certains sont doubles, séparés seulement par quelques mètres de schistes et quartzites ; leur position par rapport à d'autres repères stratigraphiques (limite devillo-revinienne, masses plus quartzitiques) permet de reconstituer de façon assez satisfaisante l'allure des plis qui les affectent. C'est ainsi que, d'après les données fournies par les affleurements reportés sur la carte (fig. 1), on peut esquisser dans ses grandes lignes l'allure du sous-sol cambrien dans le secteur de Maubert (fig. 2). Remarquons que M. Tanazaq arrive à des tracés assez comparables dans l'ensemble, malgré des divergences parfois très sensibles dans le détail de la structure et du parcours des roches devilliennes [10, Pl. I et II] ; mais, après Dumont [1] et moi-même [5], il admet la superposition du Revinien au Devillien, pris tous deux dans une onde anticlinale, comme étant la structure satisfaisant le mieux ses observations stratigraphiques.

1^o *Partie occidentale de l'anticlinal.* — Après avoir traversé le ruisseau de la Verge, le chemin de Maubert à Eteignières traverse en talus les couches devilliennes et reviniennes (fig. 1, n^o 1 de la carte). M. R. Anthoine a donné une coupe très détaillée des couches qui y affleurent et le passage d'un étage à l'autre y est particulièrement bien marqué [11, p. 174]. Du Nord au Sud, on y voit des lits de schistes et quartzites noirs, de type nettement revinien, passant à des schistes gris-noir, intercalés dans des banes de quartzite gris-clair. On arrive ensuite

insensiblement à des phyllades gris-verdâtre et à des quartzophyllades de même teinte. Plus au Sud, on atteint des schistes verts, encore un peu grisâtres, avec quartzites verdâtres admettant encore localement quelques intercalations de phyllades noirâtres. Toute cette série, depuis les schistes noirs nettement reviniens examinés en premier lieu, constitue la zone de transition entre le Revinien et le Devillien francs, épaisse de 6 à 8 mètres environ. Sur cette zone, reposent des phyllades avec quartzites verts. Un peu plus au Sud, au tournant de la route, se trouve une ancienne recherche d'ardoise bleutée, dans le genre des ardoises de Rimogne, avec fins cristaux allongés de magnétite.

On remarque donc le passage insensible du Revinien au Devillien. De plus, on peut noter que la pente des couches est parfaitement concordante dans les deux étages, avec un pendage vers le Sud oscillant autour de 60°. Enfin, on repère le niveau ardoisier non loin du sommet du Devillien, comme il existe à Fumay (veine Renaissance), à Deville (Grand-Terne) et à Rimogne (La Richolle) [5, p. 25].

Plus au Sud, après un hiatus d'observation, on remarque une grande excavation dans un pré (n° 10 de la carte) qui correspond à une ancienne ardoisière. Les phyllades altérés sont vert-clair; plus frais, ils sont bleutés avec des passages violets. Leur pendage, mesuré par M. Anthoine sur un banc de quartzite vert, est de 40° vers le Sud. Avec justesse, cet auteur [11, p. 177] constate que la direction de la veine ardoisière est ici W.10° N, tandis que pour la veine du Nord (n° 1 de la carte), elle est E. 20° N., ce qui permettrait de conclure, dit-il, que les deux passages ardoisiers appartiendraient au même niveau, grâce à un pli. J'ai toujours pensé que ceci ne fait aucune doute [5, p. 17] et les pendages constatés montrent bien que le pli est conforme à tout ce que l'on sait de la tectonique du Cambrien ardennais : il s'agit d'un anticlinal, au sommet érodé, dont le flanc Nord,

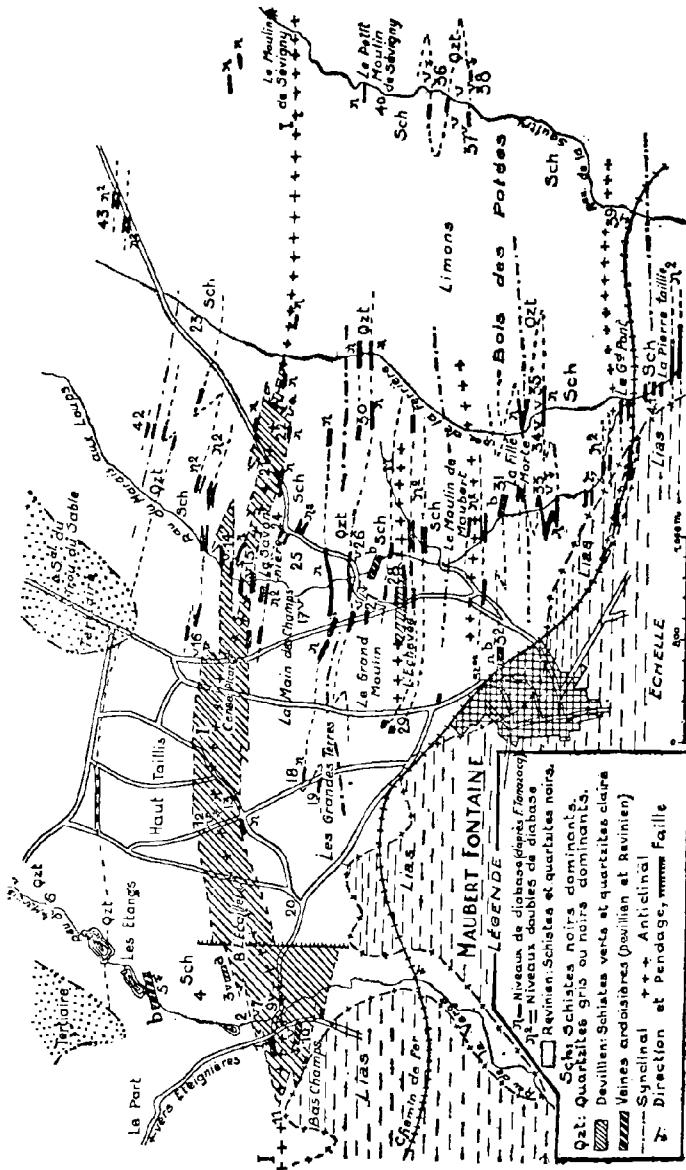


FIGURE 1
Carte géologique des environs de Maubert-Fontaine.

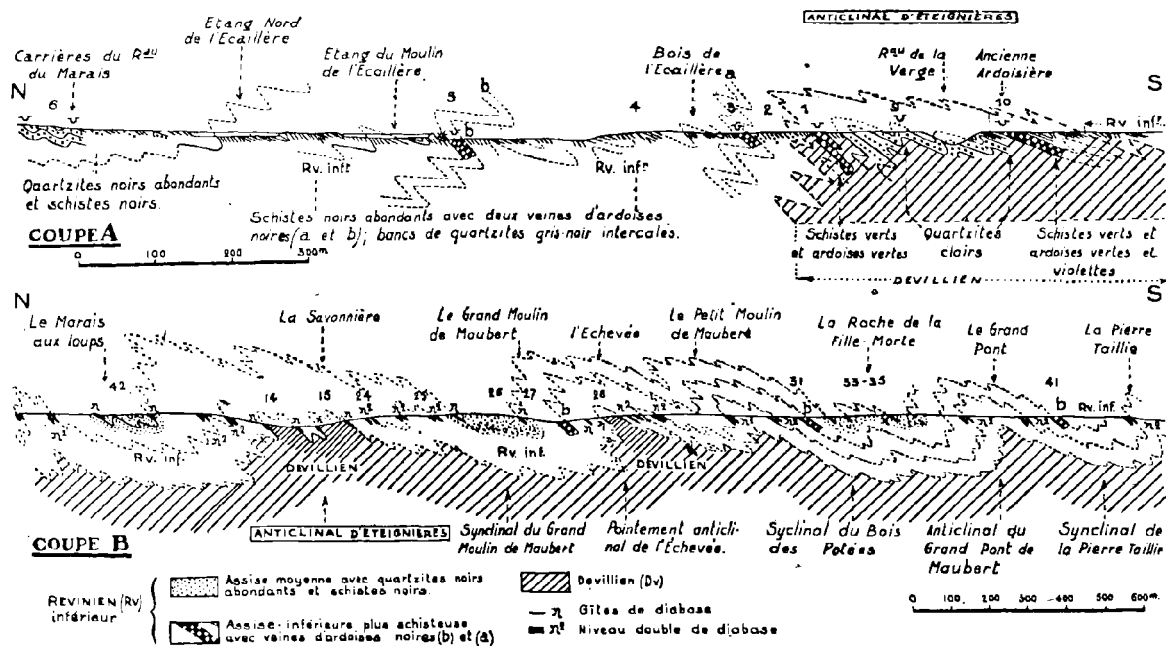


FIGURE 2

Coupes semi-schématiques de l'anticlinal d'Eteignières :
Coupe A passant par l'Ecaillère, à 1 km. 5 au N.W. de Maubert-Fontaine ;
Coupe B passant environ à 1 km. à l'Est de Maubert-Fontaine,

renversé, montre nécessairement un pendage plus raide (60°) que le flanc direct (40°), le tout penchant au Sud. La coupe se situe à la terminaison périclinale du pli. En effet, à l'Ouest (n° 11 de la carte), on ne trouve plus que des débris de schistes noirs reviniens. Au midi de l'ardoisière (n° 10), les roches n'affleurent plus qu'à l'état de fragments à la surface du sol ; on peut situer ainsi approximativement la limite des étages, mais sans faire aucune autre observation de détail.

Vers l'Est, la veine ardoisière du flanc inverse, observée près de la route (n° 1), se poursuit dans le bois de l'Ecaillère (n° 7) où d'anciennes carrières indiquent qu'on y a recherché des schistes verts très clivables ; ce niveau se situe près de la limite avec le Revinien.

La masse importante de quartzites clairs, avec quelques lits de schistes verts en intercalation, qui existe à Fumay et à Deville sous la veine ardoisière supérieure (Renaissance, Grand-Terne), se retrouve également ici, au cœur de l'anticlinal. Des carrières l'ont exploité sur une grande profondeur, au Nord de la route de Maubert (n° 9), où il dessine quelques ondulations ; près de la route, le quartzite penche au Sud 35° et s'enneie vers l'Ouest.

Si l'on s'éloigne du noyau devillien, vers le Nord, en direction du ruisseau du Marais, on traverse d'abord une mince bande de schistes et quartzites gris (n° 2 de la carte, zone de transition devillo-revinienne) pour atteindre ensuite toute une ligne d'anciennes recherches pour ardoises noires, entreprises dans le passé par la Société des Ardoisières de Rimogne (n° 3, veine *a*). Vers le Nord encore, dans le bois de l'Ecaillère, c'est la zone des schistes noirs abondants avec quartzites noirs en bancs intercalés (n° 4). Au moulin de l'Étang (n° 5), se trouve une ancienne exploitation d'ardoises noires dont les débris forment un terris près du moulin. Il s'agit ici d'une seconde veine d'ardoise (*b*), plus éloignée que la précédente de la base de l'étage. Des schistes noirs lui succèdent vers le Nord jusqu'à l'étang supérieur à partir duquel les quartzites

sont abondants, avec schistes noirs associés mais non prédominants ; de nombreux trous d'exploitation entament les banes de quartzite (n° 6). La zone à schistes noirs très abondants (n°s 2 à 5) appartient à l'assise de base du Revinien inférieur dans laquelle on retrouve les deux veines *a* et *b* d'ardoises noires qui y sont connues aux environs de Fumay (*a* = veine des Peureux ; *b* = veine de la Folie, Bois-Chevaux) ; la zone plus quartzitique représente l'assise moyenne du Revinien inférieur.

2° *Prolongement oriental de l'anticlinal*. — Vers l'Est, on quitte la vallée du ruisseau de la Verge pour s'élever sur le plateau du Haut Taillis. Les affleurements sont rares à cause de la couche de limons qui recouvre le Cambrien. Toutefois, on arrive à suivre approximativement les limites du Devillien. Dans le hameau de l'Ecaillère (n° 8 de la carte), une tranchée exécutée pendant la guerre m'a montré les schistes vert-clair et des quartzites blanchâtres. Dans les prés d'une maison isolée du Haut Taillis (n° 12), on a creusé des abris et les déblais indiquent la présence des schistes verts. Au Sud (n° 13), le fossé du chemin, nouvellement curé, montre au fond les schistes en place ; ceux-ci sont souvent rougis par altération et très friables mais localement ils restent plus durs et ont conservé une teinte vert clair ; comme ils sont associés à du quartzite blanc, on peut interpréter cet affleurement comme appartenant au Devillien. A la Cense Picart, il existe des fragments de quartzites clairs.

Au Sud de cette bande devillienne, des schistes noirs sont observés aussi bien aux environs de l'Ecaillère (n° 20), dans un abri où ils sont associés au Nord à des quartzites noirs, qu'aux Grandes Terres (n°s 18, 19) ; il en est de même au Nord (n° 16).

La terminaison orientale de l'anticlinal est rendue plus visible par la présence de la vallée du Marais aux Loups. Ici, l'anticlinal se dédouble en deux plis. Le pli du Sud (n° 15 de la carte) est aperçu grâce à une ancienne carrière qui a exploité le quartzite clair blanchâtre. Les

schistes qui accompagnent la roche dure sont vert-clair et représente le sommet du Devillien car, au Sud comme au Nord, les schistes noirs reviniens affleurent dans le lit du ruisseau. Il s'agit donc du sommet d'un petit pli anticlinal. Un peu plus au Nord, une seconde carrière (n° 14) entame encore une fois les quartzites clairs et schistes verts analogues à ceux de la carrière précédente. C'est probablement de ces carrières qu'était extrait le quartzite verdâtre dont parle A. Dumont [1, p. 60]. En remontant le ruisseau vers le Nord, on rencontre de nouveau les schistes noirs, d'une manière définitive. Cette seconde onde anticlinale ne se poursuit pas plus loin vers l'Est. Le pli du Sud (n° 15) continue au contraire en direction du Moulin de Sévigny. On retrouve, en effet, les schistes verts sur le talus de la route de Maubert à Sévigny-la-Forêt (n° 21), tandis que, au Sud, ce sont les schistes gris et noirs de Revin qui gisent sur le talus ou dans les déblais, des fondations des poteaux électriques (n° 24). On retrouve les schistes noirs dans le sentier à l'Ouest de la route (n° 25) comme dans le ruisseau de la Ferrière (n° 23), sur l'autre retombée du pli.

Le noyau devillien se poursuit certainement plus à l'Est dans le Bois des Potées où les limons le cachent car des blocs de quartzites blancs font encore saillie sur le sol (n° 22). Le Devillien n'est plus aperçu davantage vers l'Est ; sa terminaison périclinale s'opère avant d'arriver au ruisseau de la Ferrière.

Dans la partie orientale de l'anticlinal d'Eteignières, il existe, d'après les recherches de M. Tanazaecq, un flou-couche de diabase interstratifié dans les schistes noirs reviniens, à très peu de distance des schistes verts devilliens. Aussi, ce niveau éruptif apparaît-il pratiquement sur la carte comme étant à la limite même des deux étages. C'est ce que l'on observe entre la Cense Picart et la terminaison Est de la bande devillienne, notamment à la Savonnière (nos 14, 15, 21, 22). D'autres niveaux existent dans le Revinien dont je ferai état immédiatement.

3° *Structure du Revinien de part et d'autre de l'Anticlinal d'Eteignières.* — Au Nord de la partie orientale de la bande devillienne de l'Ecaillère, les schistes noirs du Revinien inférieur contiennent un niveau double de diabase qui semble se répéter encore par pli et qui se prolonge vers l'Ouest (n° 16). Plus au Nord, dans le Marais aux Loups (n° 42), des quartzites peuvent être rattachés à ceux de l'Étang septentrional de l'Ecaillère; ils contiennent aussi des gîtes de diabase. Plus au Nord-Est, un niveau double de diabase réapparaît près de la maison forestière du Rond-Point (n° 43), dans une zone où le Revinien, recouvert de limons, semble bien être principalement schisteux, d'après ce que l'on peut voir plus loin sur la route de Sévigny. Il est donc probable que la zone quartzitique dessine ici un pli synclinal. En tout cas, un niveau double de diabase existe dans les schistes du Revinien inférieur.

Au Sud de la bande anticlinale de l'Ecaillère, le Devillien réapparaît par l'effet d'un second pli anticlinal de moindre importance. Dans le sentier qui quitte la route de Maubert, un peu avant la fourche des routes de Rocroi et de Sévigny, au lieu-dit l'Echevée, on aperçoit dans le talus les schistes verts devilliens flanqués, au Nord et au Sud, d'abord de schistes gris-noir, de la zone de transition, puis des schistes nettement noirs, du Revinien. Un niveau de diabase existe de part et d'autre, interstratifié dans les schistes noirs très près de la limite devillo-revinienne (n° 28 de la carte sur laquelle la diabase est représentée comme si elle était à la limite précise entre les deux étages). Ceci rappelle exactement les observations précédentes faites près de la Savonnière (nos 14 et 15). Il s'agit donc bien d'un *anticlinal* nouveau, celui de l'Echevée qui intéresse les mêmes couches.

De chaque côté de cette petite voûte, on retrouve naturellement les schistes noirs du Revinien inférieur, avec petits bancs de quartzite interstratifiés. M. Anthoine [11, p. 165] y signale d'anciennes recherches pour phylla-

des ardoisiers, lesquels affleurent dans le lit du ruisseau. Il s'agit probablement de la seconde veine (b), la plus éloignée du Devillien. Un niveau éruptif existe également au sein des schistes noirs et peut représenter le niveau double de diabase insuffisamment découvert. Plus au Nord encore, des carrières, ouvertes près de la route de Sévigny et à proximité du ruisseau, ont exploité les quartzites noirs abondants, avec schistes en intercalation, de l'assise moyenne du Revinien inférieur (n^{os} 26, 27). Ce niveau se poursuit vers l'Est (n^o 30) et vers l'Ouest (n^{os} 18, 19), aux Grandes Terres ; toujours des gîtes de diabase s'alignent de part et d'autre de la bande de quartzite. Etant donnée la position de ce niveau quartzitique entre les deux anticlinaux d'Eteignières et de l'Echevée dont il est séparé par la même zone de schistes noirs, il ne peut s'agir que d'un *pli synclinal*, celui du *Grand Moulin de Maubert*, qui contient l'assise moyenne du Revinien inférieur.

Les schistes noirs du flanc méridional du petit anticlinal de l'Echevée contiennent, à peu de distance du Devillien, le niveau double de diabase, déjà aperçu sur le flanc Nord du pli d'Eteignières ; ce niveau se répète probablement par pli. Il est possible que ce soit lui que l'on retrouve près du chemin des Grandes Terres (n^o 29) où des abris profonds exécutés pendant la guerre ont permis de recueillir des fragments nombreux de diabase, d'ailleurs en état avancé de décomposition. Ces fragments étaient inclus dans des limons. Si l'on tient compte de la profondeur importante de l'abri (environ cinq mètres), on voit la grande difficulté que l'on éprouve à essayer de prolonger sur les plateaux les observations faites dans les vallées.

Au Sud du Petit Moulin de Maubert, M. Tanazaq [10] a retrouvé un niveau double de diabase, qui est probablement le même que le précédent, réapparu à l'aide d'une légère ondulation positive. On est toujours ici dans la zone schisteuse du Revinien inférieur et bientôt, au

Sud, on peut apercevoir de nouveau une veine ardoisière, la plus élevée (b). Celle-ci se voit dans le ruisseau du Marais aux Loups (n° 31). Dans le prolongement Ouest de la veine, M. Tanazacq [10, p. 5-6] a retrouvé la trace d'une ancienne ardoisière (n° 32 de la carte), à 150 m. de la station, recouverte actuellement par un réservoir de goudron, non loin du cimetière.

Le Revinien inférieur schisteux, ondulé depuis l'Echevée, s'enfonce ensuite plus profondément pour former le *synclinal du Bois des Potées* occupé par les quartzites de l'assise moyenne eux-mêmes plissés (fig. 2, B). C'est ce que l'on observe, en effet, dans les grandes carrières de la Roche de la Fille-Morte (n°s 33 à 35). La carrière 33 montre un anticlinal renversé de quartzite entouré de schistes noirs ; le dressant penche de 55° vers le Sud, la plateur de 35°. On fait la même observation dans une carrière voisine (n° 34) où le flanc inverse, en dressant, a un pendage de 80° Sud, tandis que le flanc direct, en plateur, ne s'incline que de 40° au Sud. Le filon-couche de diabase, épais de 2 m. 50 et interstratifié dans les lits de schistes et quartzites du flanc Sud en plateur de l'anticlinal, se retrouve dans la même position à la carrière de l'Est (n° 35). Au Nord de celle-ci, une autre excavation permet d'observer de nouveau la roche éruptive prise dans un petit pli synclinal.

Par l'effet du synclinal des Potées, les schistes du Revinien inférieur, avec lits de quartzite subordonnés, reviennent bientôt au Sud où ils occupent toute la surface du sol jusqu'à la Pierre Taillie. Des gîtes de diabase y sont fréquents et l'observation d'un niveau double de diabase, qui semble bien être toujours le même d'après les roches environnantes, porte à croire que les couches du Revinien inférieur dessinent d'abord le petit *pli anticlinal du Grand Pont de Maubert*, puis le *synclinal de la Pierre Taillie*, dans lequel M. Anthoine a signalé des recherches pour ardoises noires (n° 41) parmi les phyllades gris [11, p. 163]. Il est difficile de savoir à laquelle

des deux veines ardoisières il faudrait rattacher cet horizon. Quoi qu'il en soit, on est ici près de la base du Revinien.

Vers l'Est, les limons du Bois des Potées empêchent toute observation, à cause de leur épaisseur qui dépasse souvent 3 mètres. Dans le ruisseau de la Saultry, un groupe de carrières (n^{os} 36 à 38) a exploité les quartzites très abondants, auxquels s'incorporent quelques lits schisteux, noirs. Des filons interstratifiés de diabase gisent parallèlement à certains niveaux quartzitiques. De petites ondulations intéressent ces banes et les répètent (n^o 36). Il s'agit probablement ici des quartzites déjà examinés aux carrières de la Fille Morte, dans la vallée de Ferrière, et comme eux installés au creux d'une cuvette synclinale, elle-même ondulée. Vers le Nord comme vers le Sud, on observe principalement des schistes noirs (n^{os} 39, 40).

CONSÉQUENCES DE LA STRUCTURE
DU SECTEUR D'ETEIGNIÈRES-MAUBERT
ET RAPPORTS AVEC LA RÉGION DE RIMOGNE

Les conséquences de la structure précédemment décrite sont assez nombreuses et elles permettent de rattacher plus étroitement entre elles les bandes ardoisières de Fumay et de Rimogne.

1^o On constate que les strates cambriennes du secteur d'Eteignières-Maubert présentent des *ondulations fréquentes et de faible amplitude*. C'est une succession de petits plis en accordéon qui répètent longtemps les mêmes couches. Ceci rappelle les plis de Fumay (les « bonds » de J. Gosselet) [5, p. 6] et les nombreuses petites ondes que présente le Revinien dans la grande tranchée de la gare de Trois-Ponts, dans le Massif de Stavelot. C'est le style général du Cambrien de Rocroi. Il en résulte que les grands plis anticlinaux et synclinaux intéressant le Massif ne sont pas observés directement sur le terrain mais ne peuvent être décelés que par l'examen de certains niveaux-repères.

2° Au Sud de Maubert-Fontaine, le *Devillien* existe certainement à faible profondeur et l'anticlinal du Grand-Pont de Maubert paraît bien se prolonger à l'Est, d'abord par le pli que dessinent les couches du Revinien inférieur dans les parages immédiats de l'Etang de Bérulle (à 500 mètres au Sud), ensuite par le pli anticlinal devillien du Fond de Fallette Noir. Par ailleurs, la composition lithologique de la zone de contact devillo-revinienne, telle qu'on la constate près de Maubert-Fontaine avec roches éruptives très près de la limite des deux étages et dans le Revinien inférieur, se retrouve exactement dans les mêmes conditions de gisement au Nord et au Nord-Est de Rimogne (La Croix du Cavalier, le Gué des Cailloux, la vallée du ruisseau du Fond de Fallette Noir). On y retrouve de même les veines ardoisières devilliennes et reviniennes. Le Devillien de l'Ecaillère et de Maubert se rattache ainsi directement, par la structure, à celui de la bande de Rimogne.

3° Cette dernière indication est confirmée par l'examen du faciès ardoisier des veines de l'Ecaillère (Eteignières), comparé à celui des veines ardoisières de Fumay et de Rimogne-Deville. Les ardoises de Fumay, situées dans une zone peu métamorphique, sont violettes ou même parfaitement rouges (veine Sainte-Anne) parce que le fer qui les colore s'y trouve à l'état d'oligiste. Celles de la bande d'Eteignières présentent encore des taches violettes et montrent surtout le faciès de Fumay ; toutefois, elles possèdent un fond verdâtre ou bleuté et ont déjà acquis de fins cristaux de magnétite. Par là, elles se rapprochent des ardoises de Rimogne. Celles-ci sont, en effet, généralement bleues ou gris-vert et possèdent d'assez nombreux cristaux de magnétite ; malgré cela, il leur arrive encore de conserver des taches violettes quoique le fait soit devenu relativement plus rare. M. Anthoine en signale d'ailleurs des exemples [11, p. 138 et 158]. Plus à l'Est, vers Deville et Monthermé, le caractère ardoisier révélé à Rimogne s'est encore accentué : il n'existe plus du tout

de taches violettes et les cristaux de magnétite sont fréquents.

On assiste ainsi graduellement, en allant vers l'Est, à une modification des caractères physiques des ardoises, parce que l'oligiste s'est transformée en magnétite, par perte d'oxygène, entraînant l'apparition de la teinte bleu foncé et même la production de cristaux isolés. C'est le métamorphisme qui est la cause du changement de faciès des ardoises de Fumay et de Deville. Heureusement, le secteur d'Eteignières et même encore certains points de la région de Rimogne font la transition entre ces deux faciès bien tranchés, parce qu'ils se trouvent situés vers la limite de l'auréole de la zone à magnétite ; Deville est à l'intérieur de l'auréole, tandis que Fumay en est exclu (1). Par le faciès lithologique, les ardoises de la bande d'Eteignières montrent d'étroites affinités aussi bien avec celles de Fumay qu'avec celles de Rimogne-Deville, elles forment une sorte de trait d'union entre ces deux bandes principales ardoisières. Comme par ailleurs la stratigraphie est exactement la même dans ces trois bandes, il n'y a donc lieu d'établir une distinction entre le Devillien (pour la bande de Deville) et le Fumacien (pour la bande de Fumay) comme le fait M. Anthoine et comme l'avaient fait avant lui J. Gosselet et Malaise [3, p. 61] qui avaient créé le terme « Fumacien ».

4° Puisque le Devillien existe à faible profondeur sous le Revinien dans le secteur compris entre Maubert et Rimogne, il est logique de penser que le *jeu de failles de Rocroi*, de direction générale Nord-Sud, *affaisse relativement peu le compartiment occidental* et a pour effet d'activer simplement l'envoyage vers l'Ouest des anticlinaux de Fumay et de Rimogne. Il s'agit de failles de tassement et c'est pourquoi les levés géomagnétiques entrepris par MM. Anthoine et Duhoux ont permis de

(1) Voir à ce sujet les diverses auréoles de métamorphisme dans l'Ardenne, d'après M. F. Corin [4].

décèler le prolongement vers l'Ouest de la couche ardoisière de la Richolle, à Rimogne [9, p. 361].

Le prolongement de la bande ardoisière de Fumay en direction de Cul-des-Sarts, tel que le dessine M. Anthoine [11, carte hors-texte] est en conformité avec cette conception.

5° Le Devillien d'Eteignières pourra peut-être s'observer encore davantage vers l'Est, suivant la direction générale de la bande verte. Près de la Meuse, dans une carrière proche du ruisseau de Froide-Fontaine, j'ai pu observer, au sein d'un petit pli anticlinal renversé, des quartzites et des schistes verts dont j'ai fait remarquer l'analogie avec le Devillien [5, p. 15] ; au toit de ces roches vertes et dans des schistes et quartzites noirs, il existe un banc diabasique, comme dans le pli de l'Echevée, près de Maubert. Entre ces deux affleurements qui s'alignent sur l'axe anticlinal hercynien d'Anchamps à Louette-St-Pierre, il est possible que l'on observe encore des pointements de Devillien, principalement à l'Est du jeu de failles de Rocroi (2).

6° Les diabases situées vers la limite des étages devillien et revinien existent à l'Est de la bande d'Eteignières, mais pas à l'Ouest. D'une façon générale, les roches éruptives sont abondantes dans le Devillien de Rimogne, mais pas dans celui de Deville et Monthermé, ni dans celui de Fumay. Elles sont fréquentes dans le Revinien inférieur de Maubert-Fontaine, mais pas dans celui de Monthermé, ni des environs de Cul-des-Sarts, ni du Sud de Fumay. On les retrouve fréquemment dans le Revinien moyen et supérieur de Revin, Anchamps, Lailfour et Mairupt. Toutes ces observations semblent bien

(2) Cette hypothèse est actuellement confirmée par la présence d'un noyau devillien, près de Neuve-Forge (entre Revin et Les Mazures), entouré d'une zone de transition passant au Revinien inférieur; dans ce Revinien inférieur, on retrouve des niveaux diabasiques comme à Maubert-Fontaine et dans la région Nord-Est de Rimogne. (Note ajoutée pendant l'impression).

localiser davantage le centre d'émission des roches intrusives qui pourrait se situer au Midi de Bourg-Fidèle.

CONCLUSION

L'étude stratigraphique et tectonique détaillée de la région de Maubert-Fontaine confirme le schéma structural du Massif de Rocroi que j'ai précédemment dressé [5, 12], en montrant : 1° la superposition concordante du Revinien sur le Devillien qui est l'étage le plus ancien; 2° le passage graduel d'un étage à l'autre; 3° l'identité de la succession stratigraphique du Devillien supérieur et du Revinien inférieur dans cette région et dans la vallée de la Meuse; 4° la structure anticlinale de la bande devillienne d'Eteignièrès, conforme au style tectonique du Massif cambrien de Rocroi.

Par contre, elle s'oppose à la conception théorique, nullement appuyée par le moindre argument décisif, d'une fenêtre tectonique de Devillien apparaissant sous une nappe de recouvrement constituée par le Revinien.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- 1 - 1847, A. DUMONT. — Les terrains ardennais et rhénan. *Mém. Acad. roy. de Belg.*, t. 20, p. 45 à 92.
- 2 - 1888, J. GOSSELET. — L'Ardenne. *Mém. Carte Géol. de la France*.
- 3^a - 1898, J. GOSSELET et MALAISE. — Sur la terminaison occidentale du Massif ardoisier de Fumay. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. 27, p. 59-65.
- 4 - 1930, F. CORIN. — Le métamorphisme de l'Ardenne. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. 54, p. B 99-115.
- 5 - 1937, G. WATERLOT. — Sur la stratigraphie et la tectonique du Massif cambrien de Rocroi. *Bull. Carte géol. de la France*, n° 195, t. 39. 54 pages, 2 pl. hors-texte.
- 6 - 1938, F. TANAZACQ. — Nouveaux gîtes éruptifs dans l'Ouest du Massif de Rocroi. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. 63, p. 111-119.
- 7 - 1938, F. TANAZACQ. — Découverte d'un horizon fossilifère en Ardenne française dans le Massif ardoisier de Rocroi. *C. R. Acad. Sc.*, t. 207, p. 1061.

- 8 - 1939, F. TANAZACQ. — Sur la position stratigraphique respective du Salmien et du Revinien dans le Cambro-Silurien franco-belge. *C. R. Somm. Soc. géol. de France*, n° 2, p. 15-16.
- 9 - 1939, R. ANTHOINE. — Note sur la disposition singulière des couches du Revinien et du Devillien dans le Massif cambrien de Rocroi. *Bull. Soc. Géol. Belg.*, t. 62, p. 356-365.
- 10 - 1939, F. TANAZACQ. — Sur l'âge des couches anté-dévonniennes du Massif de Rocroi ; leur disposition et leurs rapports dans la région de Maubert-Fontaine. Chez Girard et Barrère, Paris (note ronéotypée).
- 11 - 1940, R. ANTHOINE. — Contribution à l'étude du Massif cambrien de Rocroi. *Mém. Acad. roy. de Belg.*, Cl. des Sc., t. 12, fasc. 4. 201 pages, 1 carte hors-texte. (Mém. déposé en 1936).
- 12 - 1945, G. WATERLOT. L'évolution de l'Ardenne au cours des diverses phases des plissements calédoniens et hercyniens. *Bull. Soc. Géol. France*, 5^e série. t. 15, p. 3-44.

M. G. Waterlot présente la communication suivante :

*Le Massif cambrien de Rocroi
et l'hypothèse du charriage*

par Gérard Waterlot

SOMMAIRE

I. — Concordance du Devillien et du Revinien; plissement du Massif de Rocroi suivant le style imbriqué et non suivant le style des pays de nappes.

- 1° le Massif cambrien de Rocroi apparaissant dans l'aire anticlinale de l'Ardenne correspond à un synclinorium;
- 2° le Revinien succède normalement au Devillien ;
- 3° les roches intrusives, en filons-couches, permettent de déceler les plis secondaires.

II. — L'hypothèse du charriage est incompatible avec les faits d'observation.

- 1° aucune faille directionnelle continue n'existe à la limite des étages devillien et revinien ;
- 2° l'allure d'une telle faille ne s'explique pas mécaniquement ;
- 3° l'idée d'une vaste nappe de recouvrement est contraire à la structure de l'avant-chaîne calédonienne.

Dans plusieurs notes et mémoires, dont deux principaux [5, 8], j'ai tracé les grandes lignes structurales du Massif de Rocroi et j'ai indiqué à quelles phases orogéniques il était possible de rattacher les divers mouvements tectoniques qui ont affecté le Massif. En établissant une discrimination entre les effets des plissements calédoniens et hereyniens, on arrive à cette conception que je résume très rapidement.

Le Massif cambrien de Rocroi, tel qu'il apparaît dans l'aire anticlinale où est décapée sa couverture dévonienne, correspond dans sa majeure partie à un bassin synclinal principal de Revinien, à flanc Nord direct et appuyé sur la bande devillienne de Fumay, à bord Sud renversé et auquel succède au Midi une aire anticlinale devillienne déversée au Nord (bande de Deville-Rimogne), amorce d'une zone synclinale plus méridionale masquée par la transgression des terrains plus récents. L'ensemble est fortement comprimé du Sud vers le Nord par des poussées qui l'ont morcelé, soit en plis anticlinaux secondaires couchés au Nord, soit en une série d'écailles résultant de la brisure des flancs inverses des anticlinaux et se chevauchant du Sud au Nord.

Cette opposition de structure entre le Cambrien et le Dévonien est due à des dislocations qui se sont produites à des âges différents et dont on peut analyser les effets particuliers. C'est le plissement calédonien qui a donné au Massif son allure de synclinorium complexe, tandis que les mouvements hereyniens, relativement plus doux, ont eu un effet contraire au précédent, en pliant l'aire synclinale en une voûte anticlinale dissymétrique dont on retrouve l'axe principal au milieu du Massif, dans le synclinal majeur de Revinien.

A cette structure que j'exposais en 1937, s'oppose celle décrite par M. Anthoine. En effet, à peu près à la même époque, M. R. Anthoine faisait paraître, un mémoire sur le Massif de Rocroi [7] dans lequel on trouve une conception tectonique toute différente : Les bandes de Deville

et de Fumay n'auraient rien de commun entre elles et représenteraient respectivement les étages devillien et fumacien, tous deux d'âge indéterminé. Sur ce socle, aujourd'hui partiellement découvert, aurait déferlé une nappe puissante de recouvrement, constituée par du Revinien qui représenterait seul le Cambrien puisque, à son sommet, les couches à *Dictyonema flabelliforme* indiquent le niveau du Trémadoc. Il s'ensuit que les bandes de Deville, de Fumay et d'Eteignières d'âge interminé constitueraient des fenêtres tectoniques. Quant au Revinien, on ignore complètement son origine, la racine de la nappe de charriage pouvant se situer très loin vers le Sud, sous le bassin de Paris [7, p. 12] ; toutefois, aucune preuve n'appuie cette théorie d'un déplacement d'ensemble.

Ces deux conceptions aussi dissemblables reposent pourtant, l'une comme l'autre, sur un faisceau d'arguments géométriques qui sont les seuls à pouvoir être utilisés dans le Massif de Rocroi, puisque l'on manque de documents paléontologiques, mais qui doivent être choisis et maniés avec circonspection, en évitant notamment toute idée préconçue et théorique, impossible à vérifier, et en abandonnant scrupuleusement toute hypothèse infirmée par l'observation des faits. Par contre, paraissent excellents les arguments géométriques qui ont fait leurs preuves dans d'autres bassins où ils sont contrôlés à chaque instant par la présence de nombreux fossiles.

A cause de cette opposition marquée dans les deux types de structure envisagés à l'heure présente, je crois utile de rappeler d'abord les idées qui m'ont servi de base d'étude et d'en faire la critique ; ensuite, j'examinerai la valeur des arguments invoqués dans l'hypothèse du charriage émise par M. Anthoine.

CONCORDANCE DU DEVILLIEN ET DU REVINIEN ;
PLISSEMENT DU MASSIF DE ROCROI SUIVANT LE STYLE
IMBRIQUÉ ET NON SUIVANT LE STYLE DES PAYS DE NAPPES.

Les arguments géométriques servant de base à la

structure du Cambrien de Rocroi, telle que je l'ai exposée, sont de plusieurs ordres, quant à leur importance.

1° LA FORME DES PLIS. — Pour montrer que les bandes de Fumay et de Deville-Rimogne sont bien en position anticlinale, j'ai étudié la forme des plis que j'ai comparée à celle bien connue dans le Bassin houiller du Nord de la France où les observations géométriques sont minutieusement contrôlées par les examens paléontologiques de la faune et de la flore. Dans le Massif de Rocroi, on reconnaît ainsi les flancs directs des bassins synclinaux en ce qu'ils présentent l'allure en dents de scie caractéristiques du « Comble Nord » du Bassin houiller [5, p. 7] ; les flancs renversés, au contraire, offrent des détails de structure des zones de dressants renversés, situés en position analogue dans ce bassin houiller [5, p. 27 et suiv.]. Ces données démonstratives indiquent bien que le Revinien de Revin existe en position synclinale entre deux anticlinaux de Devillien : celui de Fumay, dont on ne connaît que la retombée méridionale, et celui de Deville-Rimogne, lui-même plissé en ondes secondaires [5, p. 22 à 45]. La bande d'Eteignières examinée en détail précédemment [10] est exactement du même type que celle de Deville et correspond aussi à un anticlinal de Devillien.

2° L'OBSERVATION DE LA SUCCESSION NORMALE DU REVINIEN AU DEVILLIEN. — Pour s'assurer de cette succession, il importe évidemment d'éviter les zones de fractures excessives où il se produit une interpénétration accidentelle des deux étages. Il y a trois zones de ce genre :

a) La terminaison orientale de la bande de Fumay où les plis sont décalés par une série de décrochements latéraux ; par suite de ces rejets successifs, à un alignement de roches devilliennes succède brutalement, et dans la même direction, un ensemble de roches reviniennes. Une telle tectonique n'a rien de commun avec une faille de charriage.

b) La terminaison occidentale des bandes de Fumay

et de Deville-Rimogne où le jeu de failles de Rocroi, de direction Nord-Sud, abaisse le compartiment de l'Ouest par un tassement qui représente un synclinal transverse comme il en existe bien d'autres en Ardenne. Par rupture des bancs, le contact est anormal entre le Devillien et le Revinien.

c) Les environs du Calvaire de Deville, à l'Ouest du village, où un pli-faille existe très localement à la limite devillo-revinienne [5, p. 33, fig. 8].

• Les deux premiers cas correspondent respectivement à des failles de décrochement ou de tassement ; le troisième à un pli-faille directionnel, mais temporaire.

Partout ailleurs, dans les zones moins brisées par les différentes orogénèses, les contacts entre les deux étages devillien et revinien sont normaux. On a trois preuves de ce fait : 1° quand on examine réellement le contact sur le terrain, sans hiatus d'observation, on constate que le pendage est le même dans les couches devilliennes et reviniennes sans trace de broyage ni même d'une cassure importante au contact des deux séries ; 2° l'étude stratigraphique comparée des étages, au voisinage de leur limite commune, montre que la *succession des strates reste toujours identique à elle-même* [10]. La distance qui sépare les veines ardoisières noires (base du Revinien inférieur) de la veine ardoisière supérieure du Devillien reste toujours du même ordre de grandeur. Ainsi, sauf le cas assez exceptionnel de dislocation locale à la limite même des deux étages, ceux-ci sont bien en concordance stratigraphique, puisque l'on remarque constamment les mêmes niveaux au voisinage l'un de l'autre et dans le même ordre, soit en superposition normale, soit en position renversée ; 3° en confirmation de l'observation précédente, on observe un *passage graduel*, souvent assez rapide mais certain, *entre les deux assises*. Je l'ai fait remarquer à l'Ecaillère, près d'Eteignières [10, p. 93] ; il existe à Deville comme à Fumay.

En conséquence, toutes ces observations stratigraphi-

ques confirment les remarques précédentes d'ordre tectonique et aboutissent à la nécessité de considérer les bandes de Deville-Rimogne, d'Eteignières et de Fumay comme équivalentes et antérieures au Revinien qui les recouvre en stratification concordante. Telle est l'organisation des strates cambriennes d'après mes observations.

Du fait qu'il admet le transport du Revinien sur le Devillien, M. Anthoine ne tient pas compte des observations qui viennent d'être rappelées. Là où l'on observe le contact entre le Devillien et le Revinien, il constate que le pendage reste le même dans les deux étages, ce qui le conduit à admettre une faille parallèle aux couches ; une telle faille peut évidemment exister dans un véritable charriage, mais j'indiquerai plus loin que dans le cas présent elle ne peut pas se concevoir mécaniquement pour la limite septentrionale des bandes de Deville et d'Eteignières.

En admettant la faille de charriage, on se demande en premier lieu pourquoi elle resterait constamment et strictement parallèle aux mêmes couches, quel que soit le secteur envisagé, de sorte *qu'elle agirait exactement et toujours comme une limite d'assise* ; comme je l'indiquais précédemment, n'observe-t-on pas, d'une façon générale, les mêmes niveaux stratigraphiques du Devillien en contact avec les mêmes horizons du Revinien ? M. Anthoine lui-même le constate dans la bande de Deville quand il écrit : « On conclurait volontiers que la couche exploitée à Rimogne est celle du Grand Terne connue dans la Meuse » [7, p. 155] et : « dans la région de Rimogne, on retrouve les séries du Devillien de Deville » [7, p. 159]. Il est troublant de constater une telle analogie entre une limite d'assise et une soi-disant faille de charriage.

Mais il y a mieux car, en second lieu, même si l'on admet que le parallélisme précédent puisse occasionnellement se produire sur la distance de 20 km. correspondant à la limite Nord de la bande de Deville, on peut plus difficilement concevoir que ce fait se reproduise systéma-

tiquement pour les bandes de Fumay et d'Eteignières. Ici aussi, en deux lieux très distants, « la faille de charriage » passerait exactement au même niveau par rapport au Devillien supérieur. Et c'est encore M. Anthoine qui constate lui-même que les couches d'Eteignières se rattachent à celles de la partie supérieure de la bande de Fumay [7, p. 181]. D'ailleurs, en voulant différencier les deux bandes de Deville et de Fumay en deux étages distincts, M. Anthoine est embarrassé pour savoir auquel des deux étages il conviendrait de rattacher la bande d'Eteignières qui présente, comme je l'ai indiqué ailleurs [10, p. 104], un terme intermédiaire entre les deux bandes principales dont le faciès diffère par suite d'un état métamorphique plus prononcé dans l'une et moins dans l'autre. On devient donc assez sceptique quand une telle « faille de charriage » agit aussi manifestement comme une limite d'étage à travers tout le Massif Cambrien.

Enfin, pour M. Anthoine, il n'y aurait pas de transition entre le Devillien et le Revinien. Cette zone de passage s'observe pourtant par quelques mètres de phyllades gris-verdâtre et quartzophyllades de même teinte et parfois zonaires [10, p. 93] que M. Anthoine n'a pas été sans remarquer ; il en signale implicitement des cas à l'Ecaillère d'Eteignières [7, p. 174, § 6], à la Savonnière, près Maubert [7, p. 179, § 3 et 4], à Deville [7, p. 94, § 4], à Fumay [7, p. 27, § 4], au Midi de la Forge-Jean-Petit, sur la route de Chimay à Rocroi [7, p. 65 § 5]. Toujours, ces schistes et quartzophyllades, à teinte peu franche et intermédiaire, gisent exactement entre le Devillien vert franc et le Revinien noir franc. C'est le cas général dans le massif.

Ainsi les arguments précédents, invoqués en faveur de l'explication du charriage, non seulement ne sont pas démonstratifs, mais sont en contradiction avec les faits cités dans le même travail ; par contre, ils appuient admirablement l'idée de la succession normale devillo-revinienne que l'auteur voudrait repousser.

3° LA PRÉSENCE DE FILONS-COUCHES DE ROCHES ÉRUPTIVES. — L'étude stratigraphique peut être poussée plus loin, grâce à la présence de filons-couches de roches éruptives qui permettent de déceler les plis secondaires affectant le synclinorium de Revin. Ces épanchements m'ont paru utiles à considérer car ils ne se ressemblent pas tous. Certains sont constitués uniquement par du microgranite (*porphyroïde* des auteurs ardennais), d'autres par de la diabase (*diorite* des mêmes auteurs); certains se dédoublent et sont séparés par quelques mètres de schistes et de quartzites; d'autres, enfin, contiennent à la fois du microgranite et de la diabase, l'une de ces roches pouvant exister au toit ou au mur de l'autre. On voit l'intérêt qu'il y a, dans une région déterminée, à suivre ces niveaux-repères dont l'alignement et la réapparition avec une certaine régularité révèlent des plis secondaires dans une masse aussi monotone que les schistes et quartzites d'un même étage. Cette étude permet de détailler davantage la structure complexe du synclinorium de Revin [5, p. 10 à 22, 10, p. 99].

M. Anthoine n'est pas de cet avis parce qu'il envisage ces venues éruptives comme des *pointements*. Il fait remarquer qu'aucun géologue n'a encore aligné le kératophyre de Coo, les diabases de Challes et Malmédy, l'eurite de Spa, les tonalites de la Helle et de Lammersdorf [6, p. 360]. Il est bien évident que l'on ne peut aligner de telles roches que: 1° si elles sont de même nature et dans les mêmes conditions de gisement, 2° si les gîtes, suffisamment nombreux, sont du *type interstratifié*. Comme tel est le cas de la plupart des gîtes du Massif de Rocroi, il y a tout intérêt à se servir de leur présence.

Depuis von Dechen, en 1823, et l'excursion de 1835 à laquelle participèrent des géologues comme d'Omalius d'Halloy, Constant Prévost, Dumont, Buckland et Greenough, tout le monde est d'accord pour reconnaître que les roches éruptives du Massif de Rocroi sont en *stratifi-*

cation concordante avec les schistes et quartzites. Ce sont bien, en général, des filons-couches comme l'indiquaient encore de la Vallée-Poussin et Renard, en 1876 [2] et Gosselet en 1888 [3, p. 104]. D'ailleurs, il suffit de les examiner dans des carrières pour en être convaincu. Toutefois, il est certain que ces roches intrusives recourent en quelque endroit les couches à l'emporte-pièce avant de s'insinuer plus loin en filons-couches. Par ailleurs, ceux-ci ne sont pas indéfinis et peuvent exister dans un secteur et faire défaut dans un autre. C'est pourquoi on ne peut utiliser cet argument que localement afin de démêler l'allure des plis dans une zone déterminée pour laquelle on aura établi une succession stratigraphique donnée. C'est donc dans ce sens que j'ai utilisé la présence des roches intrusives dans la vallée de la Meuse où j'ai pu mettre en évidence les plis du ravin de Faux et d'Anchamps; les roches éruptives, de nature différente dans chaque filon interstratifié, sont ici parfaitement symétriques de part et d'autre d'un axe qui est évidemment celui d'un pli [5, Pl. I].

Cette idée n'a pas été bien comprise et M. Anthoine donne même à penser que je considère les roches intrusives comme l'apanage du Revinien [6, p. 359]. Or, je me suis précisément élevé contre cette idée qui avait été émise précédemment par certains auteurs belges, alors que J. Gosselet avait depuis longtemps démontré le contraire [3, p. 87]; aussi, avais-je insisté sur le fait que ces roches existent aussi bien dans le Devillien que dans le Revinien [5, p. 37, 41, 52, 53].

Dans le même ordre d'idées, l'argument des roches intrusives peut être utilisé aux environs de Maubert-Fontaine et de Rimogne où l'on observe des niveaux dont plusieurs sont certainement différents de ceux de la vallée de la Meuse, notamment ceux qui intéressent la base du Revinien et le Devillien [10]; mais cela n'empêche pas la dissection des plis secondaires dans un secteur déterminé. Pour terminer, disons que l'argument n'est utilisable que

si l'on a réussi à dresser d'abord un schéma d'ensemble de la stratigraphie et de la structure qu'il aidera à améliorer. Pour être d'ordre secondaire, il n'en est pas moins pratique.

4° LES ENSEMBLES LITHOLOGIQUES. — Enfin, l'observation de la fréquence des roches quartzitiques ou schisteuses, prises dans leur ensemble, si elle reste subordonnée à celle des niveaux-guides, peut aider à tracer des divisions à l'intérieur des différents étages. Mais je pense que c'est un argument de moindre valeur. En effet, les bandes quartzitiques peuvent se présenter en lentilles; de plus, elles se ressemblent très souvent, à l'intérieur du même étage, de sorte que leur identification est toujours difficile et souvent même impossible; enfin, les plateaux couverts de limons rendent très aléatoire tout rattachement des niveaux quartzitiques si ce rattachement n'est pas guidé par un autre fil directeur.

Tel est l'ensemble des caractères qui militent très fortement en faveur de la concordance des étages cambriens et du plissement régulier du Massif de Roeroi, avec parfois des écaillés de poussée, mais sans charriage de grande envergure. Les objections présentées contre cette structure me paraissent aisément réfutables, comme le sont également les arguments utilisés pour établir la théorie du transport du Revinien sur le Devillien.

LES BASES DE L'HYPOTHÈSE DU CHARRIAGE ; RÉFUTATION DES ARGUMENTS.

Cette conception du charriage d'une nappe de Revinien sur un substratum plus ancien s'appuie sur des considérations lithologiques et tectoniques locales.

L'ALIGNEMENT DES QUARTZITES AU SEIN DES MASSES DE SCHISTES. — Cet argument prime parfois toute autre considération. En particulier, « toute la tectonique de la région située entre Maubert-Fontaine, Eteignières et Beaulieu, est basée principalement sur les nombreuses

observations faites sur deux puissants niveaux de quartzites noirs parallèles, interstratifiés dans un ensemble de couches composées surtout de phyllades noirs » [7, p. 162]. Il est juste de penser que certaines bandes très spéciales, comme le banc poudingiforme signalé par M. Anthoine, peuvent aider à débrouiller la stratigraphie, s'il est prouvé que ce faciès se maintient dans un secteur déterminé et au même niveau. Mais on peut se demander ce qu'il advient des raccords effectués à travers des plateaux couverts en moyenne par 4 ou 5 mètres de limons, alors que les bancs de quartzites aperçus dans les vallées sont si nombreux et souvent si semblables. Si l'on n'a plus de caractères discriminants, comme la variété et les associations de roches différentes, on n'a pas davantage de certitude dans les raccords pétrographiques.

Cette méthode peut déceler les petits plis locaux, mais pas les plis d'ensemble, et c'est pourquoi M. Anthoine aboutit à une série à peu près continue dans le Revinien depuis Fumay jusqu'à Deville, ce qui a pour effet d'attribuer à cet étage une épaisseur bien trop considérable [7, p. 36 à 39].

2° L'ORIENTATION DIFFÉRENTIELLE DES COUCHES. M. Anthoine considère que l'orientation n'est pas la même dans les couches devilliennes et reviniennes au voisinage les unes des autres, d'où l'idée que les deux séries seraient indépendantes. Quand il existe une solution de continuité entre les observations, ce fait peut se produire mais ne prouve rien ; en effet, il dépend des très nombreux plis et dislocations qui affectent le massif et changent à chaque instant les orientations locales sans modifier pour cela la direction générale des couches. Quand il n'existe pas d'hiatus d'observation entre les deux étages, on remarque exactement le contraire et les différents lits de roches devilliennes et reviniennes se succèdent avec la même orientation et le même pendage. Les exemples ne manquent pas et M. Anthoine indique même des cas très nets de parallélisme entre les phyllades en contact, notamment

à Deville, au Midi de la Forge-Jean-Petit et à l'Ecaillère d'Eteignières [7, p. 175] ; ce parallélisme se remarque encore dans les coupes dessinées dans son mémoire.

3° LA PRÉSENCE D'UNE FAILLE DE CHARRIAGE. — Pour M. Anthoine, le Revinien a été transporté sur le Devillien et il existe une surface de glissement entre les deux étages. A l'Est de Fumay, les couches sont disloquées et déjetées par suite de la forte torsion qu'a subie la bande ardoisière en ce lieu. Manifestement, il y a ici toute une série de failles de décrochement. A l'Ouest de Rimogne et de Brûly, le jeu de failles de Roeroi a abaissé la région occidentale. Il s'agit ici d'un tassement, exagérant par brisure une sorte de synclinal transverse qui s'étend au Nord jusqu'à Cul-des-Sarts. M. Anthoine prend argument de ces accidents transversaux pour étayer son hypothèse du charriage. Ces preuves, il faudrait les trouver dans le sens longitudinal et montrer qu'il existe réellement des *failles directionnelles continues* mettant en *contact anormal des couches différentes* des deux étages cambriens. Or, tout indique que ce fait n'existe pas.

a) *Aucune faille directionnelle continue ne limite le Revinien du Devillien.* On sait à quel point les couches cambriennes se disloquent aisément en plis-failles; aussi n'y a-t-il rien d'étonnant à constater des cassures de ce genre produites occasionnellement juste au contact des deux étages cambriens. J'ai signalé une faille directionnelle locale de ce type, à l'Ouest de la Meuse, au Calvaire de Deville [5, p. 23]. Mais il est impossible de généraliser ce cas. A Fumay [5, p. 11], on ne voit pas de trace de faille entre la veine Renaissance (Devillien) et celle des Peureux (Revinien) ; des cassures existent au Nord de Renaissance, en plein Devillien ; d'autres, au Sud des Peureux, au Rocher de l'Uff, dans le Revinien ; mais le contact des deux étages n'est pas faillé. La faille de l'Uff n'est d'ailleurs pas importante puisqu'elle n'existe plus en profondeur dans les travaux des ardoisières.

A Deville, rive Est de la Meuse, il n'y a aucune trace

de faille entre le Devillien et le Revinien dont les couches, en dressants renversés, présentent le même pendage. On ne décèle pas plus l'existence d'une zone de broyage. A Eteignières, les strates reviniennes et devilliennes se succèdent normalement sans accident entre les deux séries ; le pendage reste le même et le passage s'opère insensiblement d'un étage à l'autre [10]. M. Anthoine reconnaît que le contact se produit sans zone de broyage [7, p. 175] et que la coupe qu'il donne « n'apporte pas d'argument nouveau pour étayer l'hypothèse du refoulement des couches noires sur celles à teinte plus claire » [7, p. 176]. Toutefois, comme il doit y avoir une faille pour satisfaire la théorie du charriage, M. Anthoine la voit dans la présence d'un filonnet de quartz, incliné au Sud 78°, recoupant obliquement les couches entre les schistes noirs et les phyllades gris-verdâtre avec quartzophyllades que je considère comme la zone de transition et M. Anthoine comme le Devillien. Or, de tels filonnets de quartz sont extrêmement fréquents à n'importe quel niveau du Cambrien ; dans la coupe de M. Anthoine elle-même [7, p. 175], il y en a d'autres au Sud, dans le Devillien, comme au Nord, dans le Revinien. La distinction de l'un d'entre eux comme représentant la faille de charriage est totalement arbitraire et sans le moindre effet démonstratif puisqu'il s'agit d'un simple remplissage d'une cassure comme il y en a tant dans tout le Cambrien et le Dévonien.

Il en va de même pour d'autres lieux. Au Midi de la Forge-Jean-Petit, c'est encore un filon de quartz qui est regardé comme représentant la surface de glissement du Revinien sur le Devillien parce qu'il est situé à peu près à la limite des deux étages [7, p. 65 et 88]. Comme à Eteignières, il n'existe pas de zone de broyage et la concordance du pendage et de la direction est manifeste dans les deux étages.

Si l'on suivait une telle argumentation, il est de toute évidence que l'on pourrait tracer de telles failles à bien

des endroits dans le Massif, voire même dans les couches dévoniennes qui l'entourent puisque de nombreux filons de quartz y sont constatés [9, p. 508].

b) *L'allure d'une faille de charriage à la limite Devillien-Revinien ne s'explique pas.* La surface de glissement invoquée par M. Anthoine présente, dit-il, une allure singulière et extrêmement complexe dont il faut voir l'origine dans un replissement, postérieur à sa formation, par les mouvements hercyniens [7, p. 101 et 198, fig. 23 à 26]. Dans ce cas, il est obligatoire de supposer que l'action de ces dernières poussées aurait été très importante. Le mémoire de M. Anthoine ne spécifie pas dans quelle mesure cette action s'est produite parce que la démarcation n'est pas faite entre les effets attribuables à chaque orogénèse. Or, il est manifeste que *l'effort hercynien a été faible* dans le Massif de Rocroi (1). Celui-ci, érigé en massif montagneux par l'orogénèse calédonienne puis érodé et transformé en pénéplaine, constituait un bloc résistant qui, lors des poussées hercyniennes, s'est soulevé et déformé modérément en entraînant avec lui le Dévonien le surmontant. Il en est résulté des plis très

(1) Le même effort a été au contraire beaucoup plus intense dans le Massif de Stavelot et M. Renier (*Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4, t. 28, 1928, p. 507) remarque que les plis dus à l'orogénèse calédonienne sont ici à grand rayon de courbure et nullement aigus comme devait en produire plus tard la poussée hercynienne. Mais j'ai déjà indiqué [8, p. 6 à 14] que ce qui est exact pour le Massif de Stavelot ne l'est pas pour celui de Rocroi. Et ceci se conçoit par l'état de transformation des roches résultant des plissements calédoniens. Ceux-ci ayant été nettement plus forts à Rocroi qu'à Stavelot, les roches sont devenues bien plus résistantes dans le premier cas que dans l'autre. Lors des plissements hercyniens, le Massif de Rocroi, compact et résistant, s'est simplement soulevé et légèrement ondulé ainsi que le Dévonien immédiatement voisin et protégé par le socle dur cambrien.

A l'opposé de cet état des choses, le Massif de Stavelot, moins atteint par la précédente orogénèse et donc à roches moins dures, s'est comporté à peu près comme les masses sédimentaires des bassins dévoniens qui étaient meubles et qui, par suite, n'ont pu opposer qu'une moindre résistance aux poussées hercyniennes. Celles-ci y ont donc produit des plis plus aigus.

simples dans les assises dévoniennes situées sur l'axe anticlinal principal hercynien (axe de l'Ardenne de M. E. Asselberghs ou axe de Louette-Saint-Pierre de G. Waterlot) et nécessairement dans le Cambrien sous-jacent. Les coupes établies par M. E. Asselberghs dans l'Eodévoniien limitant le Massif de Rocroi sont très suggestives à cet effet [9, Pl. VI, coupes IV et V]. Le flanc Sud de l'anticlinal de l'Ardenne est en particulier très doux avec pendage au Sud de l'ordre de 15 à 30°; le flanc septentrional est plus mouvementé [5, p. 49, Pl. I et II; 8, p. 8 à 11; 9, p. 506].

Il est donc possible de supprimer l'action de l'orogénèse hercynienne pour reconstituer l'allure qu'aurait présenté la « faille de charriage » de M. Anthoine. Sur les limites méridionales des bandes devilliennes de Fumay et de Deville, la faille pencherait au Sud de 30° environ et le Revinien repose sur le Devillien. La limite Sud de la bande de Fumay, bien que située sur le flanc Nord du pli anticlinal principal hercynien, se place sur la retombée méridionale du petit pli anticlinal secondaire de Vieille-Persay (2) [8, p. 9]; la limite Sud de la bande de Deville est installée sur le flanc direct à pente douce vers le Sud du pli anticlinal de l'Ardenne. Dans les deux cas, si l'on rabat ce flanc sur l'horizontale, afin d'éliminer l'effet des mouvements hercyniens, cela revient à baisser également d'une quinzaine de degrés l'inclinaison des couches devilliennes et reviniennes qui penchent de 30° vers le Sud. Ceci donnerait à la « Faille » une inclinaison voisine de 15°, ce qui se conçoit aisément dans l'hypothèse d'un charriage.

(2) Ce cas est d'ailleurs le plus favorable à l'hypothèse du charriage; en effet, comme l'aile Nord des plis montre généralement ici un pendage voisin de la verticale, en supprimant l'effet hercynien, la pente due à l'action calédonienne devrait augmenter de 90° environ en direction du Nord; la pente de 30° Sud deviendrait alors de 60° Nord et le Revinien passerait sous le Devillien; l'hypothèse du charriage ne serait donc pas possible.

Mais il n'en va pas de même pour la limite septentrionale devillo-revinienne de la bande de Deville. Ici, la « Faille de charriage » qui formerait cette limite penche toujours au Midi et assez fortement: 57° à Deville, où elle serait parallèle aux couches [7, p. 95-96]. Mais une anomalie grave se présente dans ce cas puisque le Revinien, soi-disant charrié sur le Devillien, repose en fait *en-dessous* de celui-ci. Il faudrait donc admettre une action des mouvements hereyniens suffisamment puissante pour avoir pu inverser complètement le sens de l'inclinaison de la faille. Il est évident que cette inclinaison aurait dû être à l'origine d'une vingtaine de degrés vers le Nord ; les mouvements hereyniens l'auraient donc fait basculer de 103° à Deville, en direction Sud. Cette hypothèse est inconcevable.

En effet, la limite Nord de la bande de Deville correspond à la retombée méridionale du pli anticlinal hereynien de l'Ardenne [5, Pl. I et II] dont l'inclinaison vers le Sud est très douce (15° environ). Si l'on rabat ce flanc Sud sur l'horizontale, la faille de charriage supposée s'aplatit dans le même sens et de la même quantité, ce qui ferait pencher la faille vers le Sud de 42° à Deville au lieu de 57° . Il en résulterait que le Revinien s'enfoncerait encore davantage sous le Devillien. L'hypothèse du transport devient donc complètement inexplicable et en opposition formelle avec les faits réels d'observation.

Quant à la bande d'Eteignières, elle se situe sur l'axe de l'anticlinal hereynien d'Anchamps-Louette-Saint-Pierre (3) qui a plissé Cambrien et Dévonien suivant une voûte simple et peu accentuée [9, Pl. VI, coupe V]. Sa limite septentrionale, qui correspondrait à la faille de charriage de M. Anthoine, appartient à la retombée Nord du pli hereynien à inclinaison Nord 20° environ. Ce pendage annulé, afin de rétablir la pente des couches par

(3) Ce fait est confirmé par la présence d'un noyau anticlinal devillien à Neuve-Forge, près des Mazures. (Note ajoutée pendant l'impression).

l'effet des poussées calédoniennes, la faille de charriage d'Eteignières qui, d'après M. Anthoine, serait actuellement inclinée à 78° vers le Sud [7, p. 174] aurait donc eu primitivement un pendage de 82° vers le Nord, ce qui paraît extraordinaire dans l'hypothèse, vraiment inadmissible, d'un glissement du Revinien sur le Devillien.

e) *L'idée d'une vaste nappe de recouvrement est incompatible avec la structure de l'avant-chaîne calédonienne.* — Pour terminer l'examen de cette théorie du transport à grande distance, il n'est pas inutile de situer le Massif de Rocroi dans l'ensemble de la chaîne à laquelle il appartient. On sait qu'il est un fragment d'une petite cordillère avancée, érigée au Sud de la vieille chaîne calédonienne formant l'ossature ancienne de l'Europe septentrionale en Ecosse et en Scandinavie. Les mouvements qui l'ont fait surgir de sa fosse géosynclinale n'ont pas pu avoir une ampleur excessive. Vers l'Ouest du Massif, en Artois, la déformation, si elle a eu lieu, a pu se produire lors de la phase ardennaise des plissements calédoniens (approximativement la phase taconique). Dans ce cas, il est très probable qu'elle n'a pas dû être très forte et qu'elle était comparable à celle qui a affecté le Pays de Galles [8, p. 25] ; si la mer a quitté la région à cette époque, elle a dû revenir très vite et s'y maintenir puisque, lors des mouvements paroxysmaux de l'orogénèse calédonienne, le Pays d'Artois est resté insensible aux poussées, ce qui a permis une sédimentation continue du Silurien au Dévonien.

A l'opposé de cette région par rapport au Massif de Rocroi, on sait que les poussées calédoniennes n'ont pas déployé une grande vigueur dans le secteur cambrien de Stavelot [8, p. 11] ; la preuve en est que la discordance entre le Salmien (Ordovicien inférieur) et le Gédinnien est peu accentuée, au moins sur le bord septentrional du Massif qui s'était très faiblement ondulé. Davantage vers le Nord-Est, dans le Sauerland, il n'y eut plus aucune action orogénique puisqu'il n'existe pas de discordance entre le Silurien et le Dévonien.

Entre ces deux secteurs calmes de l'Est et de l'Ouest, celui de Rocroi apparaît comme ayant été le plus sensible à l'action orogénique [8, p. 8]. C'est ce qui apparaît à l'examen des chevauchements, des écaillés pincées entre failles, des petits lambeaux de poussées, comme celui du Fay Phade [5, p. 46], et même des flancs renversés de plis synclinaux avec parfois un cran de retour qui en élimine une importante partie [5, p. 21]. C'est pourquoi la lacune constatée à Rocroi, où elle intéresse tout le Silurien (depuis la base du Trémadoc jusqu'au Gédinnien), est sensiblement plus forte qu'à Stavelot où elle s'étend pourtant, malgré l'adoucissement de l'effet orogénique, depuis le sommet du Salmien (vraisemblablement Llandéilo inférieur) jusqu'au Gédinnien. La disproportion entre les deux lacunes n'est toutefois pas telle que l'on puisse croire qu'un continent peu accidenté ait pu surgir du côté de Stavelot, tandis qu'aux environs de Rocroi se produisait un chevauchement fantastique. S'il s'agit effectivement d'une tectonique brisante, dans le Massif de Rocroi, il faut toutefois bien reconnaître que l'ampleur des plis et des déplacements a été relativement restreinte.

Il ne paraît donc pas possible de concevoir que le Massif de Rocroi, pris entre deux régions, en somme assez calmes, aussi voisines que l'Artois et le pays de Stavelot, puisse avoir subi l'effet d'une rafale tectonique intense qui aurait fait déferler, sur un Devillien autochtone, une énorme masse de Revinien appartenant à une vaste nappe de recouvrement dont la racine se situerait, d'après M. Anthoine, bien au Sud de l'Ardenne et très loin sous le Bassin de Paris [7, p. 12]. Une telle hypothèse paraît en désaccord avec la tectonique, somme toute adoucie, qui a affecté l'avant-chaîne calédonienne.

Tout en rendant hommage au travail patient de M. Anthoine, dans un terrain aussi monotone que le Cambrien de Rocroi, et tout en appréciant la qualité de ses observations sur le terrain, je ne puis que discuter ses conclusions qui ne s'accordent pas avec les faits observa-

bles et regretter que les idées théoriques l'aient emporté sur des considérations plus fermes et plus réalistes.

CONCLUSION

L'hypothèse d'une surface de charriage entre le Devillien et le Revinien que l'on suppose appartenir à un vaste lambeau de recouvrement me paraît sans fondement. La faille n'a jamais été décelée; dans certains cas, ce que l'on nous présente comme telle n'est qu'un simple filon de quartz comme il en existe bien d'autres à n'importe quel niveau, dans l'intérieur du Massif; dans d'autres cas, il n'existe même pas de cassure entre les deux étages. Au contact devillo-revinien, on ne voit pas de discordance tectonique continue, ni trace de mylonite; les banes étirés ne sont pas plus fréquents à ce niveau qu'à n'importe quel autre à l'intérieur des étages. Etant donné, d'une part, le pendage actuel très accentué que la faille présenterait et, d'autre part, la position parfois renversée des étages, deux faits qui s'opposent à la faible action de l'orogénèse hercynienne, une telle faille de charriage est incompréhensible et aussi inexplicable que l'hypothèse d'une nappe de recouvrement à long cheminement. Enfin, une telle conception contredit nos connaissances sur le style tectonique de l'avant-chaîne calédonienne dont fait partie le Massif de Rocroi.

A l'opposé de cette hypothèse, l'observation de la succession normale des deux étages cambriens qui, par ailleurs, passent graduellement l'un à l'autre; celle de la composition stratigraphique des étages, toujours la même de part et d'autre de leur limite commune; l'examen du type des plis; tout indique que le Cambrien de Rocroi forme un ensemble régulièrement plissé suivant le style imbriqué.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- 1 - 1847, A. DUMONT. — Les terrains ardennais et rhénan. *Mém. Acad. roy. de Belg.*, t. 20, p. 45 à 92.

- 2 - 1876, DE LA VALLÉE-POUSSIN et RENARD. — Mém. sur les caractères minér. et strat. des roches dites pluto-niennes de la Belgique et de l'Ardenne française.
- 3 - 1888, J. GOSSELET. — L'Ardenne. *Mém. Carte Géol. de la France.*
- 4 - 1898, J. GOSSELET et MALAISE. — Sur la terminaison occidentale du Massif ardoisier de Fumay. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. 27, p. 59.
- 5 - 1937, G. WATERLOT. — Sur la stratigraphie et la tectonique du Massif cambrien de Rocroi. *Bull. Carte Géol. de la France*, n° 195, t. 39, 54 pages, 2 pl. hors-texte.
- 6 - 1939, R. ANTHOINE. — Note sur la disposition singulière des couches du Revinien et du Devillien dans le Massif Cambrien de Rocroi. *Soc. Géol. de Belg.*, t. 62, p. 356-365.
- 7 - 1940, R. ANTHOINE. — Contribution à l'étude du Massif Cambrien de Rocroi. *Mém. Acad. roy. de Belg.*, Cl. des Sc., t. 12, fasc. 4, 201 pages, 1 carte hors-texte (mém. déposé en 1936).
- 8 - 1945, G. WATERLOT. — L'évolution de l'Ardenne au cours des diverses phases des plissements calédoniens et hercyniens. *Bull. Soc. Géol. France*, 5^e série, t. 15, p. 3-44.
- 9 - 1946, Et. ASSELBERGHS. — L'Eodévotionien de l'Ardenne et des régions voisines. *Mém. Inst. Géol. Louvain*, t. 14.
- 10 - 1947, G. WATERLOT. — L'anticlinal d'Eteignières (Massif cambrien de Rocroi) et ses rapports avec la région de Rimogne. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. 67, p. 87.

Granulométrie des sables de Cuise-Lamotte

par **Pierre Dollé (*)**

(3 fig. texte)

Poursuivant l'étude sur les sables tertiaires du Nord de la France, et poussant actuellement les recherches sur la granulométrie de ces sables, j'ai eu l'occasion d'analyser les sables de Cuise (Yprésien supérieur) provenant de l'endroit même où le type a été pris: à Cuise-Lamotte.

Cuise-Lamotte est un petit village situé à 14 kilomètres

(*) Note présentée à la séance du 6 novembre 1946; manuscrit déposé le 24 mars 1947.

environ à l'Est de Compiègne. Il est bâti dans une vallée encaissée qui débouche dans la vallée plus large de l'Aisne. La carrière où les échantillons ont été prélevés le 25 septembre 1946, se trouve sur le flanc droit de la petite vallée, à l'Ouest du village, au-dessous du Bois de Cuise. Actuellement, l'extraction n'est pas active : quelques brouettées destinées à combler les ornières creusées dans les chemins communaux par le ravinement des eaux de pluie. Le front de la carrière, qui s'ouvre au niveau de la route, s'élève presque vertical sur plus de 20 mètres de haut.

Au point de vue stratigraphique, Cuise-Lamotte se trouve dans une région du bassin de Paris où les sédiments tertiaires sont peu épais. Ils ont été relevés par un anticlinal dont l'axe, orienté Nord-Ouest - Sud-Est, passe à 7 kilomètres au Sud-Est de Cuise-Lamotte. Cet anticlinal provoque l'affleurement à Compiègne et dans la région Nord-Ouest de Compiègne des sédiments du Sénonien supérieur : craie C. 8 à *Belemnitella Quadrata* et, ensuite, craie C. 7 à *Micraster Cor-Anguinum*.

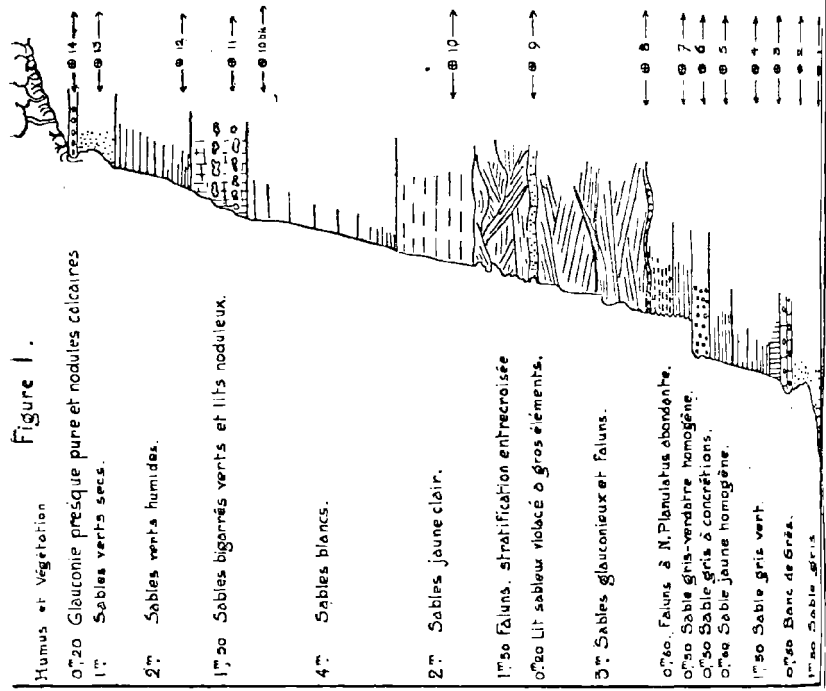
Au-dessus de la craie se superposent les sédiments de l'Eocène inférieur : Landénien avec la succession : sables de Bracheux, calcaire tufacé de Clairoux, argile à lignite. Ces argiles à lignites affleurent dans le fond de la vallée de Cuise-Lamotte où elles sont en partie recouvertes par des alluvions.

Sur les pentes s'élèvent les sables de Cuise (Yprésien) surmontés par les sédiments de base du Lutétien : calcaire grossier à *Nummulites Laevigatus-Lamarcki* et à *Marelia Omalinsi*.

La coupe se développe sur 21 mètres de haut. La base de la carrière, approximativement à + 70 est au niveau du chemin forestier qui monte sur le plateau, et à 15 mètres environ au-dessus du fond de la vallée.

Dans cette coupe, on peut à première vue distinguer trois régimes de dépôt : une zone calme, puis une zone à stratification entrecroisée et, à nouveau, une zone calme.

Figure 1.

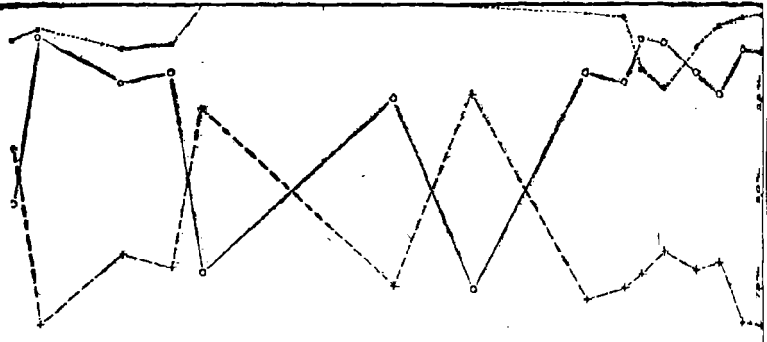


Sables de Cuise Lamotte : coupe de la carrière.

← ⊙ → 5 : échantillon prélevé. Fig. 1

Graphiques granulométriques groupés, (GROS Éléments > 200 μ →
 Inscrits en regard des échantillons (Éléments MOYENS de 200 à 100 μ ←
 prélevés : Fig. 2 (Éléments FINS de 100 à 50 μ →

Figure 2.



Ces zones se décomposent de la façon suivante (voir figure 1).

Pour la première zone :

- 1^m50 de sable gris (deux échantillons prélevés).
- 0^m40 de grès gris assez dur, à stratification parallèle, sans trace de fossiles.
- 0^m30 de sable jaune, bourré d'eau. L'humidité est provoquée par l'écoulement des eaux d'infiltration à la surface des grès (un échantillon: n° 3).
- 1^m20 de sable gris-vert, homogène et peu humide (échantillon n° 4).
- 0^m60 de sable jaune homogène (échantillon n° 5).
- 0^m50 de sable gris contenant des concrétions carbonatées (échantillon n° 6).
- 0^m50 de sable gris-verdâtre, homogène (échant. n° 7).

Cet ensemble est constitué par des couches homogènes, en stratification régulière, sub-horizontale, avec léger pendage vers le Sud-Est.

Pour la deuxième zone : sur 5 m. 30 se voit une série de couches très fossilifères, avec une stratification entrecroisée montrant une alternance de sables à peu près homogènes à gros éléments et de couches fossilifères avec accumulation de coquilles dont certaines, bien conservées, ont pu être déterminées.

- 0^m60 Lit très fossilifère, presque des Faluns, avec *Nummulites Planulatus-Elegans*, *Cerithium Biseriale*, *Turritella Edita*, *Cardita Elegans*.
- 0^m10 Mince lit sableux de teinte très claire, à éléments d'apparence assez grossière. Ce lit n'est pas horizontal, mais il est continu, sinuant sur toute l'étendue de la carrière, alors que les bandes de faluns sont fréquemment interrompus (échantillon n° 8).
- 3^m00 de sables glauconieux avec de nombreux lits fossilifères, à stratification entrecroisée où se trouvent les espèces suivantes: *Lampania Subacuta*, *Cyrena Cardioides*, *Neritana Schmidelliana*.
- 0^m20 Lit sableux violacé à gros éléments (échantillon n° 9). Ce lit comme le précédent où a été prélevé le n° 8 est continu à travers tout le front de la carrière.

1^m50 de sable jaunâtre à stratification entrecroisée, avec de nombreux fossiles identiques à ceux trouvés dans le banc immédiatement inférieur de 3^m00 d'épaisseur.

Pour la troisième zone :

- 2^m00 de sable jaune clair (échantillon n° 10).
- 4^m00 de sables blancs homogènes (échant. n° 10^{bis}).
- 1^m50 de sables bigarrés verts et blancs, avec des nodules de carbonate de chaux assez nombreux mais friables (échantillon n° 11).
- 2^m00 de sables vert-pâle, humides, homogènes (échantillon n° 12).
- 1^m00 de sables verts, secs et fins, homogènes (échantillon n° 13).
- 0^m20 de sables vert-foncé à très forte teneur en glauconie, avec des nodules calcaires friables (échantillon n° 14).

Au sommet de la carrière existe un sable limoneux, mélangé à de nombreuses particules végétales: humus et racines. Ce sable impur ne peut donner lieu à aucune détermination géologique ou granulométrique précise, aussi n'y ai-je pas prélevé d'échantillon.

C'est donc sur un total de 14 prélèvements que j'ai essayé d'établir la granulométrie des sables de Cuise, là où le type a été choisi, à Cuise-Lamotte.

Les fossiles cités plus haut permettent de déterminer les assises dans lesquelles ont été prélevés les échantillons:

Lampania Subacuta et *Cyrena Cardioidea* indiquent le niveau de Cuise pour la partie supérieure située au-dessus des sables violacés en lit peu épais (échantillon n° 9) ;

Turritella Edita et *Cardita Elegans* indiquent le niveau de Pierrefonds pour la partie inférieure, y compris l'échantillon n° 9).

Nous nous trouvons donc devant le sommet des sables de Cuise, l'assise d'Aizy n'étant probablement pas représentée dans la carrière.

Je ne reprendrai pas l'exposé de la méthode d'analyse

granulométrique, je vous indiquerai seulement les résultats obtenus.

ECHANTILLON n° 1. — Les pourcentages les plus élevés de grains retenus l'ont été par les tamis :

n° 70 (vide de mailles 240 μ)	3,81 %
n° 90 (» » 190 μ)	5,60 %
n° 110 (» » 140 μ)	78,17 %
n° 140 (» » 108 μ)	3,34 %

Il y a donc une proportion énorme de grains dont les dimensions sont comprises entre 160 μ et 140 μ .

J'ai essayé de représenter différemment le graphique granulométrique, en groupant les pourcentages en trois catégories, arbitrairement délimitées en :

Gros Eléments, de diamètre supérieur à 200 μ , c'est-à-dire jusqu'au tamis n° 100.

Eléments Moyens, de diamètre compris entre 200 et 100 μ , du tamis 110 au tamis 160.

Eléments Fins, de diamètre compris entre 100 et 50 μ , du tamis 180 au tamis 300.

Ce nouveau groupement donne :	<i>Gr. El.</i>	12,40 %
	<i>El. Moy.</i>	85,50 %
	<i>El. F.</i>	1,70 %

La forte proportion d'éléments moyens est encore plus évidente que dans la représentation précédente. La grosseur moyenne des éléments de cet échantillon se situe autour de 150 μ .

ECHANTILLON n° 2. — Voisin du précédent, il est situé immédiatement au-dessous du banc de grès. Au prélèvement, il était un peu plus sec que le précédent.

Pourcentages élevés au tamis n° 90	6,71 %
» » » n° 110	77,73 %
» » » n° 140	3,13 %
» » » n° 120	3,12 %

La classification en 3 catégories donne: *Gr. El.*... 11,60 %
El. Moy. 85,30 %
El. F.... 2,60 %

L'ordre de grandeur des trois catégories d'éléments est à peu près identique à celui de l'échantillon précédent.

ECHANTILLON n° 3. — Au-dessus du banc de grès, sable jaune bourré d'eau.

Pourcentages élevés au tamis n°	70....	4,84 %	
»	»	» n° 90....	12,40 %
»	»	» n° 110....	59,19 %
»	»	» n° 140....	4,42 %

Classification en 3 catégories: *Gr. El.*.... 24,00 %
El. Moy.... 69,40 %
El. F..... 5,50 %

Le sable perd de son homogénéité. Les gros éléments deviennent importants, soit le 1/4 du poids du sable. Les éléments fins, quoique peu nombreux, continuent légèrement à augmenter d'importance.

ECHANTILLON n° 4. — Sable gris-vert, humide, mais non bourré d'eau.

Pourcentages élevés au tamis n°	70....	4,07 %	
»	»	» n° 90....	6,32 %
»	»	» n° 110....	40,86 %
»	»	» n° 140....	13,30 %

Classification en 3 catégories: *Gr. El.*.... 17,90 %
El. Moy.... 71,00 %
El. F..... 11,00 %

Toujours à peu près la même proportion d'éléments moyens. La proportion d'éléments fins continue à augmenter légèrement.

ECHANTILLON n° 5. — Sable jaune en formation compacte et homogène.

Pourcentages élevés au tamis n° 90....	4,56 %
» » » n° 110....	28,58 %
» » » n° 140....	20,19 %
» » » n° 160....	14,77 %
» » » n° 180....	13,85 %

Classification en 3 catégories: <i>Gr. El.</i>	9,74 %
<i>El. Moy.</i> ...	66,60 %
<i>El. F.</i>	22,80 %

Les éléments fins augmentent d'importance au détriment des éléments moyens et gros. Il est à noter également que l'homogénéité du sable diminue: le plus fort pourcentage obtenu n'est que de 28 % du poids total du sable, au tamis n° 110.

ECHANTILLON n° 6. — Les rares conerétions carbonatées très friables s'écrasent au doigt et passent à travers la plupart des tamis.

Pourcentages élevés au tamis n° 90....	5,40 %
» » » n° 110....	27,12 %
» » » n° 140....	24,81 %
» » » n° 160....	16,28 %
» » » n° 180....	9,35 %

Classification en 3 catégories: <i>Gr. El.</i>	9,10 %
<i>El. Moy.</i> ...	72,40 %
<i>El. F.</i>	17,60 %

Sable presque identique au précédent, la proportion assez élevée d'éléments fins peut s'expliquer en partie par la présence des conerétions carbonatées réduites en poussière. Les éléments moyens sont répartis sur plusieurs tamis. Il y a donc une tendance marquée à l'hétérogénéité.

ECHANTILLON n° 7. — Sable gris situé immédiatement au-dessous des passées riches en débris coquillers et à stratification entrecroisée. Zone où *Nummulites Planulatus* est très abondante.

Pourcentages élevés au tamis n°	70....	6,88 %
»	»	»
»	n° 90....	10,15 %
»	»	»
»	n° 110....	60,14 %
»	»	»
»	n° 140....	9,50 %
»	»	»
»	n° 160....	4,74 %

Classification en 3 catégories: <i>Gr. El.</i>	....	20,70 %
<i>El. Moy.</i>	...	76,30 %
<i>El. F.</i>	....	3,00 %

Ce sable, le dernier homogène avant la zone troublée, voit à nouveau une prédominance des éléments moyens et gros, comme pour le sable se trouvant immédiatement au-dessus du banc de grès.

ECHANTILLON n° 8 et n° 9. — Ils ont été prélevés sur des passées sableuses à peu près continues, intercalées au milieu des dépôts à stratification entrecroisée contenant de nombreux fossiles.

N° 8 Pourcentages élevés au tamis n°	70....	4,69 %
»	»	»
»	n° 90....	9,14 %
»	»	»
»	n° 110....	54,78 %
»	»	»
»	n° 140....	12,61 %
»	»	»
»	n° 160....	6,65 %

Classification en 3 catégories: <i>Gr. El.</i>	.....	18,20 %
<i>El. Moy.</i>	....	78,50 %
<i>El. F.</i>	.....	2,00 %

N° 9 Pourcentages élevés au tamis n°	30....	13,51 %
»	»	»
»	n° 50....	10,08 %
»	»	»
»	n° 70....	29,07 %
»	»	»
»	n° 90....	11,54 %
»	»	»
»	n° 110....	17,81 %

Classification en 3 catégories: <i>Gr. El.</i>	.....	75,60 %
<i>El. Moy.</i>	....	24,30 %
<i>El. F.</i>	..	moins de 1 %

Le premier des deux échantillons s'apparente encore aux sables inférieurs, mais le second fait nettement partie de la zone troublée ayant déterminé l'amas de fossiles et

de gros grains de sable dont les dimensions sont comprises entre 750 μ et 300 μ . En pourcentage, les gros éléments viennent occuper la place des éléments moyens et inversement. Il est à remarquer que dans cette sédimentation, effectuée en eau agitée, il n'y a pas eu de dépôt d'éléments fins de diamètre inférieur à 100 μ .

ECHANTILLON n° 10. — Sables jaune clair. La sédimentation s'effectue à nouveau dans le calme.

Pourcentages élevés au tamis n°	70....	5,75 %
»	»	»
»	n° 90....	17,92 %
»	»	»
»	n° 110....	51,95 %
»	»	»
»	n° 140....	10,85 %

Classification en 3 catégories: <i>Gr. El.</i>	25,40 %
<i>El. Moy.</i> ..	74,60 %
<i>El. F.</i>	moins de 1 %

A noter ici l'abondance assez grande de gros éléments de dimensions comprises entre 200 μ et 250 μ , et l'absence d'éléments fins. Type à rapprocher de celui de la base des faluns, échantillon n° 8.

ECHANTILLON n° 10^{bis}. — Prélevé au sommet d'une accumulation de 4 mètres de sables blancs d'apparence homogène.

Pourcentages élevés au tamis n°	70....	30,72 %
»	»	»
»	n° 90....	28,08 %
»	»	»
»	n° 100....	10,04 %
»	»	»
»	n° 110....	21,03 %

Classification en 3 catégories: <i>Gr. El.</i>	71,60 %
<i>El. Moy.</i> ..	28,20 %
<i>El. F.</i>	moins 0,5 %

Ce sable, identique en apparence au n° 9, voit son homogénéité qui s'accroît : 90 % des éléments ont des dimensions comprises entre 250 μ et 175 μ . Les pourcentages élevés des tamis 70 et 90 ne sont pas dus à la présence de coquilles, mais à des grains de grandes dimensions.

ECHANTILLONS n° 11 et n° 12. — Sables humides, où la glauconie devient assez abondante.

N° 11 Pourcentages élevés au tamis	n° 70....	3,08 %
»	»	» n° 90.... 9,77 %
»	»	» n° 110.... 24,68 %
»	»	» n° 140.... 30,15 %
»	»	» n° 160.... 9,80 %

Classification en 3 catégories: *Gr. El.* 17,80 %
El. Moy. 70,50 %
El. F. 10,20 %

N° 12 Pourcentages élevés au tamis	n° 90....	4,90 %
»	»	» n° 100.... 5,71 %
»	»	» n° 110.... 23,98 %
»	»	» n° 120.... 12,09 %
»	»	» n° 140.... 23,70 %

Classification en 3 catégories: *Gr. El.* 20,70 %
El. Moy. 66,60 %
El. F. 11,50 %

Le type de l'échantillon n° 4 se retrouve, avec une majorité d'éléments moyens et fins tendant à s'accroître.

Il est à remarquer aussi que ces échantillons voient la majorité de leurs grains retenus par plusieurs tamis voisins les uns des autres, en général les tamis n° 110, 120 et 140.

ECHANTILLON n° 13. — Sables glauconieux, secs.

Pourcentages élevés au tamis	n° 90....	4,02 %
»	»	» n° 110.... 29,59 %
»	»	» n° 120.... 17,14 %
»	»	» n° 140.... 32,69 %
»	»	» n° 160.... 6,83 %

Classification en 3 catégories: *Gr. El.* 7,89 %
El. Moy. ... 86,20 %
El. F. 5,70 %

Cet échantillon donne une apparence de grande homo-

généité, mais les retenues se font toujours sur plusieurs tamis.

ECHANTILLON n° 14. — Dernier sable prélevé au sommet de la carrière, qui présente comme particularité une énorme proportion de glauconie lui donnant une couleur vert-sombre. Les grains de glauconie sont mélangés à des nodules calcaires, ce qui explique la forte teneur en gros éléments et la proportion assez élevée d'éléments fins. On retrouve ici un type voisin de celui des échantillons n° 9 et 10^{bis}.

Pourcentages élevés au tamis n°	50....	5,38 %
»	»	»
»	n° 70....	23,74 %
»	»	»
»	n° 90....	8,79 %
»	»	»
»	n° 110....	20,86 %
»	»	»
»	n° 140....	7,53 %

Classification en 3 catégories: <i>Gr. El.</i>	53,00 %
<i>El. Moy.</i> ...	37,70 %
<i>El. F.</i>	9,20 %

Quelles remarques permettent de faire ces graphiques granulométriques ?

1° Glauconie et concrétions carbonatées amènent une teneur plus élevée en éléments fins.

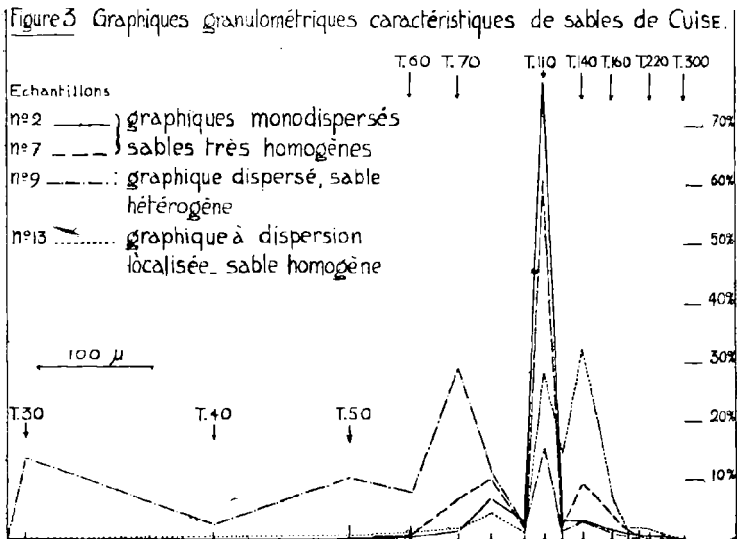
2° A part quelques échantillons nettement aberrants (les n° 9, 10^{bis} et 14), une certaine périodicité est mise en évidence dans la répartition de la grosseur des grains. A la base de la coupe, il existe une grande homogénéité dans les éléments moyens qui tend à diminuer quand on s'élève et qui est remplacée par une proportion régulièrement croissante d'éléments fins. Cette périodicité se retrouve ensuite pour les échantillons n° 10, 11, 12 et 13. Au sommet de la carrière, on retrouve une proportion croissante d'éléments fins.

3° Dans les échantillons présentant une perturbation, les n° 9, 10^{bis} et 14, l'interversion des éléments gros et moyens est complète et, dans la périodicité, les éléments

moyens prennent exactement la place des gros éléments et inversement (fig. 2).

4° Lorsqu'un sable est humide, le pourcentage des éléments fins s'élève par rapport à celui des sables immédiatement voisins.

Cela peut être provoqué par l'entraînement et la concentration des éléments fins par l'eau d'infiltration arrêtée par une surface moins perméable. D'un autre côté, cette perméabilité moins grande peut être due à une rétention spécifique plus grande du sable causée par une valeur plus grande de l'attraction moléculaire. Un sable fin possède à volume égal une surface de grains plus grande qu'un sable plus grossier. Une autre conséquence de l'hétérogénéité d'un sable est de diminuer sa capacité spécifique, les grains les plus fins venant occuper les interstices laissés entre eux par les grains les plus gros.



Comparativement à la granulométrie des sables de Cuisse-Lamotte, que donne celle des sables de Cuisse pour des échantillons pris plus au Nord ?

A Laon, par exemple, je trouve des pourcentages élevés dans les tamis

n° 160.....	2,00 %
180.....	10,00 %
200.....	45,00 %
220.....	12,00 %
250.....	10,00 %

A Crouy, situé à 3 kilomètres au Nord-Est de Soissons, pourcentages élevés dans les tamis

n° 110.....	16,00 %
140.....	17,00 %
160.....	20,00 %
180.....	20,00 %
200.....	13,00 %

A Brenelle, en bordure de la vallée de la Vesle, pourcentages élevés dans les tamis

n° 160.....	9,00 %
180.....	27,00 %
200.....	66,00 %

Ces trois exemples montrent une dimension moyenne des grains reportés vers les diamètres plus fins compris entre 100 et 50 μ .

Si maintenant, je prends des sables landéniens :

A Choques, pourcentages élevés aux tamis

n° 70.....	13,00 %
90.....	18,00 %
110.....	27,00 %
140.....	10,00 %

(Choques est situé près de Béthune, sur l'axe anticlinal d'Artois).

A Laon, les pourcentages élevés se trouvent aux tamis

n° 70.....	3,00 %
90.....	5,00 %
110.....	73,00 %
140.....	8,00 %

Les sables continentaux montrent également une grande proportion de gros éléments retenus par les tamis n° 70 et 90.

En conclusion, je ne trouve pas à Cuise-Lamotte de graphique granulométrique identique à ceux des sables de Cuise situés plus au Nord.

Ces sables ont une tendance très nette à se rapprocher du type Bracheux ou du type Landénien continental fluvial.

A Cuise-Lamotte, les trois types de sable sont :

1° A grande homogénéité, le diamètre moyen des grains se situant au voisinage du vide de mailles du tamis n° 110.

2° A éléments fins plus abondants, les tamis n° 140, 160 et 180 retenant une quantité de sable plus grande.

3° A similitude de graphique avec ceux des sables fluviaux à régime turbulent (fig. 3).

Cette dernière conclusion ne fait que corroborer ce que la stratigraphie et la paléontologie nous montraient déjà et permet d'expliquer l'absence d'éléments fins qui se rencontrent fréquemment dans les autres affleurements de sables de Cuise.

Séance du 23 Avril 1947

Présidence de M. Corsin, Président.

Le Président présente les félicitations de la Société à M. **Armand Renier**, membre et ancien Président de l'Académie Royale de Belgique, qui a reçu le diplôme et les insignes de Docteur *honoris causa* de l'Université de Lille. Ce titre lui avait été conféré en 1939 mais n'avait pu lui être décerné solennellement par suite des événements.

Le Président annonce le décès de trois membres de la Société :

MM. **Richard**, géomètre, tué par le bombardement de Cambrai, le 7 mai 1944 ;

Duquesnoy, pharmacien à Arras ;

Delhaye, ingénieur civil des Mines de Belgique.

L'**Institut de Géographie** de la Faculté des Lettres de Lille est élu membre de la Société.

Le Président annonce le prochain *Congrès International de Géologie* qui aura lieu à Londres en 1948. Sur l'invitation du Comité d'organisation, la Société s'y fera représenter par des délégués qui seront désignés au moment opportun.

Le Président rend hommage aux deux plus anciens membres de la Société :

MM. **Melon**, Industriel, élu membre le 20 mai 1885 ;

de Margerie, Membre de l'Institut, élu le 18 novembre 1885.

M. P. Dollé présente la communication suivante :

Granulométrie des sables.

Différentes méthodes de représentation graphique.

par **Pierre Dollé**

Essayant de faire la liaison avec d'autres chercheurs étudiant les sables, je suis entré en contact avec différents laboratoires où la granulométrie est étudiée, et je me suis aperçu que chacun de ces laboratoires possédait une technique de travail particulière ainsi qu'une manière particulière de mettre en évidence les résultats obtenus en tamisant les sables à travers des filtres calibrés. Je passerai rapidement sur les méthodes mêmes de travail pour m'attacher plus spécialement à l'expression graphique des résultats obtenus.

Je vous parlerai successivement de la méthode hollandaise appliquée par M. Doeglas, docteur, chargé de re-

cherches à l'Ecole d'agriculture de Wageningen (1), et Kōning, docteur à Amsterdam ; de la méthode belge de Liège employée par M. Macar, attaché au Fonds National Belge de Recherche ; de la méthode par coordonnées polaires utilisée par M. Rivière, professeur à l'Ecole Normale de Paris.

M. Doeglas se sert d'une « balance de sédimentation ». C'est un appareil qui utilise la vitesse de chute des grains dans un liquide homogène en fonction de leur diamètre (2). Cette « balance » donne des résultats précis pour des sables dont les grains ont des diamètres compris entre 500μ et 50μ . Une séparation préalable à travers deux tamis convenables a débarrassé l'échantillon des grains plus gros que 500μ et plus fins que 50μ . La quantité de sable qui sert à l'analyse est très restreinte : 4 grammes préalablement homogénéisés. On laisse tomber le sable dans un tube rempli d'eau, de 2 mètres de haut et de 10 centimètres de diamètre. A la partie inférieure, immergé dans le liquide, se trouve un plateau de balance relié à un fil qui traverse toute la hauteur du tube et est accroché à un fléau de balance. L'autre extrémité du fléau se déplace devant une division graduée de 0 à 100. Au moment où le sable est introduit à la partie supérieure du tube, on déclenche un chronomètre et on note le temps nécessaire pour que 5 %, 10 %, ..., 95 %, 98 %, 99 % de la masse de 4 grammes de sable se soit rassemblée dans le plateau. On obtient ainsi des pourcentages cumulatifs de quantités de sable, en fonction du temps.

Sachant que des grains de diamètre « d » mettent un temps « t » pour tomber de 2 mètres dans de l'eau non agitée, à une température « t° », on en déduit qu'au bout

(1) Dr D.J. DOEGLAS en W.C. BREZINSKA SMITHUYZEN. — De Interpretatie van Resultaten van Korrelgrootte Analysen. *Geologie en Mijnbouw*. 3^e année, nov. 1941, n° 8, p. 273-296.

(2) Dr D.J. DOEGLAS. — Interpretation of the results of Mechanical Analyses. Laboratorium de Bataafsche Petroleum Maatschappij. Amsterdam. *Journal of sedimentary petrology*, vol. 16, April 1946, n° 1, p. 19-40.

du temps « t » x % lus sur la graduation qui se sont déposés sont d'un diamètre supérieur ou égal à « d ». On obtient donc, en appliquant la formule qui donne les diamètres en fonction du temps, l'analyse granulométrique du sable. L'opération dure de 2 à 4 minutes et le calcul demande moins d'une demi-heure. Le plateau inférieur a été construit de telle manière qu'il peut recueillir de 200 à 300 grammes de sable. En déplaçant un cavalier mobile sur le fléau, on ramène le fléau au « 0 » de la graduation et l'appareil est prêt à fonctionner pour une nouvelle mesure.

Cette « balance de sédimentation » est très précise, mais de construction délicate et elle exige un personnel entraîné pour son emploi. En effet, un observateur doit regarder le déplacement du fléau en face de la graduation et indiquer par un « top » le passage devant des divisions remarquables telles que 1 %, 2 %, 5 %, etc..., à un autre observateur qui repère les temps écoulés. A la fin de l'opération, les pourcentages-temps sont transformés en pourcentages-diamètres de grains. La mesure est alors prête à être traduite en graphique.

M. MACAR, de Liège (3), procède par passage à travers des tamis calibrés. Il indique également dans ses ouvrages un procédé par élutriation : séparation des grains de même grosseur par des courants d'eau ascendants de vitesses déterminées, mais il préfère le procédé par tamisage.

(3) P. MACAR. — Analyses granulométriques des sables tertiaires des environs de Liège. *Annales de la Société Géologique de Belgique*, tome LVIII, Bulletin n° 1 d'octobre 1934, p. 22 à 38.

P. MACAR. — Quelques analyses granulométriques des sables d'origine marine et éolienne de la côte belge. *Ann. Soc. Géolog. de Belgique*, t. LVIII, Bulletin n° 5 de février 1945, p. 156 à 164.

I. DE MAGNÉE et P. MACAR. — Données nouvelles sur les sables de Haute-Fagne. *Loc. cit.*, t. LIX, Bulletin n° 10 de juillet 1936, p. 263 à 288.

P. MACAR. — Analyses granulométriques de quelques échantillons de sables tertiaires du pays de Herve. *Loc. cit.*, t. LX, Bulletin n° 7 d'avril 1937, p. 227 à 234.

Ses tamis dérivent de la série de Teyler. Les vides de mailles augmentent d'un tamis à l'autre suivant une progression géométrique de raison $\sqrt{2}$. Ce classement l'amène à utiliser un nombre de tamis plus restreint dont les caractéristiques sont les suivantes :

N° du tamis	Mailles par pouce carré n° standard	Vide de mailles exprimé en μ
1	10	1651
2	14	1168
3	20	833
4	28	589
5	35	417
6	48	295
7	65	208
8	100	147
9	150	104
10	200	74

Dans la série que j'utilise actuellement, je possède des tamis dont les caractéristiques sont voisines de celles des tamis utilisés par M. Macar.

N° standard du tamis	Vide de mailles en μ
20	1150
30	750
40	540
50	430
70	287
90	208
140	138
180	99
250	71
300	53

La concordance de ces deux séries n'est pas absolument rigoureuse, mais elle permet quand même d'obtenir des analyses granulométriques dont les résultats sont très voisins de ceux de M. Macar.

Une telle disposition de tamis a pour avantage, d'après M. Macar, de permettre la différenciation de deux échantillons en les passant à travers un ou deux tamis judi-



Cl. A. Leblanc

M. Protot, *deinoveit Janv. 1947*

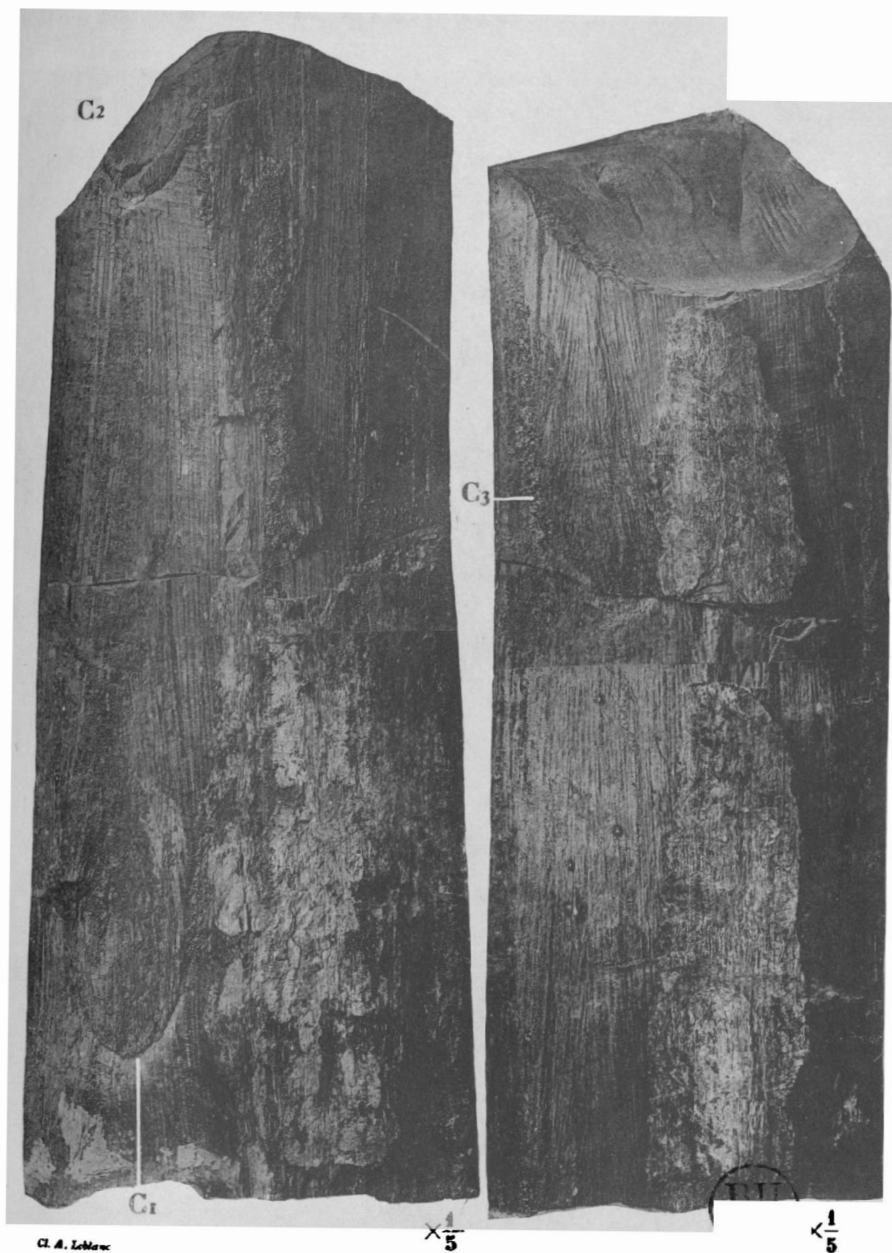
Caulopteris Lindley et Hutton
Reconstitution



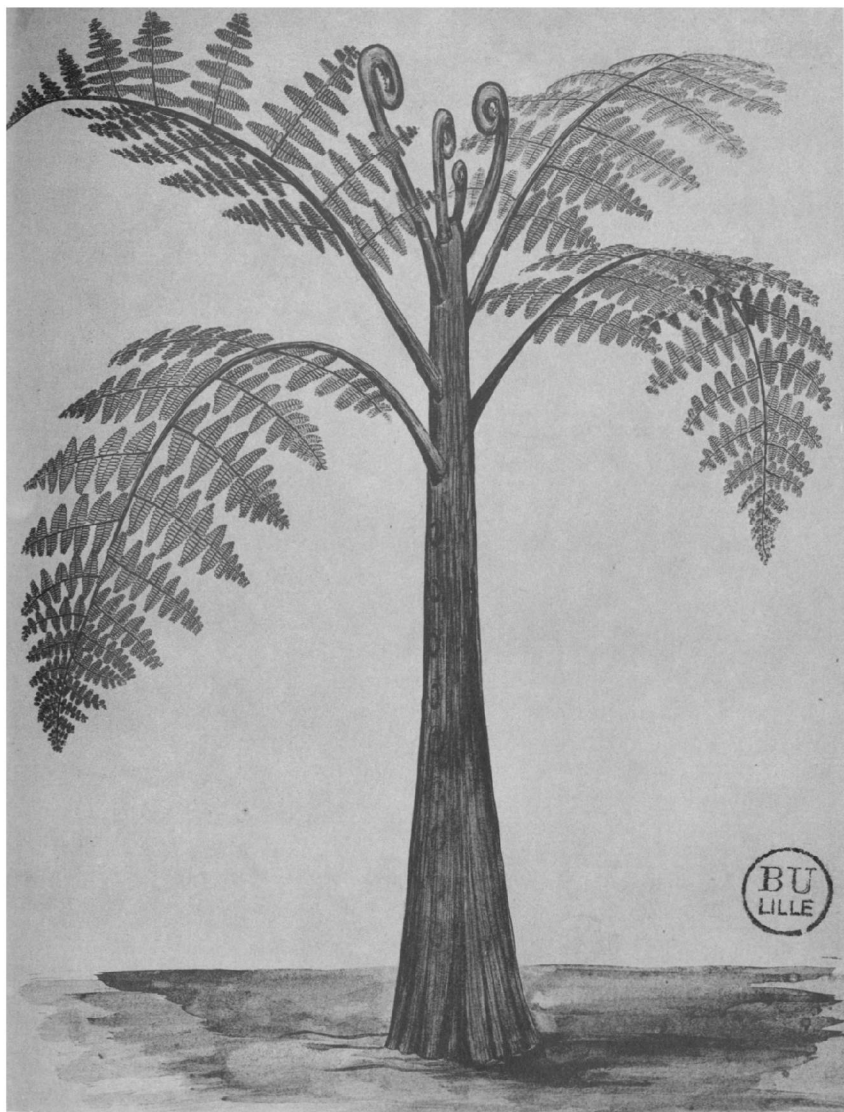
Cf. A. Leblanc

M. Prouzet, *de la coupe de Jant.* 1947

Megaphyton Artis
Reconstitution



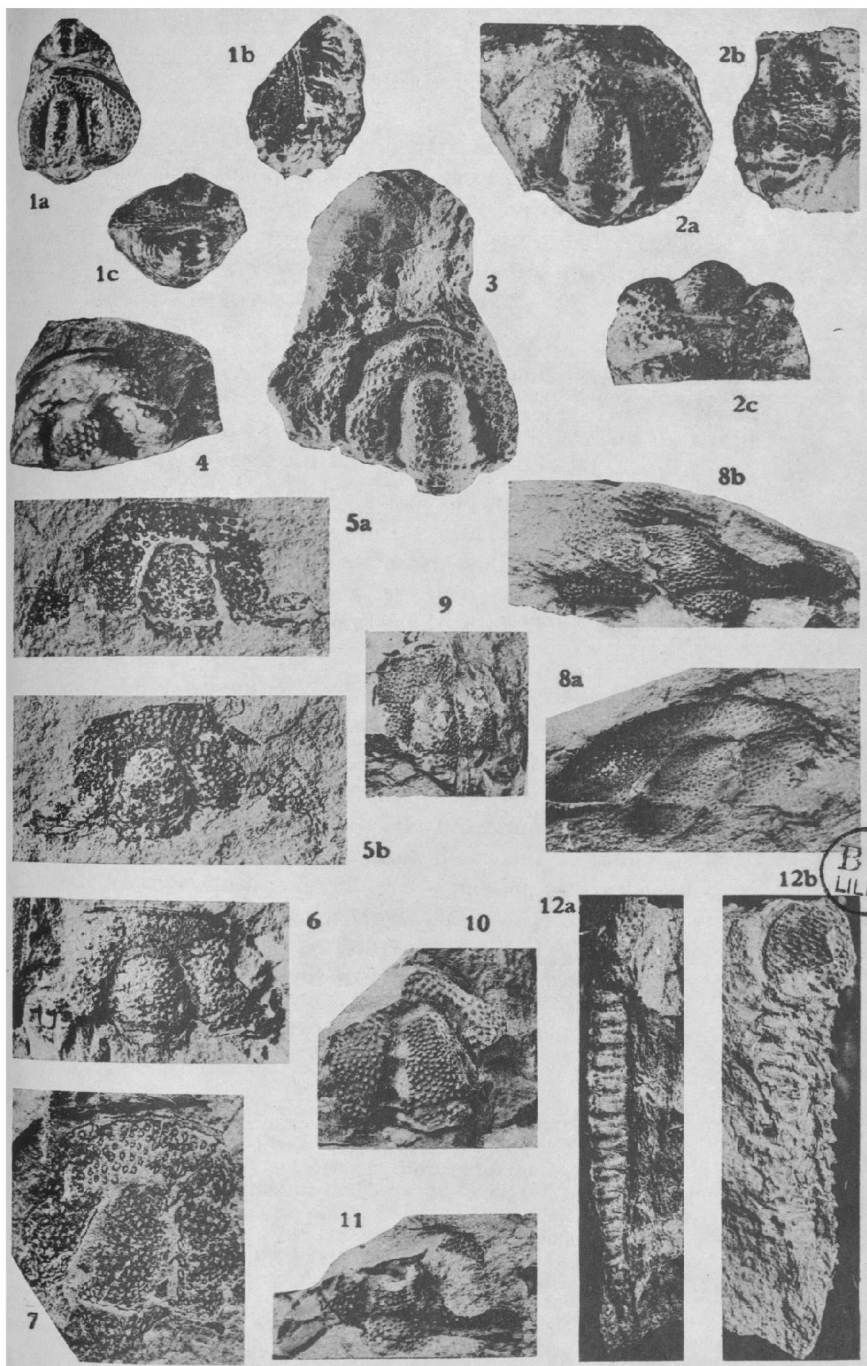
Hagiophylon nov. gen.



Cl. A. LeBlanc

M. Prost, delinavit Janv. 1947

Hagiophylon nov. gen.
Reconstitution



cieusement choisis pour mettre en évidence l'écart de dimension de la majorité de leurs grains, ou si on veut avoir des indications sur l'origine du dépôt, il faut connaître la dimension moyenne des grains et pour cela se référer à une échelle immuable donnée justement par la progression géométrique de raison $\sqrt{2}$ (4).

M. Rivière (5), à l'École Normale de Paris, procède par passage à travers une série de tamis la plus complète possible. Les dimensions des mailles ayant été vérifiées, chaque tamis est caractérisé par une dimension de maille moyenne évaluée au micromètre.

M. Rivière part d'une masse quelconque de sable et il établit le pourcentage de grains retenus par la valeur moyenne des mailles de chaque tamis. L'originalité de sa méthode consiste dans la représentation graphique du diagramme, en coordonnées polaires, qu'il appelle « *spectre de tamisage* ».

Au laboratoire de M. Bourcart, à la Sorbonne, on passe le sable à travers une série de quinze tamis dont les vides de mailles sont voisins de ceux de la série que j'utilise à Lille.

On part d'une quantité de 100 grammes de sable, puis on lave le sable sous courant d'eau sur le tamis n° 300, de vide de mailles de 53 μ . Les particules argileuses sont entraînées, les grains nettoyés des poussières qui les enrobent ; le lavage se poursuit jusqu'à ce que l'eau qui s'écoule du tamis soit limpide. La masse de sable restant

(4) C.K. WENTWORTH. — Method of computing mechanical Types in sediments. *Bull. Geol. Soc. of America*, vol. 40, 1929, p. 771 à 790.

(5) A. RIVIÈRE. — Contribution à l'étude géologique des sédiments sableux. *Annales de l'Institut Océanographique*, 1937, tome XVII, fascicule 4.

A. RIVIÈRE. — L'interprétation rationnelle des *spectres* de tamisage des sédiments sableux et la signification géologique des diagrammes. *C.R. Acad. Sc.*, t. 204, p. 441, 8 fév. 1937.

A. RIVIÈRE. — La constitution granulométrique des sédiments sableux et les grandes lignes de leur évolution dans les différents milieux géologiques. *C.R. Acad. Sc.*, t. 204, p. 703, 8 février 1937.

sur le tamis est séchée et pesée. On établit ainsi la proportion de particules plus fines que 53μ de diamètre. Le tamisage est effectué dans une table à secousses, les masses retenues par chaque tamis donnent ainsi directement le pourcentage de grains de dimensions supérieures au vide de mailles du tamis qui les retient.

Ces méthodes exposées, quelles sont les représentations graphiques qui leur sont attribuées ?

1° M. Doeglas utilise des diagrammes sur lesquels les abscisses croissent suivant une progression arithmétique de 0 à 500μ et les ordonnées suivant une progression logarithmique établie d'après la courbe de Gauss, de 0,4 % à 99,6 %.

La courbe est établie par points reportés en face du vide de mailles correspondant à chaque tamis et en additionnant pour chacun d'eux les pourcentages retenus par tous les tamis précédents. C'est le procédé par pourcentages cumulatifs.

On obtient ainsi une courbe qui se rapproche soit des courbes de certaines fonctions algébriques, soit d'une droite.

Pour que la courbe soit une droite, il faudrait avoir au tamis n° 40 un refus de 0,4 %

50	7,5 %
60	27,5 %
70	22 %
90	16 %
100	8 %
110	5 %
120	3,5 %
140	4,5 %
160	3 %
180	1,2 %
200	0,5 %
250	0,6 %
300	0,3 %
Poussières	0,4 %

L'avantage de cette représentation est de pouvoir établir plusieurs graphiques sur une même feuille et de mettre ainsi en évidence les familles de sables : sables de dunes, sables fluviatiles, sables marins, sables de golfes.

Chacune de ces catégories présente une allure particulière de son graphique, comme l'a montré M. Doeglas. Il a établi également les graphiques de sables reconstitués avec des pourcentages déterminés de grains de grosseurs connues et il a comparé ces graphiques théoriques à ceux qu'il obtient dans la réalité.

Cette méthode permet de donner des indications sur le mode de formation de l'échantillon étudié. Elle présente l'inconvénient d'être établie sur des graphiques délicats à construire.

2° M. Macar établit sa représentation graphique en histogrammes. Sur ceux-ci chaque portion comprise entre deux tamis successifs a la même valeur. Les ordonnées croissent suivant une progression arithmétique et les pourcentages reportés sont séparatifs.

Au lieu d'avoir une représentation linéaire, il obtient une représentation en surface, et il tire les enseignements suivants de cette méthode :

Diamètre moyen des grains :

$$\phi_m = \frac{G}{\log. \sqrt{2}}$$

ou G est donné par la formule :

$$\frac{\sum f. d'}{100}$$

dans laquelle f. est le pourcentage des différentes catégories de grains de l'échantillon,

et d' la distance respective qui sépare sur le diagramme l'origine choisie du milieu des divisions correspondantes.

Indice de classement :

$$E = \frac{R}{\log. V_2}$$

R est donné par la formule :

$$R = \sqrt{\frac{\sum f. d^2}{100}}$$

dans laquelle f. est le pourcentage de chaque catégorie de grains,

d. la distance du milieu de chaque division au centre de gravité,

R. le rayon de giration de la surface autour de son centre de gravité.

D'après les calculs de M. Macar, quand $E = 1$ cela indique que le sable est homogène et que le diamètre de la totalité des grains est confondu avec le ϕ m.

Si $E = 2$, cela veut dire que le diamètre des grains est en moyenne deux fois plus grand que le ϕ m théorique.

Cette méthode exige donc de longues feuilles de calculs. Du graphique lui-même, on ne tire que peu d'enseignements. Ces raisons et aussi le nombre plus faible de tamis utilisés ne permettent pas l'utilisation courante de cette méthode pour les sables étudiés à Lille.

M. Rivière utilise également une représentation en surface, mais au lieu d'employer des coordonnées cartésiennes, il utilise des coordonnées polaires dont la longueur des rayons représentent le pourcentage de grains retenus par chaque tamis dont les vides de mailles sont répartis sur la circonférence. Cette représentation confère aux graphiques une allure particulière.

Ils sont établis de la façon suivante : la circonférence totale représente le diamètre maximum des grains les plus gros retenus par le premier tamis. Pour simplifier la représentation, j'ai supposé que la dimension de ces grains était de 1,000 μ , ce qui donne une valeur de 0,4 grade pour 1 μ .

Il suffit de multiplier par 0,4 le vide de mailles de chaque tamis utilisé pour avoir la valeur angulaire de ce vide de maille et par suite sa position par rapport à l'origine.

La valeur à reporter sur les rayons correspondant à chaque tamis est donnée par la formule :

$$R = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{M}{\Delta}}$$

dans laquelle M. est le pourcentage retenu par le tamis à mailles plus fines de deux tamis et Δ l'écart de dimensions entre les mailles moyennes de ces deux tamis. Ces graphiques sont longs à établir, mais en raison du nombre de tamis utilisés ils sont très sensibles et ils montrent nettement les différences existant entre les sables. Ainsi un sable hétérogène montre une surface ramassée autour du centre, avec de faibles valeurs de R. et un sable homogène montre une valeur élevée de R. à chaque tamis où le pourcentage de refus est élevé.

Cette méthode de représentation graphique met en évidence les caractéristiques de chaque catégorie de sables : marins éoliens, fluviatiles, d'estuaires.

En plus de leur longueur d'établissement, ces graphiques ont l'inconvénient de ne pouvoir servir que pour un échantillon à la fois, car on représente une surface et, pour être distinctes, des surfaces peuvent difficilement se chevaucher. Le même inconvénient existe pour les histogrammes de M. Macar.

En résumé, M. Doeglas établit ses graphiques sur des feuilles préparées à l'avance, l'échantillon est représenté par un trait. On peut donc dessiner sans inconvénient un certain nombre de traits sur une même feuille. Analogies ou différences entre les échantillons sont alors mises en évidence.

Ce graphique peut donner des indications sur le mode de formation du dépôt sableux.

M. Macar établit des histogrammes dont l'utilité est de donner le « diamètre moyen des grains » : ϕ m. et leur indice de classement E. Cette méthode nécessite de nombreux calculs. Elle met en évidence l'homogénéité ou l'hétérogénéité d'un sable et par ce moyen donne des indications sur son mode de formation : classement par l'eau, le vent, la mer.

M. Rivière, par sa représentation en coordonnées polaires, reporte sur ses graphiques une valeur mathématique de la masse de sable retenue par chaque tamis. Il arrive par comparaisons entre graphiques à établir des familles de sables dont il peut donner des indications sur le mode de formation : sable de désert, fluvial ou marin, remanié ou non. L'établissement de ces graphiques demande un temps très long.

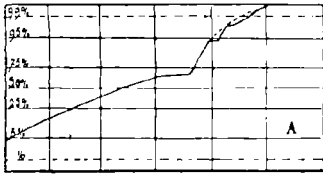
La méthode que j'emploie, quoique mathématiquement beaucoup plus simple, me permet également de classer les sables par familles. Cette représentation linéaire permet la superposition de nombreux graphiques sur une même feuille, mettant en évidence les identités ou les différences entre les sables étudiés.

Mais ce procédé permet actuellement de différencier des familles géologiques et non des conditions de formation. Je me suis attaché à étudier uniquement les sables de la base du Tertiaire : landénien et yprésien. Les graphiques que j'obtiens me permettent de dire à quel étage se rattache le sable étudié.

Dans la bordure Nord-Est du Bassin de Paris, les sables appartenant à un même niveau géologique se rattachent à une même famille de graphiques.

Pour illustrer cet exposé, je vous présente les graphiques de trois sables différents :

Le premier est un sable prélevé au « Mont Berru », à 10 kilomètres au Nord-Est de Reims. Il se situe à la limite géologique des sables de Bracheux et des sables et argiles à lignites, au passage d'un régime franchement marin à



500µ 400µ 300µ 200µ 100µ 0

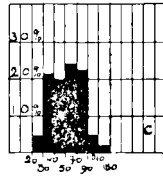
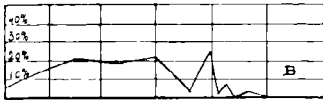
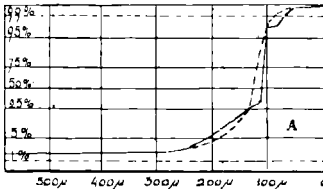
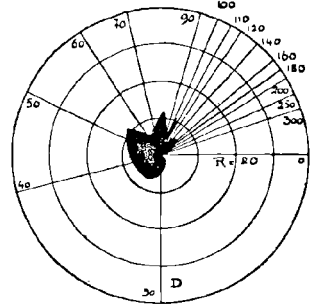


Fig.1



500µ 400µ 300µ 200µ 100µ 0

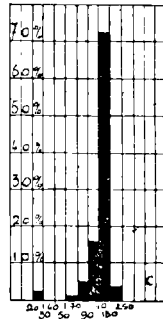
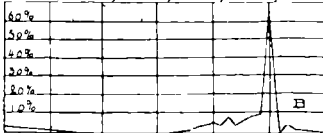
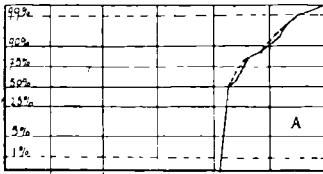
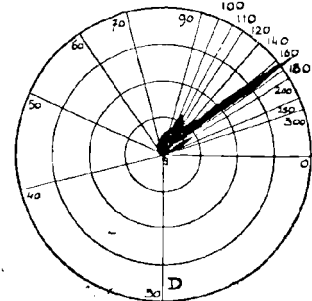


Fig.2



500µ 400µ 300µ 200µ 100µ 0

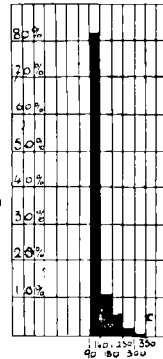
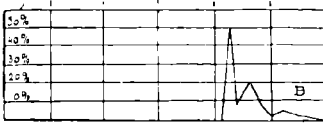


Fig.3

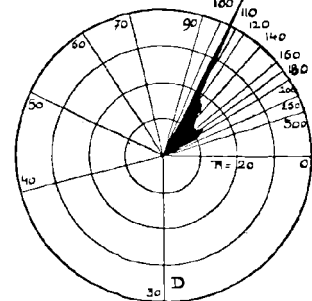


Fig. 1: sable de rivière. Fig. 2: sable de Cuise. Fig. 3: sable de Bracheux.

un régime continental ou lagunaire. C'est un sable à aspect fluviatile, hétérogène, qui, granulométriquement, se traduit par des pourcentages de refus peu élevés sur presque tous les tamis utilisés. De plus, ce sable contient peu de particules fines.

Le deuxième échantillon a été prélevé à Vertefeuille, le long de la route de Laon à La Fère, à peu près à 8 mètres au-dessus du sommet des argiles à lignites, abondantes à cet endroit. C'est un sable marin, un peu moins homogène que le suivant, mais d'une finesse de grains plus accentuée. Il appartient à l'étage des sables de Cuise, base de l'Yprésien.

Le troisième échantillon, prélevé à Crépy-sous-Laon, à 5 kilomètres au Nord-Ouest de la butte de Laon, appartient à la base des sables de Bracheux. C'est un sable fin, homogène, d'origine marine. Il ne présente, au contraire du premier échantillon, de refus que sur un petit nombre de tamis.

Les analyses granulométriques de ces trois sables donnent :

Grains plus gros que :	Echantillon N° 1	Echantillon N° 2	Echantillon N° 3
610 μ	4,98 %	1,94 %	—
450 μ	20,60 %	—	—
360 μ	20,05 %	—	—
280 μ	20,28 %	—	—
240 μ	4,37 %	0,53 %	—
208 μ	23,23 %	3,89 %	—
187 μ	0,82 %	2,82 %	—
172 μ	3,67 %	5,04 %	50,00 %
161 μ	—	3,05 %	8,90 %
138 μ	0,72 %	6,59 %	22,45 %
113 μ	0,99 %	10,27 %	6,90 %
99 μ	—	63,14 %	3,75 %
89 μ	—	—	3,90 %
71 μ	—	2,77 %	3,45 %
39 μ	—	—	—

En comparant les graphiques granulométriques de ces trois échantillons à ceux que j'obtiens par ma méthode, on voit que l'échantillon n° 3 se rattache au groupe des sables de Bracheux, avec un maximum très prononcé à la dimension de 172 μ . L'échantillon n° 2 se rattache au groupe des sables de Cuise, possédant une finesse deux fois plus grande. Le maximum élevé est reporté à la dimension de 89 μ . Quant au premier échantillon, je ne puis le rattacher à aucun groupe.

D'après les graphiques de M. Doeglas, l'échantillon n° 1 se rattache à la famille des sables fluviatiles. L'échantillon n° 3 montre de grandes analogies avec les sables du golfe du Lion en Méditerranée étudiés à la fin du siècle dernier par M. Toulet. Quoique marins, en raison de leurs caractères particuliers, M. Doeglas les appelle « sables de Gués ». L'échantillon n° 2 est nettement marin.

Avec la méthode de M. Macar, l'indice de classement voisin de 1,5 indique pour l'échantillon n° 3 un sable remanié. L'échantillon n° 2 montre un sable à indice de classement faible. Le diamètre moyen réel des grains est plus gros que le diamètre moyen théorique ϕ m. D'après ses travaux, ce serait un sable marin.

Quant à la méthode de M. Rivière, elle donne des conclusions analogues à celles de M. Doeglas, quoique moins nettes.

Comme vous le voyez, chacune de ces méthodes met en évidence un point précis. Il est intéressant de comparer les résultats graphiques de ces quatre méthodes pour une même analyse granulométrique : on obtient ainsi un faisceau de présomptions qui donnent des indications précieuses sur l'âge, la formation et le mode de dépôt d'un sédiment sableux.

M. P. Froment présente la communication suivante :

Considérations sur les pentes des vallées
de quelques cours d'eau
et le développement des gisements tourbeux
par Pierre Froment

Notre attention a été attirée par le fait que dans la vallée de certains cours d'eau comme la Somme et la Souche (1) les gisements tourbeux se développaient régulièrement sur presque toute l'étendue du cours de la rivière ; des abords de la source jusqu'à l'estuaire pour la Somme, ou jusqu'au confluent avec la Serre pour la Souche ; tandis que dans d'autres vallées : celle de la Sensée et celle de la Buse (2) on ne rencontre de la tourbe que dans certaines parties situées vers l'aval. Il nous a semblé intéressant de chiffrer pour différentes portions de ces divers cours d'eau la pente actuelle et la pente de leur lit résultant du dernier creusement de la vallée avant son remplissage par de la tourbe et les roches stériles que l'on trouve quelquefois incorporées à cette dernière (3).

(1) P. FROMENT. — Les tourbières de la vallée de la Souche (Aisne) ; Les marais tourbeux de la vallée de la Haute-Somme et de la vallée de la Sommette (Aisne) ; Etude complémentaire des marais tourbeux de la vallée de la Haute-Somme et de la vallée de la Sommette (Aisne) ; Le complexe tourbeux du secteur de Flavy-le-Martel ; Le complexe tourbeux de Clastres, Flavy-le-Martel (étang communal), Annois (marais Cugnot) ; Le complexe tourbeux de St-Simon à Ham. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXVI, p. 2 à 15, 63 à 72, 81 à 86, 87 à 109, 243 à 256, Lille, 1946.

(2) P. FROMENT. — Les tourbières de la vallée de la Souche (Aisne). *Loc. cit.*

Les marais tourbeux de la vallée de la Sensée ; le gisement du grand marais à tourbe d'Arleux (Nord). *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXVII, p. 33 à 42, Lille, 1947.

(3) Cartes consultées

— pour les vallées de la Souche et de la Buse :

Cartes topographiques : 1/50.000 (en noir), Rethel, 23 ;

I. — VALLÉE DE LA SOUCHE. — Dans la vallée de la Souche (Aisne) qui est affluent de la Serre, elle-même tributaire de l'Oise, les différentes pentes actuelles sont par kilomètre en partant de la source : 1 m. 57, 0 m. 63, 0 m. 16, 0 m. 55, 0 m. 69, 0 m. 10, tandis que les pentes anciennes successives correspondant aux cinq dernières valeurs citées sont, toujours par kilomètre, de : 1 m. 76, 0 m. 33, 0 m. 50, 0 m. 11, 0 m. 82.

II. — VALLÉE DE LA SOMME. — Dans la vallée de ce fleuve côtier, les pentes actuelles sont par kilomètre : 0 m. 70, 0 m. 65, 0 m. 61, 0 m. 17, 0 m. 21, et les pentes anciennes : 1 m. 43, 0 m. 65, 0 m. 69, 0 m. 07, 0 m. 96.

III. — VALLÉE DE LA SENSÉE. — Dans la vallée de la Sensée, affluent de l'Escaut, on distingue deux parties : la première de Gomiécourt (source) à Etaingt où il n'est pas trouvé de tourbe ; la pente actuelle est de 2 m. 95 par kilomètre ; la seconde, d'Etaingt à Pailencourt et Bouchain, qui est tourbeuse et dont la pente actuelle est

Laon, 22. — 1/20.000 (en noir), Laon, 7-8 ; Laon, 3-4 ; Vervins, 7-8 ; Vervins, 5-6.

Cartes géologiques : 1/80.000, Rethel, 23 ; Laon, 22.

Carte agronomique et géologique du département de l'Aisne par M. GAILLOR : 1/40.000, feuillets 1 et 2.

Carte des tourbières des marais de la Souche éditée par le *Comité d'organisation de l'industrie des minéraux solides*, 35, rue Saint-Dominique, Paris.

— pour la vallée de la Somme :

Cartes topographiques : 1/50.000 (en noir), Cambrai, 13 ; Laon, 22. — 1/20.000, Bohain, XXVI-8 ; St-Quentin, XXVI-9.

Cartes géologiques : 1/80.000, Cambrai, 13 ; Laon, 22 ; Amiens, 12 ; Abbeville, 11.

Carte des tourbières de la Haute-Somme et de la vallée de la Sommette éditée par le *Comité d'organisation de l'industrie des minéraux solides*.

— pour la vallée de la Sensée :

Cartes topographiques : 1/20.000, Douai, XXV-6 ; Cambrai, XXV-7 ; Valenciennes, XXVI-5.

Cartes géologiques : 1/80.000, Cambrai, 13 ; Douai, 8.

Cartes des tourbières de la vallée de la Sensée éditée par le *Comité d'organisation de l'industrie des minéraux solides*.

de : 0 m. 29 et 0 m. 14 par kilomètre, et la pente ancienne de : 0 m. 35 et 0 m. 25 par kilomètre.

IV. — VALLÉE DE LA BUSE. — Dans la vallée de la Buse, affluent de la Souche pour laquelle on note également deux parties : la première de la source au fossé de la Ferme des Granges où la tourbe fait défaut avec des pentes successives de : 45 m. 21, 15 m. 55, 10 m., 8 m. 33, 6 m. 25, 2 m. 76, 3 m. 77, 0 m. 76, 2 m. 37 ; la deuxième qui s'achève au confluent avec la Souche en aval de Pierrepont est tourbeuse, sa pente est de : 1 m. 10, 0 m. 05, 0 m. 45, sa pente ancienne : 1 m. 65, 1 m. 22, 0 m. 32.

L'étude et la comparaison des résultats obtenus concernant, d'une part, les pentes actuelles ou anciennes des vallées de la Souche, de la Somme, de la Sensée, de la Buse, et, d'autre part, l'établissement, le développement de gisements tourbeux, nous permet de vérifier certains faits qui pouvaient être logiquement prévus, mais qu'il y avait intérêt à contrôler et à exprimer par des données numériques.

1° La pente actuelle est presque toujours inférieure à la pente ancienne du début des formations tourbeuses.

2° Les dépôts tourbeux se sont formés dans les parties à pente très faible très souvent inférieure à 1 mètre par kilomètre, soit un millimètre par mètre ; la pente la plus forte où on a trouvé de la tourbe est située dans la vallée de la Souche et a une valeur de 1 m. 76 par kilomètre, soit 1 millimètre 76 par mètre.

CONCLUSION. — Dans les vallées des cours d'eau que nous avons étudiées : la *Souche*, la *Somme*, la *Sensée* et la *Buse*, tant en *Picardie* que dans le *Nord de la France*, la tourbe ne s'est formée que lorsque la pente de ces dits cours d'eau était très faible, toujours inférieure à 2 mètres par kilomètre, soit un peu moins de 2 millimètres par mètre et les profils en long des vallées ne se sont pas modifiés sensiblement au cours de l'accumulation des

tourbes et des lits de roches stériles qui les accompagnent dans leurs gisements.

M. P. Froment présente la communication suivante :

Les marais tourbeux de la vallée de l'Authie.
Les gisements tourbeux de Dompierre-sur-Authie
et de Rapechy (1)
par **Pierre Froment**

Dans les gisements tourbeux que nous avons étudiés jusqu'ici (2), les formations tourbeuses s'étendent sur toute la largeur de la vallée et le cours d'eau actuel coule le plus souvent à droite ou à gauche des dépôts tourbeux, rarement dans le dépôt lui-même. Les gisements qui font l'objet de cette présente communication sont situés dans la vallée de l'Authie, l'un au Nord de Dompierre-sur-Authie, l'autre à l'Ouest ; ils sont séparés l'un de l'autre par des dépôts limoneux qui s'étendent sur 500 mètres de largeur environ et qui sont traversés par l'ancien lit de l'Authie formant de nombreux méandres. Actuellement, pour permettre un meilleur écoulement des eaux, des canaux rectilignes ont été creusés.

(1) Le Bassin de la Canche et de l'Authie édité par le *Comité d'organisation de l'industrie des minéraux solides*, 35, rue Saint-Dominique, Paris. — Cartes géologiques au 1/80.000, Arras, 7 ; Amiens, 12 ; Montreuil, 6.

(2) P. FROMENT. — Les tourbières de la vallée de la Souche (Aisne) ; Les marais tourbeux de la vallée de la Haute-Somme et de la vallée de la Sommette (Aisne) ; Etude complémentaire des marais tourbeux de la vallée de la Haute-Somme et de la vallée de la Sommette (Aisne) ; Le complexe tourbeux du secteur de Flavy-le-Martel ; Le complexe tourbeux de Clastres, Flavy-le-Martel (étang communal), Annois (marais Cugnot) ; Le complexe tourbeux de St-Simon à Ham. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXVI, p. 2 à 15, 63 à 72, 81 à 86, 87 à 109, 243 à 256, Lille, 1946 ; Les marais tourbeux de la vallée de l'Aa. Le gisement du Grand-Broucq à Clairmarais (Nord) ; Les marais tourbeux de la vallée de la Sensée. Le gisement du grand marais à tourbe d'Arleux (Nord). *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXVII, p. 33 à 52, Lille, 1947.

I. — GISEMENT NORD DIT DU MARAIS DE RAPECHY. —
L'étude des sondages qui ont été faits dans ce gisement montre que le recouvrement riche en matières minérales ou décombe y est important, son épaisseur dépassant souvent 1 mètre et atteignant plusieurs fois 1 m. 50 et même 1 m. 80; il est surtout bien développé au Sud du gisement aux points: 3, 5, 8, 9, 13, 14, 15, 16, ainsi qu'en trois points situés au N.W. en 28, 27, 26. Pour les premiers, la cause de ces apports importants de troubles minéraux résulte de l'action des eaux de l'Authie au cours d'inondations provenant de la rive droite; pour les seconds, les apports proviennent d'un affluent descendant des hauteurs de Lambus. Nous remarquons en outre que les points 11, 12, 18, 25 à la lisière N. ne sont recouverts que de 0 m. 40 de limon, ceci est dû au rôle protecteur de la forêt qui couvrait les pentes voisines et dont le bois de Dompierre est un vestige actuel.

La tourbe est brune, compacte, son épaisseur est très irrégulière, elle varie de 1 m., 1 m. 50 et atteint parfois 5 mètres. Elle est très chargée de matières minérales, les teneurs en cendres étant de: 55,24 % en 6; 33,54 % en 10; 44,68 % en 28; ce qui nous permet de constater que même pendant la formation des dépôts tourbeux, les eaux qui s'écoulaient dans la vallée de l'Authie étaient chargées d'éléments minéraux qu'elles déposaient ensuite sur les éléments turfigènes en voie de tourbification.

Le substratum atteint dans tous les sondages est constitué par de la glaise.

II. — GISEMENT OUEST DIT DU MARAIS DE DOMPIERRE.
— Les différents sondages pratiqués dans ce gisement nous permettent de constater que le décombe y est moins épais, sa puissance varie de 0 m. 20 aux points 36, 37, 40, 42, à 0 m. 40, 0 m. 80, ne dépassent 1 mètre que deux fois pour atteindre 1 m. 30 en 44 et 1 m. 50 en 45; il est surtout important aux points 44, 45, 29, 30 et 33, qui sont sur la rive gauche les points les plus près de l'ancien lit de l'Authie.

Ces faits d'observations mettent en évidence une fois de plus le rôle qu'a joué ce cours d'eau dans le dépôt du décombres recouvrant ces formations tourbeuses.

La tourbe est brune et compacte, son épaisseur ne dépasse pas 2 m. 60, mais son dépôt est plus régulier que dans le précédent gisement; elle est un peu moins chargée de cendres avec 44,63 % en 31 et seulement 28,10 % en 39, ce qui semble confirmer cette hypothèse que les eaux qui s'étendaient sur la partie gauche de la vallée étaient moins chargées de matières minérales lors de la formation des dépôts tourbeux et lors du dépôt du décombres que dans le gisement de Rapechy.

Le substratum atteint dans tous les sondages est encore constitué partout par de la glaise.

III. — FORMATION DE CES DEUX GISEMENTS. — Nous avons donc ici deux gisements tourbeux: l'un sur la rive droite, l'autre sur la rive gauche de l'Authie, séparés par un dépôt limoneux important.

De nombreuses observations que nous avons faites dans les lits de différentes rivières, notamment dans la Souche (3), dans la Somme, dans la Scarpe, sur l'établissement d'îlots de végétation sur le bord des rivières par suite de ralentissements locaux du courant et de l'alluvionnement, observations concordant avec celles faites par Allorge (4) dans les vallées de l'Oise et de la Seine, permettent de comprendre comment se sont établis les îlots de végétation qui ont été à l'origine de la formation des dépôts tourbeux. C'est ainsi que sur les deux rives de la Scarpe à Douai, face au quai Auguste Bertin, se sont établis deux massifs de végétation (5), celui de la

(3) P. FROMENT. — Aperçu sur la flore et la phytosociologie des marais de la Souche (Aisne). *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 1946, p. 60 à 67, t. 93, n° 14, Paris.

(4) P. ALLORGE. — Les associations végétales du Vexin français. Thèse Faculté des Sciences de Paris, 1922.

(5) Nous y avons noté: *Sagittaria sagittifolia* L., *Sparganium simplex* Huds., *Zanichellia palustris* L., *Hippuris vulgaris* L., *Lemna minor* L.

rive droite est dû au ralentissement des eaux par suite de la convexité de la rive, sa largeur qui débute à 1 m. 50 va en s'amenuisant vers l'aval ; sur la rive gauche arrive un courant d'eau, affluent qui dévie le courant principal de la rivière, il se produit alors une zone calme à l'abri de cette déviation et c'est derrière elle que s'établit le deuxième îlot de végétation qui mesure 4 mètres de largeur et 12 mètres de longueur. Nous avons constaté en outre que tous ces îlots de végétation servent de dispositifs d'arrêt à de multiples débris parmi lesquels nous avons reconnu de nombreuses branches ; l'une mesurait 0 m. 30 \times 0 m. 10 \times 0 m. 10 ; d'autres 0 m. 03 de diamètre ; des brindilles, des feuilles d'érable, de platane, de robinier, de marronnier, de saule, de peuplier, de lierre, il faut d'ailleurs remarquer que la plupart des arbres qui ont fourni ces débris n'existent pas en bordure de la rivière, du moins dans les environs immédiats de ces îlots de végétation ; tous les débris ont été apportés par le vent et surtout par les eaux après un flottage plus ou moins important.

Nous avons pu ainsi observer comment peuvent s'installer deux zones marécageuses sur les rives d'un cours d'eau, tandis que ce même cours d'eau continue à transporter des éléments turfogènes et des éléments minérogènes que lui apportent les eaux sauvages, les eaux de ruissellement descendant les pentes de son bassin hydrographique : les matériaux turfogènes suivant le fil de l'eau sont souvent arrêtés dans les îlots de végétation, tandis que les matières minérales sont déposées dans le lit ou sur les zones marécageuses suivant la vitesse et le volume des eaux et leur richesse en matériaux transportés.

On peut d'ailleurs constater qu'après d'importantes chutes de pluie les eaux sont fortement chargées de troubles minéraux, tandis que les matériaux organiques en particulier les feuilles et les brindilles de bois sont surtout transportées à l'automne. Il arrive parfois qu'après une violente tempête, un cyclone durant le printemps ou l'été,

des branches soient cassées, des feuilles vertes arrachées ; c'est pourquoi après de tels phénomènes les eaux de la Scarpe charrient des feuilles vertes et des brindilles.

Nous pouvons admettre que les gisements de Rapechy et de Dompierre ont eu un début identique : les eaux de l'Authie ont pu à une certaine époque être ralenties et déviées par des eaux descendant des hauteurs de Lambus et il s'est ainsi établi d'une part sur la droite le marais de Rapechy et sur la gauche le marais de Dompierre, tandis qu'entre les deux zones marécageuses s'écoulaient les eaux chargées de matières organiques et minérales. Le lit de l'Authie se comblait de limons, s'exhaussait, diminuait de largeur, formait de nombreux méandres, la tourbe des zones marécageuses s'enrichissait de matières minérales plus ou moins suivant sa proximité du courant, et même à une époque plus proche de nous la tourbe cessait de se former et il se déposait à sa surface un épais manteau de décombres pouvant atteindre par endroit 1 m. 80.

Par l'étude que nous venons de faire des gisements tourbeux de Rapechy et de Dompierre, nous avons mis en évidence :

1° le rôle important joué par les eaux de l'Authie dans le transport des matériaux minérogènes, incorporés dans la tourbe ou déposés sur la tourbe (décombres), il faut d'ailleurs remarquer que si la craie sénonienne apparaît dans la vallée de l'Authie, surtout aux environs de sa source et dans la plupart des vallées de ses affluents, les pentes du bassin hydrographique tant à droite qu'à gauche sont recouvertes de limons pleistocènes ;

2° le rôle protecteur joué par la forêt qui se développait le long de la rive droite et dont le bois actuel de Dompierre est le vestige ; nous tenons d'ailleurs à préciser qu'au cours du mois de mars 1947 nous avons pu constater tant dans la région du Nord que dans la région parisienne, que les actions d'érosion subies par les terrains en pente à la suite des importantes chutes de pluie de la fin de l'hiver, se sont toujours produites sur

des terres nues, tandis que nous n'avons remarqué aucune action dans les zones couvertes de végétation, qu'il s'agisse de pâtures, de taillis ou de bois. Il est donc évident qu'une végétation même herbacée suffit déjà pour protéger les pentes contre les effets de l'érosion des eaux sauvages ;

3° ces faits montrent en outre comment un ralentissement parfois accidentel du cours de l'eau pouvait permettre l'implantation d'îlots de végétation dont le développement déterminait la formation de zones marécageuses où pouvaient s'accumuler des éléments tant minéraux qu'organiques que fournissaient au fleuve toutes les eaux de ruissellement et toutes les eaux sauvages qui tombaient dans son bassin hydrographique.

Il est important de remarquer que la nature et la quantité de ces matériaux sont très variables suivant : les saisons, les phénomènes météoriques, la nature des roches en affleurement et en sous-sol, la valeur des pentes, la présence ou l'absence de couverture végétale.

Excursion du Dimanche 18 Mai 1947

à **Pernes** et à **Rebreuve** (P.-de-C.)

et **Réunion extraordinaire annuelle de la Société**

sous la présidence de M. **Corsin**.

D'après la tradition, la réunion extraordinaire de la Société se tient dans une région bien connue, au point de vue géologique, du Président en exercice. C'est pourquoi elle a lieu cette année à Rebreuve, gîte de plantes dévoniennes cher au cœur des paléobotanistes. A cette séance, ont assisté 20 membres de la Société et 31 personnes étrangères à la Société dont 12 étudiants de la Faculté et 3 élèves de l'École technique des Mines de Douai ; parmi ces sympathisants, 14 demanderont à faire partie de la Société, au cours du déjeuner.

L'excursion débute à Pernes-en-Artois où l'on étudie la crête faillée de l'anticlinal de l'Artois. Les grès bigarrés dévoniens livrent encore cette année quelques fragments de Poissons ostracodermes. Après avoir visité quelques affleurements de Crétacé, dont la carrière de la Cimenterie de la gare de Pernes, les excursionnistes se rendent à Rebreuve. A la fin du déjeuner a lieu la *Réunion extraordinaire annuelle* de la Société.

Le Président, M. Corsin, est heureux de constater la vitalité de la Société qui se matérialise aujourd'hui par une imposante assemblée autour de la table. Malheureusement, il déplore la disparition de cinq de nos confrères depuis la dernière réunion extraordinaire. Pour combler les vides, 25 nouveaux membres ont été inscrits au cours de l'année et le Président a encore le plaisir d'annoncer 14 candidatures qui montrent bien l'attrait que présente notre Société.

Le Président rappelle les distinctions honorifiques qui ont été décernées à plusieurs de nos confrères au cours de l'année. Passant ensuite à l'activité de la Société depuis la dernière réunion annuelle, il remarque avec satisfaction que la belle abondance de travaux signalée l'an passé, avec 22 communications originales, s'est encore accrue car on compte cette année 24 communications. Cet effort soutenu est certainement apprécié de l'étranger puisque quatre Sociétés ont encore demandé l'échange de nos Annales contre les leurs.

En terminant, le Président salue les nombreux Ingénieurs du Bassin houiller et Forcurs présents à notre Réunion annuelle et dont les travaux techniques apportent une aide précieuse à la Géologie, en général, et à notre Société, en particulier.

La séance étant levée, l'après-midi est consacrée à l'étude du grès dévonien de la carrière de Rebreuve.

Séance du 28 Mai 1947

Présidence de M. Corsin, Président.

Sont élus membres de la Société :

MM. **Beugin**, Ingénieur à Auchel (P.-de-C.).

Delesalle, Ingénieur à la S.A.D.E., à Saint-André
(Nord).

Delmer, Ingénieur au Corps des Mines et au Service
géologique de Belgique.

Duchateau, Ingénieur principal aux Houillères du
Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, à Auchel.

M^{lle} **Ferguson**, Professeur au Lycée de Charleville.

MM. **Fourmentraux**, Licencié ès-Sciences, à Cysoing
(Nord).

Greber, Ingénieur-Géologue au B.R.G.G., à Paris.

Gotzorg, Elève-Géologue à l'École des Pétroles, à
Paris.

Leroy, Etudiant, à Quesnoy-sur-Deûle (Nord).

Martin, Ingénieur à Lille.

Mulo, Instituteur à Lille.

M^{lle} **Riff**, Licenciée ès-Sciences, à St-Amand (Nord).

MM. **Vandenberghe**, Etudiant, à Roubaix (Nord).

Visse, Assistant à la Faculté des Sciences de Paris.

Le **Service des Etudes techniques** des Houillères du
Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, à Douai.

Le **Groupe d'Auchel** des mêmes Houillères, à Auchel.

M. Bouroz présente la communication suivante :

Quelques précisions
sur le gisement du Groupe de Béthune
des Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais
par Alexis Bouroz

(7 fig. - hors texte : Pl. VII à XII)

L'étude systématique du gisement de la concession de Béthune entreprise à la suite de la nationalisation des Houillères est assez avancée à l'heure actuelle pour qu'on puisse tenter d'en faire le point. Les résultats obtenus sur la Concession de Béthune ont permis à leur tour de préciser certains points de la Concession de Nœux. C'est l'ensemble de ces résultats que je voudrais présenter aujourd'hui (1).

L'étude détaillée de la Concession de Nœux avait été commencée en 1934 sous la direction du Professeur Pierre Pruvost. Cette étude lui avait permis de préciser une faille inverse très importante à pied Sud qui sépare le synclinal des charbons maigres du Nord de Nœux des charbons à coke du Sud et qui constituait une limite aux exploitations. Son passage, ou tout au moins son effet, se remarque dans la bowette Sud 368 de la fosse 3 de Nœux, à 450 mètres au Sud du puits. On trouve, en effet, autour de ce point, au Nord, une flore à *Sph. crepini*, *M. sauveuri* et *N. flexuosa* et, au Sud, une flore à *N. heterophylla*, *N. obliqua*, *L. eschweileriana* et *Sig. rugosa*, et une faune à *C. similis*. On a donc au moins de l'assise d'Anzin vraisemblablement inférieure ou peut-être même de l'assise de Vicoigne venant se superposer à de l'assise de Bruay, moitié supérieure du faisceau de Six-Sillons, bien connue dans les travaux de la fosse 3 de Nœux.

Plus à l'Ouest, l'étude d'un recoupage au même étage

(1) Voir le plan et les six coupes jointes en fin de volume.

donna des renseignements plus précis puisque dans les renversés produits par la faille du côté Nord, on eut la chance de trouver Rimbart et dans le gisement en place au Sud de la faille une flore à *Al. lonchitica*, *M. acuta* et *R. gracilis*, donc nettement de l'assise de Vieoigne.

Cette faille, appelée à Nœux faille du centre, présente un rejet vertical de l'ordre de 700 mètres. Au sud de la fosse 3, elle paraît beaucoup plus pentée qu'à l'ouest où elle n'a que 25°. Nous verrons plus loin que ce fait peut s'expliquer par le rejet local du plan de faille inverse, par une faille directe importante à pied sud, beaucoup plus pentée, qui n'est autre que la faille Reumaux.

RÉGION NORD DE LA CONCESSION DE BÉTHUNE.

Le premier objectif dans l'étude de la Concession de Béthune fut de retrouver ce que devenait vers l'Est cette faille inverse du centre de Nœux. La question a pu être résolue par l'étude successive des bowettes suivantes: bowette de retour à l'étage 283 du puits 2 au puits 12, bowettes Sud-Est du siège n° 9 aux étages 301 et 403 et bowette reliant le puits 3 au puits 4 à l'étage 289, enfin bowette à l'étage 243 joignant le puits 7 au puits 8.

Dans la bowette du 2 au 12, on se trouve au Nord dans les renversés du faisceau de Léon exploité au siège n° 9. Nous avons pu déterminer facilement, par raccordement des travaux avec ceux du gisement bien connu de la fosse 6 de Nœux, que la veine Léon se trouve à 300 mètres au toit de Rimbart. On est donc là dans le faisceau de Six-sillons.

Un peut au sud de la faille de Labourse, on passe brusquement dans un gisement en place très froissé et dont les toits, bien que très abimés, livrèrent en abondance *Sph. myriophyllum* avec un peu de *M. Daviesi*; la faune se composant de *C. similis* et d'*A. modiolaris*, donc de l'assise d'Anzin incontestable. Cette assise d'Anzin commence à 200 mètres au sud de la latitude du puits 12, beaucoup plus au Nord que l'on était en droit de s'y

attendre en prolongeant les voies de niveau que l'on connaissait à Nœux. La suite de la bowette reste dans l'assise d'Anzin pendant 1.700 mètres, c'est-à-dire jusqu'à 1.400 mètres au Nord du puits 2.

En résumé, le point de passage de la faille du centre de Nœux se situe au contact de l'assise d'Anzin en place sur le faisceau de Six-Sillons renversé, ce qui indique un infléchissement marqué de la faille vers le Nord-Est.

Plus à l'Est, l'étude des bowettes Sud-Est du siège n° 9 a permis d'atteindre une très grande précision. A l'étage 403, l'étude de la bowette Levant a permis de trouver Rimbert presque au coude de départ de la bowette Sud-Est. Dans cette dernière, on trouve successivement : la base du faisceau de Six-Sillons, sur 350 mètres ; une faille directe peu pentée à pied Nord, puis de nouveau Rimbert et l'ensemble du faisceau de Six-Sillons d'abord en place sur 700 mètres, puis en renversé au Sud du cran de Sailly ; le cran de Sailly est une faille directe à pied Sud, pentée à 80° et de 120 mètres de rejet. Dans les renversés, on retrouve la flore des environs de Rimbert, en particulier du *L. munsteri* à très larges pinnules ; après une zone brouillée de quelques mètres se plaçant à 650 mètres au Sud du cran de Sailly, on trouve un ensemble très froissé, en place, sauf quelques petits dressants locaux, où nous avons eu la chance de pouvoir trouver *M. acuta*.

Le faisceau de Grande Veine exploité entre le Tourtia et l'étage 301 à l'aplomb de cette zone, c'est-à-dire à 100 mètres au toit de l'assise de Vicoigne, ne pouvait donc pas appartenir à l'assise de Bruay comme on le pensait jusqu'alors. L'étude de ce faisceau à l'étage 301 montre l'existence de deux toits de schiste bitumineux à rayure brune contenant tous deux de magnifiques échantillons à test conservé de *C. similis* et de *N. carinata* de grande taille. On se trouve bien là dans le faisceau de Meunière. La comparaison avec le faisceau de Meunière exploité au Nord du siège n° 9 permet d'identifier les deux toits de

schiste bitumineux avec ceux de la veine Désiré et de sa passée au toit et Grande-veine avec la veine Sainte-Barbe située à 80 mètres au toit de Poissonnière. Il y a même identité de structure de ces deux dernières veines et de la veine à clayats avec la deuxième veine au toit de Sainte-Barbe. Remarquons l'épaississement des terrains quand on se rapproche du centre du bassin (v. tableau I).

Au Nord de la faille inverse, les veines sont bien repérées grâce en particulier à un toit à association d'*E. Simoni*, *A. Phillipsi* et *Sig. anthemis* très constante et qui, de ce fait, possède un faciès très individualisé et parfaitement reconnaissable dans toute la série des toits de cette région. Le toit se situe à 340 mètres au toit de Rimbert. Le rejet vertical de la faille inverse peut s'évaluer avec une exactitude assez grande ; il est de l'ordre de 800 mètres. La faille étant pentée à 25°, cela représente suivant le plan de faille un déplacement de l'ordre de 2.500 mètres.

En continuant à l'Est, dans la bowette du puits 3 au puits 4, on trouve au mur de Grande Veine une flore à *L. rugosa*, ce qui confirme l'appartenance de cette veine au faisceau de Meunière; et au Nord du puits 4 on retrouve le faisceau de Six-Sillons avec, en particulier, dans la bowette Nord à 376 le toit repère à *E. Simoni*, *A. Phillipsi* et *Sig. anthemis* dont nous avons parlé tout à l'heure. Là encore, le passage de la grande faille inverse est très net. Celle-ci s'infléchit du Nord-Est vers l'Est contre le cran de Sailly et se retrouve dans le gisement du siège n° 8 en bordure de la concession de Lens. Elle n'y est pas immédiatement visible. Seule l'anomalie paléontologique permet de la déceler.

Au Sud du siège n° 8, au Nord immédiat du cran de Sailly, on exploite le faisceau de Grande Veine du 8 et de Cinq-Sillons. Cette grande veine se place stratigraphiquement à 120 mètres au toit de Rimbert. L'exploitation y a découvert des plis extrêmement couchés avec de grands panneaux décrochés les uns par rapport aux autres

et, soit en place, soit renversés. Cette allure se conserve jusqu'au Tourtia. L'ensemble de l'exploitation est limité au Sud par un accident direct à pied Sud. Au-delà, on y trouve une zone accidentée, mais en place, avec une flore à *M. Sauveuri*, *N. gigantea*, *Sph. quadridactylites* et *An. stellata*, et une faune à petites *N. carinata*. Cet ensemble n'est pas très net, mais semble appartenir encore à l'assise de Bruay. A 170 mètres au Sud de la première faille directe, on en trouve une seconde très nette au-delà de laquelle on rentre dans des renversés ayant livré en abondance *L. rugosa*, *N. heterophylla*, *N. hollandica* et *Sph. myriophyllum*, mais pas de faune identifiable. On se trouve ici en présence de l'assise d'Anzin. La faille inverse est décrochée par les deux failles directes qui prolongent le cran de Saily mais n'a pas été directement touchée par les travaux. Au Nord, elle reste au-dessus et au Sud en-dessous des étages en exploitation. Cette faille inverse se retrouve dans le gisement du Nord de la concession de Lens avec le même style: nombreux panneaux en place et en renversés de part et d'autre du plan de faille principal. Elle y est bien connue sous le nom de faille de St-Druon.

Elle est accompagnée à Lens de deux petites failles inverses: au Nord, le cran de Wingles et, au Sud, la faille d'Hulluch; nous avons pu identifier le cran de Wingles dans le gisement des fosses 8 et 4 de Béthune. On le suit dans les travaux jusqu'aux environs du puits 4^{bis} où il se transforme en un simple pli. Sur tout son parcours, il reste au Nord de la zone des renversés produits par la grande faille inverse. Son rejet vertical est, à Lens, de l'ordre de 200 mètres; il diminue vers l'Ouest en ayant successivement 100 mètres au siège n° 8 et 50 mètres au siège n° 4 où il finit par disparaître.

De même la faille d'Hulluch se retrouve dans la bowette du 7 au 8 de Béthune à 400 mètres environ au Sud de la deuxième faille directe dont nous avons parlé tout à l'heure. Elle y est très visible sur la paroi et sépare l'assise d'Anzin renversée au Nord de l'assise de Vicoigne

en place au Sud; son rejet est de l'ordre de 150 mètres en verticale; plus à l'Est, à Lens, elle en a 200. Comme le cran de Wingles, elle diminue donc d'importance vers l'Ouest.

En résumé, l'identité de la faille du Centre de Nœux, du grand accident inverse de la concession de Béthune et de la faille St-Druon de Lens, ne fait aucun doute. Au-delà de Lens, elle se prolonge sur les concessions de Carvin et d'Ostricourt, ce qui lui donne un développement de l'ordre de 20 kilomètres. Avec son rejet vertical de l'ordre de 700 mètres et sa faible pente, cela en fait l'accident directionnel le plus important du Pas-de-Calais après la grande faille du midi. Elle est d'importance comparable à la faille Barrois du bassin houiller du Nord.

Pour marquer son individualité, nous uniformiserons son appellation sur toutes les concessions en lui donnant le nom de faille Pruvost, en hommage au Doyen de la Faculté des Sciences.

L'étude du synclinal des charbons maigres du nord du groupe a permis de préciser d'autres points intéressants. Dans le gisement du siège 9, le niveau marin de Rimbert n'avait été trouvé qu'une fois, dans un recoupage situé à l'Ouest de l'étage 251 en bordure de la concession de Nœux, par l'ingénieur divisionnaire du siège, en 1934. Le niveau de Poissonnière ayant été repéré, au mur de la veine Laure par MM. Pruvost et Bertrand la même année, cela avait conduit à attribuer à l'assise d'Anzin une épaisseur de 200 mètres. Sur les concessions de Nœux à l'Ouest et de Lens à l'Est, cette assise en a 280. L'épaisseur de 200 mètres paraissait de ce fait anormale. L'étude systématique de presque tout le réseau de bowette du 9 nous a permis de retrouver Rimbert en sept autres points et l'on retrouve effectivement l'épaisseur normale de 280 mètres pour l'assise d'Anzin. Les 80 mètres de différence sont dus au passage d'une faille, que nous appelons faille d'Annequin et qui se situe dans le recoupage à l'Ouest de 251 au mur immédiat de Rimbert.

Cette faille se suit dans les travaux et se retrouve dans les deuxièmes bowette Nord du siège 9 où elle met en contact la tête du faisceau de Meunière au Nord avec le tiers inférieur du faisceau de Six-Sillons au Sud, soit un rejet dans cette région de l'ordre de 200 mètres.

A la limite des champs d'exploitation des sièges 4 et 8, le Professeur Pruvost avait signalé dans son étude sur Lens et Béthune (2) l'existence d'une zone d'accident dont l'ensemble était désigné faille de Cambrin. En effet, les travaux de fosse 8 se situent au Nord dans l'assise de Vicoigne et ceux du 4 dans la base de l'assise de Bruay.

L'étude de détail a permis de préciser que cette zone se décompose en quatre failles bien distinctes. Ce sont du Nord au Sud :

1°) la faille de Violaines qui présente une charnière dans la région du siège n° 8, mais va rapidement en augmentant vers le Nord-Ouest puisque dans les bowettes Nord-Est à 228 et 289 du siège n° 4 nous avons pu déterminer une zone à *M. acuta* et *A. modiolaris* (Assise de Vicoigne) au Nord et la flore des environs de Rimbert au Sud, soit un rejet d'au moins 200 mètres ;

2°) la faille de Cambrin dirigée à peu près Nord-Sud avec un rejet à pied Ouest d'environ 50 mètres ;

3°) la faille des Marichons dirigée S.W. - N.E. avec un rejet à pied N.W. de 200 mètres ;

4°) la faille du Rutoire dirigée E.W. avec un rejet à pied Sud de 80 mètres environ à son contact avec la faille des Marichons, mais rejet diminuant vers l'Est pour s'annuler vers la limite de concession.

L'existence et le rejet des trois dernières failles ont été déterminés uniquement en procédant à l'assimilation des différents faisceaux recoupés par la méthode de comparaison des toits basée sur les caractères de faciès.

Nous avons pu nous contrôler après coup en recher-

(2) *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LIX (1934), p. 97.

chant Rimbert. Nous l'avons effectivement trouvé à sa place deux fois et non sans peine. Il se présente, en effet, au-dessus d'un toit à flore sans intercalation de houille avec cependant un peu de radicelles au sommet du toit et nous avait échappé une première fois par suite du revêtement en maçonnerie recouvrant les parois.

RÉGION CENTRE DE LA CONCESSION DE BÉTHUNE.

Cette région se caractérise par un plissement intense. Sa limite Nord est constituée par la faille Pruvost et nous avons vu que cette région est traversée au Sud de la faille Pruvost par la faille d'Hulluch venant de la concession de Lens. Sa limite Sud est formée par une grande faille directe à pied Sud, appelée aux Mines de Béthune faille du Centre et qui n'est autre, à notre avis, que la faille Reumaux.

Au Nord immédiat de cette faille, on connaît depuis une quinzaine d'année une flore de l'assise de Vicoigne aux sièges 3 et 7. Nous avons pu préciser qu'au Nord du 7 la totalité du houiller accessible appartient à l'assise de Vicoigne. Il y a une flore à *Sph. Hæninghausi* au mur immédiat de la faille à l'étage 261 et uniquement des toits à faune d'eau douce entre cette flore et la partie stratigraphiquement la plus haute de l'étage 190.

Au fond d'un bure à proximité du puits 3 un sondage a atteint l'assise de Flines. Par suite d'un pli produisant des renversés, cette assise de Flines remonte aux environs de la cote — 500 au mur immédiat de la faille dite du Centre.

Au Sud de la faille, les veines exploitées au voisinage du Tourtia se situent à 450 mètres au toit de Rimbert, ce qui donne à la faille du centre un rejet vertical de l'ordre de 500 mètres.

Dans la bowette du 2 au 12, son passage se situe, nous l'avons déjà vu, à 1.400 mètres au Nord du puits n° 2 de Béthune; on y passe d'un gisement à 27 % de M. V.

avec flore du faisceau d'Ernestine à un gisement de moins de 20 % de *M. V.* avec flore à *M. Daviesi* et faune à *C. similis* et *A. modiolaris* (assise d'Anzin). Elle se poursuit vers l'Ouest où nous la raccordons pour la raison exposée à propos de la faille du Centre de Nœux, avec la faille de Verquin.

Sur la concession de Lens où la faille Reumaux est connue comme telle, elle a un rejet de l'ordre de 600 mètres et se dirige vers l'Ouest. La dernière bowette où elle a été repérée se trouve à 2.000 mètres de la limite de concession de Béthune. Une nouvelle bowette actuellement en cours de creusement à Lens à 1.000 mètres de la limite de concession permettra de vérifier notre hypothèse. En tout cas, jusqu'à plus ample informé, nous estimons plus logique de raccorder la faille Reumaux de Lens à la faille du Centre de Béthune plutôt qu'au cran de Sailly bien moins important et qui se dédouble à son entrée sur la concession de Lens.

La région entre faille Pruvost et faille Reumaux où l'ensemble du gisement présente des teneurs en *M. V.* de l'ordre de 17 % se trouve surélevée par rapport au synclinal des charbons 1/4 gras du Nord et au synclinal si riche des charbons gras du Sud de Béthune. Elle est également beaucoup plus fortement plissée et, partant, beaucoup moins productive.

RÉGIONS SUD DE BÉTHUNE ET SUD DE NŒUX.

De la région Sud de Béthune, il n'y a pas grand'chose à dire; elle est découpée par un réseau de failles directes bien connues, certaines veines de la tête de l'assise de Bruay présentant des compositions très constantes et facilement reconnaissables, d'un compartiment de failles à l'autre. Nous avons pu cependant déceler une faille directe peu pentée de 200 mètres de rejet vertical au Sud immédiat de la faille Reumaux grâce à la découverte dans le faisceau des gras du Sud à l'étage 500 du siège n° 3, du niveau marin de Rimbart, à la place où l'on attendait

la veine St-Victor située stratigraphiquement 200 mètres plus haut. Cette faille, dite de Mazingarbe, se raccorde à la faille de Loos de la concession de Lens.

Une des précisions les plus intéressantes que nous ayons pu mettre en évidence dans cette région est l'importance de la faille de Sains, séparant le synclinal Sud de Béthune du synclinal Sud de Nœux (la fosse 10 de Béthune appartient géologiquement à ce dernier). Cette faille est non seulement une coupure tectonique séparant les deux synclinaux, mais elle se situe à la limite de deux aires où les conditions de dépôt étaient absolument différentes.

L'étude détaillée de deux faisceaux contemporains, situés de part et d'autre de la faille de Sains, le montre très clairement (voir tableau 2).

Deux repères stratigraphiques: le poudingue d'Edouard et le niveau à *E. Simoni* de Baumont de la plaine de Lens se retrouvent des deux côtés. Dans le synclinal de Béthune, le poudingue est dans le haut toit de la veine Edouard et le niveau de Baumont au toit de la veine Ste-Barbe supérieure. Dans le synclinal de Nœux, le poudingue se retrouve au toit de la veine St-François et Baumont au toit de la veine St-Nicolas - Ste-Cécile. Des deux côtés, les repères sont séparés par une stampe de 100 mètres, et les veines du niveau de Baumont présentent la même particularité: tantôt Ste-Barbe supérieure et Ste-Barbe inférieure sont séparées en deux veines distinctes, tantôt elles sont réunies en une seule avec intercalation d'un peu de schiste carbonneux entre elles. De même St-Nicolas et Ste-Cécile sont quelquefois soudés entre eux ou bien séparés par quelques mètres de terrain.

Par contre, entre les deux repères stratigraphiques, au siège n° 10, il n'existe qu'une seule veine exploitable, d'ailleurs très belle, St-Paul. Au siège n° 2, il y en a trois, Auguste, Constance appelée plus à l'Est Théodore et St-Alexis. Cette dernière se dédouble plus à l'Est, vers le siège n° 1, pour donner Charlotte et St-Alexis. De

même, la passée au toit de Constance devient exploitable par place sous le nom de Pouilleuse, l'ensemble de la stampe augmentant d'épaisseur et passant de 100 à 110 mètres vers l'Est.

On voit donc que pour trois veines exploitables à la fosse 10, il y en a cinq à la fosse 2 et sept à la fosse 1. Les deux veines supplémentaires que l'on trouve en passant du 2 au 1 sont dues à des épaissements de passées connues au 2, le nombre des dépôts de houille restant sensiblement constant et ces dépôts ne différant que par leur épaisseur. Par contre, lorsqu'on compare le 2 au 10, le nombre des dépôts est différent et ces dépôts ne se correspondent absolument pas en position relative par rapport aux niveaux repères.

Dans les 80 mètres de terrains situés au mur du niveau de Baumont, le phénomène est du même ordre : une seule veine exploitable au 10 contre trois veines exploitables au 2.

On sait que le phénomène de la subsidence qui est à l'origine de l'accumulation des dépôts continentaux du Westphalien se produit en principe en un moment situé entre le dépôt de la veine de houille et celui de son toit (3). Si l'influence de la subsidence est difficile à localiser quand les dépôts de houille sont très rapprochés, il n'en est pas de même dans une stampe comme celle des fosses 10 et 2 que nous étudions. Les banes de grès et de schiste ont une épaisseur importante par rapport à celles des dépôts de houille et ces derniers sont chacun l'indice d'un comblement du bassin suivi d'une subsidence.

Il semble donc qu'une des interprétations possibles des observations précédentes serait que le nombre des subsidences n'a pas été le même dans les deux régions séparées actuellement par la faille de Sains et surtout qu'elles ne se seraient pas produites synchroniquement. Ceci consti-

(3) Voir « Faciès et massifs de végétation dans la formation houillère du Nord de la France » par A. BOUOZ. *Thèse d'Université*. Lille, 1940, chapitre IV, p. 45.

tuerait une preuve de la grande élasticité de la plateforme houillère au moment du dépôt du Westphalien et de la diversité d'allure de ce dépôt puisque les deux points que nous comparons n'étaient distants que de 2 à 3 kilomètres à ce moment là (valeur développée des plateurs et des dressants séparant les deux points étudiés).

De l'assimilation certaine que permet de faire le poudingue d'Edouard de part et d'autre de la faille de Sains on peut en déduire le rejet de la faille. Mais il faut noter au préalable que le gisement se compose au Nord de la faille de Sains de trois plateurs séparés par deux renversés, un troisième renversé recouvrant le troisième plateau au Sud-Est de la concession de Béthune et sur la concession de Liévin. Les axes des crochons sont dirigés en projection horizontale sur la trace de la faille de Sains avec un angle voisin de 90°. Inversement, les lignes d'ennoyages sont grossièrement parallèles à la faille. En particulier, les lignes d'ennoyages des crochons joignant le premier plateau au premier dressant et le deuxième plateau au deuxième dressant dans la veine Ste-Barbe se tiennent parallèlement aux courbes de niveau du plan de faille à une distance assez grande (600 m.) de celle-ci.

Par suite du relèvement de l'ensemble des couches vers le Nord-Ouest, en face du gisement du 10, l'érosion post-carbonifère n'a laissé subsister dans le gisement du 2 que les premiers plateurs et les premiers dressants. Il résulte de ce qui précède que les plateurs et les dressants de la fosse 10 ne sont autres que la suite des troisièmes plateurs et des troisièmes dressants du Sud de Béthune et de la concession de Liévin, descendus par la faille de Sains. Si l'on reconstitue (voir coupe 4) l'empilage des plateurs et des dressants avec l'épaisseur qu'on leur connaît à 3.000 mètres plus à l'Est, on est conduit à donner à la faille de Sains un rejet direct à pied Sud-Ouest de l'ordre de 800 mètres. Il faudra s'attendre à trouver en profondeur au siège n° 10 et au 2 de Nœux une allure

assez tourmentée correspondant à la suite descendue des plateaux et des dressants du Nord de la faille de Sains.

Vers l'Ouest, la faille de Sains se continue vers l'éperon calcaire d'Hesdigneul dont elle doit former le bord Sud. Elle s'augmente de la faille d'Hersin qui a un rejet direct de 250 mètres à pied Sud-Ouest, mais doit être diminuée par le jeu de la faille de Gavion qui a un rejet direct à pied Est de 500 mètres. Sur la concession de Bruay, la faille de Sains a été localisée grâce à quatre sondages dont deux ont touché le calcaire carbonifère au Tourtia et les deux autres un peu plus au Sud du houiller productif.

Outre la différence que nous avons signalée au sujet du nombre et de la répartition des dépôts de houille, entre le Sud des concessions de Béthune et de Nœux, cette dernière présente la particularité d'avoir une très forte proportion de veines de houille lenticulaires. Les plages exploitables sont séparées par des plages où la veine est diminuée et quelquefois réduite à quelques centimètres. D'une veine à la suivante, le phénomène se répète sans qu'il y ait superposition des zones exploitables. L'allure est absolument quelconque.

D'une façon très générale, on constate qu'en passant d'une zone en veine épaisse à une zone en serrée, le toit reste très constant d'allure et c'est le mur de la veine qui, par un talus plus ou moins brusque, vient se rapprocher du toit. La grande régularité des dépôts exclut toute idée d'influence tectonique à l'origine de ce phénomène; la veine semble se présenter à nous telle qu'elle était à la fin de sa période de formation et son irrégularité doit provenir de l'irrégularité initiale de son aire de dépôt.

Ces allures lenticulaires se réduisent de plus en plus quand on approche de la faille de Ruitz vers le Sud-Ouest de la concession de Nœux. Dans le compartiment descendu de cette faille, on retrouve, à égalité d'âge, une répartition dans la succession des veines de houille, très différente de celle qui se trouve de l'autre côté. Les

teneurs en matières volatiles sont de 10 points en moyenne plus élevées au Sud de la faille.

La faille de Ruitz est une faille directe importante, de rejet variable (entre 600 et 1.000 mètres); elle se situe dans une zone de dressants comme c'est le cas également pour les failles Reumaux et de Sains.

Dans le cas de ces trois failles, on constate qu'elles s'accompagnent à la fois d'une zone plissée de formation antérieure à la faille et, par suite du resserrement des distances initiales dû au jeu de ce plissement d'une hétérogénéité, d'une véritable discontinuité dans le nombre et la nature des dépôts de houille qu'on trouve de part et d'autre de ces failles. Cette hétérogénéité est telle que pour l'évaluation des ressources exploitables en profondeur pour les charbons flambants du siège n° 7 de Nœux, par exemple, on se trouve en présence d'une incertitude assez grande. Les veines de l'assise de Bruay actuellement exploitées au 7 au Sud de la faille de Ruitz ont les mêmes teneurs que les veines contemporaines de Bruay et Marles, soit 35 à 40 % de M. V. En profondeur, dans ce synclinal, les veines de l'assise de Vicoigne ont une teneur variant de 26 à 30 % (concession de Marles). Par contre, au Nord immédiat de la faille, les veines de l'assise de Vicoigne ne tiennent que 13 à 15 %. Les teneurs exactes en profondeur des veines du siège n° 7 doivent se situer entre ces deux séries de chiffres, mais l'incertitude est de l'ordre de 13 à 15 points.

Il est vraisemblable qu'en se basant sur l'homogénéité qui règne à l'intérieur d'un même synclinal les teneurs seront plus voisines de 26-30 que de 13-15 %, bien que les premiers chiffres correspondent à des prises beaucoup plus éloignées que les seconds, du point qui nous occupe.

CONCLUSIONS.

Les conclusions que l'on peut tirer de ce qui précède sont de deux ordres. Les unes ont trait aux faits, les autres à la méthode d'étude. L'interprétation que l'on

peut faire de l'accumulation des matériaux d'observation qui sont à la base de cette étude ne fait que rejoindre et confirmer les idées admises par l'école géologique lilloise.

1° Le bassin houiller est une formation essentiellement hétérogène. Sur les concessions du Groupe de Béthune, les régions situées de part et d'autre des grandes failles directes telles que Reumaux, Sains ou Ruitz ont une véritable individualité, qui se traduit, soit par des différences importantes dans les teneurs en matières volatiles, soit surtout par des différences dans le nombre et la répartition verticale des dépôts de houille.

2° Sauf rares exceptions, les veines de houille n'ont pas d'individualité propre en dehors des régions définies ci-dessus. Certaines d'entre elles ne couvrent même pas la totalité de la superficie d'une région.

3° Les grandes failles directes se superposent à une zone initialement plissée. Elles semblent donc bien, étant donné leur nature, être postérieures à la phase de déformation ayant produit les plissements.

4° La plateforme houillère avait une très grande élasticité, l'hétérogénéité verticale des dépôts d'une région à l'autre étant l'indice de subsidences indépendantes d'une région à l'autre.

5° A cause de cette élasticité, les rejets de certains accidents qui ont commencé à jouer au moment de la formation des dépôts peuvent avoir une amplitude variable avec la profondeur. D'une façon générale, il ne faut pas s'attendre à une régularisation de l'allure du gisement en profondeur.

Quant à la méthode d'étude nécessaire à la mise au point d'un gisement houiller comme celui du Nord et du Pas-de-Calais, elle a une physionomie tout à fait particulière due à la nécessité où se trouve le mineur de rechercher la précision dans le détail en vue de l'exploitation.

L'extension verticale de la zone d'apogée d'une espèce

animale ou végétale qui est la base même de la méthode de travail en géologie, a une valeur telle dans le houiller qu'elle ne permet jamais de caractériser une épaisseur de terrain suffisamment mince.

Pour préciser un rejet de faille ou l'identité d'une veine, on ne peut faire autrement que de se servir de la notion de faciès. Même les niveaux marins qui sont si précieux dans l'étude d'un gisement ne donnent des résultats si précis que par l'individualité que leur confère le caractère marin de leur faciès au milieu du houiller continental. Malheureusement, ils sont peu nombreux.

Il est donc nécessaire de chercher à augmenter le nombre de ce que l'on peut appeler les repères stratigraphiques que l'on peut trouver dans le houiller.

Je ne veux pas m'étendre longuement sur cette question ni essayer d'en donner une explication théorique qui nous entraînerait trop loin. La simple énumération des différents stades de l'étude d'un gisement donnera une idée suffisamment précise de la question.

Le travail consiste essentiellement à déterminer successivement :

1° La répartition verticale des différentes espèces animales ou végétales caractérisant les différents faisceaux.

2° La position des niveaux marins.

3° La position relative par rapport aux données précédentes des toits de schiste bitumineux, qui sont ceux qui ont le maximum d'extension après les niveaux marins.

4° La position relative des toits contenant en abondance une espèce animale ou végétale en dehors des limites verticales de sa zone d'apogée. Les deux conditions paraissent contradictoires, mais de tels toits existent et peuvent quelquefois donner une indication précise (4).

(4) C'est le cas d'un toit à faune du synclinal Nord de Béthune, toit situé à 40 mètres au-dessus de Rimbart et qui contient en abondance *Carbonicala similis*. Cette espèce ne commence à être trouvée avec fréquence que 100 mètres plus bas aux approches du faisceau de Meunière.

5° Les caractéristiques des successions de toits, leur comparaison permettant souvent de résoudre les questions de détail.

Tout cela peut sembler n'être qu'une systématisation de faits d'observation dispersés. Cependant cette systématisation permet de classer les observations par ordre de précision décroissante et ne fait que mettre un peu d'ordre dans le grand nombre d'observations qu'on est amené à faire dans l'étude de détail d'un gisement.

Dans ce qui précède, nous n'avons parlé que des toits. Ce sont eux, en effet, qui donnent les caractères les plus constants, alors que c'est un fait d'expérience journalier pour le mineur que les veines de houille peuvent avoir une composition rapidement variable.

Dans sa communication du 20 février 1946, sur l'hétérogénéité et la discontinuité des veines de houille, le Professeur Duparque s'est longuement étendu sur le fait que les caractéristiques macroscopiques et microscopiques des houilles ne devaient être employées qu'avec beaucoup de prudence dans des tentatives d'assimilation de veines et il résumait son opinion en ces termes: « La synthèse tectonique et l'étude de la structure détaillée d'un gisement houiller ne peuvent être réalisées que sur des bases stratigraphiques précises, établies non pas au jugé des faciès si souvent trompeurs, mais au vu des fossiles ».

Cette opinion du Professeur Duparque est la traduction abrégée de son immense expérience de la constitution de la veine de houille; mais je me permettrai de préciser que l'utilisation des fossiles dans l'étude de la structure détaillée d'un gisement ne se fait pas dans l'esprit où l'entendait P. Fallot dans la citation reproduite par le Professeur Duparque dans sa communication du 20 février 1946 (5). Quand on utilise dans le détail la méthode de comparaison des toits, les fossiles qu'on y trouve y ont une répartition et une fréquence absolument quelconque,

(5) *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. LXVI (1946), p. 61.

changeante, et leur présence ne constitue qu'un des éléments dont l'ensemble forme le faciès d'un toit. Et on ne peut pas ne pas faire appel à cette notion de faciès qui est la seule qui puisse être employée actuellement dans les recherches de détail.

L'essentiel, quand on utilise cette méthode, est de connaître ses imperfections et ses limites et d'en contrôler constamment ses résultats. La mine est sans pitié pour le géologue, car ses travaux vont sans cesse en vérifier les affirmations et, si je me suis permis cette petite mise au point, c'est qu'elle est basée sur une expérience sans cesse contrôlée par les travaux du fond.

M. **Duparque** présente deux communications intitulées :
1° *Caractères microscopiques des houilles de Carmaux (Tarn)* ;
2° *Présentation d'échantillons de houilles cendreuse et de houilles rayées (Streifenkohle)* (1).

Séance du 25 Juin 1947

Présidence de M. Corsin, Président.

Le Président adresse les félicitations de la Société à deux de nos confrères, parmi les plus éminents, qui viennent d'être élus Membres correspondants de l'Académie des Sciences :

Mgr. **G. Delépine**, Recteur des Facultés libres de Lille ;
M. **P. Pruvost**, Doyen de la Faculté des Sciences de Lille.

En quelques mots, le Président dit notre joie à tous pour cette distinction qui honore deux de nos membres toujours si dévoués à la cause de la Société. Il rappelle la grande réputation des deux nouveaux Correspondants de l'Institut, acquise, pour le premier, par l'étude du calcaire carbonifère et, pour le second, par celle du

(1) Les textes de ces notes n'ayant pas été déposés lors de la séance seront insérés ultérieurement.

terrain houiller. C'est d'ailleurs pour les mêmes raisons que, tout récemment, Mgr. Delépine a été proclamé *Docteur honoris causa* de l'Université de Québec et M. Pruvost a été nommé *Conseiller technique des Charbonnages de France*. Cette distinction, qui récompense les mérites incontestés des deux grands savants ne peut que nous réjouir et la Société est heureuse d'être dirigée par d'aussi distingués confrères.

Sont élus membres de la Société : -

- M. J. Walch, Directeur du Groupe de Valenciennes des Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais;
M. J. Dubreucq, Inspecteur au Service des Eaux de la Région Nord de la S.N.C.F., à Paris.

M. G. Waterlot présente la communication suivante :

**Découverte de deux fragments de patte-mâchoire
d'*Arthropleura* (Archéocrustacé) du terrain houiller
sarro-lorrain**

par Gérard Waterlot

(Pl. VI, 5 fig.-texte)

SOMMAIRE

Description d'un article basilaire et d'un article terminal d'un appendice céphalique du type biramé ayant appartenu à un *Arthropleura* de grande taille (1 m. 50 de longueur très probablement). Cet appendice est un gnathopode et ne peut se comparer qu'aux appendices céphaliques des Trilobites possédant la même fonction. Cette nouvelle découverte confirme la grande parenté de ces formes fossiles.

Les débris décrits ici sont extrêmement précieux parce qu'ils sont les premiers à être signalés comme ayant appartenu à un appendice céphalique d'un *Arthropleura*. On connaît actuellement l'organisation du corps de l'*Arthropleura* (thorax et abdomen) aussi bien du côté dorsal que du côté ventral; j'ai même pu en établir la

reconstitution, grâce aux magnifiques fragments recueillis en Sarre et en Lorraine (1). On ne sait encore rien de la queue. De même, on ignorait presque tout de la partie céphalique, si ce n'est sa forme d'ensemble au milieu de laquelle une glabelle se dessine manifestement. Ceci apparaîtrait sur le petit *Arth. Moysseyi* de Grande-Bretagne décrit par Calman (2). Toutefois, il s'agit de la carapace supérieure et jamais, en quelque pays que ce soit, on n'avait encore décelé de traces d'appendices céphaliques dont on conçoit l'évident intérêt pour la comparaison de l'*Arthropleura* à d'autres formes animales.

Actuellement, le Musée houiller de Lille possède, conservés sur la même plaque de schiste, deux fragments d'appendice céphalique, lequel était utilisé par l'animal comme patte-mâchoire. C'est pourquoi il est intéressant d'en donner connaissance. La pièce a été recueillie en Sarre sur le ballast du chemin de fer de Béning pour lequel on utilisait les pierres remontés du fond; il n'est donc pas possible d'en situer l'origine stratigraphique précise. Elle avait été conservée en collection parmi les *Pecopteris* de la Sarre que MM. P. Bertrand et P. Corsin n'avaient pas pu étudier avant le plébiscite de 1935. Je n'en avais donc pas eu connaissance lors de mon travail de thèse, en 1934. Pendant l'occupation allemande, M. P. Guthörl avait emmené à Sarrebrück le lot de *Pecopteris* et la présente pièce qui ne semble pas avoir attiré son attention. Depuis la Libération, les fossiles ont regagné le Musée houiller de Lille; en les classant, M. P. Corsin m'a remis tout récemment cet échantillon dont j'ai reconnu le grand intérêt comme pièce anatomique de l'*Arthropleura*.

(1) G. WATERLOT. — Faune contin. du terr. houiller sarro-lorrain. *Gîtes min. de la France*. Bass. houil. de la Sarre et de la Lorr., t. II, Faune fossile, 1934, p. 52 à 110, pl. A et pl. 3 à 15.

(2) W.T. CALMAN. — On *Arthropleura Moysseyi* from the Coal Measures of Derbyshire. *Geol. Magaz.*, Déc. VI, vol. 1, 1914, p. 541-544, pl. 38.

DESCRIPTION DES FRAGMENTS. — De toute évidence, le test garni de tubercules, qui sont les bases des épines disparues, est caractéristique du genre *Arthropleura*. La forme rappelle celle des articles composant les appendices ambulatoires, thoraciques et abdominaux, tout en s'en distinguant nettement par des caractères spéciaux qui me font considérer ces articles comme ayant appartenu à une patte-mâchoire.

Une première pièce d'aspect sub-trapézoïdal (pl. VI, fig. 1, fig.-texte 1) est longue de 70 mm.; elle présente

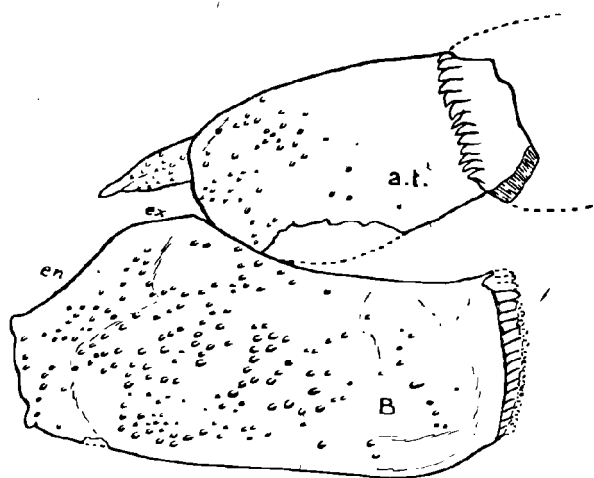


FIG. 1. — FRAGMENTS DE LA PATTE-MACHOIRE D'*Arthropleura* (croquis pris sur la photographie reproduite pl. VI, fig. 1). En grandeur naturelle. B, article basilaire portant de nombreuses dents sur le bord interne (à droite du dessin) qui est le bord masticateur de l'appendice céphalique; en, bord servant d'attache à l'endopodite; ex, attache de l'exopodite; — a.t., article terminal (normalement le dixième) d'une des deux branches de l'appendice biramé (probablement de l'endopodite), prolongé par une griffe robuste.

une largeur de 27 mm. près du bord dentelé et de 35 mm. suivant sa plus grande dimension, située près de l'autre extrémité de l'article. A ce niveau, la pièce est nettement

limitée par deux méplats formant un angle largement ouvert: le plus petit se tourne plutôt vers le haut et le plus grand est quasi normal à l'axe longitudinal de la pièce. En-dessous, le contour est onduleux et devait être libre tandis que les méplats indiquent la jonction avec d'autres pièces de l'appendice. Le bord dentelé est muni de 15 dents courtes et robustes dont les extrémités sont brisées ; il n'en manque guère que deux ou trois. La surface du test est bombée et garnie de tubercules principalement groupés au centre et sur le côté opposé aux dents.

Si l'on compare cette pièce aux articles des pattes thoraciques et abdominales dont j'ai donné de très nombreux dessins antérieurement (3), on voit qu'il s'agit manifestement d'un article basilaire d'un appendice dont on retrouve le contour général. Cet article correspond aux pièces soudées, appelées *coxa* et *basis* chez les Crustacés et représente pratiquement un *protopodite*. Le grand méplat indique l'attache de l'endopodite et le petit méplat, celle de l'exopodite ; on sait, en effet, que l'appendice de l'*Arthropleura* est toujours biramé, chaque rame (endopodite et exopodite) étant composée de 9 articles dont le dernier forme la griffe terminale. La différence consiste dans une adaptation due au rôle de l'article. Dans l'appendice du corps, l'article basilaire, à l'opposé des points d'attache de l'endopodite et de l'exopodite, s'amincit et émet un épipodite qui est une lamelle branchiale. Ici, l'article ne s'amincit pas ; il conserve sa forme massive, ne porte pas d'épipodite et le bord interne est garni de dents (pl. VI, fig. 2) d'un type entièrement différent des épines appartenant à la frange recouvrant les jointures des articles successifs (pl. VI, fig. 3). Dans le cas présent, il s'agit d'un bord masticateur révélant ainsi que l'article basilaire appartenait à un appendice céphalique. On remarque que le sens de l'article est vérifié par la forme des tubercules. Chez les Arthropodes, les épines

(3) G. WATERLOT. — *Op. cit.*, p. 64 à 81.

garnissant les articles sont toujours dirigées vers l'avant; ici, les épines elles-mêmes manquent, mais il reste leurs traces sous la forme d'un mamelon qui n'est pas tout à fait régulier mais allongé et dirigé vers les attaches de l'endopodite et de l'exopodite, montrant par là le bord de l'article orienté vers l'extrémité de la patte.

La seconde pièce est un article de forme ovale, long de 42 mm. environ et large de 27 mm. suivant la plus grande dimension (pl. VI, fig. 1 et fig.-texte 1). A une extrémité (à droite du dessin), elle est recouverte par la terminaison de l'article précédent qui possède des denticulations peu épaisses, de forme assez variable, s'amincissant en épine courbe (pl. VI, fig. 3)!. Ces ornements ne possèdent pas la robustesse des dents du bord masticateur de l'article basilaire; ils ne répondent pas, en effet, au même rôle, car ils forment simplement une frange terminale exactement semblable à celle qui prolonge tous les articles des appendices thoraciques et abdominaux. A l'autre extrémité (à gauche du dessin, fig.-texte 1), l'article se poursuit par une griffe forte et courte, correspondant au dactylopodite des Crustacés (pl. VI, fig. 4). Le test est également orné de tubercules (bases d'épines) toujours dirigés vers l'avant, c'est-à-dire vers la griffe terminale.

Si l'on compare cette pièce au dernier élément des pattes thoraciques, on constate également une différence dans le fait qu'elle est plus globuleuse et plus robuste. Elle s'est modifiée pour la préhension des proies. Il s'agit ici de l'article terminal de l'appendice et de la fraction avancée de l'avant-dernier article. En supposant, et on a toute raison de le croire, que les appendices auxquels pouvaient appartenir ces restes fossiles comprenaient autant d'éléments que les appendices thoraciques et abdominaux, il s'agirait ici du dixième article et d'un fragment du neuvième, en comptant l'article basilaire comme étant le premier. Il n'est pas possible de spécifier si cette terminaison de patte appartient à un endopodite ou à un exopodite car, d'après ce que l'on connaît du reste du

corps, ces deux rames sont typiquement semblables. Il est probable que l'article basilaire et l'article terminal, trouvés ici côte à côte, proviennent de deux appendices différents mais voisins l'un de l'autre. Quoi qu'il en soit, ils appartenaient tous deux à un appendice céphalique ayant subi une transformation morphologique par suite de leur adaptation au rôle de patte-mâchoire.

COMPARAISON AVEC LES PIÈCES MASTICATRICES DES ARTHROPODES VOISINS. — La question se pose d'abord de savoir quels sont les Arthropodes que l'on peut considérer comme les plus proches des *Arthropleura*. Ceux-ci ont été successivement comparés aux Gigantostacés, aux Trilobites et aux Crustacés tels que les Isopodes et les Amphipodes. En dehors des Trilobites, les *Arthropleura* n'ont rien de commun avec ces différentes formes (4). Il était difficile de discuter cette question des affinités zoologiques tant que l'on n'avait pas une connaissance suffisamment approfondie de l'organisation générale. Les pattes thoraciques ont été reconnues pour la première fois par M. P. Pruvost, en 1912 (5) et mieux révélées encore en 1921 (6). Mais les restes examinés correspondaient en réalité à des pattes simples (endopodites seulement). En outre, le corps très allongé et parfaitement métamérisé, avec ses 28 à 30 anneaux semblables, flanqués de plèvres, ornés d'épines et tous munis d'une paire de pattes, ressemble étrangement à un corps de Myriapode. C'est pourquoi W.T. Calman, en 1914 (*op. cit.*) et M. P. Pruvost, en 1930 (7), tendaient à voir des analogies frappan-

(4) G. WATERLOT. — *Op. cit.*, p. 55 et p. 78.

(5) P. PRUVOST. — Sur la présence du genre *Arthropleura* dans le terr. houil. du N. et du P.-de-C., *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. 41, 1912, p. 57-64, pl. 2.

(6) P. PRUVOST. — Sur une empreinte de patte d'*Arthropleura* trouvée au charbonnage de Courcelles-Nord. *Ann. Soc. scient. de Bruxelles*, 44^e année, 1921, fasc. 1, p. 105, fig. 1.

(7) P. PRUVOST. — La faune continentale du terr. houil. de la Belgique. *Mém. Musée royal Hist. nat. Belg.*, n° 44, 1930, p. 171-178, pl. 9 et 10.

tes entre les *Arthropleura* et les Myriapodes. Il est certain que, dans l'état des connaissances de ce moment-là sur l'organisation du corps de l'*Arthropleura*, celui-ci correspondait bien mieux au type Myriapode qu'à tout autre.

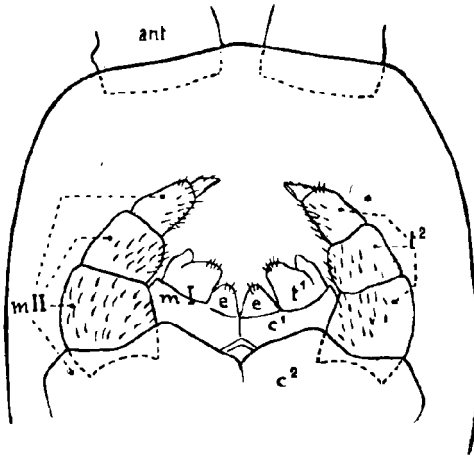


FIG. 2. — LES DEUX PAIRES DE MACHOIRES D'UN MYRIAPODE CHILOPODE ACTUEL (*Himantarium Gabrielis*). *mI*, mâchoires de la première paire comprenant chacune : *c'*, coxa ; *t'*, télépodite de deux articles ; *e*, prolongement de la coxa ; — *mII*, mâchoires de la deuxième paire comprenant : *c''*, syncoxosternum sans prolongements coxaux ; *t''*, télépodites formés chacun de trois articles dont le dernier porte à son sommet une griffe ou ongle apical ; *ant*, antenne. D'après H.W. BROLEMANN (Faune des Myriapodes de France: Chilopodes, 1930, p. 61).

M. Pruvost concluait donc à juste titre qu'il fallait hésiter désormais à ranger les *Arthropleura* parmi les Crustacés et que, en attendant de nouveaux documents, il était bon de les regarder comme des *Arthropoda incertae sedis*. Ces documents attendus ont été fournis ultérieurement par le terrain houiller sarro-lorrain et, en 1934, j'ai montré que l'appendice thoracique ou abdominal n'est réellement pas simple mais bien biramé et que l'endopodite et l'exopodite, bâtis sur le même type, partent d'un

article basilaire rattaché au corps par une articulation (*l'organe en rosette*) dans laquelle on retrouve la *praecoxa* des Crustacés. Dès lors, il n'était plus possible de comparer l'*Arthropleura* aux Myriapodes chilopodes (une paire de pattes simples par segment) ou même diplopodes (deux paires de pattes simples par segment mais attachées directement au sternite). Par contre, je voyais une analogie frappante avec les Trilobites, bien que ceux-ci possèdent un exopodite différencié, et je classais *Arthropleurides*

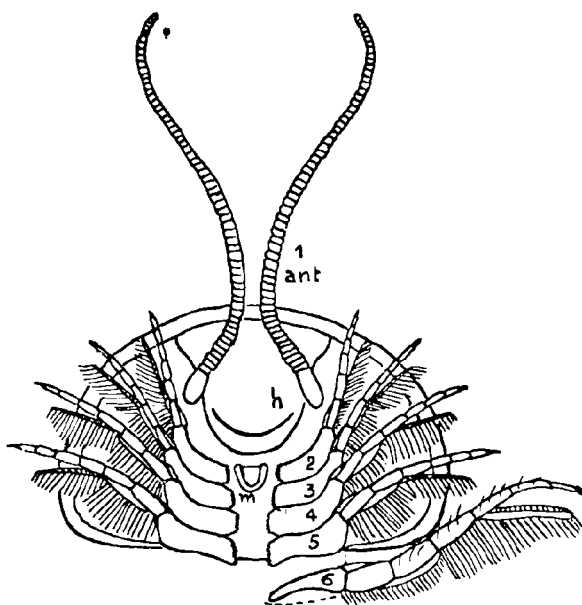


FIG. 3. — FACE INFÉRIEURE D'UNE TÊTE DE TRILOBITE montrant les appendices céphaliques (*Triarthrus eatoni* Hall = *T. becki* Green) $\times 3,8$. — *h*, hypostome; *m*, métastome; 1 à 5, les cinq paires d'appendices céphaliques; 1 (*ant.*), antennes simples; 2 à 5, quatre paires d'appendices biramés; 6, appendice thoracique montrant la différence de forme de l'article basilaire qui est beaucoup plus large quand il sert de mâchoire (d'après la reconstitution de P.E. RAYMOND, *op. cit.*, p. 41, fig. 10).

et Trilobites au sein de la classe des Archéocrustacés dont le type, l'*Arthropleura*, représente admirablement le schéma caractéristique du Crustacé primitif.

La découverte de fragments de patte-mâchoire permet d'établir de nouveau une comparaison avec ces deux groupes animaux: Myriapodes et Trilobites. Parmi les Myriapodes, ce sont les Diplopodes qui seraient plutôt à rapprocher des *Arthropleura* pour leur organisation générale, mais ils possèdent un appareil masticateur très spécial et sans la moindre analogie avec ce que nous voyons chez l'*Arthropleura*. Au contraire, il y aurait des pièces assez ressemblantes chez les Chilopodes bien que ceux-ci diffèrent très sensiblement de l'*Arthropleura* pour l'agencement des pattes (fig.-texte 2). Les Chilopodes possèdent deux paires de mâchoires dont la seconde, plus importante, peut retenir notre attention. On pourrait comparer l'article basilaire de l'*Arthropleura* avec le premier élément du télopodite chez le Chilopode; l'article terminal avec sa griffe chez l'*Arthropleura* verrait son homologue dans le même article du télopodite chez le Chilopode. Dans ce cas, l'appendice entier serait plus court. Mais l'assimilation n'est pas possible pour la pièce de base; en effet, on ne voit pas du tout le rôle ni même la raison d'être des dents robustes qui garnissent le bord de l'article de l'*Arthropleura* si celui-ci devait être attaché comme il l'est chez le Chilopode; de même, la forme compliquée de l'extrémité opposée de l'article chez l'*Arthropleura*, qui s'explique si aisément en admettant le départ d'un endopodite et d'un exopodite, ne s'explique plus du tout dans le cas où l'on voudrait homologuer la pièce basilaire d'*Arthropleura* à celle qui lui correspondrait chez le Chilopode. Aussi n'y a-t-il pas à retenir cette comparaison et cela n'a rien d'étonnant quand on connaît les différences fondamentales qui existent entre les deux groupes.

Au contraire, si l'on examine les Trilobites si proches des Arthropleurides par leur organisation générale et leurs appendices biramés toujours présents à chacun des

nombreux segments du corps, on trouve immédiatement des points étroits de comparaison entre les appendices céphaliques des deux groupes. L'article basilaire de l'*Arthropleura* (fig. 1, B) présente absolument la même forme que celle de la pièce analogue de l'appendice céphalique du Trilobite (fig. 4, B). On y retrouve le même bord

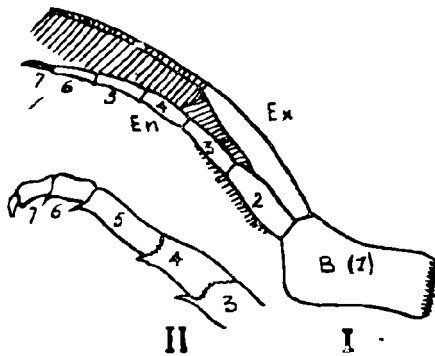


FIG. 4. — APPENDICES CÉPHALIQUES DE TRILOBITES servant de pattes-mâchoires. I, appendice complet de *Triarthrus eatoni* (= *T. becki*) montrant le mode d'attache de l'endopodite (*En*) et de l'exopodite (*Ex*) sur l'article basilaire (*B*); $\times 7,6$ (adapté d'après les reconstitutions de P.E. RAYMOND, *op. cit.*, p. 41, fig. 10 et p. 126, fig. 33). II, extrémité d'un endopodite d'un appendice céphalique de *Neolenus serratus* montrant la griffe terminant le dernier article (7) de la patte; $\times 2$ (d'après une photographie de Ch.D. WALCOTT, *op. cit.*, p. 182, pl. 16, fig. 2).

masticateur et, à l'opposé, les deux mêmes méplats servant d'attache à l'endopodite (*En*, fig. 4) et à l'exopodite (*Ex*, fig. 4). Chez le Trilobite, cet article est également élargi (2 à 5, fig. 3) et bien plus robuste que l'article correspondant de l'appendice thoracique (6, fig. 3). C'est bien ce que l'on constate également chez l'*Arthropleura*. L'endopodite du Trilobite prend fin par un article (7, fig. 4) muni d'une griffe comme chez l'*Arthropleura*. Aussi, j'estime qu'il n'existe pas de meilleure comparaison possible entre les débris décrits ici et certains élé-

ments des pattes-mâchoires du Trilobite telles que nous les connaissons d'après les beaux travaux de Walcott (8), de Raymond (9) et de Stormer (10).

De cette comparaison, on aboutit à la conviction que les deux articles d'*Arthropleura* appartiennent sans aucun doute à un appendice céphalique qui nous est ainsi partiellement révélé pour la première fois. Allant plus loin,

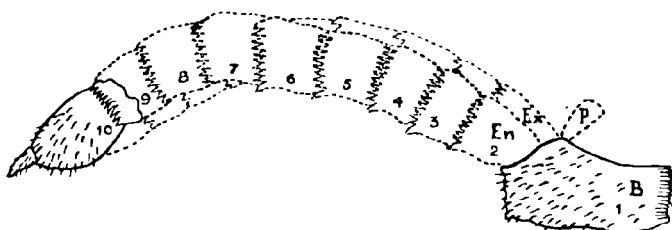


FIG. 5. — RECONSTITUTION D'UNE PATTE-MACHOIRE D'*Arthropleura*. Réduction au tiers de la grandeur naturelle. En traits pleins, les fragments conservés ; en traits tirés, les articles disparus. B, article basilaire de l'appendice biramé ; P, praecoxa attachant la patte au tégument ; En, endopodite avec article terminal muni d'une griffe ; Ex, exopodite. Reconstitution basée sur la pièce décrite, sur les appendices thoraciques et abdominaux déjà connus et sur les fortes analogies que présentent les Trilobites et les Arthropleurides.

on peut reconstituer l'appendice entier, d'après nos connaissances antérieures sur l'organisation de l'*Arthropleura* (corps et appendices) comparée à celle du Trilobite, établies toutes deux sur le même schéma d'ensemble. C'est ce qui est représenté sur la figure 5. Les *Arthropleura*

(8) CH. D. WALCOTT. — Appendages of Trilobites. *Smiths. miscell. collect.*, vol. 67, n° 4, 1918, p. 115 à 214, pl. 14 à 42.

(9) P. E. RAYMOND. — The appendages, anatomy and relationships of Trilobites. *Mem. Connect. Acad. of Arts and Sc.*, vol. VII, 1920.

(10) L. STORMER. — Trilobite morphology, pt I: the thoracic appendages. *Norsk geologisk tidsskrift*, 19, 1939, p. 143-273, pl. 1 à 12.

sont donc bien des animaux très proches des Trilobites comme je l'avais déjà indiqué en 1934.

TAILLE DE L'ANIMAL, GENRE DE VIE. — On est frappé par la forte dimension des fragments de l'appendice céphalique du présent *Arthropleura*. Si l'on compare l'importance de ces articles à l'ensemble du corps qui pouvait comporter une trentaine de segments, on arrive à considérer que l'animal entier pouvait avoir une longueur totale voisine de 1 m. 50. Parmi les différentes espèces d'*Arthropleura* de la Sarre et de la Lorraine, l'*Arth. Pruvosti* a déjà été reconnu comme une espèce géante (11) nettement distincte des autres et pouvant atteindre réellement cette dimension. Il est possible que les fragments actuels appartiennent à cette espèce.

L'appareil masticateur des *Arthropleura*, tel qu'il nous est révélé, montre que l'animal devait être carnivore, attrapant ses proies à l'aide de ses pattes acérées et les broyant avec ses fortes pièces masticatrices. Toutefois, les dents restent de petites dimensions, ne dépassant pas $\frac{4}{3}$ de millimètre en largeur, leur longueur probable étant de l'ordre de 3 à 4 mm. au maximum. Il paraît donc probable que les *Arthropleura* s'attaquaient à de petites proies comme les vers. En outre, si l'on remarque qu'ils possédaient des lamelles branchiales et que leurs restes sont toujours associés à des plantes non flottées, déposées à faible distance du bord de la lagune houillère, il devient probable que ces animaux pouvaient ne pas être nécessairement aquatiques mais plus probablement terrestres. Ils pouvaient habiter les sous-bois humides et circuler sous l'amoncellement des feuilles de fougères qui entretenait l'humidité nécessaire au fonctionnement de leurs lamelles branchiales, tout en leur assurant une pâture abondante. Ceci rappellerait la façon de vivre des Cloportes et des *Ligia* de nos jours.

(11) G. WATERLOT. — *Op. cit.*, p. 62.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

- FIG. 1. — Fragments de la patte-mâchoire d'*Arthropleura*. B, article basilaire ; at., article terminal avec sa griffe ; tg, portion de tégument provenant de la face inférieure de l'animal et probablement de la tête ; ornementation caractéristique de la face ventrale avec de nombreuses et fines granulations. Grossissement 1,5. Voir le dessin explicatif, fig.-texte 1.
- FIG. 2. — Bord masticateur de l'article basilaire montrant la forme et la robustesse des dents. Grossissement 3.
- FIG. 3. — Base de l'article terminal recouverte par la frange épineuse de l'avant-dernier article. Grossissement 3.
- FIG. 4. — Griffe prolongeant l'article terminal ; en-dessous, le lambeau de tégument ventral finement granulé. Grossissement 3.

M. Berteloot présente la communication suivante :

Présence de soufre natif dans le charbon.

**Variations de la teneur en soufre total,
du mur au toit d'une veine de houille.**

par J. Berteloot

La teneur en soufre de la houille lavée est très faible, le plus souvent inférieure de beaucoup à 1 % de soufre total ; les consommateurs de houille ne s'intéressent que très exceptionnellement à la teneur en soufre de celle-ci, dosage qui nécessite une analyse chimique longue et minutieuse.

A dessein d'examiner « in situ » les teneurs en soufre de la houille, pour une veine connue comme étant très sulfurée, M. Haas, Ingénieur en Chef du Secteur Ouest du Groupe d'Exploitation de Douai des Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, que je tiens à remercier ici, m'a autorisé à prélever des échantillons en plusieurs points de la même Veine 28, exploitée à la Fosse 5 des mines de l'Escarpelle et au Siège de Gayant des mines d'Aniche. Ce sont les résultats des analyses de ces échantillons, qui sont figurés au tableau I, où les teneurs en

soufre total de la veine examinée varient de zéro à près de 25 %. Ces teneurs en soufre ont été reportées sur le schéma en coupe du tableau II, où la taille I, en pleine exploitation quand les échantillons furent prélevés, est à retenir particulièrement.

Un des échantillons prélevés dans cette veine de houille contient 5 % de soufre natif, de soufre à l'état métalloïdique, ce qui paraît inconcevable.

C'est en réalité un mélange de grains de houille, de poussier, de sulfate ferreux (la mélanterie des minéralogistes) et de soufre natif. Du soufre bien cristallisé en a été extrait, par dissolution et filtration, c'est-à-dire par des moyens physiques et mécaniques de séparation.

On considère généralement la houille (1) comme une combinaison complexe de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote à laquelle on ajoute quelquefois le soufre, le phosphore et même le chlore, éléments qui entrent normalement dans la constitution des végétaux, ainsi que la matière minérale des cendres, soit : silice, alumine, fer, magnésie, chaux et autres éléments plus rares.

On sait que le soufre de la houille peut s'y trouver (2) :

- 1° sous forme de sulfate ou de sulfure minéral ;
- 2° sous forme de combinaison organique.

Mais dans le cas que nous signalons, le soufre accompagne la houille à l'état *natif* (3). Toutefois, cette circonstance toute fortuite n'est apparue que dans un affleurement de veine de houille exposé très longtemps à l'air légèrement humide du fond, c'est-à-dire *oxydé*, donc altéré chimiquement. Cette veine de houille comportait

(1) PASCAL. — Traité de Chimie Minérale, t. V, p. 306. Masson, 1932.

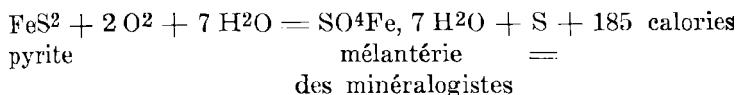
(2) LESSING. — The study of mineral matter in coal. *Fuel* I, 1922, p. 6.

SIMMERSBACH - SCHNEIDER. — Kokschemie 1930, p. 186 et STAHL und EISEN 1913, p. 2.027 et 2.077.

(3) WITZEK. — *Chem. Zentr.* 1, 1.052, 1.903.

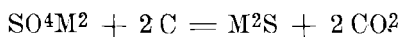
vraisemblablement à l'origine, en ce point, un banc intercalaire de pyrite, comme nous l'avons trouvé, à l'état frais, à un autre endroit.

Rappelons que la pyrite FeS_2 est oxydable à l'air humide avec dégagement de chaleur :



Cette formule résumée donne une explication suffisante à la présence du *soufre libre*.

Il reste aussi à expliquer en détail la présence des pyrites et de phénomènes de *concentration* et de cristallisation, contemporains du dépôt de la houille, ou postérieurs, ce qui est en dehors du sujet ; qu'il suffise d'admettre, en gros, que sous l'action réductrice des matières organiques et des bactéries, les sulfates de métaux M apportés par les eaux, furent réduits à l'état de sulfures de métaux, le plus souvent insolubles dans l'eau.



Ce que j'ai essayé de discerner, c'est de quelle manière se trouvaient situées des concentrations de soufre combiné et, en examinant ces résultats d'analyse de soufre total pour la Veine n° 28, j'ai fait cette autre remarque : *que la teneur en soufre croissait depuis le mur de la veine jusqu'au toit*.

Je n'ai pas collationné tous les résultats de toutes les analyses qui ont été faites par d'autres et sur d'autres veines, je n'examine ici qu'une seule veine, en quatre endroits différents. Je rappelle la parole d'introduction que le Professeur Paul Bertrand, que nous regrettons tous, prononçait il y a déjà dix ans, à son cours sur le mode de formation de la houille et du terrain houiller : « Il paraît absolument indispensable, pour étudier le terrain houiller, comme pour d'autres terrains, d'analyser chaque banc de roche pour lui-même et de l'expliquer pour lui-

même ». Cependant, dans une publication récente (4) sur les charbonnages des Etats-Unis, où l'on donnait des résultats d'analyse de veines de houille, les teneurs en soufre du sillon du mur étaient plus faibles que pour le sillon du toit de la même veine. Mon attention n'ayant été attirée que récemment sur ce point, j'ai néanmoins remarqué plusieurs fois la même chose pour des analyses qui ont été faites dans nos laboratoires.

Quoiqu'il en soit, je pense que la teneur en soufre de la houille (soufre dont j'essaie d'expliquer de nouveau l'origine et la concentration), est un indice de la *salinité* des eaux contemporaines du dépôt de cette houille (voir tableau 3 d'une analyse des sels de l'eau de la mer), une forte teneur en soufre de la houille indiquant une forte teneur en sulfates des eaux qui ont alimenté la forêt ou la végétation houillère, ou ont recouvert ses débris. Il semble donc que la teneur en soufre du gisement de la houille soit un indice de la salinité des eaux contemporaines de chaque dépôt de végétation houillère.

Dans le cas de la veine que j'ai examinée, je suppose que le *mur* est un sol de végétation exondé, avec futaie, taillis et végétation herbacée. Le peu de sulfates contenus dans ce sol a été assimilé par les plantes et nous constatons en effet que la teneur en soufre de la roche du mur est nulle (5). Quant à la veine elle-même, de 60 centimètres environ de puissance, elle s'enrichit en soufre jusqu'à la couche de contact avec la roche du toit.

A 2 centimètres du toit, dans une coupe toute fraîche, j'ai constaté la présence d'un lit de pyrite pure, soit une concentration pouvant atteindre en ce point 53 % de soufre, ce qui correspond à la composition des pyrites FeS_2 . Au contact de cette barre de pyrite d'un centimètre d'épaisseur, la houille ne possède qu'une teneur en soufre

(4) *Revue de l'Industrie Minérale*, n° 518, février 1947.

(5) TAMMAN. — *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, 9, 416, 1885 (montre que les plantes puisent le soufre nécessaire à leur existence dans les sulfates du sol).

de 1,83 %. Puis au contact du toit, la teneur en soufre est très élevée, soit de 4,79 % (6).

Or, dans le cas particulier de la Veine n° 28, cette dernière est recouverte par un toit d'origine marine. M. A. Dalinval, Ingénieur-géologue du Groupe de Douai, a bien voulu vérifier au point même où j'ai effectué mes prises de houille que ce caractère était observable. Il y a recueilli des fossiles marins: *Discina nitida* Sow.

Remarquons que dans la veine examinée, si la proportion de soufre augmente du mur au toit, cette variation s'effectue avec de très grandes irrégularités.

J'emprunte au Professeur Duparque le classement qu'il nous avait présenté, le 18 décembre 1946, à la séance de la Société Géologique du Nord, pour les cendres de houille, vues au microscope, et je formule des hypothèses pour transposer le *modèle* de M. Duparque en « clef de soufre » au lieu de la « clef de cendres », en laquelle il avait composé son classement.

NATURE DU SOUFRE COMBINÉ DE LA HOUILLE

I. — SOUFRE DE LA HOUILLE

A) SOUFRE PRIMAIRE :

1° *Soufre d'origine végétale*. — C'est le soufre devenu « organique », qui a été assimilé par les végétaux. Il est très difficile à repérer chimiquement (7). On ne le dose guère que par différence entre le soufre total et le soufre minéral. La houille moyenne lavée comporte toujours du soufre, dont les deux tiers environ sont sous forme de combinaison organique indéterminée.

2° *Soufre d'origine détritique*. — Du sulfate insoluble de chaux peut avoir été entraîné en suspension dans les

(6) STADNIKOFF. — Die Chemie der Kohlen. *F. Enke*, Stuttgart, 1931.

(7) PARR. — *Chem. Zentralblatt*, 2, 306, 1920.

POWEL. — *Ebenda*, 2, 311, 1920.

eaux. Dans certaines conditions de concentration, les ions sulfurique et calcium ont pu précipiter.

3° *Soufre de précipitation chimique* (8). — Principalement sous forme de sulfure de fer FeS , ce qui suppose un milieu réducteur contenant de l'hydrogène sulfuré, comme M. Froment l'annonçait pour l'eau de certaines tourbières, ou bien l'action réductrice de certaines bactéries, comme pour le fer des marais (nodules, lits et concrétions de pyrite).

B) SOUFRE SECONDAIRE (filonien) :

4° *Soufre de remplissage de fentes*. — Les écailles pyriteuses dorées que l'on voit souvent en cassant une gaillette seraient de cette nature.

II. — SOUFRE DU STÉRILE

5° *Soufre détritique* (même origine qu'au § 2.

Celui de la roche du stérile.

6° *Soufre de précipitation chimique*. — Nodules, lits et concrétions de pyrite ou de sulfures minéraux indéterminés.

Cependant, il n'y a pas corrélation entre les cendres proprement dites et les teneurs en soufre, comme on peut le voir dans le tableau d'analyses. Cendres et soufre jouent deux parties différentes dans le même concert, c'est-à-dire dans la genèse d'une veine de houille.

Je formule donc l'hypothèse que la teneur en soufre d'un *lit élémentaire* de houille est l'indice de la salinité des eaux contemporaines de son dépôt et que les fortes concentrations en soufre sont le vestige de quelqu'ancien « marais salant » dont il n'est resté sur place que les substances insolubles dans l'eau comme les débris végétaux et aussi, par exemple, le sulfure de fer FeS , précipité

(8) DOELTER. — *Z. Kryst.*, 11, 30, 1886.

en milieu organique réducteur et qui devient *pyrite* FeS_2 sous l'effet prolongé d'un excès d'hydrogène sulfuré (9).

J'étais tenté de faire intervenir la *diffusion* des eaux salines à travers des couches perméables. La diffusion intervient pour les eaux chargées de sels solubles comme les chlorures qui ont été lessivés et entraînés par ces eaux, mais j'ai l'opinion que le soufre de la houille était présent dès le dépôt de celle-ci, en *combinaisons insolubles* dans l'eau, soit combinaison organique avec le tissu des plantes d'une part, soit d'autre part en combinaison minérale sulfurée, insoluble, dans le cas du sulfure de fer, en milieu ammoniacal, en milieu putride de matières azotées.

De toute manière, l'origine du soufre doit être recherchée dans les sulfates qui étaient dissous dans les eaux de ruissellement ou dans les eaux de la mer ou de la lagune et dont les plantes se nourrissent volontiers, tandis qu'elles n'assimilent et ne fixent guère le chlore des chlorures. Le soufre a été *concentré* : 1° par les plantes (ou algues ou conferves) qui l'ont assimilé; 2° par l'action réductrice de la matière en décomposition des organismes transformant les sulfates en sulfures insolubles, ou par l'action réductrice des bactéries, ce qui revient au même.

Apparemment, la teneur en soufre de la houille est un indice de la salinité des eaux naturelles anciennes où les différents sels les plus courants se sont trouvés, sauf en ce qui concerne le fer apporté par les eaux douces limoneuses, dans les mêmes proportions, sinon dans les mêmes concentrations que dans l'eau de la mer dont nous donnons les proportions au tableau 3.

En résumé, si nous ne trouvons pas de soufre dans un mur, sol de végétation, c'est probablement parce que : 1° le peu de soufre combiné de ce sol a été assimilé par les végétaux qui y prenaient racine ; 2° le sol ne recevait que de l'eau de pluie, exempte de la plupart des sels

(9) DE SENARMONT. — *C. R.*, 32, 411, 1851.

ALLEN et CRENSHAW. — *Z. anorg. Chem.*, 76, 212, 1912.

HARVEY. — *Chem. Ind.*, 5, 317, 1927.

minéraux. L'emplacement de ce sol ancien est devenu marécage par l'effet de la subsidence, puis peut-être lagune et parfois marais salant, avec un dépôt successif de substances ou bien minérales, ou bien végétales, *insolubles* dans l'eau, avant que des sédiments ou bien d'eau douce, ou bien d'eau de mer l'aient peu à peu recouvert jusqu'à ce que le cycle recommence.

Il me paraît intéressant, au point de vue stratigraphique, de doser le soufre de la houille et des roches qui l'accompagnent, à dessein d'avoir des indications sur la salinité des eaux anciennes. De tous les éléments ou corps simples que l'on peut trouver dans la houille, le soufre est le plus facile à caractériser et à doser. Il est le *seul* qui ait une disposition naturelle à s'individualiser.

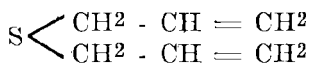
M. Bouroz, en terminant sa précédente communication sur le gisement de Béthune, déclarait qu'on n'avait jamais trop d'outils pour la géologie stratigraphique du bassin. Le simple dosage du soufre des lits élémentaires pourrait être un outil nouveau. En dehors de la recherche des toits marins par la coloration des cendres, nous n'avons pas entendu dire qu'il eut été utilisé strictement dans ce sens. Il se peut que la haute teneur en soufre d'un charbon soit l'indice d'une couche d'origine marine. Nous souhaitons que ce soit vérifié, car l'expérience seule en montrera la valeur.

A l'époque contemporaine, M. Froment, dans ses très intéressantes communications sur les gisements de la tourbe, a signalé la présence de l'hydrogène sulfuré⁽¹⁰⁾ dans l'eau des tourbières. Il me paraîtrait intéressant de reprendre la genèse de la tourbe, au point de vue de la teneur en soufre, ce qui donnerait des points de comparaison avec le soufre de la houille et de son gisement.

Nous ignorons la nature exacte des combinaisons orga-

(10) P. FROMENT. — Développement de Chara. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXVI, 1946, p. 307.

niques du soufre qui sont dans la houille (11). Il pourrait n'en pas être de même quant à la tourbe (12). En effet : « Les characées, plantes des tourbières de nos régions, sentent l'ail » (13), ce qui est un indice certain de soufre puisqu'on a reconnu dans l'essence d'ail du sulfure d'allyle, dont la formule développée comporte des doubles liaisons, ce qui est à remarquer au point de vue de la synthèse chimique. Elle comporte six atomes de carbone comme le noyau benzénique de Kékulé que les spécialistes retrouvent dans la lignine qui a formé la houille (14).



On m'a signalé que l'on trouvait parfois de la fleur de soufre déposée dans les anfractuosités des vieux terrils incendiés, comme on en trouve auprès des fumerolles des volcans.

Ce phénomène présente une grande analogie avec celui que nous décrivions tout à l'heure pour un échantillon rapporté du fond de la mine. Il me paraît bien établi depuis très longtemps, que de même que pour du soufre trouvé dans des travaux anciens, c'est un phénomène secondaire dû à l'oxydation par l'air humide. J'ai pu isoler du soufre libre de morceaux de houille oxydée, mais je n'ai pas pu isoler de soufre libre d'un échantillon récemment dégagé d'une coupe toute fraîche de la même Veine 28.

En conclusion, je crois pouvoir expliquer l'augmentation assez régulière du mur au toit, et les variations

(11) HINRICHSSEN et TACZAK. — *Chemie der Kohlen*, 1916, p. 131.

(12) STRACHE et LAUT. — *Kohlenchemie*, 1924, p. 249.

(13) LE MAOUT et DECAISNE. — *Traité général de Botanique*, 1868, p. 670-72. Ed. Firmin Didot. Characées des eaux saumâtres des rivages maritimes.

BREHM et CONSTANTIN. — *Les Plantes*; chez Baillière, 1896.

(14) DIEULAFAIT. — *Sur le soufre des espèces végétales disparues et des mêmes espèces existant encore actuellement*. C.R. 1885.

considérables, de la teneur en soufre total combiné, d'une veine de houille particulièrement sulfurée, pour le cas étudié, par lente invasion de la lagune par des eaux salées à la suite d'une subsidence. Mais on peut aussi bien expliquer ces faits en admettant que l'irruption des eaux salées ne s'est faite qu'à l'époque du dépôt du toit marin et que le sédiment charbonneux sous-jacent précédemment accumulé en eau douce a été imprégné ultérieurement, « *per descensum* », par les eaux marines sulfatées (soufre de formation pénécontemporaine). Ceci rendrait compte du fait que la teneur diminue du toit au mur de façon générale, tandis que les irrégularités observées dans cette variation seraient imputables en majeure partie au soufre primaire d'origine végétale précédemment incorporé au charbon.

TABLEAU I

ANALYSE IMMEDIATE ET DOSAGE DE SOUFRE
D'ECHANTILLONS LOCAUX DE LA VEINE 28.

FOSSE 5 — ETAGE 426

Retour d'air	Recoupe du 16 au 26
<i>Contact Veine et Toit.</i>	<i>Près du Toit.</i>
1° Schiste du toit :	1° Morceau de houille :
M. V. = 10,80 %	M. V. = 18,80 %
Cendres = 84,70 %	Cendres = 3,95 %
Soufre = 3,69 %	Soufre = 2,09 %
2° Lit de contact :	2° Magma :
M. V. = 25,10 %	Soufre total = 22,18 %
Cendres = 60,80 %	Soufre libre = 5,10 %
Soufre = 16,58 %	Soufre total sur
3° Houille :	la partie soluble
M. V. = 27,60 %	dans l'eau = 9,70 %
Cendres = 16,50 %	Soufre total sur
Soufre = 10,35 %	la partie insoluble
<i>Près du Toit.</i>	= 23,74 %
M. V. = 17,30 %	
Cendres = 9,50 %	
Soufre = 1,57 %	
<i>Milieu de la Veine.</i>	
M. V. = 19,70 %	
Cendres = 2,20 %	
Soufre = 1,61 %	
<i>Près du Mur.</i>	
M. V. = 20,70 %	
Cendres = 10,60 %	
Soufre = 3,52 %	

FOSSE GAYANT — DE 495 A 540

Première Taille		Troisième Taille	
<i>Contact Toit.</i>		<i>Contact Toit.</i>	
M. V. = 16,90 %		M. V. = 18,20 %	
Cendres = 6,10 %		Cendres = 7,70 %	
Soufre = 4,79 %		Soufre = 5,64 %	
<i>Sillon du Toit (Barre de pyrite exclue du dosage).</i>		<i>Milieu de la Veine.</i>	
M. V. = 18,60 %		M. V. = 18 %	
Cendres = 2,70 %		Cendres = 2,10 %	
Soufre = 1,83 %		Soufre = 1,15 %	
<i>Milieu de la Veine.</i>			
M. V. = 16,50 %			
Cendres = 2,60 %			
Soufre = 1,70 %			
<i>Sillon du Mur.</i>			
M. V. = 18,20 %			
Cendres = 3 %			
Soufre = 1,47 %			
<i>Mur.</i>		<i>Mur (faux mur).</i>	
M. V. = 6,90 %		M. V. = 13,70 %	
Cendres = 91,50 %		Cendres = 66,90 %	
Soufre = néant		Soufre = 0,41 %	

TABLEAU II
VEINE 28
(Teneurs en soufre)

FOSSE 5 (Coupes oxydées)		FOSSE GAYANT (Coupes fraîches)	
Retour d'air <i>Toit</i> S = 3,69 %	Recoupe du 16 au 26	Taille I	Troisième Taille
<i>Veine</i> { S = 16,58 % S = 10,35 % S = 1,57 % S = 1,61 % S = 3,52 %	S = 22,18 %	S = 4,79 %	S = 5,64 %
	houille S = 3,09 %	pyrite S = 53 %	S = 1,15 %
		S = 1,83 %	↑ 0 m. 600
		S = 1,70 %	↓
		S = 1,47 %	S = 0,41 %
<i>Mur</i>		S = 0	

TABLEAU III

ANALYSE DES SELS DE L'EAU DE MER

Chlore	55,292 %
Brôme ^z	0,188 %
Soufre SO ⁴ (Soufre S = 2,56 %)	7,692 %
Anhydride carbonique CO ²	0,207 %
Sodium	30,593 %
Potassium.	1,106 %
Calcium.	1,197 %
Magnésium	3,725 %
	<hr/>
	100

M. A. Duparque fait un exposé sur « *Les constituants macroscopiques des houilles de Carmaux (Tarn)* » (*).

M. Visse présente deux communications écrites :

*
Le gypse des Argiles à Lignites du Laonnois (Aisne)
par **Léon Visse**

4 fig. texte.

Depuis longtemps le gypse est signalé dans les Argiles à Lignites du Soissonnais et dans l'Argile Plastique des environs de Paris (Sparnacien des auteurs). Dans son étude sur le gypse parisien, M. A. Lacroix (1) précise que les formations sparnaciennes renferment des cristaux de gypse secondaire, formé par réaction des produits de décomposition des pyrites sur le calcaire. Plus récemment, M. A.F. de Lapparent (2) cite dans une coupe du Sparnacien de Soissons un niveau de gypse en « fer de lance ».

(*) Le texte de la note n'ayant pas été déposé lors de la séance sera inséré ultérieurement.

(1) A. LACROIX. — Le gypse de Paris et les minéraux qui l'accompagnent. *Nouv. Arch. du Muséum*, t. IX, p. 201-296, 1897.

(2) A.F. DE LAPPARENT. — Une coupe du Sparnacien à Soissons. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. 64, 1939, p. 7.

L'étude des formations landéniennes de la bordure septentrionale du Massif de Saint-Gobain a permis l'examen de ce sulfate dans quelques gisements sparnaciens (Versigny, Charmes, Bertaucourt, Servais, etc.....). Les échantillons ont été prélevés à la partie supérieure des Argiles à Lignites : bancs à *Cyrena cuneiformis* Féruss et bancs à *Ostrea bellovacina* Lmk. D'une façon générale, ces derniers ne contiennent pas de gypse. Peu abondant dans les niveaux à Cyrènes, il devient fréquent dans les lits argileux. Enfin, il n'existe pas dans tous les gisements.

Alors que les cristaux recueillis dans l'Argile Plastique atteignent souvent des dimensions appréciables (quelquefois 15 cm.), ceux que j'ai rencontrés dans les Argiles à Lignites du Laonnois sont de petite taille : la perfection de leur forme permet l'analyse précise de leurs faciès cristallin.

CRISTAUX SIMPLES

TYPE I. — Une première catégorie de cristaux est constituée de petites lentilles translucides, quelquefois opaques (fig. 1, a, b). Elles ne contiennent pas d'impuretés argileuses ou ferrugineuses.

Ce faciès lenticulaire du gypse dérive des formes m (110), g^1 (010) et a^3 (211) (3) par disparition des faces de la zone prismatique ; les faces restantes a^3 (211) et celles des zones pg^1 et ax g^1 sont plus ou moins arrondies.

Généralement, les lentilles sont assez fortement bombées (fig. 1, a). Elles prennent alors la forme de deux cônes réunis par la base. Ce faciès est dû à l'égal développement des formes qui contribuent à la constitution de la lentille et à l'arrondissement des arêtes. Toutefois, les formes aplaties ne sont pas rares (fig. 1, b). Un tel aplatissement des cristaux résulte du grand développement des faces de la zone g^1 a^3 . Parfois, il y a allonge-

(3) Ces formes sont caractérisées par le grand développement des faces g^1 et la réduction des faces e^2 .

ment suivant l'axe de cette zone. Ces lentilles s'accroissent fréquemment et concourent à la formation de groupements qui ne sont régis par aucune loi géométrique. Ces cristaux sont donc identiques à ceux des caillasses du Lutétien supérieur, des marnes ludiennes (Montmartre, Buttes-Chaumont, Belleville, Ménilmontant, Romainville, etc...).

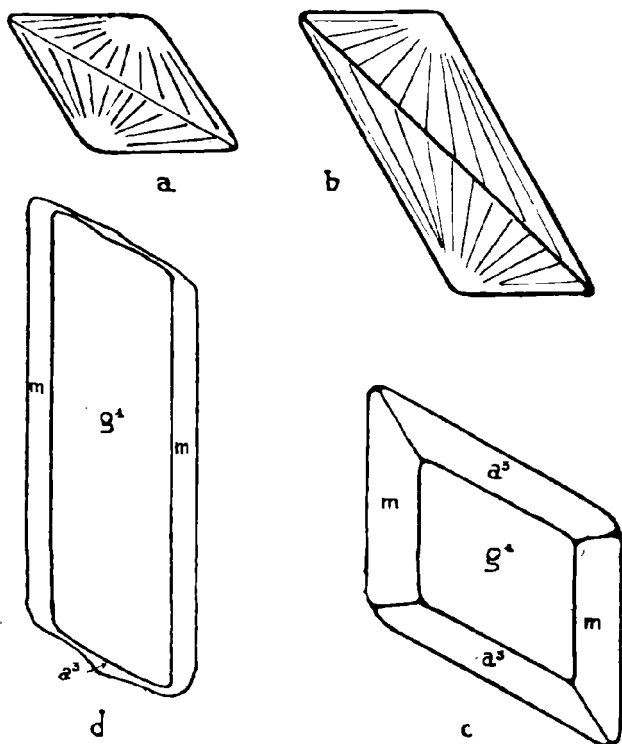


FIG. 1. — Cristaux simples du type I.

Ils présentent, en particulier, d'étroites analogies avec les petites lentilles de gypse des marnes intra-gypseuses (Argenteuil).

L'existence de lentilles a encore été signalée dans les marais salants du Bourg de Batz, dans les salins de la

Méditerranée, dans le Souf (Algérie). M. G. Lucas (4) a rencontré ce faciès dans les formations d'évaporation du département d'Oran (Chott Chergui).

TYPE II. — Les cristaux de ce type sont caractérisés par la constance des formes m (110), g^1 (010) et a^3 (211). Ils sont, de beaucoup, les plus nombreux. Ils présentent souvent des inclusions ferrugineuse ou argileuses.

Ces cristaux réalisent trois faciès :

a) Ils sont également développés suivant les arêtes im et a^3a^3 . C'est le gypse trapézien d'Haüg (fig. 1, c). Ces formes sont fréquentes, bien individualisées et toujours transparentes. Fréquemment les angles sont légèrement émoussés. Certains cristaux présentent deux faces courbes, assez bien développées. M. L. Berthois (5), qui observa des

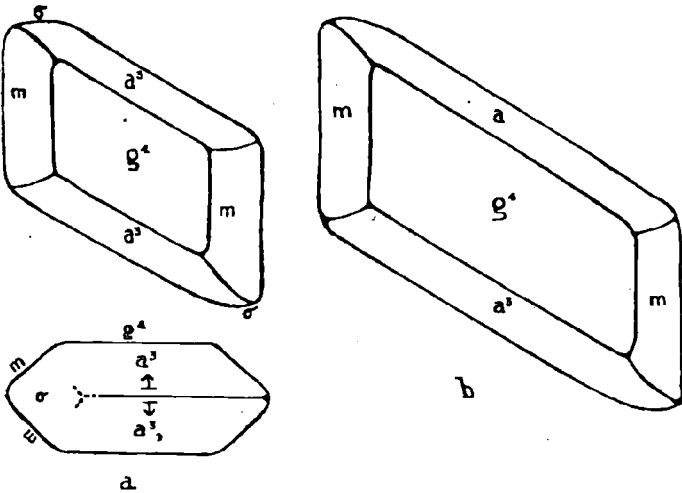


FIG. 2. — Cristaux simples du type II.

(4) G. LUCAS. — Communication verbale.

(5) L. BERTHOIS. — Note sur le gypse de Lormandière et de la Chaussairie. *Bull. Soc. Géol. et Min. de Bretagne*, t. VIII, 1927, p. 102-112.

facettes analogues, les suppose être les faces δ ($b^1 d^1/5$ $g^1/4 \Rightarrow 234$). L'exiguïté de taille des cristaux, rendant impossible toutes mesures angulaires, ne permet pas la confirmation de cette notation.

Il arrive, fréquemment, d'observer l'association de deux ou plusieurs cristaux de ce type, indépendamment de toute loi géométrique. Parfois les éléments se pénètrent. Ces associations peuvent d'ailleurs comporter des cristaux de faciès différents.

Ce gypse trapézien des Argiles à Lignites du Laonnois est donc identique à celui de l'Argile Plastique (Issy, Auteuil, Bougival, Saint-Germain, etc...). M. L. Berthois l'a signalé, avec quelque rareté, dans les gisements de Lormandière et de la Chaussairie (Argiles à Poissons).

b) Cristaux allongés suivant l'axe vertical. Je rapporte à ces cristaux des formes très allongées et aplaties suivant g^1 (010) (fig. 1, d). Habituellement, seules les faces de la zone prismatique sont bien développées. En effet, les cristaux se terminent par des pointements plus ou moins irréguliers. Parfois les faces a^3 (211), lorsqu'elles existent, sont recoupées par les facettes e^1 (011) plus ou moins développées.

De rares échantillons montrent qu'un tel faciès peut être réalisé par des cristaux du type trapézien enfilés suivant l'axe vertical. La ligne de séparation des deux éléments est alors marquée par un léger « rentrant ».

En règle générale, il semble que l'aplatissement des cristaux est d'autant plus marqué que l'allongement est plus prononcé.

Ces cristaux allongés réalisent fréquemment des groupements étoilés à partir d'un centre. Ils accompagnent le gypse trapézien dans l'Argile Plastique.

c) Cristaux allongés suivant a^3a^3 . Ces cristaux possèdent les mêmes faces que le gypse trapézien d'Haüy : m (110), g^1 (010) et a^3 (211) ; ils sont allongés suivant l'arête a^3a^3 et, contrairement aux formes précédentes, ils sont toujours très élargis suivant l'axe q (fig. 2).

Dans tous les cas, la face g^1 (010) est bien développée et ne constitue jamais un plan d'aplatissement. Habituellement, les faces m (110) et g^1 (010) sont planes et réfléchissantes ; par contre, les faces a^3 (211) sont rugueuses, « dépolies ».

Certains cristaux présentent des faces courbes σ (234) particulièrement bien développées dans les formes à allongement minima. Il existe, en effet, tous les termes de passage entre les formes peu allongées (fig. 2, a) et celles qui présentent un notable allongement (fig. 2, b).

Ces cristaux sont fréquemment associés au gypse trapézien (Argile Plastique).

MÂCLES

Elles correspondent toutes à la même loi : macle avec axe de rotation normal à h^1 (100). Elles se font par accolement suivant h^1 ou par pénétration des deux individus.

1) *Mâcles par accolement suivant h^1 .*

Elles sont nombreuses et présentent deux variétés :

a) La première, de beaucoup la plus fréquente, est caractérisée par un grand développement des faces m par suite de l'allongement de la macle suivant l'axe vertical (fig. 3, a).

Ces groupements présentent presque toujours, à la partie supérieure, un angle rentrant. Exceptionnellement cet angle est remplacé par des faces courbes (fig. 3, b) ; elles résultent probablement du développement des faces $a^{3/2}$ qui adoucissent l'angle des arêtes mm et a^3a^3 .

Parfois les bords latéraux de la macle sont échancrés par de petites faces courbes qui circonscrivent des angles rentrants. M. A. Lacroix a montré que ces angles résultaient de l'intersection des faces a^3 et des faces de la zone $a^{3/2} g^1$. Enfin, quelques groupements montrent un certain nombre de ces mâcles s'enfilant suivant l'axe vertical.

Les cristaux du type II, b, contribuent également à la constitution de mâcles par accolement suivant h^1 . Ces groupements sont alors aplatis suivant g^1 et considérablement allongés suivant l'axe vertical. La partie inférieure du groupement est marquée, dans ce cas, par un angle saillant (fig. 3, a). La limite de séparation des deux cris-

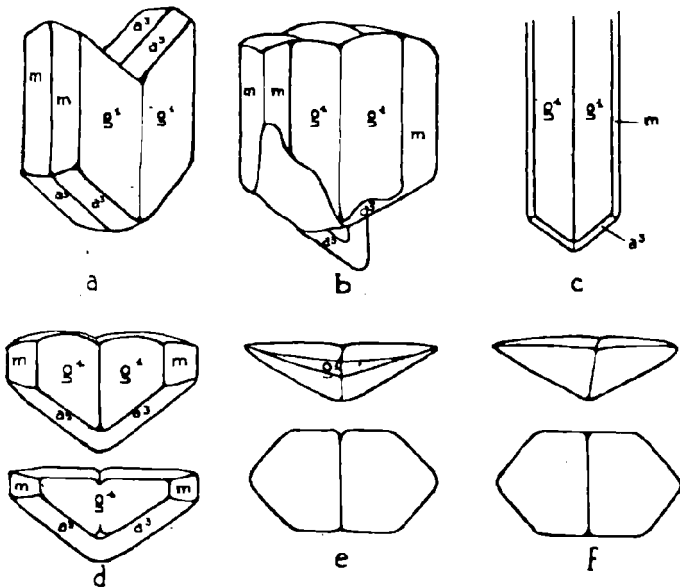


FIG. 3. — Mâcles.

taux est soulignée, généralement, par une ligne continue située sur la bissectrice de l'angle inférieur. Cette ligne de séparation permet de reconnaître les individus mâcles car, bien souvent, les extrémités des groupements sont privées de leurs angles caractéristiques ; ces formes ressemblent alors à celles des cristaux simples du type II, b. L'étude de la section normale à l'axe vertical permet également la distinction entre une mâcle et des cristaux simples lorsque l'accolement suivant g^1 n'est pas parfait. Le contour hexagonal est alors marqué, dans sa

partie médiane, d'un décrochement qui souligne la limite de séparation des deux individus mêlés (fig. 4, b).

Cette variété de macle par accolement suivant h^1 avec allongement suivant l'axe vertical accompagne les cristaux du type II (a, b, c) dans l'Argile Plastique, dans les formations de Lormandière et de la Chaussairie. A. Lacroix la signale également dans les Marnes vertes de Belleville, Ménilmontant et des Buttes-Chaumont.

b) Les macles de la seconde variété sont caractérisées par une forme triangulaire plus ou moins parfaite. Ce faciès résulte du grand développement des faces a^3 (211) et de la réduction des faces m (110) (fig. 3, d). Ces groupements présentent toujours l'accolement suivant g^1 ; il est si intime que bien souvent la ligne de séparation des cristaux n'est plus visible ; toutefois, on observe fréquemment son amorce sur la bissectrice de l'angle saillant, à l'extrémité inférieure du groupement. Dans tous les cas, l'angle rentrant supérieur est remplacé par une surface presque plane. Par analogie aux travaux de A. Lacroix, j'attribue la constitution de cette surface aux faces $a^{3/2}$ (l'angle $a^{3/2} a^{3/2}$ est en effet égal à $175^\circ 38'$).

Tous les termes de passage existent entre un groupement présentant encore les faces m (fig. 3, d) et une macle qui ne les possède plus (fig. 3, e).

Dans ce dernier cas, les faces g^1 (010) sont encore perceptibles, quoique rudimentaires. Mais le terme ultime de cette régression des faces m et g^1 réalise une forme lenticulaire (fig. 3, f) caractérisée par son aspect dissymétrique. Une des faces de cette lentille est plane, mais présente presque toujours un sillon médian ; l'autre face est occupée par un cône dont le sommet est situé dans le plan de séparation des deux cristaux. La figure 3, f montre une telle lentille disposée de telle sorte que l'axe vertical du groupement est perpendiculaire au plan de la figure ; la base de la lentille est circonscrite par un périmètre pseudo-hexagonal. La figure 3, e, semblablement disposée, souligne la présence de deux petits angles ren-

trants sur les « faces g^1 », angles réunis par un sillon, limitant les deux cristaux accolés suivant h^1 .



FIG. 4. — Sections d'un cristal simple et d'une macle.

En conclusion, ces formes lenticulaires se distinguent des cristaux du type 1 par leur forme dissymétrique, terme ultime de la réduction des faces m et g^1 d'une macle par accolement suivant h^1 .

Des groupements analogues, exception faite des formes lenticulaires, ont été décrits par A. Lacroix sur des échantillons provenant des marnes supra-gypseuses (principalement des marnes vertes) de Belleville, de Ménilmontant et des Buttes-Chaumont. Comme eux, ils sont d'ordinaire incolores et transparents. Seules les formes lenticulaires font exception à cette loi par leurs faces arrondies et chagrinées. Je n'ai pas observé de mâcles de ce type groupées et accolées suivant l'axe vertical.

M. G. Lucas (6) a recueilli des groupements analogues à la Sebka bou Ziane, près de Relizane, et à Bou Ktoub (Chott Chergui) dans le département d'Oran. Les mâcles du premier gisement présentent, en particulier, des groupements lenticulaires identiques à ceux des Argiles à Lignites du Laonnois.

2) Mâcles par pénétration.

Ces mâcles sont beaucoup moins abondantes que les précédentes, mais leur faciès est très varié. Quelquefois il y a accolement suivant g^1 . Fréquemment elles contiennent des inclusions ferrugineuses.

Ce type de macle est abondant dans l'Argile Plastique.

(6) G. LUCAS. — Communication verbale.

GROUPEMENTS

En règle générale, ces groupements cristallins ne sont régis par aucune loi géométrique. Ils répondent à deux types d'association: par accollement, par pénétration.

I. *Association par accollement.* — Le plus souvent ce sont des groupements étoilés dûs à la tendance des formes allongées à se grouper autour d'un centre. La plupart des faciès cristallins du type II participent à la constitution de ces groupements.

Les cristaux du type I s'accolent fréquemment, dessinant de petites rosettes. En règle absolue, les cristaux du type I ne s'associent jamais aux formes du type II pour engendrer de tels groupements.

I. *Associations par pénétration.* — Dans ce cas, un cristal en pénètre un autre. Généralement cette pénétration s'accompagne d'une disparition complète des faces caractéristiques de l'individu « pénétrant ». On rencontre fréquemment une telle association constituée par des cristaux du type II (a et b). Les cristaux du type I ne sont jamais associés à ceux du type II.

CONCLUSION

Les cristaux simples ou mêlés, des Argiles à Lignites du Laonnois présentent donc de grandes analogies, d'une part avec les cristaux de gypse produits par cristallisation directe, consécutive à une évaporation (lagunes, marais salants; anciens lacs salés algériens), d'autre part avec le gypse de l'Argile Plastique formé par réaction secondaire des produits de décomposition des pyrites sur le calcaire.

Il semble donc possible d'admettre qu'au cours du Sparnacien terminal du gypse s'est déposé par évaporation. Postérieurement à la sédimentation, les produits de décomposition des pyrites réagissant sur le calcaire des coquilles (*Cyrena cuneiformis*, *Melania inquinata*, etc...), contribuèrent à la formation du gypse secondaire.

Calcédoine et silice globulaire
dans les tuffeaux landéniens du Nord de la France.
Génèse.

par **Léon Visse**

2 fig. texte.

Il arrive fréquemment d'observer dans les roches à ciment d'opale une disposition particulière de cette silice appelée par les pétrographes opale globulaire (1). Toutefois, la génèse de cette structure fut diversement interprétée car elle pose deux problèmes : existe-t-il une relation entre la génèse de la structure globulaire de l'opale et celle de la calcédoine ? A quel moment cette structure prend-elle naissance ?

Hinde (2) étudiant les Malmstones, suppose que la silice des spicules de Spongiaires est dissoute par les eaux d'infiltration et redéposée sous cette forme particulière ; il admet donc que la structure globulaire est postérieure à la consolidation du sédiment.

J. Jukes-Browne et W. Hill (3), considérant la silice colloïdale du Lower-Chalk, admettent l'antériorité de la génèse de l'opale globulaire à la consolidation du dépôt ; cette structure est le résultat d'une précipitation siliceuse dans l'eau de mer. De plus, ils estiment qu'aucune relation existe entre la génèse de l'opale globulaire et celle de la calcédoine, la précipitation de cette dernière étant l'aboutissement d'un phénomène secondaire.

(1) Cette silice globulaire est différente de l'opale microgranulaire définie par G. DEFLANDRE : Preuves directes de la contribution des Diatomées à la génèse de certains silex. *C.R. Ac. Sc.*, t. 219, 1942, p. 443.

(2) G.J. HINDE. — On Beds of Sponge-remains in the Lower and Uupper Greensand of the South of England. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, part 2, 1885, p. 403-453.

(3) J. JUKES-BROWNE and W. HILL. — The Occurrence of colloid Silica in the Lower Chalk of Berkshire. *Quart. Journ. Géol. Soc.*, vol. 45, 1889, p. 403-422.

Enfin, sans en expliquer la génèse, L. Cayeux (4) montre la liaison intime, dans les roches siliceuses, de ces deux faciès minéralogiques de la silice et il formule le principe suivant : « toutes les fois que la structure globulaire est bien développée dans une gaize du Bassin parisien on y trouve de la calcédoine et... les points où cette structure est le mieux réalisée sont également ceux où la calcédoine est le plus répandue ».

L. Cayeux remarqua la rareté de cette association minéralogique dans les tuffeaux landéniens. A La Fère, par exemple, la masse même du tuffeau ne contient pas d'opale globulaire. Par contre, je l'ai retrouvée, bien développée, dans les moules internes de *Martesia Heberti* Desh., recueillis dans les perforations de la craie.  tudiant les sections perpendiculaires aux moules, j'ai constaté que la silice globulaire est remarquablement abondante à la périphérie et qu'elle disparaît au centre du « fossile » ; les plages de calcédoine sont d'autant plus développées que l'opale est plus rare. Enfin, la silice amorphe est mamelonnée dans les plages calc donieuses et indifférenciée au centre du moule où la calc donite «  pig nise » uniquement les débris organiques de Spongiaires, de Radiolaires. N'étaient ces vestiges calcédonieux, la partie axiale du moule serait identique au tuffeau lui-même. Ces observations montrent le bien-fondé de la remarque de L. Cayeux, cités précédemment, et permettent d'affirmer *qu'il existe bien une relation entre la génèse de la silice globulaire et celle de la calcédoine.*

GÉNÈSE DE L'OPALE GLOBULAIRE. — De forts grossissements permettent de constater, de l'intérieur vers l'extérieur, un envahissement progressif du ciment d'opale par la calcédoine. La silice cristalline s'individualise d'abord, au sein de l'opale, en petites plages radiées (fig. 1, a). Puis celles-ci s'étendent, se rejoignent, décrivant des

(4) L. CAYEUX. — Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. *Mém. Soc. Géol. du Nord*, t. 4, 1897.

« circonvolutions multi-arquées » (fig. 1, b). Enfin, la progression de ces « orbicules » isolent derrière elles des plages calcédoineuses qui envoient, à leur tour, des apophyses dans les vestiges du ciment initial, découpant celui-ci en amas globulaires, le terme ultime de cette infiltration individualisant des globules d'opale sphériques et isolés (fig. 1, c).

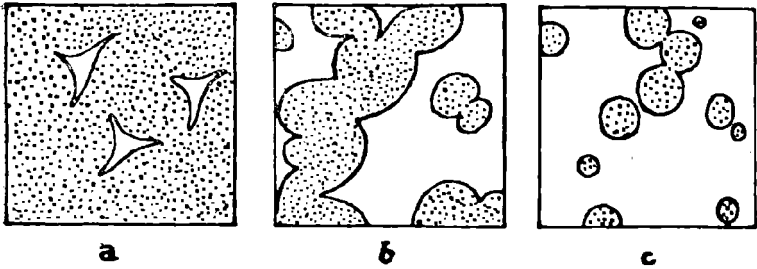


FIG. 1. — Schéma de la genèse de l'opale globulaire.

L'apparition de la structure globulaire est donc le résultat du remplacement progressif de l'opale par la calcédoine suivant un processus particulier : la genèse de l'opale globulaire n'est que la conséquence de sa propre cristallisation. Ainsi s'explique l'association intime des deux variétés de silice et la réalisation parfaite de la structure globulaire dans les plages où la calcédoine est la plus répandue. *Cette double genèse, opale globulaire et calcédoine, est donc l'aboutissement d'un seul et même phénomène progressif.*

Mais comme je l'ai indiqué précédemment, les bords seuls du moule manifestent cette différenciation. Toutefois, dans la partie axiale, les spicules d'éponges ont été « épigénisés » par la calcédoine. Il est donc permis de supposer que l'opale des spicules est « prédestinée » à une « épigénie » plus facile que celle du ciment. Mais, quoi qu'il en soit, nous retrouvons dans la différenciation des spicules le même processus établi pour celle du ciment. Dans la masse du spicule s'individualisent des pointe-

ments calcédonieux (fig. 2, a) qui se développent et remplacent toute l'opale du spicule (fig. 2, b). Puis commence l'envahissement du ciment comblant le canal plus ou moins élargi du spicule (fig. 2, c) et finalement, après avoir été découpée en sphérules plus ou moins agglomérés, l'opale du canal disparaît et fait place à la calcédoine, largement cristallisée. C'est alors que commence la « calcédonification » du ciment entourant le spicule. Le phénomène étant progressif, il se constitue, parallèlement à l'axe du spicule, un alignement de globules d'opale. Ainsi peuvent s'expliquer les séries moniliformes observées par L. Cayeux dans certaines gaizes. Cette disposition semble donc liée à la présence d'un spicule.

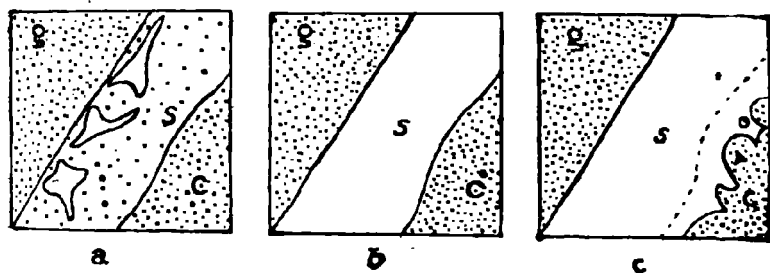


FIG. 2. — Schéma de la cristallisation des spicules d'éponges.

Mais à ce stade l'évolution du ciment proprement dit commence. L'absence d'orientation de l'opale fait que la cristallisation progresse de tous côtés, conduisant, non plus à des alignements de globules, mais à des agrégats mûriformes. La progression des orbicules de calcédoine dissociera ces agglomérats, individualisant, finalement, des globules isolés.

EPOQUE DE LA GÉNÈSE ET ORIGINE DE LA SILICE. — Le caractère progressif de la génèse de l'opale globulaire, sa localisation dans les moules de la craie, permettent d'affirmer que cette structure s'est constituée postérieurement au remplissage de la Pholade et à la consolidation de son

moule interne ; la théorie de J. Jukes-Browne et W. Hill ne peut expliquer ni le caractère progressif de la génèse, ni la localisation de l'opale globulaire dans les perforations de la craie.

Cette localisation de la structure globulaire démontre-t-elle l'origine aqueuse de calcédoine ? Si cette hypothèse est admise, la localisation des plages calc donieuses et par voie de conséquence celle de l'opale globulaire, établit que la circulation de l'eau amenant cette silice n'est pas verticale mais horizontale, car dans le premier cas les coupes longitudinales auraient indiqué une épigénie décroissante du haut vers le bas ; en d'autres termes, il n'est pas nécessaire de faire appel au tuffeau sus-jacent pour expliquer l'origine de la silice. Successivement, Hinde, Hill, Jukes-Browne, Sollas, Renard et Clément, L. Cayeux ont admis un déplacement de silice à l'intérieur même du dépôt pour expliquer l'apparition de calcédoine dans les roches. Je ne pense pas qu'il soit nécessaire de faire appel à une telle origine de la silice dans les roches à ciment d'opale. Il semble que l'eau n'intervient que pour déterminer l'évolution du « gel silicique » vers une condition plus stable que l'état colloidal ; en d'autres termes, les globules d'opale ne sont qu'une survivance temporaire de la silice colloidale du sédiment.

CONCLUSIONS. — Il résulte de toutes ces observations qu'il existe, dans les roches étudiées, une relation certaine entre la structure globulaire de l'opale et la présence de calcédoine, responsable de la génèse de cette structure ; celle-ci s'est individualisée après la consolidation du sédiment comme l'indique la localisation du phénomène dans un milieu propice à la circulation de l'eau ; son caractère progressif établit sa continuité incessante. Il semble donc logique d'admettre l'intervention de fissures ou d'une porosité appréciable offrant plus de facilité à la circulation de l'eau chargée d'ions pour expliquer l'apparition de calcédoine au sein même d'un sédiment et par conséquent la génèse d'opale globulaire.

Séance du 26 Novembre 1947

Présidence de M. Corsin, Président.

Le Président présente les félicitations de la Société à M. **R. Marlière**, élu Président de la Société Géologique de Belgique.

Il a le grand regret d'annoncer le décès de **M^{me} Ch. Barrois**, veuve de M. Ch. Barrois, notre vénéré et regretté directeur, et mère de M. le D^r Jean Barrois, membre de la Société.

Il déplore également la mort de M. **V. Madsen**, Directeur des Recherches géologiques du Danemark et membre de la Société. M. Madsen suivait de près l'activité de notre Société et n'oubliait jamais d'envoyer son vote pour le Président et le Vice-Président, au début de chaque année.

Le Président annonce la visite prochaine de M. **Hacquaert**, Professeur de Géologie à l'Université de Gand (Belgique), qui viendra donner deux conférences sur les *Terrains quaternaires*, le jeudi 11 décembre. Il invite les membres de la Société à y assister.

Il informe également les membres de la Société que le Laboratoire de Géologie de la Faculté organise une **excursion à Lezennes** le dimanche 30 novembre.

Le Président présente l'ouvrage de M. **Jules Cornet**, intitulé « *Katanga* », que l'auteur offre à la Société. M. J. Cornet y retrace notamment le rôle que son père, **Jules Cornet**, ancien Président de la Société, a joué dans l'étude du Congo belge. Des remerciements sont adressés à l'auteur pour son gracieux don.

M. **P. Pruvost**, Directeur de la Société, fait don de trois volumes à la Société : *Report of the XVII^e Session International Geological Congress 1937*. Il remet également pour la Bibliothèque de la Société les *Comptes-rendus des séances de l'Académie des Sciences* qu'il reçoit à titre de Membre Correspondant.

Le Président annonce le 7^e Congrès International de Botanique qui se tiendra à Stockholm en 1950.

M. G. Waterlot présente une communication intitulée « *Sur la présence d'un noyau anticlinal devillien près de Neuve-Forge, dans le Massif cambrien de Rocroi* ».

A cause des restrictions apportées à la publication de notes dans nos Annales, cette communication ne peut pas être insérée à cette place (1).

M^{lle} M. Friant présente la communication suivante :

*Les Musaraignes (Soricidae) quaternaires et actuelles
de l'Europe Occidentale*

*Caractères dentaires et ostéologiques,
bases de leur classification*

par M. Friant

(avec 23 fig. - texte)

SOMMAIRE

PRELIMINAIRES

FAMILLE DES SORICIDAE

SOUS-FAMILLE I : SORICINAE

- Genre 1 : *Sorex*
- Genre 2 : *Soricidus*
- Genre 3 : (+) *Nesiotites*
- Genre 4 : (E) *Soriculus*
- Genre 5 : *Neomys*
- Genre 6 : (+) *Petenya*
- Genre 7 : (+) *Beremendia*

SOUS-FAMILLE II : CROCIDURINAE

- Genre 8 : *Pachyura*
- Genre 9 : *Crocidura*

CONCLUSIONS

(1) Elle figure dans les *C.R. Acad. Sc.*, t. 226, 1948, p. 349-350.

Abréviations : (E) émigré.
(+) éteint.

PRELIMINAIRES

Les Musaraignes, dont le nom signifie Souris-Araignée (*Mus*, de leur aspect extérieur, Araigne ou Araignée, de leurs membres très grêles), constituent un groupe bien caractérisé d'Insectivores, celui des *Soricidae*. Très spécialisés, ces petits Mammifères présentent, cependant, beaucoup de caractères archaïques.

Quoique leur existence durant le Quaternaire ait été connue dès l'époque de Cuvier, la plupart des formes pleistocènes n'ont été découvertes ou décrites en détail que tout récemment par M. A. Hinton, Th. Kormos et D.M.A. Bate, surtout. Une synthèse de nos connaissances sur la dentition et l'ostéologie des Musaraignes tant quaternaires qu'actuelles est intéressante à établir, aujourd'hui, et c'est le but de cette étude.

FAMILLE DES SORICIDAE

I. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Insectivores à crâne étroit et allongé, la plupart des sutures s'effaçant très tôt au cours du développement. Prémâxillaire étendu. Maxillaire court, présentant un *foramen* sous-orbitaire très vaste. Rudiment de processus zygomatique (l'arcade zygomatique étant à peu près inexistante). Base du crâne présentant, de chaque côté, une large *area* fenestrée, dans laquelle se trouvent suspendues les diverses parties auditives; os tympanique en forme d'anneau, indépendant du crâne, ne constituant pas de bulle. Palais sans lacunes ni crête médiane. Corps de la mandibule court, s'atténuant en avant et s'épaississant en arrière pour se continuer avec la branche montante; celle-ci présente: 1° une apophyse coronoïde verticale, élevée, creusée, du côté lingual, d'une fossette pro-

fondée, très caractéristique; 2° une apophyse condylienne moins haute, dirigée transversalement, avec deux facettes articulaires, supérieure et inférieure, séparées par un espace non articulaire; ces facettes s'articulent avec le temporal, la première, au niveau de la cavité glénoïde, la seconde, au niveau de l'apophyse post-glénoïde; 3° une apophyse angulaire grêle, étroite, pointue, divergeant vers le bas.

DENTITION. — Première incisive supérieure, volumineuse, avec cuspide principale en crochet et, vers l'arrière, cuspide basale plus ou moins proéminente. Incisive inférieure, unique, très développée, dirigée horizontalement vers l'avant. Entre la première incisive et la première dent molariforme existent, aux deux mâchoires, de petites dents unicuspidées, en nombre variable, dont les homologues sont difficiles à établir en raison, surtout, de l'oblitération précoce de la suture intermaxillo-maxillaire.

Citons, à ce sujet, les opinions d'E. Brandt, d'H. Winge, de M.A.C. Hinton et d'A. Arnböck Christie Linde. La formule dentaire des *Soricidae* serait :

pour E. Brandt :

$$I \frac{4}{1}, C \frac{1}{1}, P \frac{2-0}{2-1}, M \frac{3}{3};$$

pour H. Winge et M.A.C. Hinton :

$$I \frac{3}{1}, C \frac{1}{1}, P \frac{3-1}{2-1}, M \frac{3}{3};$$

pour A. Arnböck Christie Linde :

$$I \frac{3}{1}, C \frac{0}{0}, P \frac{4-2}{3-2}, M \frac{3}{3}.$$

Chez le *Sorex*, au cours de la vie embryonnaire, A. Arnböck Christie Linde a observé 5 germes d'incisives

supérieures et 4 d'incisives inférieures (1); mais, à la naissance, les 3 dernières incisives subsistent seules, à la mâchoire supérieure, et la dernière, à la mâchoire inférieure. Les canines, également observées chez l'embryon, disparaissent avant la naissance. Quant aux prémolaires inférieures, au nombre de 4, au cours de l'ontogénie, il n'en subsiste que 2, la première et la dernière (P₁ et P₄), à l'âge adulte.

Dans les pages qui vont suivre, je me range à l'opinion d'A. Arnböck Christie Linde.

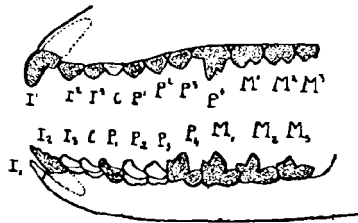


FIG. 1

Schéma, d'après H.G. Stehlin, de la dentition de la *Saturninia gracilis* Stehlin (Eocène supérieur de France, St-Saturnin-les-Apt, Vaucluse) avec interprétation. En blanc: dents ayant toujours disparu chez les *Sorex* quaternaires et actuels.

La description faite, en 1940, par H.G. Stehlin du Soricidé le plus ancien et le plus archaïque actuellement découvert, la *Saturninia gracilis* de l'Eocène (Ludien supérieur) de Saint-Saturnin-les-Apt (Vaucluse, France), éclaire singulièrement l'évolution de ce groupe si particulier d'Insectivores. Chez la *Saturninia*, en effet, dont la formule dentaire est celle de tous les Mammifères placentaires primitifs :

$$I \frac{3}{3}, \quad C \frac{1}{1}, \quad P \frac{4}{4}, \quad M \frac{3}{3}$$

(1) Il s'agirait, d'après l'auteur, d'incisives définitives. A ce point de vue, les *Soricidae* feraient donc le passage entre les Didelphes et les Monodelphes.

aux deux mâchoires, la canine (dont on ne connaît, d'ailleurs, que l'alvéole) n'est pas plus volumineuse que les dents voisines; à la mandibule, l'incisive la plus développée, la deuxième, présente trois denticules sur son bord coupant (fleur de lys de beaucoup de Mammifères et de l'Homme lui-même) et se rapproche ainsi de la grande incisive inférieure unique du *Sorex* dont elle est loin d'atteindre, cependant, les dimensions.

L'évolution dentaire paraît s'être surtout produite, aux deux mâchoires, par disparition de la canine et, à la mandibule, par prépondérance de I_2 , alors que les autres incisives et une partie des prémolaires disparaissaient pour lui permettre de prendre les grandes dimensions que l'on sait. La réduction des prémolaires supérieures, observée dans certains genres, se serait faite ensuite.



FIG. 2

Schéma de la première molaire supérieure gauche, M^1 , des *Soricidae* (*Neomys*); l'avant est à gauche; s. styles, e, tubercules externes, i, tubercules internes.

Couronne des molaires supérieures tendant à devenir triangulaire, du fait de la régression du tubercule postéro-interne (hypococone). Tubercule externe, très distants du bord externe de la couronne, auxquels ils sont reliés par des crêtes obliques (W, dilambdodontes); ces crêtes forment, avec le bord externe de la couronne, des pseudotubercules, les styles. Tubercule postéro-interne (hypococone), comme séparé du reste de la couronne qui est d'aspect triangulaire; pas de tubercules intermédiaires. Dernière prémolaire supérieure, P_4 , molariforme.

Tubercules des molaires inférieures réunis par quatre crêtes plus ou moins transversales disposées en deux V

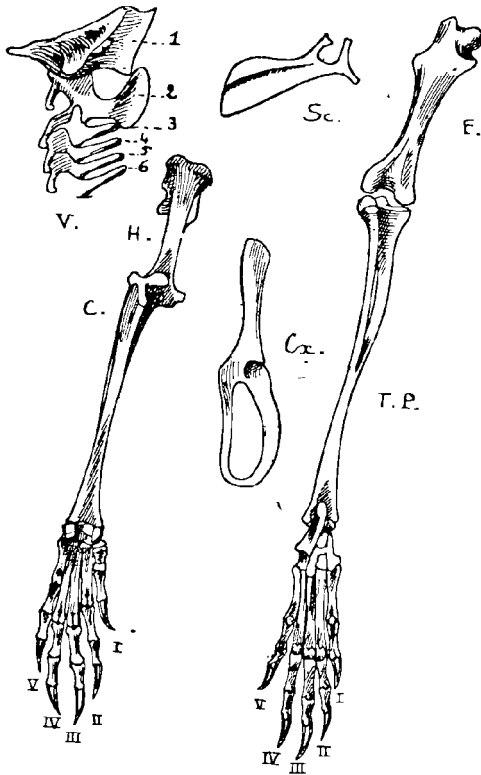


FIG. 3

Sorex minutus L. Os de la colonne vertébrale, des ceintures et des membres. — V, vertèbres cervicales; 1, atlas; 2, axis; 3, 4, 5, 6, troisième, quatrième, cinquième et sixième vertèbres cervicales. Les os des ceintures et des membres sont ceux du côté gauche. — Sc, scapulum, face postérieure. — H, humérus, face postérieure. — C, cubitus, face postérieure (le radius est à peine visible, ici). — Cx, os coxal, face externe. — F, fémur, face postérieure. — TP., tibio-péroné, face postérieure. — I, II, III, IV, V, rayons digités vus par leur face postérieure; à gauche rayons antérieurs, à droite rayons postérieurs. — Actuel. — G.N. $\times 3$ environ. (Cette figure et les figures suivantes de *Soricidae* actuels se rapportent à des pièces du Museum de Paris).

couchés, à ouverture linguale, comme chez la plupart des Insectivores.

Formule vertébrale : 7 C. - 13 à 15 D. - 5 à 6 L. (chez les formes d'Europe). - 4 à 5 S. - Caud. en nombre variant avec la longueur de la queue. Dans le genre *Sorex*, l'atlas, très développé, présente une apophyse épineuse et des apophyses latérales larges; ces dernières, percées d'un *foramen* bien visible. L'apophyse épineuse, plus large au niveau de l'axis, devient mince et courte au niveau des vertèbres cervicales suivantes, et manque à la septième. Arc neural, généralement étroit: 14 côtes chez le *Sorex*, dont 7 sternales et 7 asternales.

Sternum dont le manubrium est fréquemment en forme de T. Clavicule petite et mince, ne s'articulant pas avec l'humérus. Scapulum présentant un acromion bifide. Humérus court. Radius et cubitus libres. Carpe formé de 7 os, sans os central. Phalanges unguéales de l'extrémité antérieure, simples. Pelvis allongé et étroit, sans symphyse pubienne. Fémur court et robuste avec un troisième trochanter. Tibia et péroné, unis dans leur moitié distale. Tarse formé de 7 os.

Les *Soricidae* sont tous de très petite taille: la plus volumineuse des formes actuelles, le *Neomys fodiens*, n'est pas aussi gros qu'une Souris et la plus petite, la *Pachyura strusca*, est l'un des plus petits Mammifères connus. Bien que primitifs par leur organisation entière, les *Soricidae* sont très spécialisés, comme en témoignent la forme des dents antérieures, l'absence d'arcade zygomatique et la double articulation mandibulaire, tout à fait particulière à ce groupe.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Actuellement: régions tempérées et tropicales d'Afrique, d'Europe, d'Asie (y compris l'archipel malais), d'Amérique du nord et partie tout à fait septentrionale d'Amérique du sud.

A l'état fossile, connus dès l'Eocène, en Europe, dès l'Oligocène, en Amérique du nord. Rencontrés en Asie, au Quaternaire supérieur seulement.

III. — SUBDIVISIONS

Clef analytique des sous-familles et des genres

A. — *Cuspides dentaires plus ou moins colorées par un pigment rouge-brun* (parfois, cependant, dents complètement blanches) :

SOUS-FAMILLE I : SORICIDAE

— M₃, dernière molaire inférieure, à 5 cuspides.

== 5 unicuspidés à la mâchoire supérieure.

— Bord tranchant de l'incisive inférieure avec trois denticules en arrière de la cuspide principale :

Genre 1 : *Sorex*

Bord tranchant de l'incisive inférieure, droit, sans denticule. Cuspides peu colorées ou dents entièrement blanches :

Genre 2 : *Soricidus*

== 4 unicuspidés (rarement 3) à la mâchoire supérieure.

Bord tranchant de l'incisive inférieure avec deux denticules (dont l'un s'efface parfois) en arrière de la cuspide principale :

Genre 3 : (+) *Nesiotites*

Bord tranchant de l'incisive inférieure, avec un seul denticule en arrière de la cuspide principale.

P⁴, grande prémolaire supérieure, plus volumineuse que les molaires 1 et 2 :

Genre 4 : *Soriculus*

P⁴, grande prémolaire supérieure, égale aux molaires 1 et 2 ou moins volumineuse qu'elles :

Genre 5 : *Neomys*

- M_3 , dernière molaire inférieure, à 4 cuspides.
 = Bord tranchant de l'incisive inférieure avec deux denticules en arrière de la cuspide principale :

Genre 6 : (+) *Petenyia*

- = Bord tranchant de l'incisive inférieure, droit, sans denticule :

Genre 7 : (+) *Beremendia*

B. — *Dents entièrement blanches* :

SOUS-FAMILLE II : CROCIDURINAE

- = 4 unicuspidés à la mâchoire supérieure :

Genre 8 : *Pachyura*

- = 3 unicuspidés à la mâchoire supérieure :

Genre 9 : *Crocidura*.

SOUS-FAMILLE I : SORICINAE

Cuspides dentaires plus ou moins colorées par un pigment rouge-brun qui, cependant, manque parfois.

Genre 1 : *SOREX* Linné (2)

I. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX

$$\text{F.D. : } \frac{I^1 I^2 I^3}{I_2}, \frac{0}{0}, \frac{P^1 P^2 P^3 P^4}{P_1 P_4}, \frac{M^1 M^2 M^3}{M_1 M_2 M_3} \quad (3).$$

(2) LINNÉ. — *Syst. Nat.* I, 1758, p. 53.

(3) A. ARNBACk CHRISTIE LINDE donne, pour les *Soricidae*, la formule incisive qualitative :

$$\frac{I^3 I^4 I^5}{I_4},$$

ayant observé que les sacs dentaires des deux premières incisives supérieures et des trois premières inférieures disparaissent au cours de la vie embryonnaire. Cependant, j'adopte la formule:

$$\frac{I^1 I^2 I^3}{I_1},$$

5 unicuspidés à la mâchoire supérieure. Première incisive supérieure (I¹) avec un lobe postérieur atteignant, au moins, la moitié de la hauteur de la cuspide principale. Incisive inférieure, à 3 denticules distincts sur son bord coupant, en arrière de la cuspide principale. Deuxième prémolaire inférieure (P₄), avec une deuxième cuspide, peu marquée. Troisième molaire inférieure (M₃) présentant 5 tubercules ; ne diffère des précédentes (M₁ et M₂) que par la taille réduite du deuxième triangle.

Crâne élargi. Processus zygomatique, rudimentaire, mais visible. Branche horizontale de la mandibule, large, condyles à facettes articulaires généralement rapprochées, l'inférieure, sans prolongement lingual.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

1° *Actuellement*, régions septentrionales des deux hémisphères. En Europe, de l'Irlande, à l'ouest, à l'Espagne et à l'Italie méridionale, au sud.

2° Rencontré, en Europe, *au Tertiaire*, à partir de l'Eocène supérieur (*Sorex primaevus* Filhol, Phosphorites du Quercy) et, *au Quaternaire*, du Cromérien au Post-würmien.

supposant que si, vraiment, les Mammifères placentaires avaient originellement, comme l'embryon des *Soricidae*, plus de trois incisives à chaque hémi-mâchoire, ce sont toujours les mêmes qui, à l'âge adulte, subsistent chez les formes archaïques; et on a l'habitude de les numéroter

$$\begin{array}{c} I^1 \ I^2 \ I^3 \\ \hline I_1 \ I_2 \ I_3 \end{array}$$

Cette interprétation est, d'ailleurs, en accord avec les données paléontologiques concernant les *Soricidae*, auxquelles il a été fait allusion plus haut.

A la mandibule, le *Sorex antiquus* Pomel, de l'Oligocène de France, et le *Protosorex crassus* Scott, de l'Oligocène nord-américain, possédaient, le premier, une unicuspide, le deuxième, deux unicuspidés de plus que les *Sorex* quaternaires et actuels.

III. — CLEF ANALYTIQUE DES ESPÈCES ACTUELLES

— Incisive inférieure avec des lobes bas, souvent mal définis, sur son bord coupant. Première prémolaire inférieure, bicuspidée. *Foramen lacrymal*, au-dessus du point de contact de M¹ avec M². Queue atteignant la longueur du corps et de la tête réunis.

Sorex alpinus Schinz (Musaraigne des montagnes)

— Incisive inférieure unique, avec des loges élevés et distincts, sur son bord coupant. Première prémolaire inférieure, à une seule cuspide. *Foramen lacrymal*, en avant du point de contact de M¹ avec M². Queue n'atteignant pas la longueur du corps et de la tête réunis.

— Première, deuxième et troisième unicuspidées supérieures, subégales. Longueur condylo-basale du crâne, de 14^{mm}8 à 16^{mm}6. Longueur du corps et de la tête réunis : 50^{mm} à 60^{mm} ;

Sorex minutus L. (Musaraigne pygmée)

— Première et deuxième unicuspidées supérieures, plus larges que la troisième. Longueur condylo-basale du crâne, de 17 à 20^{mm}. Longueur du corps et de la tête réunis : 65 à 80^{mm} environ. Avant-bras et extrémité antérieure, relativement plus allongés que dans l'espèce précédente :

Sorex araneus L. (Musaraigne commune)

ESPECES ACTUELLES

Les trois espèces actuelles de *Sorex* ayant également vécu au Quaternaire, je vais les étudier en détail ; leurs caractères anatomiques sont d'ailleurs bien tranchés.

Sorex araneus L. Musaraigne carrelet

I. — CARACTÈRES

Taille moyenne. Longueur de la tête et du corps réu-

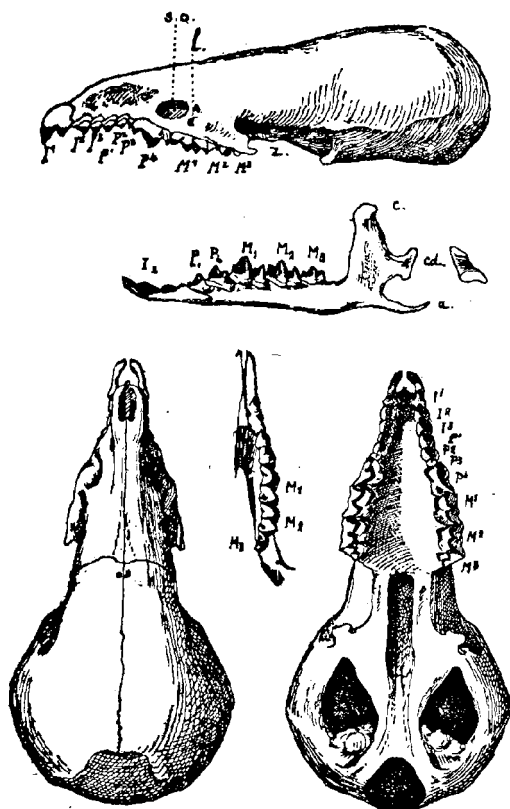


FIG. 4

Sorex araneus L. Tête osseuse. En haut: face latérale gauche [séparément, à droite, articulation condylienne de la mandibule: dans les figures suivantes, il en est de même pour toutes les formes actuelles]. — En bas, à gauche, face supérieure du crâne; à droite, face inférieure du crâne (les anneaux tympaniques ne sont pas conservés ici); au milieu, dentition inférieure, du côté droit, vue par sa face supérieure. — s.o., foramen sous-orbitaire. — l, foramen lacrymal. — z, rudiment d'apophyse zygomatique. — c, processus coronôide. — a, apophyse angulaire. — cd, condyle articulaire de la mandibule. — Actuel. — G.N. $\times 3$ environ.

nis: 65 à 80^{mm}. Queue: 20 à 35^{mm}. Patte postérieure: 16 à 20^{mm}. Longueur condylo-basale du crâne: 17,4 à 20^{mm}. Rangée dentaire supérieure, y compris I¹: 7,4 à 9^{mm}2. Rangée dentaire inférieure, y compris I²: 6^{mm}8 à 8^{mm}9 (4).

Foramen lacrymal, en avant du point de contact de M¹ avec M². Première incisive supérieure (I¹), à lobe postérieur plus développé que chez n'importe quelle autre Musaraigne d'Europe, ce lobe, comprimé latéralement, est, à sa base, aussi étendu, dans le sens longitudinal, que la cuspide principale. Première et deuxième unicuspidés (I² et I³), plus volumineuses que la troisième (I⁴). Dernière unicuspide supérieure (P³), plus petite que le tubercule antérieur de la grande prémolaire (P⁴), presque entièrement cachée, extérieurement, par ce tubercule. Incisive inférieure, à 3 lobes dont la longueur, à la base, diminue de l'avant vers l'arrière (du premier au troisième). Première unicuspide inférieure (P₁), sans cuspide secondaire.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

1° *A l'époque actuelle*: Europe et Asie septentrionale, des Îles Britanniques (sauf l'Irlande) et de la Sibérie orientale, à l'Espagne, à l'Italie, à la Grèce, au Turkestan et à l'Asie centrale. Commune en France.

2° *Principaux gisements quaternaires* :

Quaternaire moyen :

Würmien supérieur : Ightham fissures, Dog Holes, Warton Crag: Angleterre. Schweizersbild, Thierstein, Ettingen: Suisse (Magden). Kastlhäng, Sengenstein, Hohlefels, Schmiechenfels : Allemagne méridionale (Magden). Sulzbach Opf.: Allemagne.

(4) Pour les formes actuelles, toutes les dimensions données sont extraites du « Catalogue of Mammals of Western Europe » de C.S. MILLER (1912).

Würmien inférieur : Eizendorfen, Loch bei Vorra
(a.P) : Allemagne.

Quaternaire inférieur : Tufs de Burgtonna et d'Ehrings-
dorf à *Elephas antiquus* : Allemagne (Chelléen).

Préquaternaire : Hundsheim : Basse Autriche (Cromé-
rien moyen).

Parties rencontrées : crâne, mandibule.

Sorex minutus L. Musaraïgne pygmée

I. — CARACTÈRES

De plus petite taille que le *Sorex araneus*, avec une queue relativement plus longue. Longueur de la tête et du corps réunis : 50 à 60^{mm}. Queue : 10 à 15^{mm}. Patte postérieure : 11 à 12^{mm}. Longueur condylo-basale du crâne : 15 à 16^{mm}. Rangée dentaire supérieure, y compris I¹ : 6^{mm}.2 à 7^{mm}. Rangée dentaire inférieure, y compris I₂ : 5^{mm}.8 à 6^{mm}.6.

Foramen lacrymal, en avant du point de contact de M¹ avec M², comme dans l'espèce précédente. Lobe postérieur de la première incisive supérieure (I¹) dont la longueur, à la base, est environ la moitié de celle de la cuspide principale. Première, deuxième et troisième unicuspidées supérieures (I², I³, P¹), subgales. Dernière unicuspide supérieure (P³) égalant au dépassant, en hauteur, le tubercule antérieur de la grande prémolaire (P⁴), presque entièrement visible du dehors. Incisive inférieure avec un premier lobe bien défini sur son bord coupant; première unicuspide inférieure, P₁, sans cuspide secondaire, comme dans la précédente espèce.

Avant-bras et patte antérieure, relativement moins allongés que chez le *Sorex araneus* L.

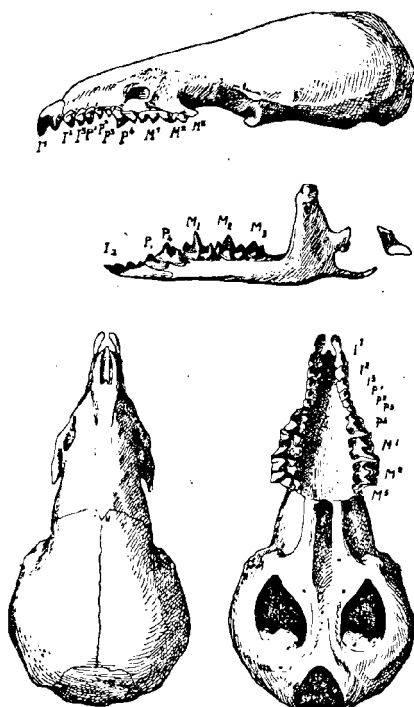


FIG. 5

Sorex minutus L. Tête osseuse. En haut: face latérale gauche. En bas: à gauche, face supérieure du crâne ; à droite, face inférieure du crâne (les anneaux tympaniques ne sont pas conservés ici). Actuel. — G.N. \times 3 environ.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

1° *A l'époque actuelle*: Europe et Asie septentrionale jusqu'aux Pyrénées, à l'Italie méridionale et à la Grèce.

2° *Au Quaternaire*, rencontré dans le Cromérien moyen d'Autriche: Hundsheim, dans le Würmien supérieur de Suisse: Schweizersbild, d'Allemagne: Sulzbach, d'Angleterre: Ightham fissurés.

Sorex alpinus Schinz. Musaraigne des montagnes

I. — CARACTÈRES

De même taille que le *Sorex araneus*. Longueur de la tête et du corps réunis: 65 à 75^{mm}. Queue égalant cette longueur. Patte postérieure: 15-16^{mm}. Longueur condylo-basale du crâne: 19,2 à 20^{mm}. Rangée dentaire supérieure, y compris I¹: 8^{mm}2 à 9^{mm}. Rangée dentaire inférieure, y compris I₂: 7^{mm}8 à 8^{mm}4.

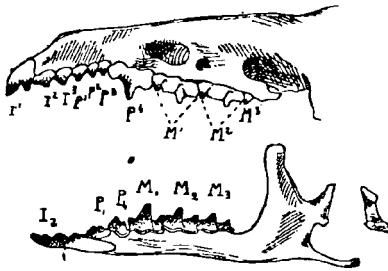


FIG. 6

Sorex alpinus Schinz. Région antérieure de la tête osseuse, face latérale gauche. — Actuel. — G.N. × 3 environ.

Boîte crânienne moins élevée que celle du *Sorex araneus*. Foramen lacrymal au-dessus du point de contact de M¹ avec M². Dents sensiblement plus petites que celles du *Sorex araneus* ; lobe postérieur de I¹ plus petit, même chez le *Sorex minutus*. Dernière unicuspide supérieure (P³), plus petite que le tubercule antérieur de la dernière prémolaire (P⁴), tout entier visible du côté externe. Incisive inférieure avec des lobes bas, souvent mal définis, sur son bord coupant. Première unicuspide inférieure, P₁, avec une deuxième unicuspide postérieure.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

1° *A l'époque actuelle* : Jura, Alpes, Montagnes du Harz, Riesengebirge, Carpathes, Balkans.

2° *Au Quaternaire* : a vécu en Allemagne (Sulzbach, Bavière) durant le Würmien supérieur.

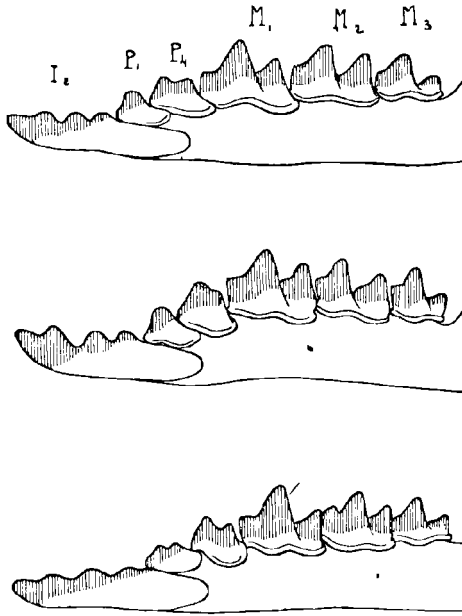


FIG. 7

Schéma de la dentition inférieure gauche (amenée aux mêmes dimensions et vue par sa face externe) des trois espèces de *Sorex* encore actuelles en Europe. De haut en bas, *Sorex araneus* L., *Sorex minutus* L., *Sorex alpinus* Schinz.

Les espèces de *Sorex* uniquement quaternaires, sont, en général, trop fragmentaires pour que leur description détaillée, soit donnée dans cette étude d'ensemble ; en voici la liste :

	Parties connues	Longueur de la rangée dentaire inférieure, sauf l'incisive	Age (5)	Gisements
<i>Sorex araneoides</i> Heller, 1930.	Mandibule.	5 ^{mm} 25 (Heller)	Cromérien inférieur.	Sackdillinger Höhle (Allemagne).
<i>Sorex fallax</i> Heller, 1936.	Fragments de mâchoire supér. avec I ¹ , P ³ à M ³ .	?	Cromérien inférieur.	Rheinhessen (Allemagne).
<i>Sorex kennardi</i> Hinton, 1911.	Partie antérieure de la tête osseuse avec mandibule d'un même sujet.	4 ^{mm} 78 (Hinton)	Würmien supérieur.	Third Terrace Drift of the Lea Valley. Ponders End, Middlesex (Angleterre). Neunkirchen, Sulzbach (Allemagne).
<i>Sorex margaritodon</i> Kormos, 1930.	Tête osseuse avec mandibule.	7 ^{mm} 7 à 9 ^{mm} 9 (Kormos)	Cromérien inférieur.	Somlyóberg près Puspökfurdó (Hongrie).
<i>Sorex minutissimus</i> H. de Balsac, 1940.	Mandibule.		Würmien.	Environs de Bayay, Nord (France).
<i>Sorex praealpinus</i> Heller, 1930.	Mandibule.	4 ^{mm} 95 à 5 ^{mm} 25 (Heller)	Cromérien inférieur.	Sackdillinger Höhle (Allemagne).
<i>Sorex praeareneus</i> Kormos, 1934.	Partie antér. de la tête osseuse avec mandibule.	6 ^{mm} 4 (Kormos)	Cromérien inférieur.	Villany-Kalkberg (Hongrie).
<i>Sorex rantonensis</i> Hinton, 1911.	Mandibule.	4 ^{mm} 73 (Hinton)	Cromérien.	Hundsheim (Autriche). Sackdillinger Höhle (Allemagne). Upper Fresh Water Bed de West. Ranton et d'Ostend (Angleterre).
<i>Sorex savini</i> Hinton, 1911.	Fragments de tête osseuse avec mandibule, os des membres.	6 ^{mm} 05 (Hinton)	Cromérien.	Hundsheim (Autriche). Upper Fresh Water Bed de West. Ranton et d'Ostend (Angleterre).

(5) Les âges sont surtout établis d'après le mémoire de Th. Kormos de 1937.

Genre 2 : *SORICIDUS* Altobello. 1927 (6)

uniquement actuel.

I. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX

F.D. : $\frac{I^1 I^2 I^3}{I_2}$, $\frac{0}{0}$, $\frac{P^1 P^2 P^3 P^4}{P_1 P_4}$, $\frac{M^1 M^2 M^3}{M_1 M_2 M_3}$

Cuspides dentaires légèrement pigmentées de rousseâtre ou dents complètement blanches. 5 unicuspidés à la mâchoire supérieure. Première incisive supérieure (I^1) dont

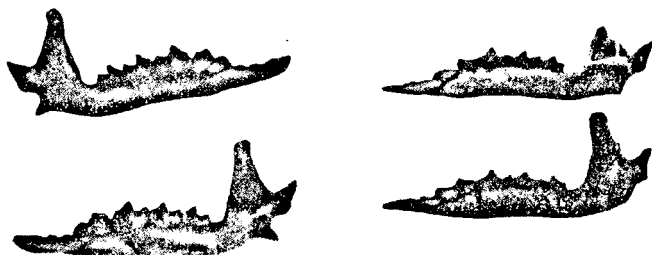


FIG. 8

Sorex du Quaternaire d'Allemagne. Héli-mandibule droite. — A gauche: + *Sorex araneoides* Heller ; en haut, face externe, en bas, face interne. — A droite: + *Sorex praealpinus* Heller, face interne de deux individus (os incomplets). — Cromérien inférieur. Sackdillinger Höhle (Haut-Palatinat). Presque 4 fois G.N. D'après F. Heller.

le lobe postérieur atteint la moitié de la hauteur de la cuspide principale. Incisive inférieure avec un bord coupant, droit, sans denticule.

Une seule espèce, le *Soricidus monsvairani* Altobello.

(6) ALTOBELLO G. — *Revue Française de Mammalogie*, I, 1927, p. 6. D'après D.M.A. BATE (1914), ce genre ne serait qu'une espèce de *Sorex*.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

A l'époque actuelle : Italie centrale: région de Molise et Abruzzes jusqu'à 1.000 m. d'altitude. *N'a pas été signalé au Quaternaire.*

Soricidus monsvairani Altobella

I. — CARACTÈRES

Taille rappelant celle du *Sorex araneus*. Longueur de la tête et du corps réunis: 70^{mm}. Queue: 32^{mm}. Patte pos-



FIG. 9

+ *Sorex prae-araneus* Kormos. Région antérieure du crâne type, vue par sa face inférieure. Cromérien inférieur de Hongrie: Villany-Kalkberg. G.N. X 3 environ. D'après Th. Kormos.

térieure: 11^{mm}. Longueur condylo-basale du crâne: 19^{mm}.
Caractères du genre.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

Celle du genre.

Genre 3 : + NESIOTITES Bate (7)

Parties connues: région antérieure de la tête osseuse avec mandibule complète; dentition, humérus, fémur.

I. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX

$$\text{F.D. : } \frac{\text{I}^1 \text{I}^2 \text{I}^3}{\text{I}_2}, \frac{0}{0}, \frac{\text{P}^1 (\text{P}^2) \text{P}^4}{\text{P}_1 \text{P}_4}, \frac{\text{M}^1 \text{M}^2 \text{M}^3}{\text{M}_1 \text{M}_2 \text{M}_3}$$

Pointes des dents plus ou moins colorées par un pigment

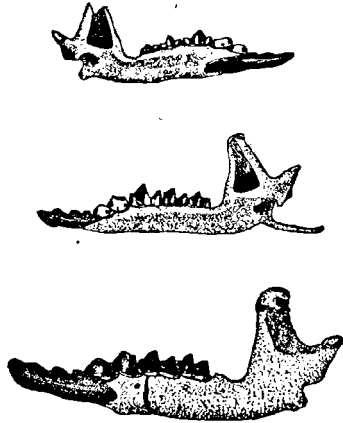


FIG. 10

Sorex du Quaternaire d'Angleterre. Hémi-mandibules. De haut en bas: + *Sorex runtonensis* Hinton, côté gauche, face interne. Cromérien inférieur: Upper Fresh Water Bed, West Runton. — + *Sorex kennardi* Hinton, côté droit, face interne. — Würmien supérieur. Third Terrace Drift of the Lea Valley, Ponders End, Middlesex. — + *Sorex savini* Hinton, côté gauche, face externe. Cromérien inférieur: Upper Fresh Water Bed, West Runton. — G.N. $\times 3$ environ. D'après M.A.C. Hinton.

(7) BATE D.M.A. — *An. Mag. Nat. Hist.*, vol. XI, 11, 1944, p. 738.

jaunâtre ou brun-rouge qui peut disparaître d'ailleurs complètement. 4 unicuspidés, le plus souvent, à la mâchoire supérieure, ou 3: par disparition de la dernière, P². I¹, volumineuse, avec un talon postérieur, court, divergeant de la cuspidé principale, comme chez la *Beremendia* et réduit, dans le sens antéro-postérieur. Unicuspidés supérieures dont la taille va en diminuant de la première à la dernière, quatrième unicuspidé, lorsqu'elle existe, minuscule, comme dans le genre *Soriculus*. P⁴ et les molaires supérieures, de même forme que chez le *Sorex*.

Incisive inférieure, I₂, forte, avec, semble-t-il, deux lobes originels sur son bord coupant, dont l'un a souvent disparu. Deuxième unicuspidé, P₄, avec une cuspidé secondaire en arrière de la pointe principale. M₃, plus développée que chez le *Soriculus* actuel.

De grande taille, face élevée: rudiment de processus zygomatique, relativement développé. Mandibule à apophyse coronôide courte, à apophyse angulaire sans particularité: bande osseuse unissant les deux facettes articulaires, étroite; facette inférieure, allongée du côté lingual, comme chez le *Neomys*. Humérus non modifié dans le sens de la vie souterraine ni aquatique.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

L'époque géologique exacte où a vécu ce genre n'est pas établie avec certitude; elle paraît correspondre au Würmien de l'Europe continentale.

Connu seulement des îles méditerranéennes: Majorque, Minorque, Corse, Sardaigne.

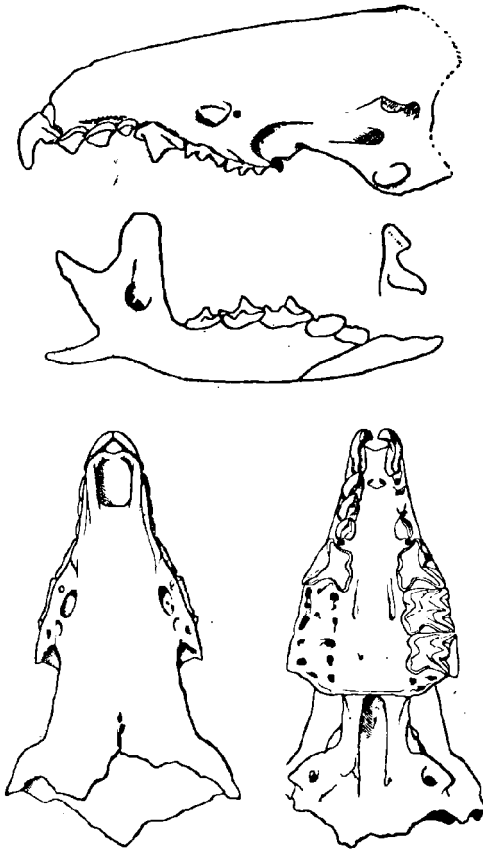


FIG. 11

+ *Nesiotes*. Région antérieure de la tête osseuse. En haut, crâne, face latérale gauche (holotype) et hémi-mandibule gauche, face interne du + *Nesiotes hidalgo* Bate, Pléistocène de Majorque; séparément, à droite, articulation condylienne de la mandibule, très grossie. — En bas: à gauche, face supérieure du crâne (holotype) du *Nesiotes hidalgo* Bate, Pléistocène de Majorque; à droite, face inférieure du crâne (holotype) du + *Nesiotes corsicanus* Bate, Pléistocène de Corse. — G.N. $\times 3$ environ. D'après D.M.A. Bate.

TYPE : + *Nesiotites hidalgo* Bate

I. — CARACTÈRES

Dimensions données par D.M.A. Bate :

Longueur palatine (8)	11 ^{mm}
Longueur P ⁴ -M ³	6 ^{mm} 6
Longueur des trois unicuspidés supérieures et antérieures	3 ^{mm} 3
Longueur de P ¹	2 ^{mm} 4
Plus grande longueur de M ¹	2 ^{mm} 4
Longueur de la rangée dentaire inférieure, sauf I ₂	7 ^{mm} 7

Caractères du genre.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Iles Majorque et Minorque, Grottes et dépôts d'âge pléistocène.

Espèces quaternaires

- + *Nesiotites hidalgo* Bate : Iles Majorque et Minorque.
- + *Nesiotites corsicanus* Bate : Corse.
- + *Nesiotites similis* Hensel : Sardaigne.

(8) La longueur palatine, d'après O. THOMAS (1905), est la distance du gnathion (point le plus antérieur du prémaxillaire sur la ligne médiane) au palatation (point le plus postérieur du palais).

Genre 4 : *SORICULUS* Blyth (9)

I. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX

$$\text{F.D. : } \frac{I^1 I^2 I^3 \quad 0 \quad P^1 P^2 P^4 \quad M^1 M^2 M^3}{I_2 \quad 0 \quad P_1 \quad P_4 \quad M_1 M_2 M_3}$$

Pointes des dents rouge clair. 4 unicuspidés à la mâchoire supérieure. I¹ avec un petit lobe accessoire postérieur : les deux premières unicuspidés, I², I³, sensiblement égales; la troisième, P¹, beaucoup plus petite, séparée de l'énorme prémolaire, P⁴ (plus volumineuse que les molaires), par une quatrième unicuspide, P³, minuscule, généralement invisible sur la face externe.

Incive inférieure, robuste, à un seul denticule sur son bord coupant; les deux prémolaires inférieures, assez grandes, la deuxième avec une cuspidé secondaire en arrière de la cuspidé principale.

Boîte crânienne relativement élargie; rostre, graduellement comprimé, mais non très prolongé.

En Europe, une seule espèce, quaternaire, le + *Soriculus kobinyii* Kormos.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

1° *A l'époque actuelle* : Inde, Chine, y compris l'île de Formose. Probablement une espèce en Afrique Occidentale. Disparu de l'Europe.

2° *Au Quaternaire*, dans le Cromérien inférieur de Hongrie (Villany-Kalkberg).

+ *Soriculus kobinyii* Kormos

Parties connues : région antérieure de la tête osseuse avec mandibule complète.

(9) BLYTH. — *Journ. As. Soc. Beng.* XII, 1843, p. 928 (nec Linné).

I. — CARACTÈRES

Comparé par Kormos au *Soriculus nigrescens* Gray et au *Soriculus macrurus* Blanford, actuels, plus petit que ce dernier.

Dimensions données par Th. Kormos.

- 1) Longueur de la rangée dentaire supérieure, y compris I¹ 7^{mm}7
- 2) Longueur de la rangée dentaire inférieure, y compris I₂ 6^{mm}6 à 6^{mm}7
- 3) Longueur totale de la mandibule, y compris I₂ 9^{mm}2 à 10^{mm}5

P¹, dernière unicuspide supérieure, légèrement visible sur la face externe. Denticule de l'incisive inférieure, le plus souvent peu marqué et ne se discernant pas sur la figure de Th. Kormos que je reproduis (figure 12). Autres caractères, comme dans le genre.

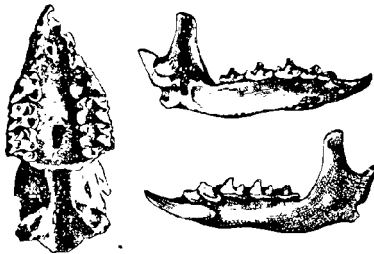


FIG. 12

+ *Soriculus kubinyii* Kormos. Crâne type, face inférieure, et héli-mandibule gauche (en haut, face interne; en bas, face externe) du même sujet. Cromérien inférieur de Hongrie, Villany-Kalkberg. G.N. $\times 3$ environ. D'après Th. Kormos.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Connu seulement du Cromérien inférieur de Hongrie: Villany-Kalkberg.

Genre 5 : *NEOMYS* Kaup, 1829 (10)

(*Crossopus* Wagler, 1832)

I. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX

$$\text{F.D. : } \frac{I^1 I^2 I^3}{I_2}, \frac{0}{0}, \frac{P^1 P^2 P^4}{P_1 P_4}, \frac{M^1 M^2 M^3}{M_1 M_2 M_3}$$

Pointes des dents colorées en rouge brunâtre. 4 unicuspidés à la mâchoire supérieure. Lobe postérieur de la première incisive supérieure (I^1), moins de moitié moins haut que le lobe antérieur. Incisive inférieure (I_2), avec un lobe mal défini vers le milieu de son bord coupant (11). Deuxième prémolaire (P_4) et troisième molaire (M_3) inférieures, comme dans le genre *Sorex*. *Partie moyenne, non articulaire du condyle, étroite et allongée; facette condylienne inférieure avec un prolongement lingual accentué.*

Seul genre européen encore actuel de *Soricidae* adapté à la vie aquatique.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

1^o *Actuellement* : Europe et Asie septentrionale, de l'Espagne, de l'Angleterre et de la Scandinavie, au Caucase et à l'Asie mineure.

2^o *Au Quaternaire*, rencontré, du Cromérien (Angleterre: West Runton, et Allemagne: Sackdilling) jusqu'au Postwürmien.

III. — CLEF ANALYTIQUE DES ESPÈCES ACTUELLES
CONNUES AU POINT DE VUE ANATOMIQUE

Les espèces européennes sont surtout basées sur des

(10) KAUP. — *Entw. Gesch. Natur. Syst. Eur. Thierw.*, 1829, I, p. 117.

(11) Par l'usage, le bord tranchant de l'incisive inférieure, y compris la région du denticule, s'abrase profondément, chez le *Neomys*, et il semble en avoir été de même chez plusieurs formes uniquement fossiles en Europe, le *Nesiotites* et le *Soriculus*, par exemple.

caractères extérieurs. Deux d'entre elles, cependant, sont jusqu'à un certain point, discernables par l'ostéologie de la face.

— *Foramen lacrymal* au-dessus de la moitié postérieure de M¹ (une frange médiane de poils raides à la face inférieure de la queue) :

Neomys fodiens Schreber

— *Foramen lacrymal* au-dessus du point de contact de M¹ avec M². Dents plus faibles, plus aiguës (I¹ surtout) que dans la précédente espèce. Animal un peu plus petit (sans frange de poils raides à la face inférieure de la queue) :

Neomys milleri Mottaz

IV.— TYPE: *Neomys fodiens* Schreber. Crossope aquatique

1° — CARACTÈRES

De grande taille, bien que de dimensions variables. Longueur de la tête et du corps réunis: 72 à 96^{mm}. Queue: 50 à 70^{mm}. Patte postérieure: 16 à 20^{mm}. Longueur condylo-basale du crâne: 19^{mm}6 à 22^{mm}3. Rangée dentaire supérieure: 9^{mm}6 à 11^{mm}. Rangée dentaire inférieure: 8^{mm}4 à 10^{mm}2.

Queue de la longueur du corps ou un peu plus courte, avec une carène médiane inférieure de poils blancs et raides. Pattes également bordées, du côté externe, d'une frange de poils blancs et raides bien visibles. Patte postérieure dont la longueur dépasse ordinairement 17^{mm}. *Foramen lacrymal* au-dessus de la moitié postérieure de M¹. I¹ robuste. Unicuspidés inférieures rappelant celles du *Sorex alpinus*, bien que la première n'ait qu'une cuspide postérieure rudimentaire.

Par rapport au *Sorex araneus*: boîte crânienne plus élevée, museau plus effilé, pattes plus élargies.

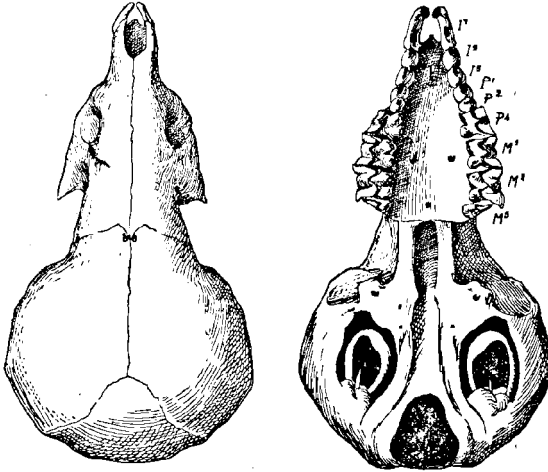
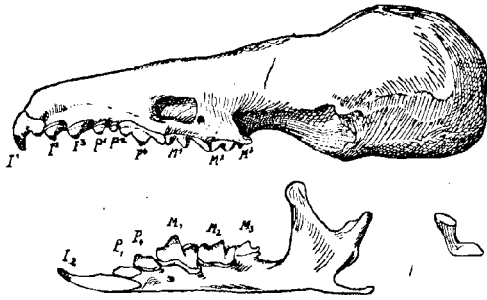


FIG. 13

Neomys fodiens Schreber. Tête osseuse. En haut: face latérale gauche. En bas: à gauche, face supérieure du crâne; à droite, face inférieure du crâne. Actuel. — G.N. $\times 3$ environ.

2° — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

1° Actuellement, de l'Angleterre et de la Norvège, aux Pyrénées, au nord de l'Italie et à la partie occidentale de la Sibérie.

2° *Au Quaternaire*, rencontré, en Angleterre, dans le Würmien supérieur: Ightham fissures, Dog Holes et dans le Postwürmien: Leasowe.

V. — LISTE DES ESPÈCES ACTUELLES

(A)(12) *Neomys anomalus* Cabrera : Nord et centre de l'Espagne.

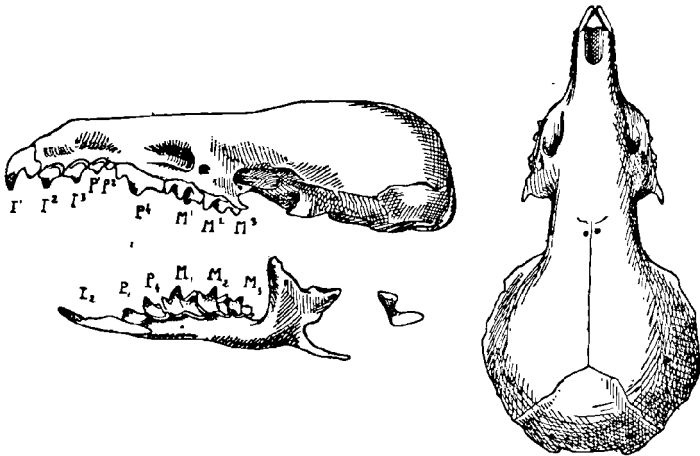


FIG. 14

Neomys milleri Mottaz. Tête osseuse. En haut : face latérale gauche. En bas : face supérieure du crâne. — Actuel. — G.N. × 3 environ.

(Q.A.) *Neomys fodiens* Schreber : Europe et Asie septentrionale.

(A.) *Neomys milleri* Mottaz : Pyrénées, Alpes, Hongrie, Grèce.

VI. — ESPÈCES QUATERNAIRES ACTUELLEMENT ÉTEINTES

+ *Neomys browni* Hinton, 1911. — Parties connues :

(12) A. = actuel ; Q.A. = quaternaire et actuel.

Portions de mandibule ; Age : Würmien ; Gisement : Terre àgrique de Grays Thurrock, Middle Terrace. Angleterre.

+ *Neomys newtoni* Hinton, 1911. — Parties connues : Mandibule ; Age : Cromérien ; Gisement : Upper fresh water bed of West Runton. Angleterre.

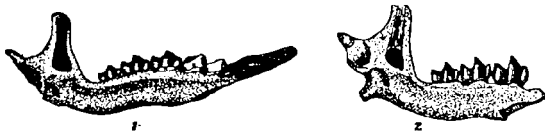


FIG. 15

Neomys du Quaternaire d'Angleterre. Hémi-mandibules gauches, face interne. — 1. + *Neomys newtoni* Hinton (hémi-mandibule presque complète). Cromérien : Upper Fresh Water Bed, West Runton. — 2. + *Neomys browni* Hinton (fragment postérieur avec les trois molaires en place). Würmien : Grays Thurrock, Middle Terrace. — G. N. $\times 3$ environ. D'après M.A.C. Hinton.

Genre 6 : + *PETENYIA* Kormos, 1930 (13)

Parties connues : tête osseuse, y compris la mandibule, dentition.

I. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX

$$\text{F.D. : } \frac{I^1 I^2 I^3}{I_2}, \frac{0}{0}, \frac{P^1 P^2 P^4}{P_1 P_4}, \frac{M^1 M^2 M^3}{M_1 M_2 M_3}$$

Pointes des dents : rouge foncé. 4 unicuspidés à la mâchoire supérieure. I^1 volumineuse, avec un lobe postérieur puissant. I^2 , un peu plus petite que ce lobe. I^3 , plus petite encore ; P^1 , minuscule, non visible latéralement. Un sillon antéro-postérieur partage le lobe accessoire de I^1 , les cuspidés de I^2 et de I^3 ; dans ce sillon vient se placer l'incisive inférieure. M^3 , petite, à une seule cuspide.

(13). KORMOS Th. — *Földtani Közlöny*, B. LXIV, F. 10-12, Budapest, 1934. p. 301.

Incisive inférieure à deux lobes, dont le premier vient se placer au niveau de I^2 , le deuxième au niveau de I^3 , dans le sillon qui divise ces dents. Première prémolaire inférieure, unicuspidée, deuxième, biicuspidée. M_1 et M_2 normales; M_3 à 4 cuspides, comme chez les *Crocidurinae*.

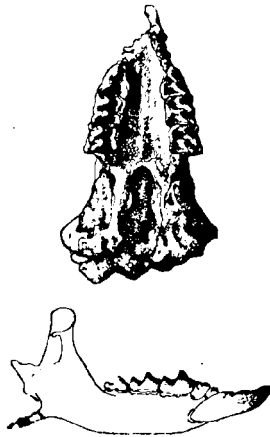


FIG. 16

+ *Petenya hungarica* Kormos. En haut, crâne-type, face inférieure. En bas: héli-mandibule droite du crâne type, face externe. Cromérien inférieur de Hongrie, Villany-Kalkberg. — G.N. $\times 3$ environ. D'après Th. Kormos.

L'arcade zygomaticque manque presque totalement. Mandibule courte et massive, fosse massétérine profonde et, en dehors d'elle, apophyse musculaire souvent très marquée (*spina masseterica* Kormos). Les deux surfaces articulaires de la mandibule, unies par une bande osseuse non-articulaire, à arête vive. Processus angulaire assez allongé, plus large que dans le genre *Sorex*.

En Europe, une seule espèce quaternaire, la + *Petenya hungarica* Kormos.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Préquatenaire. Cromérien inférieur de Hongrie : Villany-Kalkberg; d'Allemagne: Rheinhessen.

+ *Petenya hungarica* Kormos

I. — CARACTÈRES

Dimensions données par Th. Kormos et F. Heller.

- 1) Longueur de la rangée dentaire supérieure, y compris I¹ 7^{mm}3
- 2) Longueur de la rangée dentaire inférieure, y compris I₂ 6^{mm}7 à 6^{mm}8
- 3) Longueur de la rangée dentaire inférieure, sauf I₂ 4^{mm}5 à 4^{mm}6
- 4) Longueur de la mandibule, y compris I₂ 10^{mm} à 11^{mm}
- 5) Hauteur du corps de la mandibule 2^{mm}3 à 2^{mm}5

Caractères du genre.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Préquatenaire : Cromérien inférieur de Hongrie : Villany-Kalkberg; d'Allemagne: Rheinhessen.

Genre ? : + *BEREMENDIA* Kormos (14)

Parties connues : région antérieure de la tête osseuse avec mandibule complète; dentition.

I. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX

$$\text{F.D. : } \frac{I^1 I^2 I^3}{I_2}, \frac{0}{0}, \frac{P^1 P^2 P^4}{P_1 P_4}, \frac{M^1 M^2 M^3}{M_1 M_2 M_3}$$

(14) KORMOS Th. — *Földtani Közlöny*, B. LXIV, F. 10-12, Budapest, 1934, p. 209.

Pointes des dents colorées en rouge foncé. 4 unicuspidés à la mâchoire supérieure. I¹ étroite et puissante, avec un volumineux talon postérieur. Des unicuspidés, I² est la plus développée, puis, I³ ; P¹ est plus petite encore et P² minuscule, encastrée, du côté lingual, entre P¹ et P⁴, n'est pas visible sur la face externe. P⁴, M¹ et M², volumineuses, ne présentent rien de particulier.

A la mandibule, incisive puissante, allongée, à bord supérieur tranchant, droit, sans denticule. P¹, unicuspidée ; P⁴, avec trace d'une deuxième cuspide postérieure. M₃ réduite, à 4 cuspides seulement: 2 externes et 2 internes (au lieu de 3 internes, comme chez les *Soricinae* actuels d'Europe); par ce caractère, se rapproche des *Crocidurinae* et aussi de la +*Petenya*.

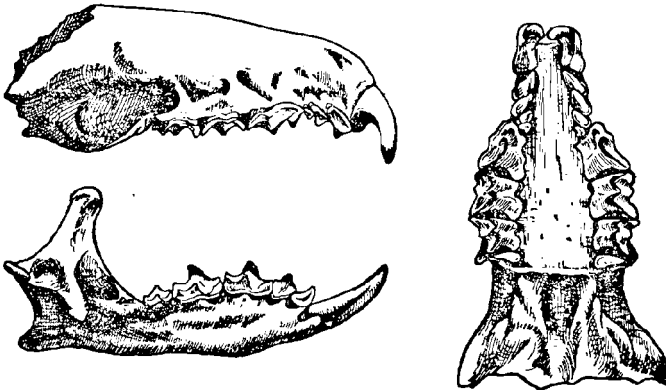


FIG. 17

+*Beremendia fissidens* Petenyi. Partie antérieure de la tête osseuse. A droite: face inférieure du crâne. — A gauche: en haut, face latérale droite du crâne; en bas, héli-mandibule gauche, face interne. Cromérien inférieur d'Allemagne, Sackdillinger Höhle (Haut-Palatinat). — G.N. \times 3 environ. D'après G. Brünner.

De profil, la face est fortement bombée vers l'avant, en raison du développement considérable de la racine de la grande incisive (I¹). Mandibule massive, à processus an-

gulaire court, creusé en cuiller du côté lingual; facette condylienne inférieure très développée.

Une seule espèce, éteinte, la *Beremendia fissidens* Petenyi.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Préquatenaire : Cromérien inférieur de Hongrie :
 ✓ Villany-Kalkberg, Barany, Püspökfürdő ; d'Allemagne:
 Sackdilling (Haut-Palatinat), Rheinessen.

+ *Beremendia fissidens* Petenyi

I. — CARACTÈRES

Musaraigne volumineuse, dont la taille, d'après Th. Kormos, se rapprochait de celle de la *Talpa caeca* Savi, actuelle, d'Europe. Dimensions :

Longueur de la rangée dentaire supérieure, y compris I ¹ (Sackdilling)	9 ^{mm} 7 à 11 ^{mm} 5
Longueur de la rangée dentaire supérieure, sauf I ¹ (Sackdilling)	8 ^{mm} 5 à 9 ^{mm} 5
Longueur de la rangée molaire supérieure : M ¹ - M ³ (Sackdilling)	3 ^{mm} 8 à 5 ^{mm} 2
Longueur de la mandibule, de la partie supérieure de la symphyse, en avant, jusqu'à la facette condylienne inférieure, en arrière (Barany)	17 ^{mm} à 19 ^{mm} 2
Longueur de la rangée dentaire inférieure, sauf I ₂ (Rheinessen)	7 ^{mm} 8 à 8 ^{mm} 3
Longueur de la rangée molaire inférieure : M ₁ - M ₃ (Püspökfürdő)	5 ^{mm} 8 à 6 ^{mm}

Caractère du genre.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Préquatenaire : Cromérien inférieur de Hongrie : Villany-Kalkberg, Barany, Püspökfürdő ; d'Allemagne : Sackdilling (Haut-Palatinat), Rheinhessen.

SOUS-FAMILLE II : CROCIDURINAE

Dents entièrement blanches ; dernière molaire inférieure à 4 tubercules ; cependant, une forme fossile, la *Pachyura pannonica* Kormos, présente parfois 5 tubercules au niveau de cette molaire.

Genre 8 : *PACHYURA* de Selys Longchamps, 1839 (15)
(*Suncus*. Ehrenberg, 1832)

I. -- CARACTÈRES GÉNÉRAUX

$$\text{F.D. : } \frac{I^1 I^2 I^3}{I_2}, \frac{0}{0}, \frac{P^1 P^2 P^4}{P_1 P_4}, \frac{M^1 M^2 M^3}{M_1 M_2 M_3}$$

4 unicuspidés à la mâchoire supérieure: première incisive supérieure, I^1 , avec un lobe postérieur moins de moitié moins haut que le lobe principal. Incisive inférieure, I_3 , sans lobe sur son bord coupant. Deuxième unicuspide inférieure, P_4 , sans cuspidé secondaire. Troisième molaire inférieure, M_3 , à 4 cuspidés, les deux autres en ayant 5.

Processus zygomatique très rudimentaire. Des deux facettes condyliennes articulaires de la mandibule, la supérieure est étroite, transversale; l'inférieure, beaucoup plus développée, surtout du côté lingual; partie moyenne, non-articulaire du condyle, aussi large que la facette supérieure, en haut, s'élargissant vers le bas.

Une seule espèce actuelle en Europe, la *Pachyura strusca* Savi, qui se reconnaît, de suite, à sa très petite taille.

(15) DE SELYS LONGCHAMPS. — Etudes de Micromammifères, 1839, p. 32 (*Sorex etruscus* Savi).

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

1° *Actuellement*: Afrique et régions chaudes de l'Asie. En Europe, confinée à la région méditerranéenne.

2° *Au Quaternaire*, rencontrée dans le Cromérien inférieur de Hongrie; Beremend.

III. — ESPÈCE ACTUELLE

Pachyura etrusca Savi. Pachyure étrusque.

1° — CARACTÈRES

Actuellement, la plus petite des Musaraignes, le plus petit des Mammifères d'Europe. Longueur de la tête et du corps réunis: 35 à 40^{mm}. Queue: 25 à 30^{mm}. Patte

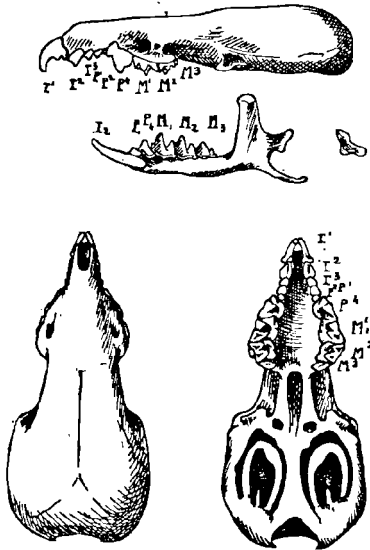


FIG. 13)

Pachyura etrusca Savi. Tête osseuse. En haut: face latérale gauche. En bas: à gauche, face supérieure du crâne; à droite, face inférieure du crâne. — Actuel. — G.N. $\times 3$ environ.

postérieure: 7^{mm}6 à 8^{mm}. Longueur condylo-basale du crâne: 12 à 13^{mm}. Rangée dentaire supérieure, y compris I¹: 5^{mm}4 à 6^{mm}. Rangée dentaire inférieure, y compris I₂: 5^{mm} à 5^{mm}4.

Crâne aplati; I² volumineuse, deux fois plus large que I³, celle-ci de mêmes dimensions que la première prémolaire, P¹; deuxième prémolaire, P², très petite; dernière prémolaire, P⁴, volumineuse. Aux molaires supérieures, tubercules externes beaucoup plus développés que les internes.

2° — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

Actuellement: de l'Europe méridionale (Espagne, Sud de la France, Italie, Sicile) à l'Arabie et à l'Algérie. En France, remonte de la région méditerranéenne jusqu'au Massif Central, dans l'Allier et en Charente.

N'a pas été signalée dans le Quaternaire d'Europe.

IV. — ESPÈCE QUATÉRNAIRE, ACTUELLEMENT ÉTEINTE

+ *Pachyura pannonica* KORMOS

Parties connues : trois fragments de mandibule. Dentition inférieure, sauf l'incisive.

1° — CARACTÈRES

Dimensions données par Th. Kormos :

- 1) Hauteur de la mandibule au niveau de M₃ .. 1^{mm}1
- 2) Épaisseur de la mandibule au niveau de M₃ .. 0^{mm}8
- 3) Longueur de la rangée dentaire inférieure,
sauf I₂ 3^{mm}55
- 4) Longueur de la rangée molaire inférieure,
M₁ - M₃ 2^{mm}6

Ressemble à la *Pachyura etrusca* Savi actuelle, mais animal plus petit encore, quoique plus robuste. M₃ réduite, avec une cinquième cuspide, peu marquée, disparaissant

parfois. Th. Kormos pense faire de cette forme un genre nouveau, *Allopachyura*, lorsqu'il possédera une documentation suffisante à son sujet.



FIG. 19

+ *Pachyura pannonica* Kormos. Héli-mandibule gauche type avec sa dentition (l'incisive n'existe plus). — Cromérien inférieur de Hongrie, Beremend. — G.N. $\times 3$ environ. D'après Th. Kormos.

2° — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Préquaternaire : Cromérien inférieur de Hongrie, Beremend.

Genre 9 : *CROCIDURA* Wagler, 1832 (16)

I. — CARACTÈRES

$$F. D. : \frac{I^1 I^2 I^3}{I_2}, \frac{0}{0}, \frac{P^1 P^4}{P_1 P_4}, \frac{M^1 M^2 M^3}{M_1 M_2 M_3}$$

3 unicuspidés seulement à la mâchoire supérieure; autres caractères dentaires, comme dans le genre *Pachyura*.

Crâne plus robuste que celui du *Sorex* et du *Neomys*.

II. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

1° *Actuellement* : Afrique et régions chaudes de l'Europe et de l'Asie, y compris l'archipel malais. En Europe, s'étend, vers le nord, jusqu'à la Hollande et au centre de l'Allemagne. N'existe ni en Angleterre, ni en Irlande.

2° *A l'état fossile*, rencontrée en Europe (Iles britanniques exceptées) au Miocène, au Pliocène et, dans le Quaternaire, à partir du Cromérien.

(16) WAGLER. — *Isis*, 1832, p. 275.

III. — CLEF ANALYTIQUE DES ESPÈCES CONTINENTALES
ACTUELLES CONNUES AU POINT DE VUE ANATOMIQUE (17)

— Boîte crânienne dont la hauteur dépasse la moitié de sa largeur. Deuxième prémolaire supérieure (P⁴) dont la cuspidé antéro-externe est plus petite que la dernière unicuspidé (P¹) :

Crocidura russula Hermann.

— Boîte crânienne dont la hauteur est inférieure à la moitié de sa largeur. Deuxième prémolaire supérieure (P⁴) dont la cuspidé antéro-externe est plus petite que la dernière unicuspidé (P¹) :

Crocidura leucodon Hermann.

IV. — TYPE : *Crocidura russula* Hermann.

Crocidure musette.

1° — CARACTÈRES

Longueur de la tête et du corps réunis : 73 à 95^{mm}. Queue, à peine moitié de cette longueur : 33 à 46^{mm}. Patte postérieure : 10^{mm}8 à 14^{mm}. Longueur condylo-basale du crâne : 18^{mm} à 20^{mm}4. Rangée dentaire supérieure, sauf I¹ : 8^{mm}8 à 9^{mm}2. Rangée dentaire inférieure, sauf I₂ : 7^{mm}6 à 8^{mm}6.

Boîte crânienne dont la hauteur atteint, au moins, la moitié de sa largeur. Deuxième prémolaire supérieure, P⁴, dont la cuspidé antéro-externe est plus petite que la dernière unicuspidé, P¹.

(17) En ce qui concerne la *Crocidura mimula* Müller, le caractère différentiel mentionné par C.S. MILLER (deuxième unicuspidé supérieure, plus petite que la troisième), d'après mes observations, ne semble pas constant.

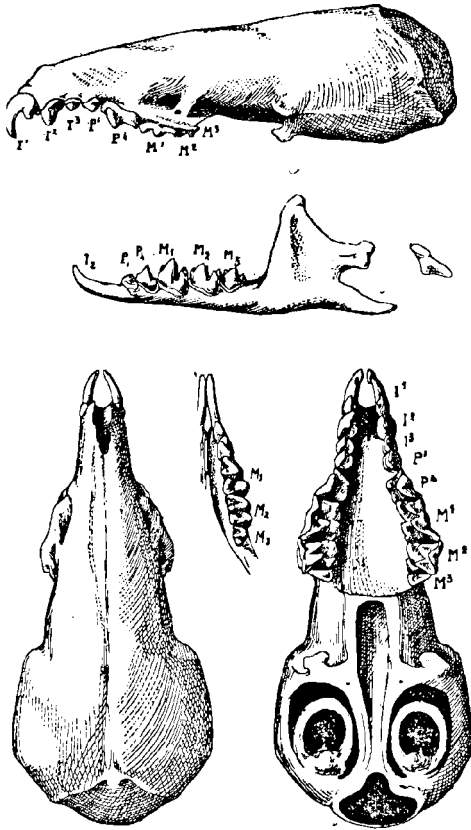


FIG. 20

Crocidura russula Hermann. Tête osseuse. En haut: face latérale gauche. En bas: à gauche, face supérieure du crâne; à droite, face inférieure du crâne; au milieu, dentition inférieure du côté droit, vue par sa face supérieure. — Actuel. — G.N. $\times 3$ environ.

2° — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Actuellement : Europe centrale et méridionale jusque dans l'Inde et en Afrique du Nord.

La + *Crocidura prisca* Pomel, du Quaternaire d'Europe, serait, d'après Trouessart, une variété de *Crocidura russula* Hermann.

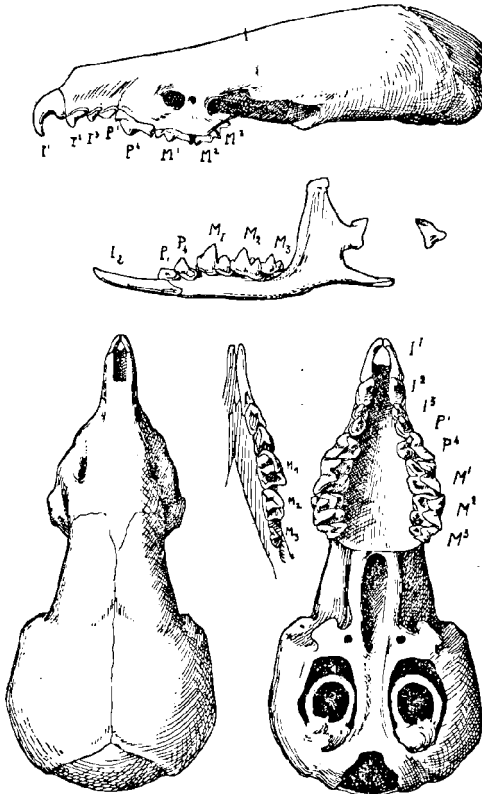


FIG. 21

Crocidura leucodon Hermann. Tête osseuse. En haut: face latérale gauche. En bas: à gauche, face supérieure du crâne; à droite, face inférieure du crâne; au milieu, dentition inférieure du côté droit vue par sa face supérieure. — Actuel. — G.N. $\times 3$ environ.

V. — LISTE DES ESPÈCES ACTUELLES

- (A.) *Crocidura balearica* Miller. Iles Baléares.
- (A.) *Crocidura cancae* Miller. Iles de Crête.
- (A.) *Crocidura caudata* Miller. Sicile: Palerme.
- (A.) *Crocidura cyrnensis* Miller. Corse.
- (A.) *Crocidura leucodon* Hermann. Europe centrale et méridionale, Asie Mineure.
- (A.) *Crocidura mimula* Miller. Europe centrale, du Nord-Ouest de l'Espagne à la Roumanie, à l'Italie et à la Grèce.
- (Q.A.) *Crocidura russula* Hermann. Europe, Asie, Afrique du Nord: des îles anglo-normandes au nord de l'Inde, au sud de la Russie, à la Palestine, à l'Arabie et à l'Algérie.
- (A.) *Crocidura sicula* Miller. Sicile: Palerme.
- (A.) *Crocidura suaveolens* Ehik. Hongrie.

VI. — ESPÈCE QUATERNAIRE ACTUELLEMENT ÉTEINTE

+ *Crocidura kornfeldi* Kormos

Parties connues : fragments de tête osseuse, mandibule y compris ; dentition, en partie.

1° — CARACTÈRES

Dimensions données par Th. Kormos :

- 1) Longueur de la rangée dentaire inférieure,
sauf I₂ 5^{mm}5
- 2) Longueur de la mandibule, de la pointe de I₂ à
l'extrémité condylienne postérieure 11^{mm}3

D'après Kormos, se rapprocherait surtout de la *Crocidura mimula* Miller, actuelle, qui est de faible taille. Ouverture nasale plus courte et plus large. P⁴, M¹, M², étroites pour une *Crocidura*.



FIG. 22

+ *Crocidura kornfeldi* Kormos. Fragment antérieur du crâne-type, face inférieure. — Cromérien inférieur de Hongrie, Villany-Kalkberg. — G.N. $\times 3$ environ. D'après Th. Kormos.

2° — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE

Préquaternaire: Cromérien inférieur de Hongrie: Villany-Kalkberg.

CONCLUSIONS

L'origine et l'évolution du groupe si particulier des *Soricidae* étaient restées énigmatiques jusqu'à la découverte, en 1940, de la *Saturninia*, de l'Eocène supérieur de France. En la décrivant, H.G. Stehlin a montré que la spécialisation de ce groupe s'est acquise progressivement, au cours des temps géologiques. Ce Soricidé archaïque possédait, en effet, la formule dentaire originelle des Mammifères placentaires; chez lui, la première incisive supérieure et, surtout, la grande incisive inférieure, n'avaient pas encore atteint la prépondérance que l'on sait; cependant, entre la première incisive et la dernière prémolaire, à la mâchoire supérieure, la grande incisive (I_2) et la dernière prémolaire, à la mandibule, les dents intermédiaires avaient déjà acquis leur aspect unicuspidé typique.

Dans le groupe des *Soricidae* quaternaires et actuels qui nous intéresse, le genre le plus primitif est, sans aucun doute, le *Sorex*, comme le montrent, avec évidence, sa formule dentaire et les trois denticules de son incisive inférieure, rappelant la fleur de lys de la *Saturninia* et

des Mammifères archaïques; le genre le plus évolué, la *Crocidura*, avec sa formule dentaire réduite et son incisive inférieure à bord tranchant, droit, sans trace de denticule.

Trois genres se sont éteints au cours du Pléistocène : en Hongrie, la + *Petenyia* et la + *Beremendia*, à l'arrivée de la glaciation de Riss (18), dans les îles méditerranéennes, le + *Nesiotites*, au cours d'une période correspondant au Würmien continental. Un genre, le *Soriculus* de Hongrie, semble avoir émigré vers des régions orientales plus chaudes, à l'époque des glaciers rissiens. Les autres genres quaternaires sont encore actuels en Europe et les genres eutropéens actuels sont tous connus au Quaternaire, à l'exception du *Soricidus* d'Italie.

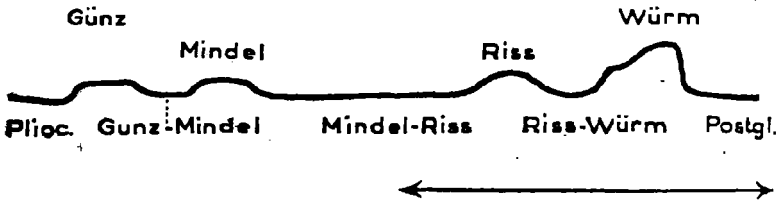


FIG. 23

Courbe du climat de l'époque pléistocène, d'après les indications de la Palaeomammalogie. A noter que, dans certaines parties de l'Europe, comme la Hongrie et la région méditerranéenne, la seule glaciation nettement marquée par la faune est celle de Würm.

La flèche indique la répartition des *Soricidae* dans le temps.

En ce qui concerne les *Soricidae*, la faune actuelle, dans l'ensemble, est donc une faune appauvrie. Les genres qui ont survécu ne sont pas spécialement les plus évolués, au point de vue morphologique; au contraire, la + *Petenyia* et la + *Beremendia* disparues établissent une sorte de transition entre les plus archaïques (*Sori-*

(18) Qui semble, pourtant, s'être très peu fait sentir en Hongrie.

cinae) et les plus spécialisées (*Crocidurinae*) des Musaraignes actuelles (19).

Voici un tableau qui schématise la distribution stratigraphique des genres européens de *Soricidae*, aux époques quaternaire et actuelle :

	Préquaternaire (Cromérien)	Quat. inf. (Chelléen)	Quat. moyen (Würmien)	Quat. sup. (Postwürmien)	Actuel (20)
<i>Sorex</i>	—	—	—	—	—
<i>Soricidus</i>					—
+ <i>Nesiotites</i>			—		
<i>Soriculus</i>	—				
<i>Neomys</i>	—		—	—	—
+ <i>Petenyia</i>	—				
+ <i>Bereméndia</i>	—				
<i>Pachyura</i>	—				—
<i>Crocidura</i>	—		—		—

Laboratoire d'Anatomie comparée du Museum de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

A) PRINCIPAUX OUVRAGES A CONSULTER SUR LA DENTITION ET L'OSTÉOLOGIE DES *Soricidae* ACTUELS :

1. ALTOBELLO G. — Un nuovo genere della famiglia *Soricidae*. *Revue française de Mammalogie*, I, 1927, p. 6-8. — Un nuovo genere della famiglia *Soricidae* Vertebrati del Molise e dell'Abruzzo. *Mon. Zool. Ital.*, XXXIX, 1928, p. 37-45.

(19) Je n'insiste pas, ici, sur les diverses espèces, dont beaucoup ont également disparu, les caractères anatomiques des actuelles étant trop imparfaitement connus pour permettre d'établir des conclusions générales.

20) Pour faciliter la compréhension du texte (de ce tableau notamment), je sépare l'Actuel du Postwürmien dont il constitue, cependant, la partie supérieure. Au Préquaternaire, c'est dans l'étage Cromérien, au Quaternaire inférieur, dans l'étage Chelléen, que les *Soricidae* ont surtout été rencontrés.

2. ARNBACK CHRISTIE LINDE A. — On the development of the teeth of the *Soricidae* ; an ontogenetical inquiry. *Ann. a. Mag. Nat. Hist.*, 8^e, ser. IX, 1912, p. 609-625.
 3. BEER G.R. DE.— The development of the skull of the Shrew. *Phil. Trans. London*, 1929, p. 411-480.
 4. BLAINVILLE H.D. DE. — Ostéographie des Mammifères insectivores. Paris, 1841, p. 21 à 35.
 5. BRANDT E. — Ueber das Gebiss der Spitzmäuse. *Bull. Soc. imp. des Natur. Moscou*, 1868, p. 76-95.
 6. CABRERA A. — Genera mammalium. *Insectivora. Galeopithecica*. Madrid, 1925, p. 103 à 167.
 7. DOBSON G.E. — A synopsis of the genera of the family *Soricidae*. *Proc. Zool. Soc. London*, 1890, p. 49-51.
 8. FITZINGER L.J. — Kritische Untersuchungen über die natürlichen Familie der Spitzmäuse (Sorices) angehörigen Arten. *Sitzb. Akad. Wiss.*, VII, abt. I, 1868, p. 1-62
 9. MILLER C.S. — Catalogue of the Mammals of Western Europe. *British Museum*. London. 1912, p. 28 à 113.
 10. MIVART St.-G. — Notes on the osteology of the *Insectivora*. *Journ. of Anatomy and Physiology*, vol. I, 1867, p. 229 à 295.
 11. PARKER W.K. — On the structure and development of the mammalian skull. Part. III. *Insectivora*. *Phil. Trans.*, I, 1885, p. 213-15, pl. XXXI.
 12. WINGE H. — Om Muldvarpens og Spidsmusenes Cranier og Spidsmusenes systematiske Stilling. *Vidensk. Med. Nat. Foren. Kjöbenhavn*, 1877, p. 115, 119, 121. — Om Graeske Pattedyr, *ibid.*, 1881 (1882), p. 12. — Pattedyr Danmarks. *Fauna*, 1903 p. 14-16, 22-27.
- B) PRINCIPAUX OUVRAGES A CONSULTER SUR LES *Soricidae* QUATERNAIRES :
13. BATE D.M.A. — Pleistocène Shrews from the larger western mediterranean islands. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, II, n° 83, nov. 1944, p. 738-68.
 14. BRUNNER G. — Eine praeglaciale Fauna aus dem Windloch bei Sackdilling (Oberpfalz). *N. Jahrbuch f. Min., etc.*, B. 71, 1934, p. 309-11.
 15. CUVIER G. — Recherches sur les ossements fossiles, 4^e éd., 1825, Atlas, t. II, pl. 176, fig. 27-28 et pl. 180, fig. 10.
 16. HEIM DE BALSAC H.— Un Soricidé nouveau du Pleistocène; considérations paléobiogéographiques. *C.R. Académie des Sciences*, 211, 30 déc. 1940, p. 808-10.
 17. HELLER F. — Eine Forest-Bed-Fauna aus der Sackdillingler Höle (Oberpfalz). *N. Jahrbuch. f. Min., etc.*, B. 63, 1930, p. 254-61.

18. HELLER F. — Eine oberpliocäne Wirbeltierfauna aus Rheinhausen. *N. Jahrbuch f. Min., etc.*, B. 76, 1936, p. 107-10.
19. HENSEL R. — Beiträge zur Kenntniss fossiler Säugethiere Insektenfresser und Nagethiere der Diluvialformation. *Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellsch.*, B. VII, 1855, p. 458-62.
20. HINTON M.A.C. — The british fossil Shrews. *Geological Magazine*, n. ser. v. VIII, 1911, p. 529-39.
21. KORMOS Th. — Neue Insektenfresser, Fledermäuse und Nager aus dem oberpliozän der Villanyer Gegend. *Földtani Közlöny*, F. 10-12, Budapest, 1934, p. 298-306.
22. KORMOS Th. — Revision der Kleinsäuger von Hundsheim. *Földtani Közlöny*, F. 4-6, Budapest, 1937, p. 157-170.
23. NEWTON E.T. — The Vertebrata of the Forest-bed series of Norfolk and Suffolk. *Mem. Geol. Survey London*, 1882.
24. STEHLIN H.G. — Zur Stammesgeschichte der Soriciden. *Ber. Schweizer. Geol. Gesellsch.*, Locarno. *Eclogiae geol. Helvetiae*, 33, n. 2, 1940, p. 298 à 306.

M. Visse présente les deux communications suivantes :

Sur la présence de Diatomées glauconieuses
dans les tuffeaux landéniens du Nord de la France
et sur le rôle de ces microorganismes
dans la genèse des ciments d'Opale
par Léon Visse

La notion de l'apport de silice par les Spongiaires lors de la genèse de certaines catégories de roches (gaizes et tuffeaux à ciment d'opale) est devenue classique depuis les belles études de L. Cayeux (1 et 2). Sans en faire la démonstration, cet auteur tenait pour minime la contribution des Diatomées et des Radiolaires à l'élaboration du ciment siliceux; il est vrai que cette hypothèse était

(1) L. CAYEUX. — Contribution à l'étude des roches sédimentaires. *Mém. Soc. Géol. du Nord*, 2, IV, 1897. .

(2) L. CAYEUX. — Les roches sédimentaires de France. Roches siliceuses. *Mém. Carte Géol. de France*, Paris, 1929.

basée sur un argument négatif : l'absence de preuve directe de la dissolution de ces microorganismes sur le fond de la mer.

Les pétrographes font appel également aux spicules d'éponges siliceuses pour expliquer la genèse de certains silex (silex de la craie par exemple). Toutefois, cette supposition se heurte à de sérieuses objections ; aussi, pendant longtemps, la participation des Diatomées à la genèse de certains silex fut-elle tenue comme infiniment probable. Cette hypothèse fort ancienne ne fut véritablement démontrée que tout récemment par G. Deflandre (3) à la suite de l'examen minutieux des silex ménilites sahéliens d'Oranie.

La genèse des silex des phosphates nord-africains ne peut se concevoir également que par l'intervention de la silice des Diatomées puisque ces formations sont pratiquement privées de spicules de spongiaires. On peut supposer, il est vrai, que le dépôt renfermait des dépouilles de spongiaires et qu'elles furent entièrement détruites sur le fond de la mer ; ceci est peu probable, car après leur dissolution, ces organismes sont encore parfaitement reconnaissables (phosphates marocains).

Ainsi, la contribution des Diatomées à la genèse des silex est, actuellement, un fait acquis. Par contre, dans les gaizes et les tuffeaux la participation des Diatomées à l'élaboration du ciment d'opale n'est encore qu'une hypothèse.

L'étude des tuffeaux landéniens du Nord de la France m'a permis de découvrir quelques aspects particuliers dans la fossilisation de ces microorganismes qui apportent quelques précisions sur l'action lithogénétique de ces algues siliceuses dans la genèse des ciments d'opale.

(3) G. DEFLANDRE. — Preuves directes de la contribution des Diatomées à la genèse de certains silex. *C.R. Ac. Sc.*, t. 213, p. 443, 1942.

Les tuffeaux landéniens sont des grès à ciment d'opale. L'abondance des spicules de spongiaires leur imprime un cachet très particulier qui les apparente aux gaizes.

Comme dans ces derniers sédiments les spicules sont en opale différenciée en couronnes et en croissants avec des canaux toujours élargis, preuve manifeste de leur corrosion. L'envahissement du canal par la glauconie, faciès assez fréquent dans les tuffeaux de Lille et de La Fère, démontre que cette corrosion s'est effectuée sur le fond de la mer. Il est donc évident que ces spicules furent une source de silice pour le ciment des tuffeaux et ces roches ne sont, en définitive, que des roches siliceuses d'origine organique, à faciès détritique.

Toutefois, parmi les organismes qui donnent aux tuffeaux un caractère très particulier, il faut citer de nombreuses diatomées ; il s'agit, le plus souvent, d'espèces appartenant au genre *Triceratium*. A vrai dire, ces microorganismes ne sont abondants que lorsque le ciment d'opale prédomine sur les matériaux détritiques et encore ne sont-ils représentés que par un petit nombre d'individus dans chaque coupe mince. Les frustules sont d'opale, comme les spicules de spongiaires ; leur remplissage est identique au ciment qui les environne. Mais certains individus ne sont plus reconnaissables qu'à la présence d'un moule interne glauconieux dont la configuration est identique à celle des Diatomées intactes, si bien que, dans le cas présent, la détermination micro-paléontologique de ces moules ne laisse subsister aucun doute. Il faut noter d'ailleurs que je n'ai observé, jusqu'ici, que des moules glauconieux de *Triceratium*.

Dans la totalité des cas, les valves d'opale sont disparues et leur emplacement n'est marqué par aucun vide ; la dissolution des frustules s'est effectuée avant la consolidation du sédiment ; l'opale dissoute fut donc une source de silice pour le sédiment.

Il faut d'ailleurs remarquer ici qu'en vertu des lois

de la chimie physique la diffusion a joué un rôle essentiel dans la dissolution de ces organismes. Or, au contact d'un corps soluble, la première couche du solvant est rapidement saturée ; cette couche étant immobile, il en résulte que les molécules dissoutes pourront se répandre dans la masse du sédiment, c'est-à-dire dans le complexe colloïdal organo-silicique uniquement par diffusion.

Dans ce cas, celle-ci est fonction du degré de perturbation que la présence de la partie solide du gel apporte dans sa marche normale. Le caractère hétérogène du ciment primordial des tuffeaux s'opposant à une diffusion régulière de la silice mise en liberté, celle-ci ne devait pas aller bien loin. Ces considérations expliquent assez bien les observations formulées par L. Cayeux et d'autres auteurs sur le mécanisme présidant au transport de la silice (4).

Si la dissolution des valves de Diatomées est désormais un fait acquis, nous ignorons encore son importance ; doit-on en conclure, en présence du nombre restreint de moules glauconieux, que cette source de silice est négligeable ? Ce n'est pas mon avis, car il est évident que le solvant des dépouilles siliceuses devait être particulièrement actif sur les fragiles diatomées et que leurs délicates frustules étaient rapidement dissoutes. Seule, une glauconisation préalable qui n'affecta que quelques individus privilégiés a permis d'enregistrer le phénomène.

En conclusion, le rôle joué par les Diatomées dans la genèse des ciments d'opale de certaines roches siliceuses d'origine organique (tuffeaux) n'est donc plus une hypothèse, mais bien une réalité.

La grande fragilité de leurs frustules laisse supposer une destruction importante sur le fond de la mer ou à l'intérieur du sédiment en voie de dépôt.

(4) L. CAYEUX. — *Mém. Soc. Géol. Nord, op. cit.*

**Les formations à galets de Fressancourt, Versigny
et Monceau-les-Leups (Aisne)**

par **Léon Visse**

INTRODUCTION. — Sur la bordure septentrionale du Massif de Saint-Gobain, une formation sableuse à galets de silex couronne les sables marins du Landénien ; cette formation s'observe particulièrement à Monceau-les-Leups, Versigny, Fressancourt et Servais. Maintes fois étudiée, elle fut diversement interprétée. D'Archiac (1) la supposait postérieure aux argiles à lignites et A. de Lapparent (2) en faisait un équivalent de ce faciès sparnacien. C'est Gosselet (3) qui établit sa situation véritable, la plaçant au sommet du Landénien marin ; il remarqua toutefois qu'il est difficile de juger de la position stratigraphique du niveau de Monceau-les-Leups puisqu'il constitue le sommet d'un tertre isolé. Enfin, M. Leriche (4 et 5) faisait de toute cette formation un cordon littoral de la mer thanétienne en régression.

Les coupes que j'ai relevées dans diverses localités montrent les faits suivants :

1° Les banes sableux à galets (sable n° 2) reposent sur les sables de Bracheux (sable n° 1) par l'intermédiaire d'une ligne de ravinement.

2° Ils admettent des intercalations sableuses sans galets ; ces sables sont fréquemment ligniteux et constituent parfois des couches assez épaisses (1 m. 50 à Monceau-les-Leups).

3° Au Nord et à l'Ouest ils disparaissent et font place aux sables thanétiens (Sinceny, Vouël, Flavy-le-Martel, etc...).

4° Enfin ces banes de galets sont parfois consolidés et donnent naissance à un poudingue (Versigny) ; au microscope, le ciment unissant les galets de silex présente alors toutes les caractéristiques d'un quartzite typique.

Cette formation détritique grossière est donc stricte-

ment localisée dans la région de La Fère, entre Monceau-les-Leups et Servais ; son intercalation à la partie supérieure des sables de Bracheux, par l'intermédiaire d'une ligne de ravinement, son caractère périodique, la présence de lignite sont autant de traits particuliers qui nécessitent une étude sédimentaire, afin de fixer les conditions de genèse des dépôts envisagés.

ETUDE DES GALETS. — Tous les galets sont de silex. Il est difficile de tirer une conclusion de leurs inclinaisons très variables. Toutefois la présence, dans certains lits, de gros éléments contigus, faiblement inclinés (inclinaison comprise entre 2 et 10°) indique un dépôt marin. Il n'est d'ailleurs pas exclu que ces variations d'inclinaison soient dues à des courants marins.

Les valeurs de dissymétrie comprises entre 0,57 et 0,59 établissent le remaniement marin de ces matériaux. L'étude comparée de leur dissymétrie en fonction de leur plus grande dimension a montré que les galets de Fressancourt ont conservé un cachet fluviatile plus marqué qu'à Monceau-les-Leups, et cela, quelle que soit leur longueur. Dans les deux localités, les éléments, dont la longueur est comprise entre 2 et 3 cm., présentent une usure marine beaucoup plus intense que celle des matériaux de taille supérieure à 3 cm. et inférieure à 4 cm.; cette usure est moins forte à Fressancourt; au contraire, les galets de 3 à 4 cm. accusent un cachet fluviatile important, particulièrement net dans cette dernière localité.

En résumé, la dissymétrie, caractère de choix dans la distinction des galets fluviatiles et marins, permet de préciser les rapports qui existent entre les divers matériaux étudiés. D'une manière générale, les valeurs de dissymétrie mettent en évidence un matériel fluviatile repris par l'usure marine, cette dernière plus sensible à Monceau-les-Leups qu'à Fressancourt indique, semble-t-il, que l'apport fluviatile était particulièrement important au voisinage de cette dernière localité. De là, les matériaux étaient repris par la mer et étalés de part et d'autre

de la zone d'ablation; ceci est expliqué par l'usure marine plus forte enregistrée par les galets de Monceau-les-Leups.

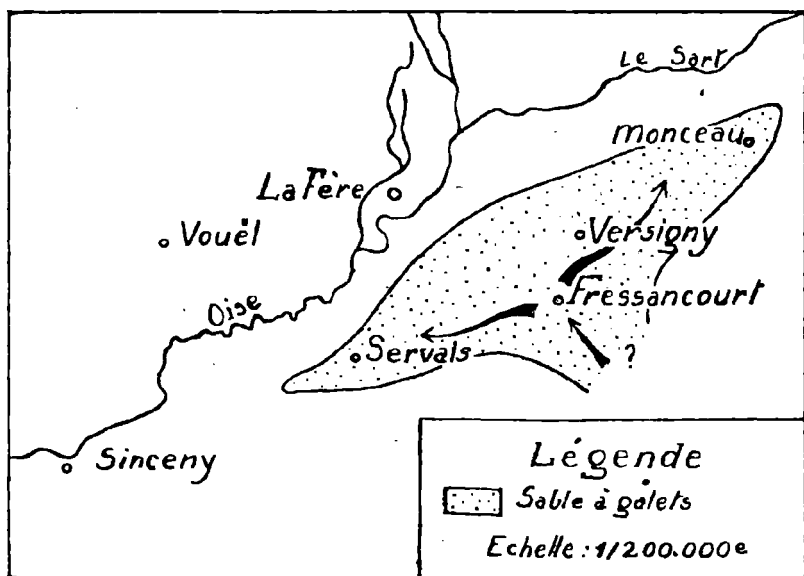


FIG. 1. — Extension schématique des formations à galets de Fressancourt (d'après les levés au 1/50.000 de l'auteur). Les flèches indiquent les directions de transport des galets. En blanc : sable de Bracheux (n° 1).

Les résultats des mesures d'aplatissement corroborent d'une manière assez sensible les données précédemment acquises. A. Cailleux (6) a montré que les valeurs d'aplatissement des galets de silex oscillaient autour de la valeur moyenne, 1,8 tant pour les formations marines que pour les formations fluviales. Tous les résultats obtenus indiquent, pour les galets de Fressancourt et de Monceau-les-Leups, des valeurs voisines de 2 avec de notables variations autour de celle-ci. Ainsi l'aplatissement met également en évidence un « fond fluvial » dont les caractéristiques ont été fortement atténuées par une usure marine qui a donné son empreinte définitive aux galets.

ETUDE DES SABLES. — J'ai étudié les sables (n° 1 et n° 2) associés aux galets; à cet effet j'ai confectionné un appareil très simple constitué d'un cylindre muni d'un fond et d'un couvercle amovible; le fond est muni d'une poignée. Cet appareil est « vrillé » dans les sables à galets et permet d'obtenir une « carotte meuble » du sédiment; ainsi les galets, les graviers et le sable qui les emboîte sont prélevés simultanément; au laboratoire, le tout est soumis à un triage permettant la séparation de trois lots: galets, graviers et sable. Les sables, après destruction des matières charbonneuses, furent soumis successivement aux analyses minéralogique et granulométrique (*).

L'étude comparée des minéraux lourds extraits des matériaux 1 et 2, ne montre, à vrai dire, aucune dissemblance appréciable dans la composition minéralogique de ces sables. Dans les deux cas, les espèces les plus fréquentes sont le zircon, la tourmaline, le disthène, l'andalousite et la staurotite; viennent ensuite le rutile, l'anatase, le grenat, etc... L'origine de ces éléments est donc identique.

L'analyse granulométrique étant la méthode de choix pour comparer deux sédiments détritiques meubles, c'est à elle que j'ai fait appel pour résoudre le problème posé par la juxtaposition de deux éléments détritiques. Elle montre les faits suivants :

1° Les sables à galets (n° 2) donnent des courbes de fréquence à plusieurs maxima, deux généralement (0,230 et 0,136 mm.); celles des sables sous-jacents (n° 1) ne présentent qu'un seul maximum (0,136 mm.). Les deux formations offrent donc un caractère fondamental commun : la présence d'une phase détritique importante dont les éléments ont une taille voisine de 0,136 mm. Les sables n° 2 sont uniquement caractérisés par la présence d'éléments plus grossiers dont l'abondance atténuée, d'une

(*) L'absence d'éléments de dimension supérieure à 0,5 mm. ne permet guère l'application de la méthode morphologique préconisée par A. Cailleux.

manière sensible, l'importance du maximum commun. Les deux sédiments 1 et 2 ont donc même origine ; l'accès dans la mer landénienne des gros grains de quartz est imputable aux mêmes causes qui ont régi le transport des galets.

2° Les maxima granulométriques secondaires (0,230 mm.) sont plus prononcés à Fressancourt qu'à Monceau-les-Leups ; en conséquence, le maximum commun est plus important dans cette dernière localité. Cette constatation confirme l'hypothèse formulée précédemment et selon laquelle l'apport détritique était particulièrement important au voisinage de Fressancourt.

3° Les courbes granulométriques des sables intercalés entre les bancs de galets (sable ligniteux de Monceau-les-Leups) n'indiquent plus qu'un seul maximum important (max. commun) correspondant à celui du substratum (sable n° 1). A cette période, les conditions de sédimentation étaient donc redevenues identiques à celles qui présidaient au dépôt des sables de Bracheux.

CONCLUSION. — La fin du Thanétien fut donc marquée, dans la région de La Fère par un apport détritique important, d'origine fluviale, que la mer landénienne étala en une nappe continue, de Servais à Monceau-les-Leups (*).

Si l'on examine les conditions locales dans la zone de dépôt, on constate que l'arrivée du matériel fluviale s'effectuait au voisinage de Fressancourt. De là, ces matériaux étaient transportés de part et d'autre de la zone d'ablation marine. Il en a résulté une usure plus forte des galets déposés à Monceau-les-Leups et à Servais et un tri plus poussé du sable qui les accompagne. La dissymétrie exigeant une ablation de matière bien moindre que l'aplatissement, le remaniement marin fut surtout

(*) Une autre nappe, d'âge thanétien, est située plus à l'Est, aux environs de Crécy-sur-Serre.

enregistré par ce premier caractère. On peut tirer argument de cette constatation pour supposer l'intensité des apports fluviatiles et en déduire une soustraction rapide des matériaux à l'usure marine.

L'intercalation, dans les formations à galets, de banes sableux offrant tous les caractères du sédiment normal (n° 1) permet de considérer le dépôt des lits de galets comme un phénomène sporadique analogue à celui que l'on observe sur certaines plages (Dunkerque, par exemple).

Quoiqu'il en soit, la proximité des apports fluviatiles indique qu'à cette époque la mer landénienne enregistrait un recul très marqué.

Enfin, l'analogie des caractères fondamentaux des sédiments de Monceau-les-Lœufs et de Fressancourt confirme l'assimilation de ces deux dépôts.

BIBLIOGRAPHIE

1. D'ARCHIAC. — Description géologique du département de l'Aisne. *Mém. Soc. Géol. de France*, t. 5, 1843, p. 294-295.
2. A. DE LAPPARENT. — Observations sur les assises inférieures du terrain éocène dans le Bassin de Paris. *Bull. Soc. Géol. de France*, 2^e série, 21, 1872.
3. J. GOSSELET. — Note sur les couches à galets de la feuille de Laon. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. 28, 1899, p. 300 à 303.
4. M. LÉRICHE. — Rapports entre les formations tert. du Bassin belge et du Bassin de Paris et C.R. Session extraordinaire de la Soc. belge de Géol., Paléont. et Hydrologie et de la Soc. géol. Belge dans le Nord et l'Est de l'île de France, du 18 au 22 septembre 1937. *Bull. Soc. belge de Géol., de Pal. et d'Hydrol.*, t. XLVII, Sess. Extr., 1939.
5. M. LÉRICHE. — Livret-guide de la réunion extraordinaire... de 1912, et *Bull. Soc. Géol. de France*, 4^e série, t. 12, 1915, p. 696.
6. A. CAILLEUX. — Distinction des galets marins et fluviatiles. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 5^e série, t. 15, 1945, p. 375.

Séance du 17 Décembre 1947

Présidence de M. Corsin, Président.

M. P. Pruvost, Directeur de la Société, félicite M. P. Corsin qui vient d'être titularisé dans la chaire de Paléobotanique et Paléontologie houillère.

Sont élus membres de la Société :

Le **Museum d'Histoire Naturelle de Marseille** ;

MM. **R.P. Charles**, Naturaliste au Museum de Marseille ;

J. Dhordain, Directeur des carrières de quartzites de Beaumont-les-Cousolre, à Cousolre (Nord) ;

Puibaraud, Ingénieur au Groupe de Béthune des Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, à Béthune.

Sur la proposition du Conseil de la Société, les membres présents à la séance votent à l'unanimité le nouveau taux de la cotisation annuelle, qui passe à 450 francs pour la France et l'Union française et 500 francs pour l'Etranger, à partir du 1^{er} janvier 1948.

Mgr **G. Delépine** présente une communication intitulée « *Observations sur le Carbonifère d'Irlande* ».

M. P. Pruvost présente la communication suivante :

Le Stéphanien du Bassin houiller de la Loire

par Pierre Pruvost

Le terrain houiller du Bassin de la Loire est le type de l'étage *stéphanien*, terme proposé en 1894 par A. de Lapparent et Munier-Chalmas, pour désigner le faciès continental du Carbonifère supérieur.

Ce bassin de Saint-Etienne, que les remarquables mono-

graphies, devenues classiques, de L. Grüner (4) (1), Cyrille Grand'Eury (3) et E. Coste (2) ont amplement décrit, est un gisement de structure apparemment très simple renfermant un petit nombre de couches (une trentaine exploitées), emboîtées dans une cuvette allongée au N.E. Son comble Nord pend doucement au Sud et son bord méridional est simplement relevé à la verticale, à peine localement cisailé par un accident inverse. Des failles, presque toutes de rejet direct, le découpent, transversales, obliques ou parallèles à la direction. Dans un tel gîte, la reconnaissance de la succession normale des couches de houille et leur assimilation à distance apparaissaient donc comme une œuvre aisée et leur numérotage, établi par Grüner, comme définitif. Il semblait que rien d'essentiel ne serait à retoucher dans la série stratigraphique classique, que nous résumons (tableau I) d'après les observations de Grüner et Coste et les déterminations paléobotaniques de C. Grand'Eury et Paul Bertrand (1).

Or, en 1941, la mission nous a été confiée, à M. Jean Armanet, Ingénieur en chef des Mines, et à moi-même, de publier un nouvel atlas de topographie souterraine de ce bassin qui tînt compte des progrès accomplis dans le traçage des couches depuis l'époque où parurent ceux de Grüner, en 1850, et de Coste, en 1900. Tandis que MM. Gérard Waterlot et Antoine Bonte, alors Assistants respectivement à la Faculté des Sciences de Lille et de Besançon, procédaient en 1941 et 1942 à un lever de détail des terrains en surface, nous faisons l'étude et la critique des allures profondes révélées par les plans d'exploitation, avec l'aide des ingénieurs du bassin et principalement de M. J. de Maistre, ingénieur principal à la Compagnie de Roche-la-Molière et Firminy. Nous avons eu la surprise de nous heurter à un certain nombre d'anomalies dans les interprétations admises et de relever même des erreurs dans la position respective assignée aux couches. Ceci nous a conduits à réviser une succession que l'on croyait pour-

(1) Les chiffres entre parenthèses renvoient à la liste bibliographique à la fin de cette note.

SUCCESSION DES DEPOTS HOUILLERS DU BASSIN DE LA LOIRE
d'après C. GRAND'EURY et Paul BERTRAND

	GRAND'EURY (1894)	P. BERTRAND (1918)
AUTUNNIEN INFÉRIEUR	Couches du Jardin des Plantes	Zone à <i>Callipteris conferta</i> Sternb.
STÉPHANIEN SUPÉRIEUR (Série d'Avaize) (400 m.)	Etage des Calamodendrées.	Zone à <i>Odontopter. minor</i> Brongn.
STÉPHANIEN MOYEN Série de St-Etienne (1.100 m.)	< Couche des Rochettes >	Zone à <i>Odontopteris Reichi</i> Gutb., <i>Cordaites lingulatus</i> Grand'Eury, <i>Callipteridium pteridium</i> Schlot., etc.... (Flore de St-Etienne).
	Faisceau de 8 ^e à 17 ^e Couches Etage des Filicacées. < 8 ^e Couche >	
ETAGE INTERMÉDIAIRE (Stérile) (800 m.)	Poudingue de St-Chamond. Gratte rouge. Série schisto-charbon- neuse des Chavannes.	Apparition de <i>Walchia piniformis</i> Schlot.
	Poudingue mosaïque de Rive-de-Gier.	
STÉPHANIEN INFÉRIEUR - (600 m.)	Etage des Cévennes. Etage de Rive-de-Gier.	Zone à <i>Pecopteris lamurensis</i> Heer. <i>P. arborescens</i> (et nombreuses Sigillaires cannelées).

TABLEAU II

ECHELLE STRATIGRAPHIQUE DU STÉPHANIEN DE LA LOIRE
rectifiée d'après les connaissances acquises depuis 1940

AUTUNNIEN	Couches rouges du Jardin des Plantes	
STÉPHANIEN SUPÉRIEUR (Assise d'Avaise) (1.300 m.)	Zone de Bellevue (800 à 900 m.)	<i>Faisceau des Combes</i> — < C. des Lattes >
	Zone de Montrambert (500 m.)	<i>Faisceau des Lattes</i> — < C. Mourinée = G ^{de} C. Devillaine >
		<i>Faisceau de Beaubrun</i> (Couches Brûlantes)
		— < C. Rochettes = 13 ^e Beaubrun = Siméon = G ^{de} C. du Ban >
STÉPHANIEN MOYEN	Zone de Roche-la-Molière (400 m.)	<i>Faisceau de Rambaud</i> (1 ^{re} à 7 ^e . Grüner)
		— < 8 ^e Grüner = 13 ^e Loire = Poule-Noire >
		<i>Faisceau de Villars</i> (8 ^e à 14 ^e Grüner = Couches de St-Chamond)
		— < 14 ^e Grüner > — < Poudingue de St-Chamond >
(Assise de St-Etienne) (1.600 m.)	Zone de la Talaudière (800 m.)	<i>Faisceau de la Chazotte</i> (15 ^e à 17 ^e Grüner = Série schisto-charbonneuse de Chavannes)
	Zone de Grand'Croix (400 m.)	— < Gratte rouge d'Izieux > Poudingue mosaïque.
STÉPHANIEN INFÉRIEUR (Assise de Rive-de-Gier) (600 m.)		<i>Faisceau de La Péronnière</i> (G ^{de} Masse) Brèche de La Fouillouse.

tant bien établie. Le tableau II donne le résultat de ces corrections, avec les limites des nouvelles subdivisions que nous avons adoptées.

La série stéphanienne débute par *l'Assise de Rive-de-Gier* (Stéphanien inférieur), caractérisée par la flore à *Pecopteris lamurensis*, *Pec. arborescens* et des sigillaires cannelées. Un matelas de brèche grossière tapisse d'abord le fond du bassin, en discordance sur le socle cristallin. D'énormes éléments en disposition chaotique, rappelant des éboulis de pentes à peine classés par les eaux courantes, ont été arrachés au tout proche encaissement du bassin (gneiss, granites et surtout micaschistes). A cette « brèche de base » ou *Brèche de la Fouillouse*, succède le *faisceau houiller de la Péronnière*, qui contient la belle couche Grande Masse de Rive-de-Gier, et quelques veines satellites, et où a été recueillie la flore dite de Rive-de-Gier. Ce Stéphanien inférieur est limité au combe Nord du Bassin et à sa pointe orientale (1).

Le Poudingue de Grand'Croix, comportant une coulée locale de rhyolite, et appelé « Poudingue mosaïque » par Grand'Eury, à cause de son hétérogénéité, dûe à l'origine très diverse de ses galets, bien calibrés et arrondis (phthanites noirs et rhyolites vertes (talourine) du Dinantien), recouvre le faisceau de Grande Masse. Il est l'indice d'un relèvement du bord septentrional du bassin et d'une érosion régressive plus poussée des rivières tributaires, qui, travaillant davantage, grâce à l'accentuation du relief dans le Nord, allaient prendre leurs matériaux plus loin, dans la région de Tarare. Ce mouvement de bascule entraîna une transgression du poudingue mosaïque vers le Sud, fait qui apparaît bien sur notre carte (fig. 1) ; en particulier les contours levés par MM. A. Bonte et G. Waterlot soulignent, à l'extrémité orientale du bassin, l'indépendance entre l'Assise de Rive-de-Gier et le Pou-

(1) L'assise de Rive-de-Gier est représentée, avec une épaisseur comparable (500 m.) et un plus beau développement de couches exploitables, par l'ensemble du terrain houiller de Carmaux-Albi, qui a livré à P. BERTRAND la flore du Stéphanien inférieur.

dingue mosaïque. Ce dernier était, jusqu'à présent, rangé dans le Stéphanien inférieur, mais Paul Bertrand a remarqué que sa flore (silex de Grand'Croix à végétaux de structure conservée) n'était pas différente de celle de l'assise de Saint-Etienne. Cette constatation, de même que le phénomène de déformation du bassin auquel il vient d'être fait allusion, sont, à mon avis, des arguments sérieux pour l'attribuer au Stéphanien moyen et en faire le conglomérat de base de l'Assise de Saint-Etienne, le premier témoin de sa transgression au Sud.

Au-dessus du Poudingue mosaïque Grand'Eury plaçait une assise de schistes avec veinules de houille, qui affleure au Nord de Saint-Chamond (en particulier à la Pyrotechnie, dans la vallée du Langonan) et qu'il a appelée *Série schisto-charbonneuse de Chavannes*. Elle supporterait d'après lui un conglomérat rouge, la *Gratte rouge d'Izieux*, que rencontrent en profondeur les puits de la Chazotte, sous les veines les plus profondes connues de l'Assise de Saint-Etienne (15^e et 16^e couches de Grüner, couche de la Vaure). Puis, le tout est couronné par le *Poudingue de Saint-Chamond* (« Gratte sauvage quartzomiacée » de Grand'Eury), conglomérat gris, massif, à stratification tumultueuse, contenant seulement des galets de quartz et de micaschiste, bien visible dans la vallée du Langonan.

Cet ensemble de couches stériles formait, pour Grand'Eury, un « *étage intermédiaire* » entre le Stéphanien moyen et l'inférieur, le poudingue de Saint-Chamond constituant la base stérile de la série productive de Saint-Etienne.

Mais, si cet étage stérile apparaissait puissamment développé à l'Est de la vallée de Langonan, il perdait son importance et ses subdivisions à l'Ouest, de sorte que la carte de Grüner interprétait la difficulté du raccord en invoquant une faille transversale importante parallèle au cours de cette rivière. En réalité, une telle discontinuité n'existe pas et il se produit, d'après nos observations, un passage graduel aux couches productives vers l'Ouest.

D'abord, un important travers-bancs de recherches, long de 600 mètres et destiné à explorer le faisceau de la Péronnière sur le flanc Nord du Bassin, à l'ouest du méridien de St-Chamond, a été creusé en 1938-1940 par les Charbonnages de Saint-Chamond, sur la rive gauche du Langonan. Cette Fendue de Langonan, dont M. Gras, directeur du Charbonnage, a fait l'étude détaillée, a montré que la succession admise par Grand'Eury n'était pas exacte, en ce sens que la Gratte rouge est inférieure, et non superposée, à la série charbonneuse de Chavannes. La succession constatée de haut en bas, au méridien de la fendue, est la suivante :

Poudingue de Saint-Chamond,
Série schisto-charbonneuse de Chavannes,
Gratte rouge,
Poudingue mosaïque,
Faisceau de la Péronnière (réduit ici à une veinule),
Brèche de la Fouillouse,
Socle cristallin.

Cette observation acquit une grande importance, lorsque nous constatâmes ensuite que *le Poudingue de Saint-Chamond*, quand on le suit de proche en proche vers l'Ouest, dans la concession voisine de La Chazotte, *ne représente pas la base*, le « farewell rock », *de la série productive de Saint-Etienne*, comme on le supposait, mais forme en réalité au Moncel (puits. Saint-Joseph), le toit de la « Couche Buissonnière », qui correspond à la 15^e couche Grüner de la classification générale. Un faisceau de belles couches (15^e et 17^e) de l'assise de Saint-Etienne, exploitées sur tout le versant Nord du bassin, depuis Villars jusqu'à La Chazotte, vient donc se placer sous le niveau de ce poudingue. La puissance de celui-ci se réduit et progressivement il passe, en direction du sud-ouest, à des grès et des sédiments plus fins. C'est donc un épisode lenticulaire de décharges alluviales, développé dans la partie orientale du bassin.

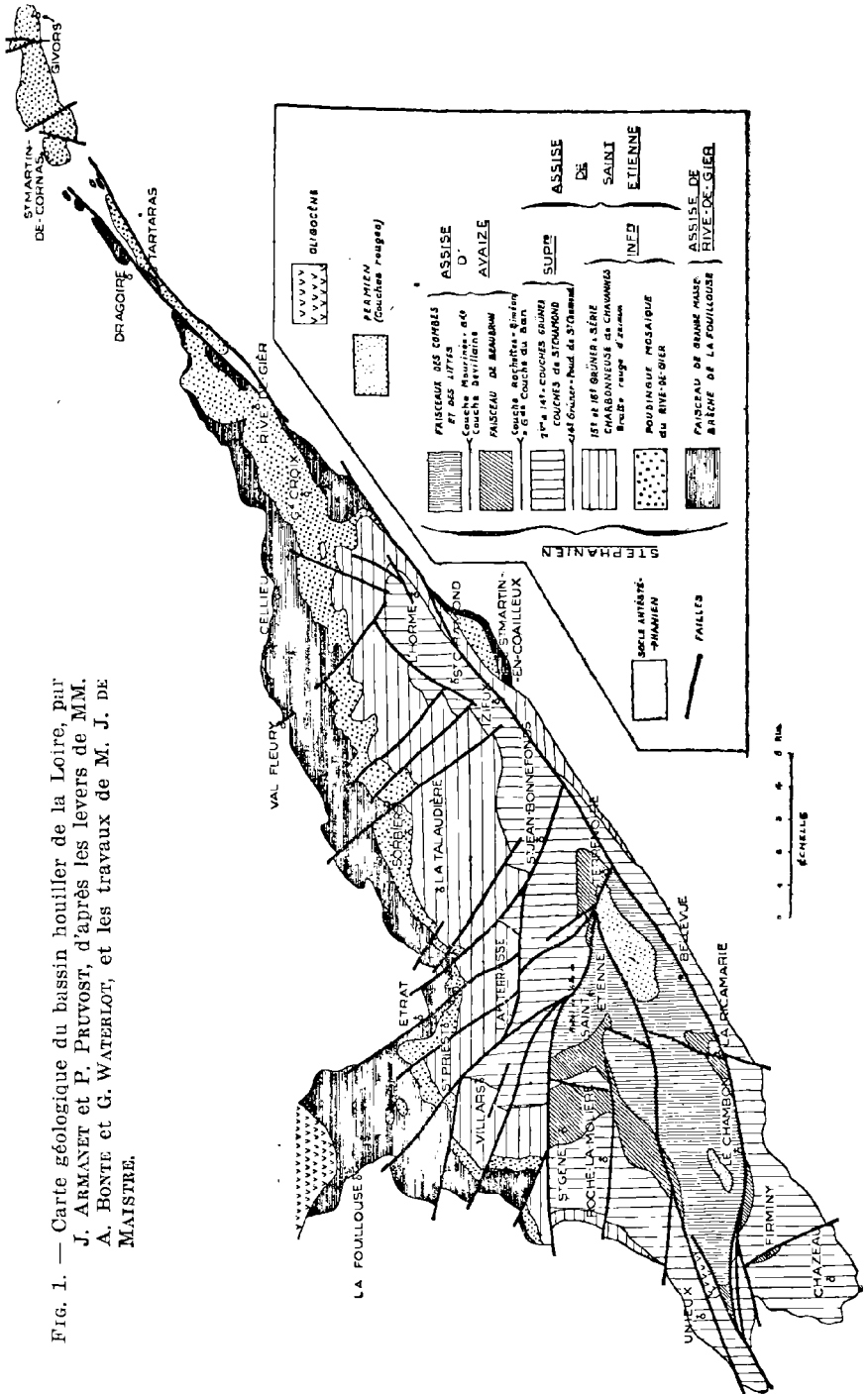
Ceci établi, il en résulte que *le faisceau inférieur de*

l'Assise de St-Etienne (faisceau de la Chazotte), qui repose directement sur la Gratte rouge aux puits Laeroix et Saint-Jules de La Chazotte, qui correspond aux 15^e, 16^e et 17^e couches de Grüner et qui n'est plus représenté, à l'Est de La Chazotte, à la Pacotière (puits Saint-Louis) que par des couches dont l'ouverture n'excède guère 1 mètre, *passé plus à l'Est encore à la série schisto-charbonneuse de Chavannes*, qui ne contient plus que de minces filets de houille. La présence continue du poudingue de Saint-Chamond au toit, et de la Gratte rouge au mur, démontre ce passage latéral. Et ce faisceau vient s'appauvrir et se perdre en direction du Nord-Est, dans la région où s'accumulaient au maximum les décharges grossières (Poudingue de St-Chamond, Gratte rouge et Poudingue mosaïque). Nous assistons ainsi, en allant, en sens inverse, de la région des conglomérats de bordure vers le centre du bassin, à l'apparition progressive d'un faisceau charbonneux où les couches prennent peu à peu une puissance qui les rend exploitables. Mais nous verrons aussi plus loin que cette amélioration du faisceau, après une zone optima, ne se poursuit pas indéfiniment vers le centre de l'aire de sédimentation.

A cette première rectification introduite dans la succession des dépôts, jusque là admise, pour ce qui concerne la partie inférieure de l'Assise de Saint-Etienne, est venue s'en ajouter une autre, tout aussi inattendue dans un gisement qui paraissait suffisamment connu. Elle intéresse cette fois le sommet de l'assise. Et nous allons voir qu'elle est importante.

Il avait semblé logique d'identifier, vers le haut de la série, à la 3^e Couche Grüner, veine de 6 à 8 m. d'ouverture et qui tranche sur ses voisines par sa puissance dans la région centrale du bassin et sur son comble Nord (panneau du Soleil), les couches élevées dans la série et également puissantes, connues sur le bord Sud du bassin, à Montrambert (Grande Couche) et à Firminy (Couche du Ban), ou dans sa région Ouest (3^e couche des Mines de la Loire, à Michon). Or l'expérience nous a appris à nous méfier

Fig. 1. — Carte géologique du bassin houillier de la Loire, par J. ARMANET et P. PRUVOST, d'après les levés de MM. A. BONTE et G. WATERLOT, et les travaux de M. J. DE MAISTRE.



de ce qui est momentanément logique, et nous avons dû abandonner ce raccord classique, à la suite des recherches de M. J. de Maistre (7). La puissance n'est pas un critère suffisant pour identifier les veines de houille.

Le point de départ fut une observation que nous fit M. Roche, directeur des Mines de la Loire, sur les caractères très différents que présentait une couche, assimilée à la 13^e Grüner, dans deux champs d'exploitation pourtant très voisins, celui du puits de la Loire au Nord et celui des puits Saint-Jean et Couriot au Sud. M. de Maistre a pu établir qu'il s'agissait en réalité de deux couches distinctes, bien que l'exploitation fût passée en un point sans discontinuité apparente de l'une à l'autre, grâce à un accident (pli Pontgonneau ou faille de la Loire) de 500 m. environ de rejet, qui les affrontait localement. En effet, tandis que la couche du Nord est bien incontestablement la 13^e Grüner, celle du Sud, beaucoup plus élevée dans la série, s'identifie avec la 8^e Grüner et M. de Maistre a réuni, pour établir cette assimilation, des arguments nombreux et solides, auxquels M^{me} S. Defretin (3) en a ajouté d'autres, tirés des caractères microscopiques des charbons dans les couches comparées. Ceci a entraîné, pour toute la région Sud-Ouest du bassin, un changement complet de la numérotation adoptée depuis 1926, à la suite d'une importante étude d'ensemble de ce secteur faite par M. F. Blondel. L'ex-8^e Couche des Mines de la Loire devient l'équivalente de la Couche des Rochettes, base du Stéphanien supérieur (Assise d'Avaize). L'ex-3^e Couche des Mines de la Loire, ainsi nommée pour sa puissance, située désormais dans l'Assise d'Avaize, prend place au milieu du faisceau de la colline d'Avaize, aux environs de la Couche Mourinée. Et du même coup s'explique l'anomalie paléobotanique relevée par Grand'Eury, qui récoltant l'*Odontopteris minor*, espèce caractéristique du Stéphanien supérieur, au toit de ce qu'il croyait alors être la 3^e Grüner, dans toutes les localités où cette assimilation vient de se révéler fausse, invoquait une apparition

locale plus précoce de cette plante. A présent, la paléontologie stratigraphique est satisfaite.

Sur le bord Sud du bassin, la Grande Couche de Montrambert (puits Devillaine), dont l'équivalence avec l'ex-3^e Grüner de la Loire n'est pas contestée, s'aligne donc aussi au niveau de la Couche Mourinée d'Avaize, tandis que la Grande Couche du Ban, de Firminy, représente, elle, la couche des Rochettes (voir le tableau II).

Ici encore, la méthode purement géométrique, basée sur la comparaison de proche en proche et sur l'étude patiente des variations latérales, a pris le pas sur des déductions établies sur l'idée *a priori* de la permanence des caractères lithologiques et la paléontologie, que l'on avait cru pouvoir ne pas toujours écouter, a repris ses droits.

Il en résulte que le *Stéphanien supérieur* (Assise d'Avaize), dont l'épaisseur était estimée à 400 mètres par Grüner et Grand'Eury, *devient une formation puissante de 1.300 mètres*, et prend ainsi une importance comparable à celle de l'assise de Saint-Etienne (Stéphanien moyen, 1.600 m.).

Cette épaisseur de plus de 3.500 mètres qu'atteint ainsi le Stéphanien en sa localité-type, de même ordre que celle du Westphalien de Westphalie, sa flore bien caractérisée, la discordance majeure que souligne sa base (et dont on trouve un écho en Sarre dans celle du Conglomérat de Holz), tout ceci nous empêche de souscrire à la proposition du Prof. W.J. Jongmans (6) qui a suggéré de grouper, à l'instar du Pensylvanien de l'Amérique du Nord, les deux étages houillers du Carbonifère moyen et supérieur en Europe, en un système unique dénommé Westphalien, le Stéphanien n'étant plus qu'une subdivision de ce Westphalien au sens élargi. D'ailleurs, cette innovation était d'avance condamnée par les règles de la nomenclature qui interdisent d'utiliser le nom des divisions stratigraphiques en altérant les limites essentielles que leurs auteurs leur ont assignées (en l'espèce, A. de Lapparent

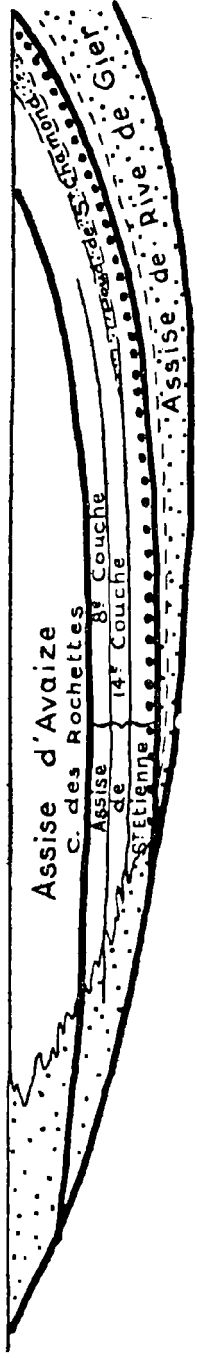


FIG. 2. — Schéma de la transgression vers le Sud des trois termes du Stéphanien dans le bassin de la Loire.

et Munier-Chalmas, en 1894, pour ce qui concerne le Stéphanien et le Westphalien).

Enfin, il est bon de faire remarquer que l'Assise d'Avaize, ainsi définie à Saint-Etienne, avec sa puissance de 1.300 mètres, bien représentée dans le bassin de Deczeville par la série supérieure dite de Bourran, et à Commentry par le faisceau de Grande Couche, passe à Saint-Etienne sans discordance à des couches rouges (du Jardin des Plantes) attribuées au Permien. La limite supérieure du Stéphanien est donc assez imprécise. Le même fait s'observe dans le Bassin de la Sarre.

D'ailleurs, dans le bassin d'Autun, les couches d'Igornay (schistes bitumineux) et de Molloy (leur facies latéral à veines de houille) qui représentent la partie tout à fait inférieure de la série autunienne, dans la région où est pris le type de l'étage, renferment une flore où les *Callipteris* et les *Walchia* sont très rares et où dominent encore les espèces stéphaniennes. De sorte qu'il n'est pas exclus, il est même probable, que la limite inférieure du l'Autunien à Autun chevauche la limite supérieure du Stéphanien à Saint-Etienne, et que le sommet du Stéphanien supérieur soit en réalité synchronique d'une partie de l'Autunien inférieur. Ce point serait important à fixer, car il entraîne des conséquences intéressantes l'histoire géologique d'ensemble des bassins limniques installés sur la Cordillère de l'Europe Moyenne, et des déformations que ce socle a subies.

On pourrait déduire des épaisseurs nouvellement reconnues pour le Stéphanien, que, dans l'axe du pli, le fond de la cuvette houillère de Saint-Etienne doit atteindre des profondeurs dépassant 3.000 mètres, et l'estimation des réserves profondes s'en trouverait largement modifiée dans le sens positif, si, en contre-partie, les faits que nous allons maintenant exposer n'intervenaient en sens inverse.

Car, pour calculer ces réserves profondes, il y a lieu de tenir compte ici de deux autres facteurs importants :

1°) D'une part, *la série stéphanienne*, du bas en haut, est *transgressive vers le Sud-Ouest*, les faisceaux houillers se débordant les uns les autres dans cette direction à mesure qu'on s'élève dans le Stéphanien, de sorte qu'au Chambon-Feugerolles la sédimentation de la houille n'a débuté sur le socle qu'à l'époque de la zone de Roche-la-Molière, partie supérieure de l'Assise de Saint-Etienne (8^e couche Grüner = 2^e couche du Soleil) (voir la carte, fig. 1), tandis qu'à La Béraudière le Stéphanien moyen productif fait défaut et c'est, à peu de choses près, la base de l'Assise d'Avaize (Couche des Rochettes = 8^e Béraudière) qui repose directement sur le cristallin.

Par suite, dans les régions du bassin où le Stéphanien le plus élevé est le mieux représenté en surface, il manque en profondeur, non seulement tout le Stéphanien inférieur (assise de Rive-de-Gier), mais une grande partie du Stéphanien moyen (assise de Saint-Etienne). Nulle part ne se totalisent sur une même verticale les 3.500 mètres de puissance qu'atteint le Stéphanien dans le bassin de la Loire. Notre carte (fig. 1) et surtout, avec plus de détails, les diagrammes des figures 2 et 3, illustrent cet état de choses.

Quant aux conglomérats qui tapissent le fond du bassin dans sa pointe Sud-Ouest et que l'on avait assimilés en bloc au poudingue de Saint-Chamond (base du Stéphanien moyen), ils sont en réalité d'âge différent suivant les points, les plus récents appartenant à l'époque de l'assise d'Avaize. Dans ces derniers, la présence de galets d'origine lointaine, tels que rhyolites et microgranulites, provenant du Nord, révèlent le retour de conditions d'érosion plus active, par conséquent une surélévation de la bordure septentrionale, analogues à celles qui avaient présidé au dépôt du poudingue mosaïque (1). En réalité, le Nord du

(1) C'est ainsi que les conglomérats formant le mur de l'ex-3^e couche Grüner de la concession de la Loire, à Michon (et qui se range, en réalité au niveau de Couche Mourinée d'Avaize, dont elle renferme la flore à *Odont. minor*), contiennent en abondance des galets de roches éruptives et quelques galets de phanites noirs viséens.

Bassin n'a cessé de s'élever à mesure que la région Sud s'enfonçait au cours de la période stéphanienne.

2°) En second lieu, l'exploitation, prenant les couches de houille depuis la surface et s'enfonçant peu à peu, suivant leur pente, vers le centre du bassin, soit à partir de son bord Nord, soit à partir de son bord Sud, constate de façon générale que les veines « se schistifient » en profondeur, c'est-à-dire que les barres (ou « nerfs ») de schiste séparant les sillons de charbon augmentent d'épaisseur et prennent peu à peu le pas sur la houille, qui s'effile et disparaît. Encore un passage latéral, positivement constaté.

Sur le bord Sud, à Montrambert, les couches : des Littes, Trois-gores, Serrurière (puits Marseille), les couches Brûlantes (puits Devillaine), présentent ce phénomène. Sur le comble Nord, dans les concessions de la Chazotte et des Houillères de Saint-Etienne, les 3^e, 8^e, 13^e et 15^e Grûner se schistifient en profondeur, également dans la direction du centre de la cuvette. De sorte que le puits Isaac, de Roche-la-Molière et Firminy, placé à peu de chose près sur l'axe synclinal du bassin, a traversé 900 mètres d'une assise d'Avaize pratiquement stérile.

Ajoutons ce détail qui a son importance: sur le versant Nord, la ligne de schistification d'une couche projetée sur le plan horizontal est située plus au Nord pour la 15^e couche que pour la 13^e, et, pour celle-ci, plus au Nord que pour la 8^e. Le lieu de schistification s'est donc déplacé du N. vers le S. à mesure que s'écoulaient les temps stéphanien, ce qui est d'accord avec la transgression générale vers le Sud que nous avons observée.

Ainsi, nous constatons, d'une part qu'une couche de houille s'appuie sur les alluvions grossières littorales, formant la marge du bassin de sédimentation et qu'elle se termine en pointe dans ces conglomérats, tandis que, d'autre part, vers le centre de l'aire de dépôt, elle passe insensiblement à un sédiment de plus en plus riche en

argile, l'alluvion végétale provenant du rivage étant transportée moins loin que les boues argileuses qui demeurèrent plus longtemps en suspension. Dans les cas favorables, lorsque la vie organique abondait dans le lac, on passe, au large de l'aire où se déposait la houille, à des schistes bitumineux, ce qui s'est produit à Montrambert dans le faisceau des Combes, où Paul Bertrand (1) a décrit une formation bitumineuse, riche en poissons et coprolithes, au-dessus de la Couche des Littes (Carrière Saint-Pierre de Montrambert).

Il résulte de tout ceci que les veines de houille sont, en réalité, des *dépôts annulaires*, plus ou moins parallèles au rivage de la cuvette primitive. A cette loi, bien évidente dans des gisements tels que celui de la Loire, dont les limites actuelles s'écartent peu sans doute des contours originels, des bassins tels que celui du Nord de la France n'ont pas dû échapper, mais les variations latérales y sont moins rapides, le gisement actuel ne représentant qu'une fraction de l'immense lagune où s'est déposée la houille.

BIBLIOGRAPHIE

1. — BERTRAND, Paul, Grandes divisions du Stéphanien de la Loire, *C.R. Acad. Sciences*, t. 167, p. 689, 4 nov. 1918.
2. — COSTE, E., Bassin houiller de la Loire, *Mém. topogr. souterraines*, 1900.
3. — DEFRETIN, Simone, Caractères microscopiques des 8^e et 13^e couches des Mines de la Loire, *Revue Ind. Minérale*, n° 489, avril 1944, p. 178, pl. I et II.
4. — GRAND'EURY, Cyrille, Floie carbonifère du département de la Loire et du Centre de la France, *Mém. présentés par divers savants à l'Acad. des Sciences*, St-Etienne, 1877.
5. — GRÜNER, L., Bassin de la Loire, *Mém. topogr. souterr.*, 1850.
6. — JONGMANS, W.J., *C.R. 2^e Congrès de Stratigraphie Carbonifère*, Heerlen 1935, p. 366-7, 370-2 et 421.
7. — MAISTRE, Jacques DE, Sur la classification des couches dans la région Sud-Ouest du Bassin de Saint-Etienne. *Revue Ind. Minérale*, n° 485, avril 1944, p. 163.

Sur le **mode de formation des grès westphaliens**
du **Nord de la France.**

Remarques sur les lois générales de la sédimentation.

par **André Duparque (*)**

Les observations et les idées contenues dans la présente note ont été exposées en même temps que celles qui ont fait l'objet d'une publication antérieure (1). La présente étude a surtout pour but de montrer que les principes sur lesquels reposent certaines méthodes de séparations industrielles des minéraux ou des éléments de certaines roches, *les méthodes de flottation, permettent d'expliquer rationnellement les faits observés depuis longtemps de la coexistence dans certains sédiments d'éléments détritiques disparates* qu'il semble à première vue anormal de rencontrer associés dans les dites roches. Elles m'ont amené à rechercher si, à l'époque houillère, des conditions particulières n'ont pas régné et entraîné la généralisation de ces caractères spéciaux de la sédimentation.

I. — LES PROBLÈMES PARTICULIERS

QUE POSE LA GENÈSE DES GRÈS WESTPHALIENS
DU NORD DE LA FRANCE.

Ces problèmes particuliers ont été nettement posés par Lucien Cayeux dans son travail sur les roches sédimentaires siliceuses (2), l'énoncé de ces problèmes constituant certaines des conclusions générales de son étude des grès houillers. Elles soulignent les différences essentielles qui caractérisent les *grès westphaliens* d'une part, et les *grès stéphanien*s d'autre part, différences que je serai amené à évoquer dans ce travail en même temps que certaines analogies signalées dans les dites conclusions. A la page

(*) Note présentée à la séance du 15 mai 1946. Manuscrit déposé le 26 mars 1947.

(1) A. DUPARQUE. — Remarques préliminaires sur les caractères pétrographiques des grès et des schistes houillers du Nord de la France. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LXVI, p. 137 à 157, pl. I, Lille, 1946.

(2) L. CAYEUX. — Les roches sédimentaires de France, roches siliceuses. *Mém. Carte Géol. France*, Paris, 1929.

233 de l'ouvrage cité, L. Cayeux s'exprime de la façon suivante :

« Les grès westphaliens forment une série homogène, les grès stéphanien, au contraire, et ceux du Centre en particulier, se montrent très hétérogènes dans leur ensemble. La plupart des derniers trahissent une sédimentation tumultueuse qui ne classe pas les matériaux, conséquence d'un régime torrentiel ; les autres, comme les grès du Nord, résultent d'une préparation mécanique rappelant à s'y méprendre celle des éléments des grès marins. Dans les deux groupes, il y a association des minéraux et des matières argileuses, certainement transportés en même temps. Grande uniformité de milieu d'un côté, dualité de régime de l'autre, tel est le contraste que souligne l'analyse micrographique ».

L. Cayeux s'étant borné à constater ces faits, ces conclusions posent deux problèmes dont l'un est surtout particulier à la genèse des grès westphaliens, tandis que l'autre, tout en étant commun à celle des grès westphaliens et stéphanien, semble, tout au moins dans une certaine mesure, être particulier aux formations houillères.

Le premier de ces problèmes est celui qui vise à déterminer les causes générales qui font que les grès lagunaires du Westphalien, surtout représentés par des variétés à grains fins ou très fins, sont caractérisés, d'une façon quasi constante, par un calibrage des grains de chaque type considéré qui rappelle à s'y méprendre la préparation mécanique des éléments des grès marins. A cette question principale s'ajoutent d'autres problèmes secondaires que posent les observations de L. Cayeux sur les grès westphaliens de Belgique et celles parfaitement concordantes que j'ai pu faire plus récemment sur les grès de même âge du Nord de la France. Il convient, en effet, de rechercher en même temps pourquoi, contrairement à une opinion assez généralement admise, ces grès à grains fins sont toujours pauvres en feldspaths et le plus souvent exempts de débris ou grains de houille remaniés et riches en argiles, alors que les grès le plus souvent grossiers du Stéphanien sont presque toujours feldspathiques, riches en débris et grains de houille, tout en étant comme les

grès westphaliens caractérisés par l'abondance de substances argileuses, dont la présence dans ces deux types très différents de sédiments détritiques ne peut être expliquée à *priori* par le jeu normal des lois de la sédimentation.

Le deuxième de ces problèmes, qui en réalité est déjà contenu dans le premier, dont il ne représente qu'un aspect particulier, est celui qui consiste à rechercher les causes, non moins générales, qui font que dans les grès lagunaires westphaliens comme dans les grès fluviaux stéphaniens des grains de quartz de dimensions moyennes ou des fragments de quartz ou de minéraux assez volumineux se trouvent constamment associés à des quantités appréciables de substances argileuses qui normalement auraient dû être entraînées plus loin par le fluide transporteur. Pour souligner toute l'importance de ce dernier problème je citerai une fois de plus L. Cayeux qui, à la page 232 de l'ouvrage indiqué, a écrit en substance :

« La composition de beaucoup de grès stéphaniens est telle que la famille du granite est la source de la presque totalité de leurs matériaux. Elle a fourni non seulement le quartz, les feldspaths et les phyllites, *mais la substance du ciment*. Malgré la difficulté de concevoir le transport de gros matériaux en compagnie de matières argileuses très fines, *il faut s'incliner devant l'évidence et admettre que la non séparation des deux catégories d'éléments a été la règle*. Supposer que l'argile a été fournie après coup est une hypothèse non défendable, car il est des grès dont les minéraux sont largement isolés de toute part dans la gangue, preuve que celle-ci est originelle. *Cette fois encore, des conditions très spéciales de sédimentation ont été généralisées* ».

Ce sont ces conditions très spéciales de sédimentation que je m'efforcerais de dégager des faits d'observation et de définir de façon précise dans la présente étude.

II. — CARACTÈRE PRIMORDIAL DES CIMENTS ARGILEUX DE NOMBREUX GRÈS HOUILLERS ET DES CIMENTS ORGANIQUES DES HOUILLES.

La réalité du mélange anormal initial « sable - parti-

eules argileuses » suppose prouvé le caractère primordial des ciments des grès argileux. Cette preuve nous a été fournie par L. Cayeux qui a insisté à maintes reprises sur le caractère originel des ciments argileux des grès houillers ou d'autres formations géologiques où les grains de quartz isolés les uns des autres flottent dans un ciment abondant. C'est bien ce que mes propres observations sur les grès westphaliens du Nord, de la France confirment. Bien plus, ce fait est à rapprocher de la structure que présentent les houilles elles-mêmes, les combustibles spéciaux (Gayets = Cannels coals) et certains schistes houillers. *Toutes ces roches contiennent des ciments organiques primordiaux* qui, comme les éléments argileux des ciments de beaucoup de grès houillers, se sont individualisés sur le fond à partir de substances apportées sur les aires de dépôt en même temps que les débris organiques ou minéraux déterminables à l'examen microscopique.

La première note que j'ai publiée sur cette question (3) insistait déjà sur le fait que dans les lits hétérogènes les débris végétaux ne se touchent pas, ne sont pour ainsi dire jamais empilés les uns sur les autres et d'une manière générale *sont régulièrement stratifiés et flottent dans une substance amorphe, colloïdale*, que j'ai décrite alors sous le nom de « substance fondamentale », mais que j'ai été amené assez vite à désigner sous les noms de *pâtes* ou de *ciments*, précisément pour marquer la nature de sédiments détritiques à éléments transportés qui caractérise les houilles paléozoïques.

Toutes mes observations ultérieures ont confirmé cette interprétation. On constate même que le ciment organique primordial des houilles existe dans certains schistes charbonneux ou bitumineux (4) et même dans certains grès, notamment dans certains grès charbonneux qui contiennent

(3) A. DUJARQUE. — *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. L, p. 56 à 79, pl. II à V, Lille, 1925.

(4) A. DUJARQUE. — *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. XI, chap. IX, p. 174, pl. LIX, LX et LXIII, Lille, 1933.

nent des lits minces de pâte pure (houille brillante = Vitrain) qu'il y a lieu de distinguer des débris végétaux gélifiés qui peuvent présenter des aspects très voisins.

Enfin, comme il n'est pas douteux que les ciments carbonatés de certains grès ou de calcaires gréseux sont originels, on peut affirmer *que tous ces sédiments houillers qu'ils soient stériles ou hydrocarbonés sont caractérisés par l'existence de ciments primordiaux* pouvant par ailleurs avoir eu des origines détritiques (ciments argileux ou carbonatés des grès), des origines chimiques (une partie des ciments argileux et certains ciments carbonatés des grès ou lits de clayats (5)), ou bio-chimiques (ciments organiques des houilles et d'autres roches qui leur sont associées).

C'est sans doute l'existence de ces ciments originels qui facilitait la consolidation rapide des sédiments houillers qui explique cette *diagénèse précoce* de ces roches et notamment, des houilles, que j'ai fréquemment évoquée et qui vient confirmer les idées plus générales émises par L. Cayeux sur la diagénèse très précoce des sédiments (6).

Tout ceci nous conduit à conclure que les ciments organiques des houilles, dont je constatais aussi la présence dans certaines roches stériles, existent en proportions plus ou moins importantes dans la quasi totalité des sédiments houillers; cela implique que les *solutions* ou les *pseudo-solutions organiques*, provenant de la désintégration totale de débris végétaux qui leur ont donné naissance, pouvaient exister en de nombreux points des eaux de la lagune houillère et chargeaient même à des états de concentrations variées la totalité de ces eaux. *Ceci devait donner aux eaux de la lagune houillère des propriétés particulières*, qui seraient responsables de certaines des conditions très spéciales de sédimentation entrevues par L. Cayeux. *Comme nous le verrons plus loin, ces condi-*

(5) A. DUPARQUE. — *loc. cit.* chap. IX, p. 180, pl. LXIV.

(6) L. CAYEUX. — *loc. cit.* p. 696.

tions expliqueraient la précipitation simultanée des sables et des argiles détritiques que nous retrouvons associés dans les grès houillers et certaines roches voisines.

III. — LES CAUSES DU CALIBRAGE RIGOREUX DES GRAINS DES GRÈS WESTPHALIENS DU NORD DE LA FRANCE.

La question de l'origine des éléments détritiques des grès du grand bassin westphalien se complique du fait que l'on a jamais pu observer les roches magmatiques ou cristallophylliennes dont ils dérivent et que la position même des massifs émergés qui étaient constitués par ces roches demeure hypothétique. Bien qu'antérieurement aux observations de L. Cayeux sur les grès du Westphalien belge on ait généralement qualifié, à tort, ces mêmes grès de grossiers et de feldspathiques, on a toujours opposé le calibrage de leurs grains au caractère hétérogène des grès stéphaniens qui passent fréquemment aux poudingues et aux conglomérats, et l'on a expliqué très simplement ces contrastes en admettant l'origine lointaine des matériaux des premiers et la provenance très localisée, d'ailleurs vérifiée, des éléments détritiques des seconds.

S'il ne paraît pas douteux que la finesse des grains des grès westphaliens s'explique, tout au moins en partie, par des origines lointaines déterminant des phénomènes de transport prolongé et d'une certaine durée, il semble que la préparation mécanique parfaite, rappelant à s'y méprendre celle des éléments des grès marins, dont parle L. Cayeux, a pu se trouver considérablement renforcée par le fait que beaucoup des éléments de ces grès ne venaient pas directement de l'érosion des massifs cristallins ou cristallophylliens, mais ont été empruntés à des roches sédimentaires précédemment formées, dont beaucoup de formations récentes étaient déjà consolidées. Cette manière de voir s'impose par le fait que des couches de houille ont été attaquées par l'érosion peu de temps après leur consolidation et que leurs débris se retrouvent plus ou moins remaniés dans les grès qui les recouvrent.

Si L. Cayeux a pu constater que les grès westphaliens belges étaient toujours très pauvres en débris et grains de houille remaniée, cela tient vraisemblablement à ce que la collection de grès qui lui a été envoyée par Jules Cornet comprenait surtout des échantillons prélevés dans les travers-bancs, à assez grande distance de couches de houille. En effet, si j'ai pu vérifier qu'il en était bien ainsi dans les grès du Nord de la France prélevés dans des bowettes, c'est au contraire un fait d'observation assez fréquent que les grès voisins des couches de houille contiennent fréquemment de tels débris et de tels grains, et même des galets de houille qui semblent avoir été remaniés alors qu'ils possédaient encore une certaine plasticité (7). Ce fait avait déjà été signalé par Charles Barrois (8). Les phénomènes d'érosion qui ont remanié les houilles de certaines veines n'ont pu épargner les autres sédiments houillers, de sorte qu'en dernière analyse la finesse et le calibrage des grains des grès westphaliens s'expliqueraient par le fait *que les éléments des sables houillers du Nord de la France, comme ceux de beaucoup de sables actuels ou tertiaires, ne provenaient pas en droite ligne des roches éruptives ou cristallophylliennes dont ils dérivent.*

Ces origines lointaines et ces remaniements qui pouvaient parfois se répéter expliquent la *rareté des feldspaths* dans les grès westphaliens, ces minéraux ayant subi le plus souvent des destructions totales qui les transformaient en argiles et en substances argileuses abondantes dans les grès et qui forment les éléments essentiels des schistes. Ce serait cette destruction quasi totale des feldspaths, libérant des quantités considérables d'argile,

(7) A. DUPARQUE. — *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. LI, p. 318 à 353, pl. XIII, 11 figures, Lille, 1926 ; *Mém. Soc. Géol. Nord*, t. XI, chapitre XIII, p. 268, pl. LXVI.

(8) Ch. BARROIS. — *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XXXVII, p. 3, 1908 ; t. XXXIX, p. 310, 1910.

qui expliquerait, d'autre part, la prédominance très nette des schistes, qui d'après Ch. Barrois représentent 61 % des sédiments westphaliens, sur les grès qui ne forment que 34 % de ces mêmes sédiments.

C'est, selon toute vraisemblance, aux remaniements répétés des éléments de certains grès houillers, facilités par le fait que les grès argileux se transforment facilement en sables, que l'on doit attribuer la rareté ou l'absence de débris ou grains de houille remaniés signalée par L. Cayeux dans les grès houillers belges et constatée par moi dans les grès des travers-bancs du Nord de la France, les houilles, roches particulièrement fragiles, s'amenuisant rapidement en fines particules s'incorporant intimement aux substances argileuses des ciments et des schistes en leur conférant leurs teintes foncées ou noirâtres.

La préparation mécanique parfaite, quasi constante, des éléments de la plupart des grès westphaliens, a souvent été opposée au caractère grossier des grès stéphanieniens qui passent fréquemment à des sédiments plus grossiers tels que des graviers consolidés ou des poudingues. Si cette opposition se justifie presque toujours dans les parties actuellement conservées des bassins paraliques et des bassins limniques où nous pouvons les observer aujourd'hui, il me paraît important de rappeler ici le fait signalé par L. Cayeux (*loc. cit* p. 229) que certains grès stéphanieniens sont comparables par leur grain aux grès les plus fins du Westphalien du Nord de la France et de la Belgique.

En résumé, les conditions de sédimentation assez particulières qui font que les grès houillers du Nord de la France et de la Belgique forment une série homogène à grains généralement fins et presque toujours bien calibrés ne sont pas exclusivement spécifiques du Westphalien et des bassins paraliques car elles ont pu se trouver réalisées dans certains bassins limniques stéphanieniens.

IV. — LES CONDITIONS DE SÉDIMENTATION PARTICULIÈRES
QUI ONT DÉTERMINÉ L'ASSOCIATION CONSTANTE
DANS LES GRÈS HOUILLERS DE GRAINS DE QUARTZ
ET DE SUBSTANCES ARGILEUSES

Comme je l'ai rappelé ci-dessus, les observations de L. Cayeux ont montré que la non séparation de ces deux types si différents d'éléments détritiques a été la règle aussi bien dans les grès westphaliens à grains fins bien calibrés que dans les grès grossiers hétérogènes du Stéphanien. Etant donné cela, il est évident que les conditions généralisées très spéciales de sédimentation admise par ce même auteur se sont trouvées réalisées aussi bien dans les bassins paraliques westphaliens que dans les bassins limniques stéphaniens, leur généralisation, sinon leur nature même, apparaissant dès lors comme étant caractéristique des formations houillères.

Cette simple constatation conduit logiquement à admettre que cette cause spéciale généralisée se trouve étroitement liée aux causes qui ont déterminé dans les deux types de gisements la formation de roches combustibles à caractères pétrographiques identiques, de sorte que la solution du problème posé doit être recherchée à la fois dans les études pétrographiques et microscopiques des houilles et des roches stériles qui leur sont associées.

Les deux éléments disparates que l'on retrouve constamment associés dans les grès houillers (craquelles des mineurs du Nord et grès plus grossiers du Centre et du Midi) présentent, au point de vue sédimentaire, des caractères en quelque sorte opposés. Par leurs poids spécifiques, par leurs formes globulaires, sphériques ou ovalaires polies ou anguleuses et par leurs dimensions, les grains de quartz devaient présenter des coefficients de flottabilité beaucoup plus faibles que ceux des particules argileuses que leur légèreté, leurs formes lamellaires et leur ténuité destinaient normalement à être transportés bien plus loin que les grains de sable. Le transport de ces derniers exigeaient un courant d'eau plus rapide que celui qu'était

capable de déplacer des troubles minéraux. Dans des conditions normales de sédimentation, la séparation de ces deux types d'éléments détritiques s'opère généralement de façon parfaite.

Or, à l'époque houillère, ce mélange anormal s'observe non seulement dans les grès comme l'a montré L. Cayeux, mais encore dans ces roches intermédiaires (9) que les mineurs nomment « rocs cuerelleux » où les deux types d'éléments disparates existent en quantités à peu près égales.

L'étude des causes de cette anomalie généralisée m'oblige à rappeler les principales caractéristiques des agents de classement des éléments détritiques des roches sédimentaires.

A. — *Les agents de classement des éléments détritiques des roches sédimentaires.*

Pour expliquer ce classement on fait intervenir généralement trois agents différents dont l'action s'exerce simultanément au cours des phénomènes de transport. Ces agents sont :

1° La *vitesse* du fluide transporteur qui est le plus souvent l'eau, mais qui peut être le vent.

2° Le *poids spécifique* et les *dimensions* des débris transportés qui déterminent la masse et le poids des dits débris.

3° Le *frottement* qui s'exerce entre ces débris et le fluide transporteur ou entre ces débris entre eux et le substratum.

(9) Ces sédiments intermédiaires (rocs cuerelleux) s'intercalant naturellement entre les grès (cuerelles) et les schistes (rocs) entrent dans la catégorie plus générale des « boues et poussières quartzieuses consolidées » que L. CAYEUX (*loc. cit.* p. 251) estimait devoir être désignée sous un autre nom que celui de « grès » si l'on ne veut pas perpétuer une confusion regrettable. Voir aussi à ce sujet: A. DUPARQUE, *loc. cit.* (1), p. 150, pl. I, fig. 2.

Le jeu des deux premiers de ces agents aurait dû tendre normalement à assurer la séparation des grains de sable et des troubles minéraux de façon à provoquer la formation en des points différents du fond des lagunes houillères d'une part de *sable quartzeux* et, d'autre part, de *boves argileuses*. La séparation parfaite aurait dû être surtout réalisée dans le cas des sables westphaliens à grain fin et bien calibré dont les éléments ont incontestablement subi des préparations mécaniques analogues à celles qui caractérisent les sables marins.

Le jeu de ces deux agents de classement est bien connu du fait d'observations directes et de celui des belles recherches de géologie expérimentales de Daubrée (10) et de Fayol (11), dont certaines ont réalisé de véritables sédimentations artificielles. C'est ce jeu qui est mis en œuvre dans la *technique du lavage* des minerais ou des houilles qui utilise encore de nos jours des procédés archaïques et des méthodes très perfectionnées qui suppose l'emploi d'appareillages plus ou moins complexes dont l'action est toujours basée sur l'effet d'un fluide transporteur (12) et sur les poids spécifiques des substances à séparer. Ces jeux peuvent bien être modifiés dans certaines mesures, mais aucune de ces modifications, si importante soit-elle, ne permet d'expliquer l'anomalie sédimentaire que présentent les grès houillers.

(10) A. DAUBRÉE. — Etude synthétique de géologie expérimentale, Paris, 1879.

(11) H. FAYOL. — Etude sur le terrain houiller de Commeny. Lithologie et stratigraphie. *Bull. Soc. Ind. Minérale*, sér. 2, XV, Saint-Etienne, 1887.

(12) Les plus communs et les plus fréquents de ces procédés de séparation mécanique sont ceux où le fluide transporteur est l'eau et qui réalisent le *lavage* des produits bruts. Certains d'entre eux sont capables de réaliser la séparation à sec sous l'action de *l'air en mouvement* permettant notamment le dépoussiérage des minerais. Consulter à ce sujet les ouvrages techniques et notamment :

Ch. BERTHELOT et J. ORCEL. — Les minerais. Etude, Préparation mécanique. Marché. *Grande Encyclopédie Industrielle J.-B. Baillière*, Paris, 1930.

Le mode d'action du troisième facteur de classement, que l'on désigne dans les manuels de géologie ou de pétrographie par le terme assez vague de *frottement*, est moins connu, bien que ce sont ses actions néfastes que l'on tend à éliminer dans les procédés de lavage. Cela tient vraisemblablement à ce que l'on confond sous ce vocable tous les phénomènes qui tendent à s'opposer à l'immersion pouvant résulter de causes fort différentes. Le plus souvent, pour expliquer les intensités variables de ce frottement, on invoque surtout les *formes des particules*, les formes granulaires et globuleuses (grains de sable) favorisant l'immersion, tandis que les formes lamellaires ou tabulaires (micas et phyllites) facilitent à poids égaux le maintien en suspension, ou encore la nature de la *surface portante*, une surface lisse s'opposant moins efficacement à l'enfoncement qu'une surface rugueuse. Envisagé de cette façon, ce troisième agent de classement aurait dû, dans le cas qui nous occupe actuellement, provoquer la séparation rigoureuse des grains de quartz et des lamelles phylliteuses, d'ailleurs beaucoup plus légères, d'argiles détritiques.

Ces considérations, qui sont à peu près les seules qu'on évoque dans le domaine de la sédimentation, sont loin d'épuiser un sujet en réalité fort complexe. Sans aborder ici l'étude de tous les facteurs susceptibles de contrarier l'immersion de particules solides dans un liquide qui les tient en suspension, je me bornerai à démontrer que l'étude de certains procédés de séparations industrielles, *les méthodes de flottation*, qui mettent en jeu certains de ces facteurs, permettent d'expliquer les *phénomènes de sédimentations anormales généralisées* signalés par L. Cayeux.

B. — *Les procédés de flottation et les séparations, à priori, anormales qu'ils permettent de réaliser.*

Les méthodes de lavages se sont révélées impuissantes à réaliser la concentration de certains minerais à partir de produits bruts trop complexes, trop ténus ou trop pauvres en la substance que l'on désire isoler. C'est dans

le but de pouvoir traiter utilement de tels minerais bruts que les techniciens ont mis au point les *procédés de flottation* dont la première application industrielle, relativement récente, date de 1911, bien que les principes sur lesquels ils reposent aient été utilisés dans l'antiquité, certaines de leurs applications ayant été décrites par Hérodote.

Sans donner ici une étude des principes du flottage qui serait forcément fort incomplète (13), je me limiterai à rappeler les faits d'observations qui ont été à l'origine des recherches entreprises, faits d'observations qui nous permettront de nous rendre compte des caractères essentiels qui différencient ces procédés de ceux du lavage.

1° L'on a constaté que lorsque l'on répand sur l'eau une poudre hétérogène, certaines particules peuvent *flotter* très longtemps et même indéfiniment, tandis que d'autres *s'immergent* rapidement.

2° Suivant la nature de la poudre mise en expérience, les *particules immergées* peuvent être *plus légères* ou *plus denses* que les particules qui surnagent.

3° En ajoutant à l'eau de petites quantités de certains réactifs (huiles végétales ou minérales, acide sulfurique, etc...), l'on peut, en choisissant convenablement ces réactifs en fonction des substances mises en expérience, *faciliter le flottage* de l'élément qui surnage.

Cet exposé, quoique très sommaire, nous permet de comprendre que dans les phénomènes de flottation *le poids spécifique des éléments en présence ne joue plus un rôle prépondérant* dans leur séparation. Celle-ci, n'est déterminée *que par le jeu de la tension superficielle de l'eau* qui s'oppose énergiquement à l'immersion des particules qui ne sont pas mouillées par elle, tandis qu'elle permet, ou contraire, la chute des particules qui dans les mêmes conditions se mouillent facilement. L'addition à l'eau d'un réactif convenable qui augmente les propriétés

(13) Consulter à ce sujet les ouvrages techniques et notamment celui de BERTHELOT et ORCEL cité dans la note infrapaginale précédente).

anti-mouillantes de la substance qui flotte naturellement facilite son flottage et prolonge sa durée.

Dans la flottation de beaucoup de minerais métalliques *c'est le minerai plus dense qui flotte* et les minéraux de la gangue plus légers qui s'immergent, tandis que dans le flottage des schlamms qui a été industriellement tenté, *ce sont les particules charbonneuses plus légères qui surnagent* tandis que les fines particules minérales plus lourdes tombent au fond.

De cet exposé très succinct, l'on peut tirer les conclusions générales suivantes :

a) Les *procédés de lavage* mettent en jeu le développement normal des mêmes agents de classement que l'on fait intervenir pour expliquer la formation des différents types de sédiments et réalisent par conséquent des séparations d'éléments comparables à celles que l'on observe dans les cas de *sédimentations normales*.

b) Les *procédés de flottation* réalisent au contraire, dans certains cas, des séparations d'éléments qui semblent, *à priori*, affranchies du jeu normal des lois physiques de la sédimentation et aboutissent, par conséquent, à des résultats comparables, tout au moins dans une certaine mesure aux cas de *sédimentations anormales* signalés par L. Cayeux dans les grès houillers westphaliens ou stéphaniens.

C. — *Analogies entre certaines anomalies sédimentaires et les phénomènes de flottation.*

La mise en œuvre des procédés de flottation nous a permis d'observer *l'exagération de l'anomalie sédimentaire* qui est quasi constante dans les grès houillers. Cette anomalie consiste en effet dans le mélange des grains de sable et des particules argileuses, tandis que les méthodes de flottage permettent de faire flotter un élément plus dense et l'immersion d'un élément plus léger. *Cette exagération est normale*, car la mise au point des dits procédés a précisément pour but d'obtenir une séparation des deux éléments en faisant intervenir, au besoin, des réactifs

appropriés. Il est évident que si l'on traitait les mêmes substances sans précautions, sans se placer dans les conditions favorables d'appareillage et d'expérience, le mélange des substances diminuerait le rendement et pourrait même compromettre complètement la séparation désirée.

D'autre part, *l'observation montre que cette inversion des densités* constatée au cours des phénomènes de flottation, *se réalise expérimentalement dans certaines conditions* en provoquant le flottage de grains de sable et la précipitation de troubles argileux.

Cette expérience est décrite dans une note de H. Devaux (14) qui attribue à la présence d'un *enduit anti-mouillant* le fait que les *grains de sable* et les particules de terre végétale flottent pendant plusieurs jours quand ils sont secs et s'immergent immédiatement quand ils sont mouillés, l'humus possédant cette propriété au degré le plus accentué, tandis que l'*argile* la présente au minimum. La calcination faisant disparaître cette propriété de flotter, Devaux en a conclu que l'enduit anti-mouillant était d'origine organique en insistant encore sur le fait que de tels enduits n'existent pas à la surface des particules d'argile et de certaines terres fortes.

Devaux, et après lui L. Cayeux (*loc. cit.* p. 84), ont attribué à l'existence d'enduits organiques la cause qui fait flotter les grains de sable.

L'étude des phénomènes de flottation conduit à ajouter à cette cause l'action de la tension superficielle de l'eau qui dans les lagunes houillères devaient, étant donné le fait que les ciments organiques, caractéristiques des houilles, s'observent assez fréquemment dans toutes les roches stériles, *être toujours assez fortement chargées de substances végétales ou de produits de leur destruction* qu'elles transportaient sous forme de *solution* ou de *pseudo-solution*. La présence dans ces eaux de substances organiques colloïdales pouvait leur conférer des propriétés analogues à celles des eaux de la Mer Morte (lac

(14) H. DEVAUX. — Sur la présence d'un enduit antimouillant à la surface des particules du sable et de la terre végétale. *C.R. Acad. Sciences*, t. 162, p. 197 à 199, Paris, 1916.

Asphaltite) qui, fortement chargées de substances bitumineuses, s'opposent à l'immersion de certains corps et sont impropres au développement de la vie dans leur sein. L'existence de telles eaux s'opposant à la chute des grains de quartz par le jeu normal des lois de la sédimentation aurait permis leur transport prolongé jusqu'en des régions de la lagune houillère où se déposaient déjà, en même temps que du sable, une partie des troubles argileux qui ont été à l'origine des ciments argileux primordiaux des grès. Ces circonstances particulières, en rapport avec l'intensité de l'alluvionnement végétal qui caractérisait l'époque houillère auraient créé ces circonstances qui font qu'il était de règle que, *en certaines régions du bassin de sédimentation, les grains de sable et certaines argiles détritiques* possédaient, en raison de leurs natures différentes et malgré des différences de formes, de densités et de dimensions, *des coefficients de flottabilité très voisins* et donnaient alors naissance, aussi bien dans le Westphalien que dans le Stéphanien, à des accumulations mixtes de grains de sable mélangés d'argile.

Cette hypothèse sur la genèse des ciments argileux originels de beaucoup de grès houillers expliquerait en même temps l'absence de micro-organismes calcaires ou siliceux constatée par L. Cayeux dans les grès houillers belges et par moi dans les grès houillers français, dans les schistes et dans les houilles. Les teneurs variables, mais toujours appréciables des eaux de la lagune houillère en substances végétales transportées en solution ou en pseudo-solution les rendaient impropres au développement de la vie de ces micro-organismes, alors qu'elles permettaient, au contraire, le pullulement d'êtres microbiens dont nous ne retrouvons aucun vestige, mais qui ont joué des rôles très importants dans la désintégration des débris végétaux et dans la diagénèse précoce des couches de charbon.

V. — CONCLUSIONS

L'ensemble de ce qui précède peut être résumé de la façon suivante :

1° Au Westphalien comme au Stéphanien, toute la sédimentation houillère stérile ou productive a été fortement influencée par la *présence constante* et le plus souvent par *l'abondance de substances végétales dissoutes* ou à *l'état de pseudo-solutions* conférant aux eaux des lagunes houillères *des caractères particuliers qui s'opposaient au jeu normal des agents habituels de sédimentation*.

2° Ces *solutions* ou ces *pseudo-solutions* végétales, qui sont à l'origine de tous les ciments amorphes organiques des roches combustibles, *étaient capables*, par un mécanisme analogue à celui que l'on observe dans les procédés de flottation, *de s'opposer pendant un certain temps à l'immersion des grains de quartz bien calibrés ou non qui, dans ces conditions, n'étaient précipités sur le fond que dans des régions où s'accumulaient déjà des troubles argileux* qui, bien que beaucoup plus fins, acquéraient, dans ces conditions, des coefficients de flottabilité de même ordre que ceux des grains de sable fins ou grossiers.

3° *Ainsi se trouvent clairement définies ces conditions de sédimentation très particulières* réalisées en grand lors de la démolition de la chaîne hercynienne qu'avait signalées L. Cayeux lorsqu'il écrivait « qu'il faut s'incliner devant l'évidence et admettre que *la non séparation* des deux catégories d'éléments (grains de sable et troubles argileux) *a été la règle à l'époque houillère*.

4° Il est donc évident que c'est la *luxuriance* et la *rapidité de croissance* de la végétation houillère qui ont permis en même temps la genèse des quantités prodigieuses de poussières végétales qui constituent aujourd'hui les débris organisés des houilles et la formation de solutions ou de pseudo-solutions végétales expliquant à la fois l'existence des ciments organiques des houilles et l'anomalie sédimentaire des grès houillers, signalée par L. Cayeux, *anomalie qui étant généralisée ne pouvait être qu'apparente* et constituer plutôt une des *caractéristiques essentielles* de ces formations gréseuses.

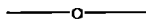


TABLE DES MATIERES

Activité de la Société

Election et composition du Bureau de la Société pour 1947, p. 5. — Rapport de M. Em. Delahaye, Trésorier, sur l'état financier de la Société, p. 26. — Réunion extraordinaire annuelle de la Société, le 18 mai 1947, à Pernes et à Rebreuve (P.-de-C.), p. 162. — Assemblée générale et augmentation du taux de la cotisation annuelle, p. 279. — Election de nouveaux membres, p. 26, 141, 164, 183, 279. — Séances ordinaires de la Société : 22 janvier, p. 5 ; 19 février, p. 25 ; 26 mars, p. 86 ; 23 avril, p. 140 ; 28 mai, p. 164 ; 25 juin, p. 182 ; 26 novembre, p. 221 ; 17 décembre, p. 279.

Excursions de la Société

Liste des excursions organisées en 1947 par la Société, p. 86 et 221. — Compte-rendu de l'excursion du 18 mai à Pernes et à Rebreuve, sous la présidence de M. Corsin, p. 162.

Nécrologie

M. E. Morel, M^{me} L. Dollé, p. 6 ; D^r Ch. Crasquin, p. 86 ; MM. Richard, Duquesnoy et Delhaye, p. 141 ; M^{me} Ch. Barrois, M. V. Madsen, p. 221.

Distinctions honorifiques

M. Duhaméau, Prix Léonard Danel (Grand Prix des Mines), p. 6 ; M. Bouroz, Prix Gosselet, p. 6 ; M. Derisbourg, Prix Chartiez, p. 6 ; M. G. Dubar, Chanoine, p. 86 ; M. A. Renier, Docteur *honoris causa* de l'Université de Lille, p. 140 ; Mgr Delépine et M. P. Pruvost, Membres correspondants de l'Académie des Sciences,

p. 182 ; M. R. Marlière, Président de la Société Géologique de Belgique, p. 221 ; M. P. Corsin, Professeur titulaire, p. 279.

Présentation d'ouvrages

Présentation par le Président d'un mémoire de M. Bouroz, p. 6 ; d'un traité de Géographie physique de M. Macar, p. 26. — Présentation par M. R. Marlière d'un ouvrage de M. M. Robert sur « le Congo physique », p. 86. — Présentation par le Président d'un ouvrage de M. J. Cornet, « Katanga », p. 221. — Présentation par M. Pruvost de volumes offerts par lui à la Société, p. 221.

Discours et Conférences

Discours de M. P. Corsin, Président, p. 25 et 163. — Conférences de M. Hacquaert, p. 221.

Congrès

Congrès des Sociétés Savantes, p. 26. — Congrès des Ingénieurs de Liège, p. 26. — Congrès international de Géologie, p. 141. — Congrès international de Botanique, p. 222.

Paléozoologie

Découverte d'*Anthrapalaemon* et d'un second horizon à *Levia* dans le Terrain houiller du Nord, par M. A. Dalinval, p. 27. — Note sur quelques fossiles acadiens du Nord-Ouest de l'Espagne, par M. M. Thoral, p. 52. — Découverte de deux fragments de patte-mâchoire d'*Arthropleura* du Terrain houiller sarro-lorrain, par M. G. Waterlot, p. 183. — Les Musaraignes (Soricidae) quaternaires et actuelles de l'Europe occidentale. Caractères dentaires et ostéologiques, bases de leur classification, par M^{lle} M. Friant, p. 222.

Paléobotanique

Reconstitutions de Pécoptéridées: genres *Caulopteris*, *Megaphyton* et *Hagiophyton*, par M. P. Corsin, p. 6.

Pétrographie

Caractères microscopiques d'une houille de Commentry (titre seul), par M. A. Duparque, p. 87. — Granulométrie des sables de Cuise-Lamotte, par M. P. Dollé, p. 126. — Granulométrie des sables. Différentes méthodes de représentation graphique, par M. P. Dollé, p. 141. — Présence de soufre natif dans le charbon. Variations de la teneur en soufre total, du mur au toit d'une veine de houille, par M. J. Berteloot, p. 195. — Les constituants macroscopiques des houilles de Carmaux, Tarn (titre seul), par M. A. Duparque, p. 206. — Sur le mode de formation des grès westphaliens du Nord de la France. Remarques sur les lois générales de la sédimentation, par M. A. Duparque, p. 296.

Tectonique

Le Massif cambrien de Rocroi et l'hypothèse du charriage, par M. G. Waterlot, p. 107.

Terrain cambrien

L'anticlinal d'Eteignières et ses rapports avec la région de Rimogne (Massif cambrien de Rocroi), par M. G. Waterlot, p. 87. — Le Massif cambrien de Rocroi et l'hypothèse du charriage, par M. G. Waterlot, p. 107. — Sur la présence d'un noyau anticlinal devillien près de Neuve-Forge, dans le Massif cambrien de Rocroi (titre et référence), par M. G. Waterlot, p. 222. — Note sur quelques fossiles acadiens du Nord-Ouest de l'Espagne, par M. M. Thorat, p. 52. — Observations à la note précédente, par M. P. Comte, p. 81.

Terrain carbonifère

Observations sur le Carbonifère d'Irlande (titre seul), par Mgr. G. Delépine, p. 279.

Terrain houiller

Reconstitution de Pécoptéridées: genres *Caulopteris*, *Megaphyton* et *Hagiophyton*, par M. P. Corsin, p. 6. — Découverte d'*Anthrapalaemon* et d'un second horizon à *Leaia* dans le Terrain houiller du Nord, par M. A. Dalinval, p. 27. — Quelques précisions sur le gisement du Groupe de Béthune des Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, par M. A. Bouroz, p. 165. — Découverte de deux fragments de patte-mâchoire d'*Arthropleura* du Terrain houiller sarro-lorrain, par M. G. Waterlot, p. 183. — Présence de soufre natif dans le charbon. Variations de la teneur en soufre total, du mur au toit d'une veine de houille, par M. J. Berteloot, p. 195. — Le Stéphanien du Bassin houiller de la Loire, par M. P. Pruvost, p. 279. — Sur le mode de formation des grès westphaliens du Nord de la France. Remarques sur les lois générales de la sédimentation, par M. A. Duparque, p. 296.

Terrain tertiaire

Le gypse des argiles à lignites du Laonnois (Aisne), par M. L. Visse, p. 206. — Calcédoine et silice globulaire dans les tuffeaux landéniens du Nord de la France. Génèse, par M. L. Visse, p. 216. — Sur la présence de Diatomées glauconieuses dans les tuffeaux landéniens du Nord de la France et sur le rôle de ces microorganismes dans la génèse des ciments d'opale, par M. L. Visse, p. 269. — Les formations à galets de Fressancourt, Versigny et Monceau-les-Leups (Aisne), par M. L. Visse, p. 273.

Terrain quaternaire

Les marais tourbeux de la vallée de la Sensée. Le

gisement du grand marais à tourbe d'Arleux (Nord), par M. P. Froment, p. 33. — Les marais tourbeux du Bassin de l'Aa. Le gisement du Grand Broucq à Clairmarais, par M. P. Froment, p. 42. — Considérations sur les pentes des vallées de quelques cours d'eau et le développement des gisements tourbeux, par M. P. Froment, p. 154. — Les marais tourbeux de la vallée de l'Authie. Les gisements tourbeux de Dompierre-sur-Authie et de Rapechy, par M. P. Froment, p. 157.

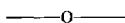


TABLE DES AUTEURS

	PAGES
BERTELOOT J. — Présence de soufre natif dans le charbon. Variations de la teneur en soufre total, du mur au toit d'une veine de houille	195
BOUROZ A. — Quelques précisions sur le gisement du Groupe de Béthune des Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais	165
COMTE P. — Observations à la note de M. Thoral..	81
CORSIN P. — Reconstitutions de Pécoptéridées: genres <i>Caulopteris</i> , <i>Megaphyton</i> et <i>Hagiophyton</i> ..	6
DALINVAL A. — Découverte d' <i>Anthrapalaemon</i> et d'un second horizon à <i>Leavia</i> dans le Terrain houiller du Nord	27
DELÉPINE G. — Observations sur le Carbonifère d'Irlande (titre seul)	279
DOLLÉ P. — Granulométrie des sables de Cuisse-Lamotte	126
DOLLÉ P. — Granulométrie des sables. Différentes méthodes de représentation graphique	141
DUPARQUE A. — Caractères microscopiques d'une houille de Commentry (titre seul)	87

DUPARQUE A. — Caractères microscopiques des houilles de Carmaux (titre seul)	182
DUPARQUE A. — Présentation d'échantillons de houilles cendreuses et de houilles rayées (titre seul)	182
DUPARQUE A. — Les constituants macroscopiques des houilles de Carmaux, Tarn (titre seul)	206
DUPARQUE A. — Sur le mode de formation des grès westphaliens du Nord de la France. Remarques sur les lois générales de la sédimentation	296
FRIANT M. — Les Musaraignes (Soricidae) quaternaires et actuelles de l'Europe occidentale. Caractères dentaires et ostéologiques, bases de leur classification	222
FROMENT P. — Les marais tourbeux de la vallée de la Sensée. Le gisement du grand marais à tourbe d'Arleux (Nord).	33
FROMENT P. — Les marais tourbeux du Bassin de l'Aa. Le gisement du Grand Broucq à Clairmarais	42
FROMENT P. — Considérations sur les pentes des vallées de quelques cours d'eau et le développement des gisements tourbeux	154
FROMENT P. — Les marais tourbeux de la vallée de l'Authie. Les gisements tourbeux de Dompierre-sur-Authie et de Rapechy	157
PRUVOST P. — Le Stéphanien du Bassin houiller de la Loire	279
THORAL M. — Note sur quelques fossiles acadiens du N.-W. de l'Espagne	52
VISSE L. — Le gypse des argiles à lignites du Laonois (Aisne).	206
VISSE L. — Calcédoine et silice globulaire dans les tuffeaux landéniens du Nord de la France. Génèse.	216

VISSE L. — Sur la présence de Diatomées glaucוניeuses dans les tuffeaux landéniens du Nord de la France et sur le rôle de ces microorganismes dans la génèse des ciments d'opale	269
VISSE L. — Les formations � galets de Fressancourt, Versigny et Monceau-les-Leups (Aisne)	273
WATERLOT G. — L'anticlinal d'Eteign�eres et ses rapports avec la région de Rimogne (Massif cambrien de Rocroi).	87
WATERLOT G. — Le Massif cambrien de Rocroi et l'hypoth�ese du charriage	107
WATERLOT G. — Découverte de deux fragments de patte-mâchoire d' <i>Arthropleura</i> (Arch�ocrustac�e) du terrain houiller sarro-lorrain	183
WATERLOT G. — Sur la présence d'un noyau anticlinal devillien près de Neuve-Forge, dans le Massif cambrien de Rocroi (titre et référence) . .	222

TABLE DES PLANCHES

PLANCHE I. — *Caulopteris*. Reconstitution (Note de M. P. Corsin, p. 6).

PLANCHE II. — *Megaphyton*. Reconstitution (même note).

PLANCHES III et IV. — *Hagiophyton* (même note).

PLANCHE V. — Fossiles acadiens d'Espagne (Note de M. M. Thorat, p. 52).

PLANCHE VI. — Fragments de patte-mâchoire d'*Arthropleura* (Note de M. G. Waterlot, p. 183).

PLANCHES VII à XII. — Carte et coupes du gisement houiller du Groupe de Béthune (Note de M. A. Bourroz, p. 165).

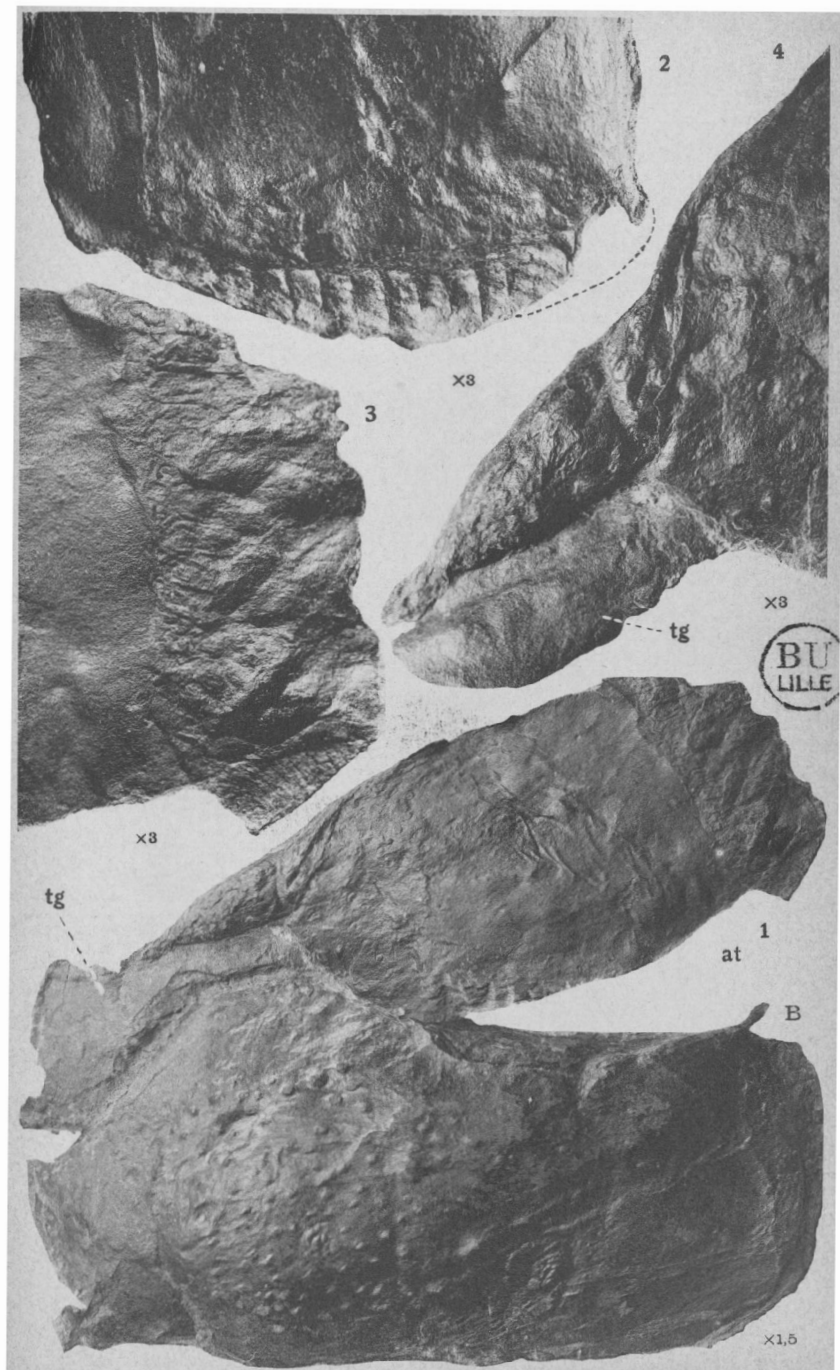
**Date de publication des fascicules
du Tome LXVII (1947)**

PREMIÈRE LIVRAISON :

(feuilles 1 à 9 ; planches I à V) . . . 28. février 1948 .

DEUXIÈME LIVRAISON :

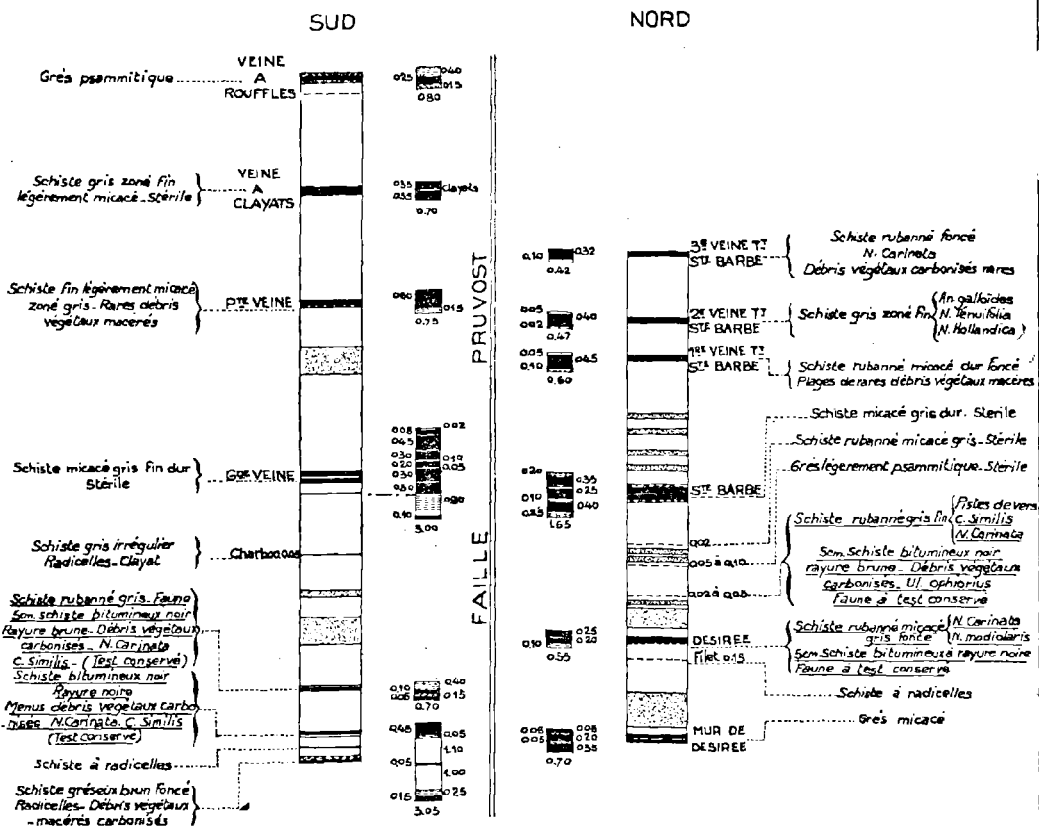
(feuilles 10 à 20) ; planches VI à XII) 31 décembre 1948



IRIS - LILLIAD - Université Lille 1
Fragments de patte-mâchoire d'*Arthropleura*.

COMPARAISON D'UN MEME FAISCEAU DE PART ET D'AUTRE DE LA FAILLE PRUVOST

FOSSE N° 9



Echelle: 0 5 10 mètres

TABLEAU 1

COMPARAISON D'UN MEME FAISCEAU DE PART ET D AUTRE DE LA FAILLE DE SAINS

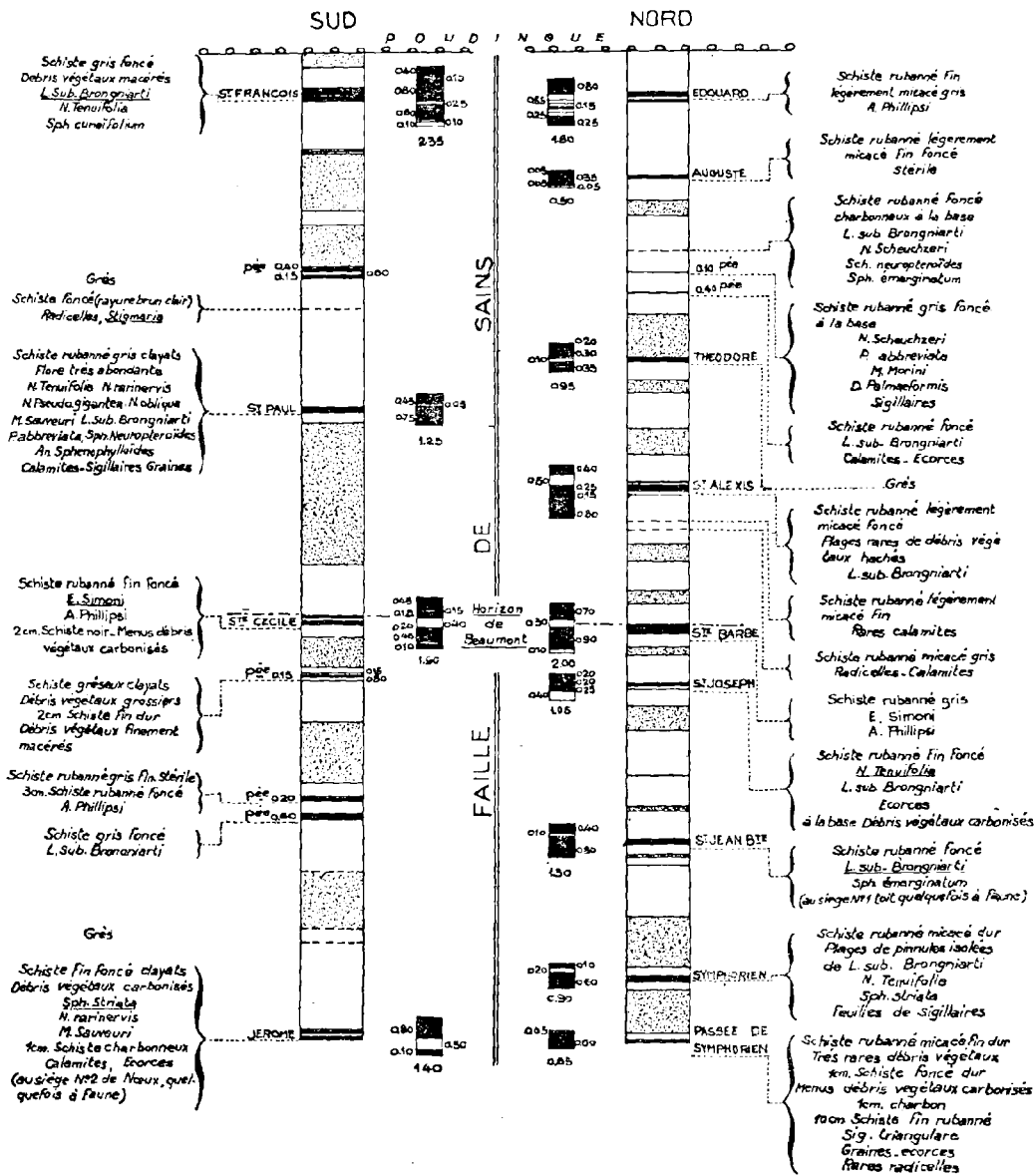


TABLEAU 2

