

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome LXXXVIII

1968

1^{er} trimestre

VOLUME PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
LILLE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Extraits des Statuts

ARTICLE 2.

— Cette Société a pour objet de concourir à l'avancement de la géologie en général, et particulièrement de la géologie de la région du Nord de la France.

— La Société se réunit de droit une fois par mois, sauf pendant la période des vacances. Elle peut tenir des séances extraordinaires décidées par le Conseil d'Administration.

ARTICLE 5.

Le nombre des membres de la Société est illimité. Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres de la Société qui auront signé la présentation, et avoir été proclamé membre au cours de la séance suivante.

Extraits du Règlement intérieur

§ 7. — Les Annales et leur supplément constituent le compte rendu des séances.

§ 13. — L'ensemble des notes présentées au cours d'une même année, par un même auteur, comptées du 1^{er} Avril au 31 Mars suivant, ne peut dépasser le total de 10 pages, 1 planche phototypie équivalant à 4 pages de texte, 1 planche simill à 2 pages de texte (1).

Le Conseil peut, par décision spéciale, autoriser la publication de notes plus longues.

§ 17. — Les notes et mémoires originaux (texte et illustration) communiqués à la Société et destinés aux Annales doivent être remis au Secrétariat le jour même de leur présentation. A défaut de remise dans ce délai, ces communications prennent rang dans une publication postérieure.

§ 18. — Les Mémoires sont publiés par fascicules après décision du Conseil.

(1) C'est à la suite du changement de format que le Conseil a établi cette équivalence au cours de sa séance du 6 Janvier 1965.

Avertissement

La Société Géologique du Nord ne peut en aucun cas être tenue pour responsable des actes ou des opinions de ses membres.

Tirages à part

Conformément au paragraphe 14 du Règlement Intérieur (tome LXXXI, p. 12), les tirages à part sont à la charge des auteurs qui doivent en faire par écrit la déclaration expresse en tête des épreuves du bon à tirer.

Cotisation : 35 F. pour les personnes physiques. — 65 F. pour les personnes morales.

Etranger : 40 F. pour les personnes physiques. — 70 F. pour les personnes morales.

Abonnement annuel : 80 F.

Pour tous renseignements et abonnement, s'adresser à :

M. le Secrétaire de la Société, Sciences de la Terre, Boîte Postale 36, 59 Lille-Gare.

Compte Chèques Postaux : Lille 5247 — Téléphone : 79.20.44 ou 79.21.94

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD (*)

Compte Chèques Postaux : Lille 5247

Tomes I à X (sauf I II, III, V, VI, VIII et IX épuisés)	21,00 F.
Tomes XI à XLVI (sauf XV, XXXVII, XXXVIII, XXXIX, XLI, XLII, XLIII, XLV épuisés)	21,00 F.
Tomes XLVII à LI	épuisés
Tomes LII à LXVII (sauf LVI, LVII épuisés, LXIV disparu)	32,00 F.
Tomes LXVIII à LXX	35,00 F.
Tomes LXXI et suivants	40,00 F.
Tables générales :	
1 ^{re} table : Tomes I à XX (1870 à 1892)	épuisée
2 ^{me} table : Tomes XXI à XXX (1893 à 1901)	épuisée
3 ^{me} table : Tomes XXXI à XL (1902 à 1911)	épuisée
4 ^{me} table : Tomes XLI à LXXIX (1912 à 1959)	20,00 F.

(*) L'Assemblée extraordinaire du 7 Février 1968 a donné pouvoir au Conseil pour le réajustement des tarifs Librairie. Ceux-ci n'ont pas encore été établis.

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome LXXXVIII

1968

1^{er} trimestre

VOLUME PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
LILLE

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1968 —

<i>Président</i>	M. A. DALINVAL
<i>Premier Vice-Président</i>	M. J. PROUVOST
<i>Vice-Présidents</i>	M. A. BOUROZ M. G. WATERLOT
<i>Secrétaire</i>	M. J. PAQUET
<i>Secrétaire-adjoint</i>	M. J.P. LAVEINE
<i>Trésorier</i>	M. l'Abbé TIEGHEM
<i>Déléguée aux Publications</i>	M ^{me} Paule M. CORSIN
<i>Archiviste-bibliothécaire</i>	M. G. COURTY
<i>Conseillers</i>	M. P. CELET M. P. CORSIN M. P. DOLLÉ M. A. BONTE M ^{me} S. DEFRETIN M ^{lle} D. BRICE

A N N A L E S
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
publiées avec le concours du Centre national de la Recherche scientifique

Société fondée en 1870 et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 juin 1873

Secrétariat : Société Géologique du Nord
Sciences de la Terre, Boîte Postale 36, 59 Lille-Gare
Tél. 79.20.44 ou 79.21.94 — C.C.P. Lille 5.247

Compte rendu de l'activité de la Société

ASSEMBLEE GENERALE DU 10 JANVIER 1968

PRÉSIDENCE DE M^{me} S. DEFRETIN, PRÉSIDENTE

Conformément aux statuts, l'Assemblée procède au renouvellement de son Conseil d'Administration.

M. A. DALINVAL est élu Président pour l'année 1968 et M. J. PROUVOST Premier Vice Président, tandis que MM. A. BOUROZ et G. WATERLOT sont nommés Vice-Présidents.

En remplacement de MM. A. BEUGNIES, R. MARLIÈRE et A. BOUROZ dont les mandats de Conseillers expirent en 1968, sont élus Conseillers pour une durée de 3 ans M. A. BONTE, M^{me} S. DEFRETIN et M^{me} D. BRICE.

D'autre part, au poste de Secrétaire est élu M. J. PAQUET et à celui de Secrétaire-adjoint, M. J.P. LAVEINE.

Enfin, M. G. COURTY est nommé Bibliothécaire.

MM. P. CELET, P. CORSIN et P. DOLLÉ sont maintenus dans leurs postes de Conseillers pour l'année 1968. M. l'Abbé TIEGHEM et M^{me} Paule M. CORSIN demeurent dans leurs précédentes fonctions.

Communication écrite

G. LACHKAR. — Nouvelles définitions des genres de mégaspores *Valvisporites* (IBRAHIM) et *Pseudo-valvisporites* (LACHKAR) et de leurs principales espèces.

ASSEMBLEE GENERALE EXTRAORDINAIRE DU 7 FEVRIER 1968

PRÉSIDENCE DE M^{me} S. DEFRETIN, PRÉSIDENTE POUR 1967

A la suite de l'installation à Annappes de la Faculté des Sciences de Lille, le Siège de la Société Géologique du Nord se trouve désormais au Laboratoire des Sciences de la Terre, Cité Scientifique de Lille à Annappes. Son adresse postale est la suivante :

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
Sciences de la Terre
Boîte Postale n° 36 — 59 - Lille-Gare

D'autre part une augmentation des cotisations est adoptée :

- 35 F. personnes physiques,
- 65 F. personnes morales,
- 80 F. abonnement.

Enfin l'Assemblée donne pouvoir au Conseil pour le réajustement des tarifs Librairie.

SEANCE ORDINAIRE DU 7 FEVRIER 1968

PRÉSIDENCE DE M^{me} S. DEFRETIN, PRÉSIDENTE POUR 1967

PUIS DE M. A. DALINVAL, PRÉSIDENT POUR 1968

Avant de quitter la Présidence, M^{me} S. DEFRETIN s'adresse à l'Assemblée en ces termes :

Mesdames,
Mesdemoiselles,
Messieurs,

Fidèle à la tradition, je ne voudrais pas quitter ce fauteuil présidentiel sans faire le bilan de l'année écoulée.

1967 a été marqué par un nombre inusité de réunions extraordinaires : en Janvier et Février pour proposer un accord entre notre Société et la Bibliothèque universitaire en vue du relogement de notre bibliothèque; en Avril et Mai pour ratifier la convention avec la Bibliothèque universitaire et envisager certaines mesures à prendre pour améliorer notre trésorerie : réévaluation du stock de librairie et création de « membres bienfaiteurs » ; enfin dernièrement, en Janvier et Février, réunion qui vient de mettre au point le nouveau taux de cotisation et les mesures nécessaires pour obvier au retrait éventuel de la subvention du C.N.R.S.

L'année n'a pas été seulement marquée par des soucis d'argent. Notre Société a été durement éprouvée par la perte d'un trop grand nombre de membres : en Février, Charles CHARTIER, entrepreneur de sondages, notre président en 1946 ; D. STAMP, Professeur de Géographie honoraire à l'Université de Londres ; en Novembre, Jean BARROIS, Membre perpétuel, fils de Charles BARROIS, lequel avec Jules GOSSELET, avait participé à la fondation de notre Société ; mais surtout, en Juin dernier, la disparition brutale de notre Directeur, Maître vénéré de beaucoup d'entre nous qui avons été ses élèves et certains même ses amis : Pierre PRUVOST, Membre de l'Institut. Pour matérialiser et immortaliser son souvenir l'Assemblée du Département des Sciences de la Terre a décidé que cette salle de réunion prendrait désormais le nom de « Salle Pruvost », et son portrait nous incitera, nous en sommes certains, à nous inspirer de sa sagesse, de sa largeur de vue et de sa compétence de telle sorte que, toujours présent parmi nous, il continue à diriger notre Société. Une notice nécrologique paraîtra bientôt dans nos Annales.

Mais nous n'avons pas connu que des deuils. La Société Géologique du Nord a présenté une activité qui n'a rien à envier aux années précédentes : 25 nouveaux membres ont été élus, 17 communications orales et 6 communications écrites ont été présentées. En outre, une conférence a été faite par M. le Professeur FOXTON de l'Université de Grenade sur la Géologie des Pyrénées catalanes le 6 novembre 1967.

Les excursions traditionnelles de la Société se sont déroulées la première en Avril, en Belgique, sous la direction de M. BEUGNIES, dans le Dévonien du Syclinal de Dinant, la deuxième en Juin où M. le Professeur BONTE a bien voulu nous montrer des observations, dont certaines inédites, sur la transgression du Jurassique et du Crétacé sur le Paléozoïque du Boulonnais. Qu'il me permette de l'en remercier encore très vivement.

Si la Société a été à la peine et au travail, elle a aussi été à l'honneur.

M. BONTE s'est vu attribuer le grand Prix Léonard Danel de la Société Industrielle du Nord de la France et M. DERCOURT a reçu le Prix Gosselet de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille.

Trois de nos membres, M. Michel WATERLOT, M. Jacques PAQUET et M. J.P. LAVEINE ont été regus Docteurs ès Sciences. A tous, nous renouvelons nos vives félicitations.

Notre Société a été invitée à prendre part aux cérémonies qui célébraient le 20^e anniversaire de la fondation de la Société de Botanique du Nord de la France. Etant dans l'impossibilité d'y assister personnellement, M. J. DERCOURT, Vice-Président, a bien voulu y représenter la Société Géologique du Nord.

Enfin, avant de céder la place à notre nouveau Président, M. DALINVAL, qui par son dynamisme et son sérieux, saura communiquer à notre Société une vitalité nouvelle dans un esprit sans doute mieux adapté à la vie actuelle que je n'ai su le faire moi-même, je ne veux pas manquer de vous remercier tous pour l'amicale compréhension que vous m'avez témoignée, et ma gratitude se tournera plus encore vers les membres du Conseil, qui, ensemble, ont collaboré pour me faciliter grandement la tâche.

Monsieur A. DALINVAL prend alors la parole :

Mesdames,
Mesdemoiselles,
Messieurs,
Mes chers amis,

C'est avec une réelle émotion que je prends place aujourd'hui au fauteuil présidentiel quand je songe à tous ceux qui m'y ont précédé.

Comment ne pas rappeler en effet que notre Société est presque centenaire et qu'elle fut présidée, entre autres, par J. GOSSELET, Ch. BARROIS, Mgr DELÉPINE, A. DUPARQUE et P. PUVOST pour ne citer que quelques-uns de nos plus illustres disparus.

Aussi est-ce avec beaucoup d'humilité et d'appréhension que j'accède à cette présidence. Cet honneur, je le dois surtout à votre amitié et à l'assiduité que j'ai montrée dans l'assistance à nos réunions mensuelles, depuis que je devins membre de la Société en 1946 sous la présidence du regretté Président CHARTIER.

Je venais, à l'époque, de commencer ma carrière d'Ingénieur-Géologue dans les Houillères et cette vocation fut suscitée par ceux qui firent éclore en moi l'amour de mon métier dans ce Laboratoire lillois de Géologie : mon Maître, le regretté Pierre PUVOST dont l'enseignement fut toujours pour ses élèves si lumineux et clair ; Monsieur le Professeur Paul CORSIN qui eut un peu plus tard l'ingrate tâche de diriger la rédaction de ma thèse ; Monsieur le Professeur Gérard WATERLOT qui m'enseigna les beautés de la Minéralogie et les mystères de l'Hydrologie ; Monsieur le Professeur Gilbert MATHIEU, ainsi que Madame DEFRETIN qui s'occupait avec tant d'amabilité et de compétence de nos travaux pratiques de Minéralogie.

Croyez bien que j'essayerai d'être digne de votre confiance dans mes nouvelles fonctions. Heureusement, je puis compter sur le dévouement bien connu et la cordiale sympathie des membres du Conseil et des membres du bureau, en particulier de Monsieur PUVOST à qui j'adresse mes vives félicitations pour son élection à la première vice-présidence et qui saura me faire bénéficier de ses conseils éclairés.

Monsieur l'Abbé TIEGHEM veut bien continuer d'assumer la lourde tâche d'équilibrer notre budget, tâche de plus en plus ingrate pour laquelle il a droit à notre reconnaissance. Je sais que je puis compter également sur la compétence et la vigilance de notre déléguée aux publications, Madame Paule CORSIN, ainsi que sur Monsieur PAQUET qui, aidé de Monsieur LAVEINE, ont la lourde responsabilité d'assurer le secrétariat de notre Société. Nous accueillons aussi parmi nous Monsieur CROPTY, notre nouveau bibliothécaire : il reprend le flambeau si bien tenu jusqu'ici par Monsieur MÉRIAUX et pourra faire œuvre utile dans les nouveaux locaux de notre bibliothèque.

Et je me tourne maintenant vers notre Président sortant : chère Madame DEFRETIN, je me fais l'interprète de tous mes collègues pour vous adresser à la fin de votre mandat nos plus chaleureux remerciements pour la façon exemplaire avec laquelle vous avez dirigé notre Société. Nul doute que si j'ai besoin de vos conseils, vous n'en serez pas avare à mon égard ; aussi est-ce avec confiance que j'envisage l'avenir si nous œuvrons tous ensemble pour le renom toujours plus grand de notre Société.

Monsieur A. DALINVAL demande alors à Monsieur l'Abbé TIEGHEM, Trésorier de bien vouloir présenter le compte rendu financier de la Société pour l'année 1967. Ce rapport financier est adopté à l'unanimité et M. A. DALINVAL félicite et remercie M. l'Abbé TIEGHEM pour la parfaite gestion des finances.

Communications orales

J. BOUTRY et P. DOLÉ. — Le quaternaire de la vallée de l'Aa.

A. BONTE. — Le Bathonien supérieur de Réty-Loeuquinghen (P.-de-C.).

Présentation d'échantillons

M. BOUMA présente divers échantillons de minerais de manganèse du Gabon, objets d'une étude entreprise au Laboratoire de Minéralogie de la Faculté des Sciences de Lille.

—————«»—————

Nouvelles définitions des genres de mégaspores *Valvisporites* et *Pseudovalvisporites* et de leurs principales espèces

par G. LACHKAR (*)

Pl. I et II

Sommaire : Avec les nouvelles descriptions proposées, dans le genre *Valvisporites*, ne sont conservées que les mégaspores qui présentent des auricules incontestables. Le genre *Pseudovalvisporites* regroupe les formes voisines mais sans auricules nettes. Quatre espèces sont décrites dans le genre *Valvisporites* : *V. trilobus*, *V. appendiculatus*, *V. auritus* et *V. westphalensis*, et dans le genre *Pseudovalvisporites* figurent trois espèces : *P. saarensis*, *P. nigrozonalis* et *P. flavus*. D'autre part, deux variétés sont distinguées dans l'espèce *P. flavus* : *P. flavus* var. *sculptus* et *P. flavus* var. *verrucosus*, et dans l'espèce *P. nigrozonalis*, une nouvelle forme, la variété *mamillarius* est décrite.

Abstract : With the help of the new descriptions proposed here, only those megaspores which possess undoubtedly *auriculae*, are considered within the genus *Valvisporites*. The genus *Pseudovalvisporites* contains similar spores but without distinct *auriculae*. Descriptions of four species, *V. trilobus*, *V. appendiculatus*, *V. auritus* and *V. westphalensis* of the genus *Valvisporites*, as well as three species of the genus *Pseudovalvisporites*, *P. saarensis*, *P. nigrozonalis*, and *P. flavus* are given here. Two varieties, var. *verrucosus* and var. *sculptus* of the species *P. flavus*, and a new variety, var. *mamillarius* nov. var., of the species *P. nigrozonalis* are described.

En 1932, dans sa description des spores de la veine Agir, dans le bassin houiller de la Rhur, Ibrahim (5) créa le genre *Valvisporites* pour désigner des spores présentant : « une marque trilète et des expansions de l'exospore en forme de lobes ». Il prit comme génotype une mégaspore de l'espèce *V. trilobus*, et il rapprocha de cette espèce *Triletes auritus* décrite par Zerndt en 1930 (27).

En 1954, Potonié et Kremp (17) ont créé la subdivision des *Auritotriletes* pour regrouper les micro-, iso- et mégaspores possédant trois valves ou auricules équatoriales. Le genre *Valvisporites* est alors redéfini avec la diagnose modifiée suivante : « Mégaspores à contour équatorial arrondi à trilobé par suite d'expansions de l'exine (auricules) pas toujours visibles, dans le prolongement des arêtes triradiaires. Le cingulum est plus ou moins faiblement développé. L'Y atteint le plus souvent l'équateur. La surface de l'exine est plus ou moins lisse.

Les courbures, lorsqu'elles existent, sont proches de l'équateur et plus ou moins parallèles à lui ».

Potonié et Kremp décrivent six espèces dans ce genre : *V. appendiculatus*, *V. auritus*, *V. augustae*, *V. nigrozonalis*, *V. trilobus* et *V. flavus*. Ils y incluent également sans les décrire, *V. auritus* var. *grandis* et *V. saarensis*.

En 1957, Bhardwaj (1) conserve la conception du genre de Potonié et Kremp et décrit trois nouvelles espèces : *V. gu'hérli*, *V. sculptus* et *V. verrucosus*. Dans la même publication, il fait état également de *V. sofiaensis*, dont il attribue par erreur la description à Potonié et Kremp. La même année (2), il crée l'espèce *V. westphalensis*.

En 1966, Loboziak (11) reprendra cependant cette dernière espèce pour en faire un nouveau genre qu'il appellera *Expansisporites*.

Dans une publication sur les spores du Stéphanois français, parue en 1965, Piérart (15) crée l'espèce *V. stephanensis*.

(*) Laboratoire de Micropaléontologie, Paris.

Nous voyons ainsi que le genre *Valvisporites*, dans l'acception de Potonié et Kremp généralement suivie à l'heure actuelle, regroupe une quinzaine d'espèces du Paléozoïque. Le critère essentiel pour caractériser ces mégaspores, et qu'Ibrahim avait retenu comme unique caractère dans la diagnose qui définit le genre, est la présence d'auricules dans le prolongement des arêtes triradiaires. Dans la diagnose modifiée par Potonié et Kremp, ce caractère devient quasi facultatif : « auricules pas toujours visibles », et, par extension, le genre a fini par englober des formes plus ou moins éloignées de la conception originale.

En 1965, nous avons créé (10) le genre *Pseudovalvisporites* pour désigner des mégaspores très particulières décrites par Zerndt (31) sous le nom de *Triletes saarensis*, et que Potonié et Kremp (17) avaient incluses dans le genre *Valvisporites* bien qu'elles ne présentent jamais d'auricules.

Aux réunions de la Commission Internationale de Microflore du Paléozoïque (C.I.M.P.), le groupe de travail « mégaspores » s'est préoccupé des problèmes posés par ces spores et notamment à Bruxelles en mars 1965 et à Liège en avril 1966, de nombreuses discussions ont porté sur ce sujet. Nous tenons à remercier vivement tous les membres du « groupe mégaspores » dont les remarques et suggestions ont largement contribué aux définitions des genres et espèces présentées ici, et plus particulièrement MM. Liabeuf, Loboziak et Piérart.

Nous nous proposons ici de retourner à une conception du genre *Valvisporites* voisine de celle qu'en avait donnée à l'origine Ibrahim (5), et de ne conserver dans ce genre que les espèces à auricules incontestables, en discutant les synonymies possibles des espèces existant actuellement. Nous modifions également la diagnose du genre *Pseudovalvisporites* pour y intégrer des espèces sans auricules, mais présentant d'autres caractères pour lesquels les auteurs les avaient classées parmi les *Valvisporites*.

Descriptions

Genre *VALVISPORITES* (IBRAHIM 1933) emend.

Génotype : *Valvisporites trilobus* IBRAHIM 1933, 5, Pl. 4, fig. 30.

1933 : *Valvisporites* IBRAHIM, 5, p. 33, Pl. 4, fig. 30.

1954 : *Valvisporites* (IBRAHIM 1933), POTONIÉ et KREMP, 17, p. 93.

1966 : *Expansisporites* LOBOZIAK, 11, p. 252.

DIAGNOSE : « Ce sont des mégaspores de grande taille, à contour équatorial arrondi à triangulaire. Elles peuvent présenter un pseudocingulum plus ou moins largement développé. Les arêtes triradiaires sont de hauteur variable et atteignent l'équateur. Dans leur prolongement se situent des expansions en forme de lobes (auricules) qui peuvent être dues à un élargissement du pseudocingulum. La surface de l'exine est, le plus souvent, lisse ou finement granuleuse ».

Valvisporites trilobus (IBRAHIM 1933)

POTONIÉ et KREMP 1954-1956

Pl. I, fig. 1, 2

Holotype : IBRAHIM 1933, 5, Pl. 4, fig. 30.

1933 : *Valvisporites trilobus* IBRAHIM, 5, p. 33, Pl. 4, fig. 30.

1946 : *Triletes appendiculatus* KOWALEWSKA-MASLANKIEWICZ, in DIJKSTRA, 4, seul. Pl. 16, fig. 176, 177.

1956 : *Valvisporites trilobus* (IBRAHIM 1933) POTONIÉ et KREMP, 18, Pl. 5, fig. 33.

1956 : *Valvisporites appendiculatus* KOWALEWSKA-MASLANKIEWICZ, POTONIÉ et KREMP, 18, Pl. 5, fig. 34 a et 34 b.

1963 : *Valvisporites trilobus* IBRAHIM, in PIÉART, Pl. 111, fig. 12 et 13.

DIAGNOSE : « Ce sont des mégaspores trilètes à exine lisse en général de faible épaisseur. Le corps central, de forme arrondie, est entouré d'une expansion équatoriale (pseudocingulum) de largeur variable. Il mesure de 600 à 1100 μ de diamètre, le diamètre total de la spore pouvant atteindre 700 à 1300 μ .

» Les arêtes triradiaires sont droites ou faiblement ondulées, de faible hauteur, et se prolongent dans de larges expansions du pseudocingulum, en forme de lobes (auricules), donnant à la spore un aspect triangulaire à sommets tronqués. Ces auricules, à sommets anguleux, sont largement rattachées au pseudocingulum et sont au moins aussi larges que hautes ».

DISCUSSION : Comme l'a fait remarquer Bhardwaj (1), les formes décrites par Dijkstra (4), Pl. 16, fig. 176 et 177, et par Potonié et Kremp (18), Pl. 15, fig. 34 a et 34 b, comme des spécimens de *V. appendiculatus*, doivent être rapportées à l'espèce *V. trilobus*, dont elles sont d'excellentes illustrations et correspondent tout à fait à l'holotype figuré par Ibrahim et repris par Potonié et Kremp.

Valvisporites appendiculatus

(KOWALEWSKA-MASLANKIEWICZ) POTONIÉ et KREMP
1954-1956

Pl. I, fig. 4

- Holotype : *Valvisporites (Triletes) appendiculatus*
KOWALEWSKA-MASLANKIEWICZ, 1932, 8, p. 164,
fig. 39.
- 1932 : *Triletes appendiculatus* KOWALEWSKA-MASLANKIEWICZ, 8, pp. 163-164, fig. texte 39.
- 1936 : *Type VIII* SAHABI, 21, Pl. 2, fig. 7 et 8.
- 1937 : *Triletes appendiculatus* KOWALEWSKA-MASLANKIEWICZ in ZERNDT (*Type 12*), 30, p. 584.
- 1946 : *Triletes appendiculatus* KOWALEWSKA-MASLANKIEWICZ in DIJKSTRA, 4, p. 34, texte seul, et non fig.
- 1954 : *Valvisporites auritus* POTONIÉ et KREMP, 17, Pl. 6, fig. 38 a et 38 b seul.
- 1954 : *Valvisporites appendiculatus* POTONIÉ et KREMP, 17, diagnose p. 94.
- 1957 : *Valvisporites appendiculatus* BHARDWAJ, 1, p. 100, Pl. 26, fig. 15.
- 1957 : *Valvisporites güthorli* BHARDWAJ, 1, p. 100, Pl. 26, fig. 16.
- 1958 : *Valvisporites appendiculatus* BHARDWAJ, in PIÉ-RART, 13, p. 48, Pl. II, fig. 16 a et 16 b, Pl. XIII, fig. 1 a et 1 b.

DIAGNOSE : « Ce sont des mégaspores trilètes, à contour équatorial triangulaire plus ou moins arrondi. Le corps central de la spore mesure de 700 à 1100 μ de diamètre. Les arêtes triradiaires sont droites ou faiblement ondulées. Elles se prolongent plus ou moins dans de vastes expansions de l'exine en forme de lobes ou d'éventails (auricules). Ces auricules, en position subéquatoriale, sont plus hautes que larges et leur hauteur est plus grande que les 2/3 du rayon de la spore. Leur base d'attache sur le corps de la spore est plus étroite que leur plus grande largeur. Les crêtes arquées peuvent former un bourrelet plus ou moins épais. L'exine, plus ou moins épaisse, est lisse ou finement granuleuse ».

DISCUSSION : Cette espèce, proche de *V. trilobus*, s'en distingue par l'absence de pseudocingulum et la forme des auricules. Ces auricules sont beaucoup plus importantes que dans l'espèce *V. auritus*. La distinction de l'espèce *V. güthorli* qu'avait faite Bhardwaj, uniquement d'après la forme des auricules, ne nous paraît pas suffisamment justifiée : *V. güthorli* tombe donc en synonymie avec *V. appendiculatus*.

Valvisporites auritus (ZERNDT)

POTONIÉ et KREMP 1954-1956

Pl. I, fig. 5 a, 5 b, 3

- Holotype : *Valvisporites (Triletes) auritus I*, ZERNDT, 27, p. 46, Pl. I, fig. 4.
- 1930 : *Triletes auritus I* ZERNDT, 27, p. 46, Pl. 1, fig. 4 et 5.
- 1936 : *Sporites auritus* ZERNDT, in SAHABI, 21, p. 40, Pl. 2, fig. 5.
- 1946 : *Triletes auritus* ZERNDT, in DIJKSTRA, 4, pp. 31-32, Pl. 3, fig. 16 et 17, Pl. 16, fig. 178.
- 1946 : *Triletes auritus var. grandis*, ZERNDT *type 11a*, in DIJKSTRA, 4, p. 33.
- 1950 : *Triletes auritus* ZERNDT, in KALIBOVA, 6, p. 34, Pl. III, fig. 4-13.
- 1955 : *Valvisporites auritus* POTONIÉ et KREMP, 18, pp. 94-95, Pl. 6, fig. 38 seul.
- 1957 : *Valvisporites auritus* BHARDWAJ, 1, pp. 98-99, Pl. 26, fig. 13.

DIAGNOSE : « Ce sont des mégaspores trilètes à contour équatorial arrondi à triangulaire. Le corps central de la spore atteint 550 à 1200 μ de diamètre, il peut être entouré d'un pseudocingulum subéquatorial de 50 à 150 μ de large. Les arêtes triradiaires sont plus ou moins élevées et se prolongent dans les auricules, de forme plus ou moins semicirculaire, bien individualisées, et dont la hauteur atteint 50 à 200 μ . Ces auricules sont au maximum aussi hautes que larges. L'exine est lisse ou finement granuleuse ».

DISCUSSION : Les formes qui correspondent à cette description ont été beaucoup discutées par les auteurs. Dijkstra, qui a une conception assez large de la notion d'espèce, reconnaît, parmi les mégaspores auriculées, l'espèce *T. appendiculatus*, et l'espèce *T. auritus* dont il distingue cependant, comme l'avait fait Zerndt, une *variété grandis*.

Potonié et Kremp (17) retiennent une interprétation générique et spécifique plus étroite et ils maintiennent également la *variété grandis* au sein de l'espèce *V. auritus*.

Bhardwaj (1) fait remarquer que les mesures du diamètre de l'espèce originale *T. auritus*, sur son holotype, le sont sur une mégaspore aplatie latéralement. En mesurant la longueur des arêtes triradiaires, on peut reconstituer le diamètre de la spore si elle avait eu un aplatissement normal dans le sens proximo-distal. Les mesures obtenues sont alors sensiblement du même ordre que celles de la *variété grandis*.

Chaloner (3), en 1958, dans son étude des cônes de *Polysporia*, retrouve des spores de ce type, et par les mesures biométriques qu'il effectue, il montre que la taille de ces mégaspores est très variable (diamètre compris entre 600 et 1400 μ), la moyenne générale se situant à la limite admise entre *V. auritus* et la variété *grandis*.

Les nombreuses mesures que nous avons nous-mêmes effectuées sur des populations provenant du bassin houiller sarro-lorrain, nous conduisent aux mêmes conclusions. Il nous paraît donc difficile de maintenir une variété *grandis* qui ne se distinguerait de l'espèce type que par sa taille alors qu'une grande partie des spores rencontrées se situe, du point de vue biométrique, à la limite entre l'espèce *auritus* et sa variété *grandis*.

Valvisporites westphalensis BHARDWAJ 1957

Pl. I, fig. 6 et 7

Holotype : *Valvisporites (auritus) westphalensis* POTONIÉ et KREMP 1955, 18, Pl. 6, fig. 41.

1946 : *Triletes auritus* ZERNDT, in DIJKSTRA, 4, seul, Pl. 3, fig. 16 et 17 et Pl. 4, fig. 23.

1955 : *Valvisporites auritus* POTONIÉ et KREMP, 18, Pl. 6, fig. 40, 41, 43.

1957 : *Valvisporites westphalensis* BHARDWAJ, 2, pp. 124, 125, Pl. 25, fig. 71, 72.

1958 : *Valvisporites westphalensis* BHARDWAJ, in PIÉKART, 13, p. 47, Pl. XIV, fig. 4.

1966 : *Expansisporites westphalensis* LOBOZIAK, 11, p. 252, Pl. XXII, fig. 7, 9.

DIAGNOSE : « Ce sont des mégaspores trilètes à contour équatorial subtriangulaire. Leur diamètre varie de 700 à 1300 μ . Les arêtes triradiaires sont proéminentes, et dans leur prolongement se situent des auricules de forme plus ou moins semicirculaire, bien développées. A l'apex, une protubérance en forme de lancette figure une sorte de gula caractéristique. L'exine est lisse à finement granuleuse et assez épaisse ».

DISCUSSION : Cette espèce est voisine de *V. appendiculatus* ou de *V. auritus*. Elle en diffère par la présence d'une proéminence apicale plus ou moins développée. Loboziak, considérant la grande importance systématique, chez les mégaspores, de la présence d'une gula, a créé le genre *Expansisporites* pour désigner ces spores. Nous avons préféré conserver la distinction faite par Bhardwaj et faire intervenir ce critère seulement au niveau spécifique car, d'une part, cette proéminence apicale est, en

général, faiblement développée chez ces formes et n'atteint pas le développement que l'on observe chez les « vraies » spores lagéniculées (*Lagenicula* ; *Lagenosporites*, *Setosporites*) et, d'autre part, on peut observer parfois des formations apicales analogues chez certaines *Tuberculatisporites*, *Laevigatisporites*, *Colisporites*.

La présence d'une petite proéminence apicale semble donc être un fait morphologique assez fréquent dans de nombreux groupes de mégaspores, et, dans le cas qui nous préoccupe, il nous paraît difficile de la retenir comme critère fondamental de détermination générique.

Genre *PSEUDOVALVISPORITES*
(LACHKAR 1965) emend.

Génotype : *Pseudovalvisporites (Triletes) saarensis* ZERNDT 1940, 31, Pl. XII, fig. 40.

1940 : *Triletes saarensis* ZERNDT, 31, Pl. XII, fig. 40-44.

1965 : *Pseudovalvisporites* LACHKAR, 10, pp. 41-42, Pl. 1, fig. 1-8.

DIAGNOSE : « Ce sont des mégaspores trilètes à contour équatorial arrondi à elliptique. Les arêtes triradiaires, de hauteur variable, atteignent plus ou moins l'équateur de la spore. Il n'y a pas d'auricules, mais les crêtes arquées peuvent former un bourrelet qui peut s'élever en une petite protubérance au contact des arêtes triradiaires. L'exine, plus ou moins épaisse, peut être lisse ou présenter une ornementation ».

DISCUSSION : Ce genre avait été créé pour désigner des mégaspores décrites par les auteurs sous le nom de *Triletes saarensis* qui avaient été rapprochées des *Valvisporites* par Potonié et Kemp, sans toutefois présenter le caractère essentiel de ce genre : les auricules.

La diagnose de *Pseudovalvisporites*, telle que nous la modifions, s'applique à d'autres espèces sans auricules, précédemment classées dans le genre *Valvisporites*.

Pseudovalvisporites saarensis LACHKAR 1965
Pl. II, fig. 1, 2, 3

Holotype : *Pseudovalvisporites (Triletes) saarensis* ZERNDT 1940, 31, Pl. XII, fig. 40.

1940 : *Triletes saarensis* ZERNDT, 31, Pl. XII, fig. 40-44.

1946 : *Triletes saarensis* ZERNDT, in DIJKSTRA, 4, pp. 36-37.

- 1956 : *Valvisporites saurensis* POTONIE et KREMP, 18, p. 93.
1957 : *Valvisporites saurensis* POTONIE et KREMP, in BHARDWAJ, 1, p. 101, Pl. 27, fig. 5.
1965 : *Pseudovalvisporites saurensis* LACHKAR, 10, pp. 41-42, Pl. 1, fig. 1-8.

DIAGNOSE : « Ce sont des mégaspores trilètes à contour équatorial arrondi à elliptique. La hauteur des arêtes triradiaires est variable, pouvant atteindre 150 μ , et diminue de l'apex vers l'équateur de la spore. Leur longueur est inférieure à celle du rayon. Les crêtes arquées, lorsqu'elles existent, sont peu marquées et forment un bourrelet subéquatorial. Il n'y a pas de pseudocingulum ni d'auricules. L'exine est lisse ou finement granuleuse, mate, très épaisse (jusqu'à 100 μ). Ce sont des spores de grande taille dont le diamètre varie de 1050 à 2000 μ ».

DISCUSSION : Ces mégaspores n'ont été citées par les auteurs que dans le bassin sarro-lorrain. Elles se cantonnent, en Sarre, dans les Saarbrücker Schichten jusque dans la zone des Reden Flamm, et, en Lorraine, dans le sommet de l'Assise de Sulzbach et environ la moitié inférieure de l'Assise de La Houve.

Elles ont donc un grand intérêt stratigraphique pour les corrélations à l'intérieur de ce bassin.

Du point de vue morphographique, elles sont aisément identifiables, même en fragments, grâce aux caractères très particuliers de l'exine : grande épaisseur, absence d'ornementation. Zerndt (31), qui les a décrites pour la première fois, les a rapprochées de *Triletes potosiensis*, une espèce qu'il a rencontrée dans des charbons brésiliens. La description et la figuration qu'il donne de *T. potosiensis* semblent, en effet, assez proches de *P. saurensis*.

Pseudovalvisporites nigrozonalis
(STACH et ZERNDT 1931) nov. comb.

Pl. II, fig. 5 a et 5 b

- Holotype : *Pseudovalvisporites (Triletes) nigrozonalis* STACH et ZERNDT 1931, 24, Pl. 2, fig. 27.
1931 : *Triletes nigrozonalis* STACH et ZERNDT, 24, p. 1123, Pl. 2, fig. 26-27.
1940 : *Triletes auritus* ZERNDT, 31, Pl. IX, fig. 5-18.
1946 : *Triletes auritus* ZERNDT, in DIJKSTRA, 4, Pl. 3, fig. 19-21.
1956 : *Valvisporites nigrozonalis* POTONIE et KREMP, 18, p. 96 ; Pl. 5, fig. 35-37.
1957 : *Valvisporites nigrozonalis* POTONIE et KREMP, in BHARDWAJ, 1, p. 96, Pl. 26, fig. 8 et 9.
1958 : *Valvisporites nigrozonalis* POTONIE et KREMP, in PIÉBART, 13, p. 50, Pl. II, fig. 1-4.

DIAGNOSE : « Ce sont des mégaspores trilètes à contour équatorial arrondi à elliptique. Les arêtes triradiaires sont droites, en forme de fin bourrelet, et atteignent la région subéquatoriale de la spore où elles rejoignent les crêtes arquées, également en forme de fin bourrelet, de 20 à 60 μ de large. A leur point de rencontre, les arêtes triradiaires et les crêtes arquées peuvent former une légère protubérance. L'exine est lisse à très finement granuleuse et épaisse de 15 à 30 μ . Le diamètre total de la spore varie de 600 à 1200 μ ».

DISCUSSION : Les formes décrites par Zerndt en 1937 (30) et en 1940 (31), et par Dijkstra en 1946 (4), comme des spécimens de *T. auritus*, correspondent en fait à la diagnose de *P. nigrozonalis*. *P. nigrozonalis* diffère de *P. saurensis* par sa taille nettement plus petite, l'épaisseur de son exine beaucoup plus faible, et également la forme et la longueur des arêtes triradiaires.

Pseudovalvisporites nigrozonalis var. *mamillarius*
nov. var.

Pl. II, fig. 7 a, 7 b

Holotype : Lorraine, Siège de Cuvelette, Veine 27, Collection Micropaléontologie, cellule N° 58. Pl. II, fig. 7 a.

DIAGNOSE : « Ce sont des mégaspores dont la description générale est identique à celle de l'espèce *P. nigrozonalis*. Elles se distinguent par leur exine qui présente une ornementation constituée par de petits tubercules de 15 à 30 μ de diamètre, plus ou moins régulièrement disposés. Ces tubercules sont de couleur foncée et brillants, ils se détachent nettement sur l'exine plus claire et mate, plus ou moins finement granuleuse. En général plus abondants sur les aires de contact de la spore, on peut observer également ces tubercules sur la face distale ainsi que sur les arêtes triradiaires et les crêtes arquées ».

DISCUSSION : Nous avons rencontré ces mégaspores (une trentaine de spécimens environ) surtout dans les veines 25 et 27 du Siège de Cuvelette, couches qui contiennent également de nombreux exemplaires de *P. nigrozonalis* non ornementées. Nous proposons le nom de variété *mamillarius* par analogie avec *Tubercularisporites mamillarius* dont les éléments de l'ornementation sont semblables.

Pseudovalvisporites (Triletes) flavus
(STACH et ZERNDT 1931) nov. comb.

Pl. II, fig. 4

- Holotype : STACH et ZERNDT 1931, p. 1122, Pl. 2, fig. 18.
1931 : *Triletes flavus* STACH et ZERNDT, 24, p. 1122, Pl. 2, fig. 18.
1932 : *Sporonites silvanus* IBRAHIM, 5, p. 448, Pl. 15, fig. 22.
1946 : *Triletes auritus* ZERNDT, in DIJKSTRA (pars.), pp. 31, 32, Pl. 3, fig. 18, 22.
1956 : *Valvisporites flavus* POTONIÉ et KREMP, 18, p. 95, Pl. 6, fig. 39-42.
1956 : *Valvisporites augustae* POTONIÉ et KREMP, 18, p. 94, Pl. 6, fig. 44-47.
1957 : *Valvisporites auritus* POTONIÉ et KREMP, in BHARDWAJ, 1, Pl. 26, fig. 11.
1958 : *Valvisporites augustae* POTONIÉ et KREMP, in PIÉRART, 13, Pl. II, fig. 5-11.
1958 : *Valvisporites flavus* POTONIÉ et KREMP, in PIÉRART, 13, p. 53, Pl. VIII, fig. 1 ; Pl. VIII, fig. 3-6 ; Pl. II, fig. 5-14.
1965 : *Valvisporites stephanensis* PIÉRART, 15, p. 28, Pl. 7, fig. 1-6.

DIAGNOSE : « Ce sont des mégaspores trilètes à contour équatorial triangulaire arrondi. Les arêtes triradiaires, aussi hautes que larges, sont en forme de bourrelet ou lamellaires. Elles rejoignent, dans la région subéquatoriale de la spore, un pseudocingulum, de largeur variable (50 à 150 μ), qui se confond avec les crêtes arquées et qui peut être lamellaire pour les spores non aplaties latéralement. Les arêtes triradiaires peuvent se prolonger un peu au delà du pseudocingulum en un pointement plus ou moins aigu. L'exine épaisse de 30 à 50 μ , est plus ou moins grossièrement granuleuse. Le diamètre total de la spore varie de 700 à 1800 μ ».

DISCUSSION : Cette espèce regroupe les spores auparavant attribuées principalement aux espèces : *Valvisporites flavus*, *V. augustae*, *V. strephanensis*. La distinction entre les espèces *V. flavus* et *V. augustae*, sensu POTONIÉ et KREMP est, en effet, difficile à mettre en pratique. L'argument le plus souvent avancé, concerne la taille de ces spores qui serait plus grande pour l'espèce *V. flavus* sensu stricto. Cet argument biométrique ne peut être retenu, car les spécimens de taille intermédiaire comprise entre 1000 et 1200 μ sont ceux que l'on rencontre le plus souvent.

C'est surtout un argument biométrique que Piérart a également invoqué pour distinguer l'espèce *V. strephanensis* qui ne peut donc être maintenue.

P. flavus se distingue de *P. saarensis* par la présence d'un pseudocingulum, la longueur des arêtes triradiaires par rapport au rayon de la spore, l'épaisseur de l'exine.

Elle se distingue de *P. nigrozonalis* par la forme de son contour, le pseudocingulum, l'exine plus épaisse et plus grossièrement granuleuse, la taille généralement plus grande.

Pseudovalvisporites flavus var. *sculptus*
(BHARDWAJ 1957) nov. comb.

Pl. II, fig. 6

- Holotype : BHARDWAJ 1957, 1, p. 100, Pl. 27, fig. 1.
1957 : *Valvisporites sculptus* BHARDWAJ, 1, p. 100, Pl. 27, fig. 1 et 2.

DIAGNOSE : « Ce sont des mégaspores dont la description générale est identique à celle de *P. flavus*. Elles s'en distinguent par leur exine qui est recouverte de nombreuses petites pustules à disposition dense et régulière, simulant un reticulum négatif. Cette ornementation est peu marquée sur le pseudocingulum et les arêtes triradiaires ».

DISCUSSION : Ces mégaspores dont nous retenons la description originale de Bhardwaj, ne diffèrent de l'espèce *P. flavus* que par l'ornementation de leur exine. Il nous a paru logique de les décrire comme une variété de l'espèce *P. flavus*, de la même façon que nous avons créé la variété *mamillarius* de l'espèce *P. nigrozonalis*.

Pseudovalvisporites flavus var. *verrucosus*
(BHARDWAJ 1957) nov. comb.

- Holotype : BHARDWAJ 1957, 1, p. 101, Pl. 27, fig. 3.
1957 : *Valvisporites verrucosus* BHARDWAJ, 1, p. 101, Pl. 27, fig. 3 et 4.
1958 : *Valvisporites verrucosus* BHARDWAJ, in PIÉRART, 13, p. 55, Pl. VIV, fig. 1 et 2.

DIAGNOSE : « Ce sont des mégaspores dont la description correspond à celle de *P. flavus*. Elles se distinguent par leur exine qui est recouverte sur toute la surface de la spore, aussi bien la face proximale que la face distale, ainsi que le pseudocingulum, de petites verrues de taille et de forme variées ».

DISCUSSION : Cette variété diffère de la précédente par la nature de l'ornementation de l'exine. Elle est ici verruqueuse, alors que dans la variété *sculptus* elle est formée de pustules de plus grande taille et simule un réticule, d'après Bhardwaj.

Position systématique des genres Valvisporites et Pseudovalvisporites

La classification des spores dispersées est un problème ardu qui préoccupe tous les palynologistes et, actuellement, de nombreux systèmes sont utilisés. En ce qui concerne les mégaspores du Paléozoïque, le système le plus couramment employé est celui proposé par Potonié et Kremp (17) en 1954 : c'est celui que nous adoptons, en attendant que le groupe de la Commission Internationale de Microflore du Paléozoïque (C.I.M.P.), qui travaille sur ces questions, propose une solution plus satisfaisante.

Dans ce système de nomenclature, la position des genres que nous avons redéfinis est la suivante :

ANTETURMA : *SPORITES* H. POTONIÉ 1893.

TURMA : *TRILETES* (REINSCH 1881) POTONIÉ et KREMP 1954.

SUBTURMA : *AURITOTRILETES* POTONIÉ et KREMP 1954.

INFRATURMA : *AURICULATI* (SCHOPF 1938) POTONIÉ et KREMP 1954.

GENRE : *VALVISPORITES* (IBRAHIM 1933) nov. comb.

ANTETURMA : *SPORITES* H. POTONIÉ 1893.

TURMA : *TRILETES* (REINSCH 1881) POTONIÉ et KREMP 1954.

SCBTURMA : *AZONOTRILETES* LÜBER 1935.

INFRATURMA : *LAEVIGATI* (BENNIE et KIDSTON 1886) POTONIÉ et KREMP 1954.

GENRE : *PSEUDOVALVISPORITES* (LACHKAR 1965) nov. comb.

REMARQUE : Bien que nous ayons décrit dans le genre *Pseudovalvisporites* des variétés dont l'exine est ornementée, nous conservons la position systématique du genre dans l'INFRATURMA des *LAEVIGATI*. En effet, du point de vue des microspores, cette INFRATURMA regroupe également des formes dont l'exine montre une ornementation.

Conclusions

En proposant ces nouvelles définitions des genres *Valvisporites* et *Pseudovalvisporites*, nous avons tenté de clarifier et de simplifier la nomenclature d'un ensemble important de mégaspores du Paléozoïque.

Dans le genre *Valvisporites*, nous avons conservé les spores qui présentent des auricules nettement différenciées, et seules quatre espèces y subsistent : *V. trilobus*, *V. appendiculatus*, *V. auritus* et *V. westphalensis*.

Le genre *Pseudovalvisporites* est élargi et regroupe trois espèces principales : *P. saarensis*, *P. nigrozonalis* et *P. flavus*. Une nouvelle variété, *mamillarius*, à exine ornementée, de l'espèce *P. nigrozonalis*, est décrite, et dans *P. flavus* on peut distinguer deux variétés : *sculptus* et *verrucosus*, d'après l'ornementation de l'exine.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- 1) BHARDWAJ D.C. (1957). — The palynological investigations of the Saar coals. *Palaontographica*, Abt. B, Bd 101, pp. 71-125, Pl. 22-31.
- 2) BHARDWAJ D.C. (1957). — The spore flora of the Velener schichten (Lower Westphalian D) in the Ruhr coal measures. *Palaontographica*, Abt. B, Bd 102, pp. 110-138, Pl. 23-26.
- 3) CHALONER W.G. (1958). — *Polysporia mirabilis* NEWBERRY. A fossil lycopod cone. *Journ. of Paleont.*, Vol. 32, pp. 199-209, Pl. 31-32.
- 4) DIJKSTRA S.J. (1946). — Eine monographische Bearbeitung Karbonischen Megasporen. *Mededel. Geol. Stichting*, série C, III, 1, n° 1, pp. 5-101.
- 5) IBRAHIM A.C. (1932). — Sporenformen des Ägirhorizonts des Ruhr-Reviers. *Thèse*, Berlin.
- 6) KALIBOVA M. (1950). — Megaspores of the Radnice coal-measures zone of the Kladno-Rakovnik coal basin. *Sborn. of the Geol. Surv. of Czechoslovakia*, vol. XVIII, pp. 21-83.
- 7) KALIBOVA M. (1959). — Rod *Valvisporites* (A.C. IBRAHIM 1933) R. POTONIÉ et KREMP 1954 (*Triletes auritus* type II, J. ZERNDT 1930) a jeho druhy v českem permu karbonu. *Vestník u.u. G., T.*, 34, n° 6, pp. 429-436.
- 8) KOWALEWSKA-MASLANKIEWICZ S. (1932). — Megasporen aus dem flöz « Elzbetia » in Sierza. *Acta Soc. Bot. Pol.*, vol. IX suppl., pp. 155-174.
- 9) LACHKAR G. (1963). — Etude des mégaspores du Westphalien D du bassin houiller de Lorraine. Application à la corrélation des couches de charbon. *Thèse 3^e Cycle*, Paris.

- 10) LACHKAR G. (1965). — Sur la position systématique de *Triletes saarensis* J. ZERNDT 1940. *Rev. de Micropal.*, vol. 8, n° 1, pp. 40-44.
- 11) LOBOZIAK S. (1966). — Identification et corrélation par les mégaspores des couches de la base du Westphalien C dans le groupe d'Auchel-Bruay des H.B.N.P.C. *Ann. Soc. Géol. Nord*, T. LXXXV, pp. 251-263.
- 12) PIÉRART P. (1955). — Les mégaspores contenues dans quelques couches de houille du Westphalien B et C aux charbonnages Limbourg-Meuse. *Publ. Assoc. Etud. Paleont.*, n° 21, hors ser., pp. 125-142.
- 13) PIÉRART P. (1958). — Palynologie et stratigraphie de la Zone de Neeroteren (Westphalien C supérieur) en Campine Belge. *Publ. Assoc. Etud. Paleont.*, n° 30, pp. 12-102.
- 14) PIÉRART P. (1963). — Synopsis des mégaspores du Westphalien de la Belgique. *Bull. Soc. Roy. Bot. de Belgique*, T. 95, pp. 231-253.
- 15) PIÉRART P. (1955). — Mégaspores du Stéphanien français. *Mededeel van de Geol. Sticht.*, Nieuwe ser., n° 17, pp. 27-30, Pl. 1-7.
- 16) POTONIÉ R., IBRAHIM A.C. et LOOSE F. (1933). — Sporenformen aus des flözen Ägir und Bismark des Ruhrgebietes. *N. Jahrb. Min. Usw. B. il.*, Bd 67, B, pp. 438-454.
- 17) POTONIÉ R. et KREMP G. (1954). — Die Gattungen des Paläozoischen *Sporae dispersae* und ihre Stratigraphie. *Geol. Jb.*, Bd 69, pp. 111-194.
- 18) POTONIÉ R. et KREMP G. (1955-1956). — Die *Sporae dispersae* des Ruhrkarbons. *Palaeontographica*, Bd 98, pp. 1-136 ; Bd 99, Abt. B, pp. 85-191 ; Bd 100, pp. 65-121.
- 19) POTONIÉ R. (1956-1960). — Synopsis der Gattungen der *Sporae dispersae*. *Beih. Geol. Jb.*, n° 23, pp. 1-104 ; n° 31, pp. 1-114 ; n° 39, pp. 1-189.
- 20) POTONIÉ R. (1962). — Synopsis der *sporae in situ*. *Beih. Geol. Jb.*, n° 52, pp. 1-204.
- 21) SAHABI Y. (1936). — Recherches sur les Spores des Houilles françaises. Leurs caractères et leur répartition stratigraphique. *Thèse*, Lille.
- 22) SCHOPF J.M., WILSON L.R. et BENTHALL R. (1944). — An annotated synopsis of Paleozoic fossil spores and the definition of generic groups. *State Geol. Surv. Illinois*, n° 91, pp. 1-66.
- 23) SPINNER E. (1965). — Westphalian D megaspores from the forest of Dean coalfield, England. *Palaeontology*, Vol. 8, part 1, pp. 82-106.
- 24) STACH E. et ZERNDT J. (1931). — Die Sporen in dem Flamm, Gasflam und Gaskohlen des Ruhrkarbons. *Glückauf*, pp. 1118-1124.
- 25) WINSLOW M.R. (1959). — Upper Mississippian and Pennsylvanian megaspores and other plant microfossils from Illinois. *Illinois State Geol. Surv.*, Bull. 86, pp. 1-103.
- 26) YBERT J.P. (1965). — Contribution à l'étude des mégaspores du Westphalien D Supérieur et du Stéphanien du Bassin houiller de Lorraine. Application à la corrélation des couches. *Thèse 3^e Cycle*, Paris.
- 27) ZERNDT J. (1930). — Megasporen aus einem Flöz in Libiaz (Stephanien). *Bull. Acad. Pol. des Sc. et Lett.*, ser. B. 1, pp. 39-70.
- 28) ZERNDT J. (1931). — Megasporen als Leit-fossilien des produktiven karbons. *Bull. Acad. Pol. des Sc. et Lett.*, ser. A, pp. 165-183.
- 29) ZERNDT J. (1934). — Les mégaspores du Bassin Houiller Polonais. *Acad. Pol. Sc. et Lett.*, Trav. Geol., n° 1, pp. 1-56.
- 30) ZERNDT J. (1937). — Les mégaspores du Bassin Houiller Polonais. *Acad. Pol. Sc. et Lett.*, Trav. Geol. n° 3, pp. 1-78.
- 31) ZERNDT J. (1940). — Megasporen des Saarkarbons. *Palaeontographica*, Bd 84, pp. 133-150.

EXPLICATION DES PLANCHES

Toutes les figures sont au grossissement x 50.

PLANCHE I

FIG. 1. — *Valvisporites trilobus* (IBRAHIM 1933) POTONIÉ et KREMP 1955.

Cette photographie est reprise dans Potonié et Kremp 1955 (18) et figure l'holotype décrit par Ibrahim (5). La spore ayant été détériorée, le dessin en surcharge de la photographie reconstitue le contour original présumé de la spore.

FIG. 2. — *Valvisporites trilobus* (IBRAHIM 1933) POTONIÉ et KREMP 1955.

2 a) Face proximale de la spore déterminée par Potonié et Kremp (18), Pl. 5, fig. 34, comme *V. appendiculatus*, et qui est, en fait, une bonne illustration de l'espèce *V. trilobus*.

2 b) Face distale de la même spore.

FIG. 3. — *Valvisporites auritus* (ZERNDT 1930) POTONIÉ et KREMP 1954.

Face proximale d'une spore montrant l'exine finement granuleuse et les auricules semicirculaires dans le prolongement des arêtes triradiaires.

Origine : Lorraine, Sondage Onderwald, couche à 461,87 m n° 351.

FIG. 4. — *Valvisporites appendiculatus* (MASLANKIEWICZ 1932) POTONIÉ et KREMP 1954.

Face proximale d'une spore où l'on peut voir deux auricules bien développées, la troisième ayant été brisée. Ces auricules ont une base d'attache sur le corps central de la spore plus étroite que leur plus grande largeur.

Origine : Lorraine, Siège de Cuvelette, Veine 7, n° 34.

FIG. 5. — *Valvisporites auritus* (ZERNDT 1930) POTONTÉ et KREMP 1954.

5 a) Face distale de la spore montrant le corps central arrondi et le pseudocingulum large de 150 μ environ.

5 b) Face proximale de la même spore sur laquelle on peut voir les arêtes triradiaires qui se prolongent dans les auricules.

Origine : Lorraine, Sondage Onderwald, couche à 461,87 m n° 351.

FIG. 6. — *Valvisporites westphalensis* BHARDWAJ 1957.

Face proximale d'une spore montrant les auricules assez bien développées, un large pseudocingulum et une protubérance en forme de lancette à l'apex.

Origine : Bassin du Nord, Faisceau Six-Sillons inférieur, n° 796, cellule n° 61.

FIG. 7. — *Valvisporites westphalensis* BHARDWAJ 1957.

Face proximale d'une spore montrant la protubérance apicale assez bien développée et un pseudocingulum en forme de bourrelet.

Origine : Bassin du Nord, Faisceau Six-Sillons inférieur, n° 880, cellule n° 64.

FIG. 3. — *Pseudovalvisporites saarensis* (ZERNDT 1940) LACHKAR 1965.

Photographie de la cassure de la mégaspore de la fig. 2, montrant l'épaisseur remarquable de l'exine qui atteint ici 100 μ environ et la coupe d'une arête triradiaire.

FIG. 4. — *Pseudovalvisporites flavus* (STACH et ZERNDT 1931) nov. comb.

Face proximale d'une spore, aplatie en position proximo-distale, montrant les arêtes triradielles, en forme de bourrelet épais, qui atteignent l'équateur de la spore où elles rejoignent les crêtes arquées, également en forme de bourrelet ; au point de rencontre, on peut voir une petite protubérance.

Origine : Lorraine, Siège de la Houve, Veine Schwalbach, cellule n° 63.

FIG. 5. — *Pseudovalvisporites nigrozonalis* (STACH et ZERNDT 1931) nov. comb.

5 a) Face proximale d'une spore aplatie un peu latéralement. On peut observer les arêtes triradielles en forme de bourrelet de faible épaisseur qui rejoignent les crêtes arquées, également en forme de fin bourrelet, en position subéquatoriale.

5 b) Face distale de la même spore, montrant l'exine finement granuleuse et deux des crêtes arquées, sur la bordure de la photographie.

Origine : Lorraine, Siège de Cuvelette, Veine 25, cellule n° 85.

PLANCHE II

FIG. 1. — *Pseudovalvisporites saarensis* (ZERNDT 1940) LACHKAR 1965.

Face proximale d'une spore montrant l'exine granuleuse, les arêtes triradielles diminuant de hauteur de l'apex vers l'équateur de la spore qu'elles n'atteignent pas.

Origine : Lorraine, Siège de Cuvelette, Veine 20 Est, banc sup. cellule n° 74.

FIG. 2. — *Pseudovalvisporites saarensis* (ZERNDT 1940) LACHKAR 1965.

Mégaspore aplatie latéralement et brisée. On peut voir un bourrelet, correspondant à l'une des arêtes triradielles, en vue oblique et en coupe sur la cassure.

Origine : Lorraine, Siège de Folschviller, Veine Nicole, cellule n° 76.

FIG. 6. — *Pseudovalvisporites flavus*, var. *sculptus* (BHARDWAJ 1957) nov. comb.

Face proximale d'une spore montrant l'ornementation de l'exine dessinant un reticulum.

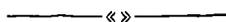
Origine : Lorraine, Siège de La Houve, toit de la Veine Schwalbach, cellule n° 354.

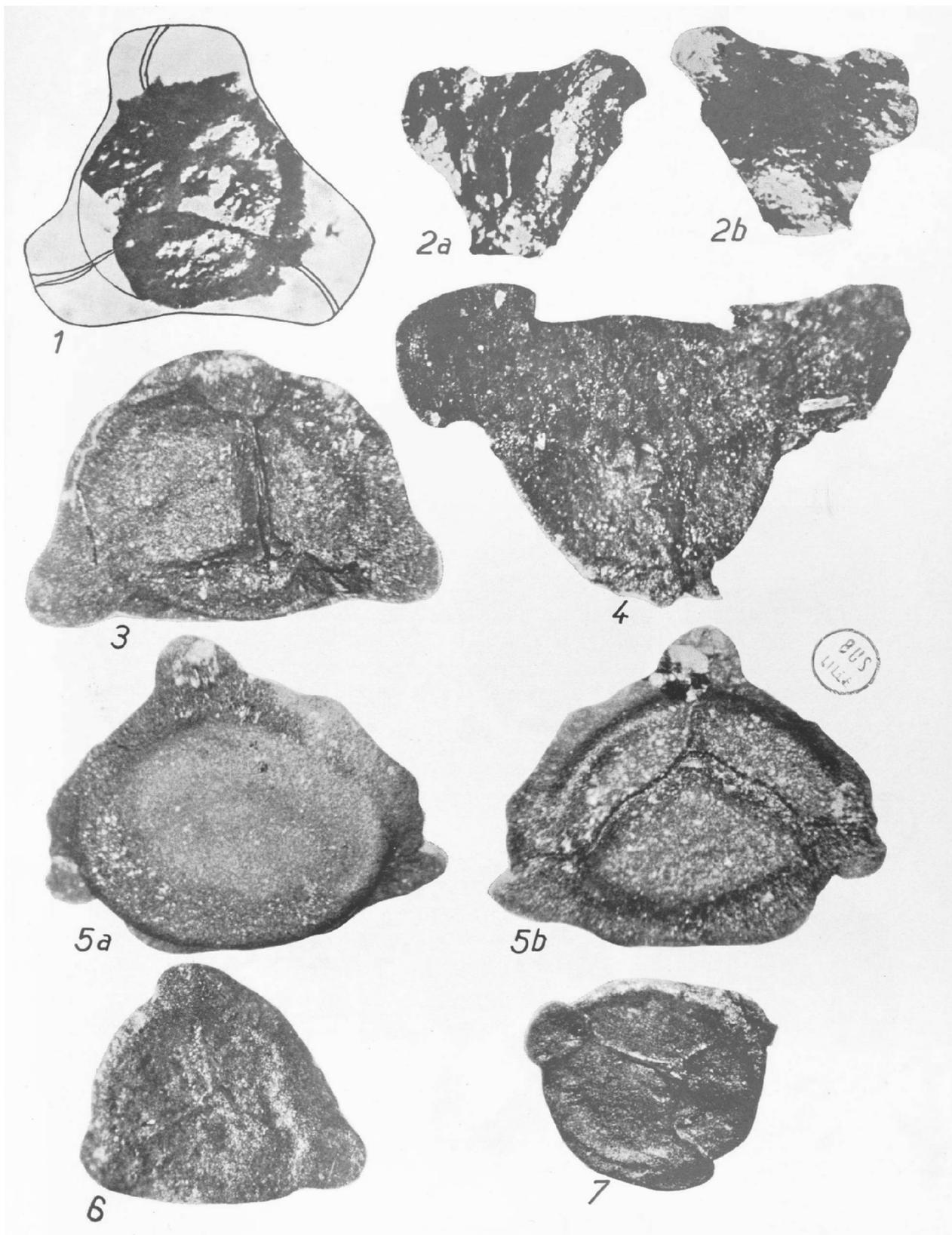
FIG. 7. — *Pseudovalvisporites nigrozonalis* var. *mamillarius* nov. var.

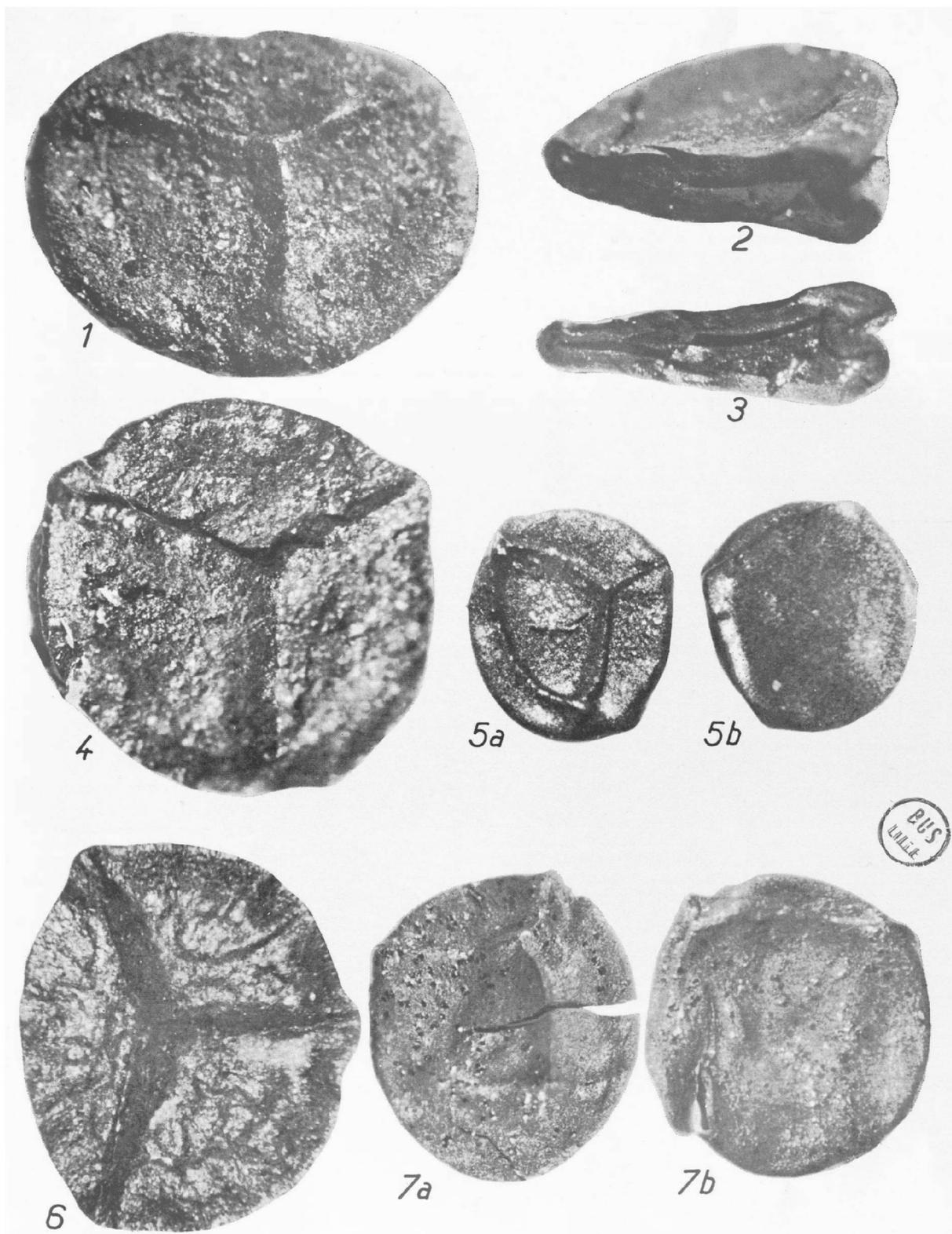
7 a) Photographie de l'holotype. Spore aplatie un peu latéralement sur laquelle on peut observer l'ornementation de l'exine constituée de petits tubercules répartis irrégulièrement sur toute la surface de la spore.

7 b) Face distale d'une spore très voisine de la précédente.

Origine : Lorraine, Siège de Cuvelette, Veine 27, cellule n° 58.







Le Bathonien supérieur à Réty-Locquinghen (Pas-de-Calais)

par A. BONTE (1)

Sommaire : Coupe temporaire dans une tranchée de route des couches de passage du Bathonien moyen au Bathonien supérieur.

Abstract : Passage beds between upper and middle Bathonian, along a road-cutting.

A l'occasion de la réfection et de l'élargissement du chemin de Locquinghen à Elinghen, parcouru par les lourds camions qui desservent les carrières de calcaire et de dolomie, une coupe temporaire a recoupé sur une longueur d'environ 500 m l'Argile du Gault et les Sables verts transgressifs sur le Bathonien, avec interposition de quelques mètres d'argiles et de sables wealdiens. La répétition de l'Albien d'une part, du Wealdien d'autre part, le long de cette coupe conduit à tracer deux petites failles d'orientation subméridienne, parallèles au grand accident connu sous le nom de Faille d'Elinghen.

En dehors des indications apportées par les travaux pour la cartographie détaillée de la région, le principal intérêt du nouvel affleurement est de montrer une nouvelle série des couches de passage du Bathonien moyen au Bathonien supérieur qui n'apparaissent plus qu'exceptionnellement. Si on peut encore les étudier à l'ancienne carrière des Pichottes, à 1 km au S du Wast (Parent, 1899), il n'est plus possible actuellement de les observer à l'ancienne carrière des Calhaudes située à 1250 m à l'E de Marquise (Bonte, Collin, etc., 1958).

Ces couches de passage affleurent donc à la partie basse de la coupe récemment visitée à l'occasion de la Réunion Extraordinaire de la Société géologique du Nord dans le Boulonnais (2), vers la cote 75, à 160 m à l'E du carrefour 70.7 (Coordon-

nées Lambert I : Marquise 561.14 - 346.56). Une légère ondulation synclinale permet d'observer dans leur ensemble les couches de passage en question, malgré la faible hauteur du talus. On peut ainsi dresser la coupe suivante, de haut en bas :

BATHONIEN SUPÉRIEUR : calcaire oolithique et à débris, dur et brunâtre, à *Z. lagenalis* (Cornbrash), visible sur 0,50 m.

COUCHES DE PASSAGE :

- f 0,30 à 0,10 m : calcaire marneux jaune clair à colithes ferrugineuses brunes abondantes et à débris coquilliers, avec petits galets du même calcaire à oolithes ferrugineuses. Fossiles abondants : Rhynchonelles, Térébratules, grandes Pholades, Trigonies, Pecten, Avicules, *Trochus*, Polypiers coloniaux, *Anabacia*.
- a 0,30 m : argile gris foncé brunâtre pétrie de débris coquilliers (lamellibranches et bryozoaires) avec quelques oolithes ferrugineuses. Fossiles abondants : Rhynchonelles, Térébratules, Avicules, Ostréidés.
- d 0,10 m : blocs arrondis et perforés de calcaire compact jaune clair à sections de fossiles remplies de calcite brune (Nérinées et lamellibranches) et nombreux débris de coquilles en calcite brune ; rares traînées d'oolithes ferrugineuses.
- c 0 à 0,10 m : argile brune.
- b 0,30 m : marne gris clair ou calcaire marneux gris peu cohérent.
- a 0,30 m : argile gris foncé verdâtre pétrie de fins débris de lamellibranches, contenant à la base des pseudoolithes éparses remaniées.

— Hard ground —

BATHONIEN MOYEN : calcaire de Marquise pseudoolithique à grain très fin.

Si l'on compare cet affleurement aux coupes étudiées en 1957 par J.-J. Collin, on constate l'existence de nombreux points communs :

(1) Faculté des Sciences de Lille.

(2) Cette étude fait suite à la découverte par J. Paquet, au cours de cette réunion, d'oolithes ferrugineuses dans des argiles grises qui avaient été observées dans de très mauvaises conditions quelques années auparavant, à l'entrée d'un bosquet situé en face du talus et attribuées alors aux Marnes d'Hydraquent.

— l'alternance de bancs calcaires minces, de faciès particulier à ce niveau, et de marnes ;

— le contraste d'une part avec l'Oolithe de Marquise (calcaire pseudoolithique fin terminé par un hard ground) au-dessous ; d'autre part, avec les calcaires rocailloux à oolithes franches au-dessus ;

— la présence d'argiles grises, verdâtres ou brunâtres à micro-débris de coquilles, à la base ; de calcaires marneux et de marne à oolithes ferrugineuses, au sommet.

On dispose donc, du point de vue cartographique, d'un repère précis peu épais et constant à la limite Bathonien moyen-Bathonien supérieur, et ceci à travers tout le Boulonnais puisqu'on le retrouve à Marquise, à Réty, au Wast ; il a été reconnu, en outre, dans la partie la plus profonde de la dépression boulonnaise à Lottinghen, dans le lit du ruisseau situé à 700 m au NE de l'agglomé-

ration, sous le pont de la D. 204 (Coordonnées Lambert I : Desvres 571.78 - 332.42).

Ces couches de passage trahissent une période d'instabilité dans la sédimentation qui devait être très littorale si on en juge par : la formation d'oolithes ferrugineuses, l'abondance des microlumachelles, la présence de galets intraformationnels (couche f), l'aspect noduleux de la couche d, le hard ground qui surmonte l'Oolithe de Marquise. La diminution d'épaisseur qui, de 2,75 m au Wast et 2,20 m à Marquise, n'atteint plus ici que 1,30 m, atteste la proximité d'un rivage dont le tracé a été dessiné pour la première fois par P. Pruvost à l'occasion de son étude sur le sondage Cosserat à Amiens (Leroux et Pruvost, 1935). Ces mêmes couches de passage atteignent 3 à 4 m dans les sondages de Boulogne (A.P.O.) et de la région de Doullens (H.B.N.P.C.).

BIBLIOGRAPHIE

- BONTE A., COLLIN J.-J., GODFRIAUX I. et LEROUX B. (1958). — Le Bathonien de la région de Marquise. Le Wealdien du Boulonnais (feuilles de Marquise et de Boulogne au 1/50.000). *Bull. Carte géol. France, C.R. Coll. Campagne 1957*, LVI, n° 255, p. 9-28, 6 fig.
- BONTE A. et DE HEINZELIN J. (1966). — Compte rendu de la Session Extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie et de la Société géologique de Belgique dans le Boulonnais du 8 au 11 septembre 1966. *Bull. Soc. belge Géol. Paléont. Hydrol.*, LXXV, p. 245-305, 14 fig.
- LEROUX E. et PRUVOST P. (1935). — Résultats géologiques d'un sondage profond à Amiens. *Ann. Soc. géol. Nord*, LX, p. 70-99, 3 fig., Pl. II.
- PARENT H. (1899). — Coupe de la Grande Oolithe à Le Wast (Boulonnais). *Ann. Soc. géol. Nord*, XXVIII, p. 166-169, 1 fig.



Le Quaternaire de la vallée de l'Aa

par J. BOUTRY (*) et P. DOLLÉ (**)

Sommaire : La vallée de l'Aa, dans la région de Saint-Omer, est jalonnée sur ses deux rives par une série de terrasses d'alluvions, principalement composées de cailloutis (diluvium de la carte géologique au 1/80 000).

Dans cette première note, les auteurs analysent la composition de ces cailloutis ainsi que les traces d'industrie humaine qu'ils renferment, pour tenter de mettre en évidence la relation qui existe entre ces terrasses.

Abstract : The valley of the river Aa, in St Omer area, is marked on both its banks, by a succession of alluvial terraces, mainly formed by broken flints (diluvium of geological map 1/80 000 Scale).

In this first notice, the authors analyse the components of these broken flints, and also the traces of human industry which they include, to try and show the connections between these terraces.

Le Docteur Pontier avait observé, dès 1914 (1), « sur les rives gauche et droite de l'Aa, un niveau d'alluvions presque continu. On le suit d'une façon très facile sur la rive droite, à Esquerdes, Wizernes, Blendecques. Ce niveau se continue, du côté d'Aire, dans la vallée sèche de Neuffossé, où il est jalonné par plusieurs carrières. Des recherches personnelles m'ont permis de le suivre de Lumbres à Fauquembergues dans une série de coupes ».

En 1921, dans son rapport au Congrès de Rouen, sur le « Préhistorique de la région Audomaroise » (2), il a brièvement distingué les Hautes et Moyennes Terrasses de la série inférieure, beaucoup plus riche en faune sur laquelle il s'est complaisamment étendu, car elle lui était familière : ses études sur les éléphants fossiles ont fait autorité. Disparu avant d'avoir pu présenter la synthèse de ses recherches sur la stratigraphie des Terrasses, son effort du moins n'a pas été totalement perdu puisqu'il en avait, « de 1910 à 1913, présenté les coupes à Monsieur Gosselet, et attiré son attention sur le parallélisme des terrasses sur les deux rives ».

Nos propres relevés confirment, en les précisant, les vues de notre illustre devancier. On notera que la Terrasse inférieure n'est pas rigoureusement

parallèle au profil de la rivière, dont on retrouve le cailloutis de fond vers la cote — 15 à — 20 m, à l'écluse de Ruminghem, au débouché de Watten : régime analogue à celui de la Basse Somme.

Nous commenterons, aujourd'hui, certains points du profil de la vallée de l'Aa.

A) Rive droite : Haute Terrasse d'Helfaut.

1) La carte géologique, édition 1957, n'y indique pas de faune. Depuis, en août 1960, un carrier, Louis Vincent, a trouvé à la sablière située à l'E du Sanatorium, au départ de la descente sur Bilques (depuis peu : sablière Milbled IV) (1), une dent d'éléphas, cassée en deux « dans le sens de la longueur », à demi engagée dans le sable, tout à la base du cailloutis inférieur.

(1) M. Milbled a exploité successivement quatre sablières dans la région :

Milbled I : dans le haut de la montée de Blendecques vers le Sanatorium d'Helfaut, rive droite, vers 1902.

Milbled II : au lieu-dit « L'Arabie », rive droite, au NE de la précédente, vers 1955.

Milbled III : au lieu-dit « Le Bois Richebé », en rive gauche, vers 1960.

Milbled IV : ancienne sablière Louis Vincent, à l'E du Sanatorium, à l'amorce de la descente sur Bilques, en rive droite, depuis 1967.

(*) Abbaye St-Paul de Wisques - 62.

(**) Ingénieur-Géologue, Hénin-Liétard - 62.

A la vue d'une dent de mammoth que nous lui avons apportée pour comparer, il a répondu par la négative, la sienne montrant beaucoup moins de lames, avec environ 0,25 m de long. Déposée sur un tas de sable, un promeneur la lui a demandée... Après enquête, cette dent n'a pu être retrouvée.

2) Il avait déjà, quelques années plus tôt, trouvé une dent semblable, que des enfants avaient alors brisée ; une autre fois, au cimetière, e'avait été « une côte si longue qu'on aurait pu cercler un tonneau avec ».

On peut donc, ce semble, conclure à la présence d'éléphas meridionalis, ou peut-être antiquus (car la dent de meridionalis, figurée par Boule, ne répondait pas non plus à ce qu'il avait trouvé).

3) A la carrière Gruson, qui exploite le diluvium à l'W du Sanatorium, on a, en 1964, trouvé un crâne d'une dimension qui a stupéfié les ouvriers : cette fois encore, des enfants s'en sont emparés...

4) Un grutier de cette entreprise nous a signalé une couche de « tourbe » très au-dessous du cailloutis : il s'agissait, en fait, d'un paléosol renfermant, en première analyse, des pollens de cypéracées (Madame Planchais, du Laboratoire de Madame Van Campo).

5) Rutot prétendait avoir trouvé à Helfaut des artefacts ; des recherches réellement assidues et attentives ne nous ont jamais permis de descendre plus bas que le moustérien ; en revanche, on rencontre parfois à Helfaut/W des éclats à bulbe mou, dus à des compressions particulièrement énergiques, des silex éraillés, éolisés ou facettés par des agents naturels.

6) Dans sa coupe récente de la *Formation d'Helfaut* (3), Monsieur J. de Heinzelin signale, à la base du gravier : « une entrecouche d'argile colorée de franges noires, d'origine minérale plutôt qu'humique », liseré double d'une cinquantaine de mètres, déjà remarqué à l'W de l'obélisque : c'est probablement un alios, non encore cimenté, dont on retrouve l'analogue, vers l'E, à la sablière Vincent-Milbled IV, en banc un peu plus épais, sous forme de plaquettes grésoides à gros grains noirs, encore friables quand elles sont fraîchement extraites, mais durcissant rapidement à l'air.

7) En contrebas N de cette sablière Milbled IV, dans la descente sur Blendecques, nous rencontrons d'abord l'ancienne sablière Milbled I où a été trouvé, en 1902, un biface acheuléen ; puis, lui fai-

sant immédiatement suite, la sablière Mesmaeque, où nous avons trouvé, à notre tour, quelques artefacts authentiques.

Mais faut-il rattacher ces cailloutis au « diluvium d'Helfaut » ? Un examen de l'état physique des cailloutis étudiés aujourd'hui nous donne des diagrammes concordants (il y a évidemment une part de subjectivisme dans l'appréciation, mais il a joué semblablement dans l'étude des lots, que nous avons voulu faire d'affilée, en la même après-midi, pour ne pas fausser, par des interruptions de travail, la régularité du diagnostic).

En revanche, le classement des silex selon leur constitution physique fait ressortir deux groupes principaux :

— celui d'Helfaut/W, avec la carrière Gruson (lavoir) et l'Obélisque,

— celui de Milbled IV (Milbled I aujourd'hui disparu) - Mesmaeque, à l'E du Sanatorium et dans la descente sur Blendecques.

Le « Champ d'Aviation », en rive gauche, sur Longuenesse, se situe exactement entre ces deux groupes.

Ceci rejoint le sentiment des carriers : ils voient une réelle différence entre les cailloutis W et E, les premiers (Gruson et Obélisque) formant un banc plus homogène que le second, irrégulier et par poches.

Le contremaître de la carrière Gruson a, de surplus, noté une différence de composition entre les cailloutis W/Lavoir et ceux de l'Obélisque, séparés par le ravin qu'emprunte la descente sur Gondardenne : la granulométrie est plus forte à l'Obélisque, dont les silex noirs sont plus denses et plus durs qu'à l'W, où l'on extrait surtout du « fin » (considérations qui influent au plan commercial, le poids au m³ n'étant pas le même en l'une ou l'autre carrière).

On pourrait donc admettre que la dénivellation de 7 à 8 m (92 à l'W, 85 au plus à l'E) et le sensible amenuisement vers l'E du cailloutis de l'Obélisque, traduisent une rupture entre cailloutis W et E.

Ces derniers seraient alors à mettre en parallèle avec celui du Champ d'Aviation (alt. 72 m) : ils ont en effet tous trois livré soit de l'industrie, soit de la faune, tandis que Helfaut/W - Obélisque n'ont jamais rien donné de certain, jusqu'à présent.

L'étude de l'état physique des cailloutis serait peut-être à reprendre systématiquement dans toute la région, pour vérifier leurs relations avec Helfaut/W et, si les indices de «roulé-cassé» évoluaient avec leur éloignement, en tirer une conclusion sur l'orientation du charriage qui les a mis en place.

On rencontre en abondance, au-dessus du diluvium, emballé dans l'horizon de surface, un silex totalement différent, peu volumineux, de fine texture, gris à Helfaut, noir à Hallines, carrière Salviam, marbré de taches blanches que le chauffage fait ressortir mieux encore : c'est la matière première de la quasi totalité de l'outillage meso et néolithique de ces endroits.

Il est peu vraisemblable qu'il ait été, à Helfaut — alors isolé en crête — amené d'ailleurs ; ce qui mène à penser :

— qu'il s'y est formé sur les lieux, postérieurement à la mise en place du diluvium, et peut-être, en extrapolant,

— qu'il s'est également formé sur place, qu'il a « poussé », comme le prétendent les cultivateurs, tardivement, partout où il se présente sous cet aspect marbré. On économiserait ainsi un hypothétique driftage par le vent.

B) Rive gauche :

Face au diluvium d'Helfaut, se succèdent, à cheval sur la dorsale qui endigue aujourd'hui l'Aa jusqu'à Arques, une série de graviers, abandonnés par la rivière qui la balayait autrefois pour se diriger droit N vers la cluse de Watten, qu'elle franchissait alors sans faire le détour par Arques, imposé depuis par le creusement de la vallée : d'importants glissements d'Yprésien auraient, par la suite, colmaté la brèche et fait digue, refoulant ainsi l'Aa vers la Lys. Les glissements dont nous avons été témoins tout récemment rendent cette hypothèse plus attrayante que celle d'un confluent avec la Pelene ; nous y reviendrons.

Les graviers de cette croupe Rive Gauche ont livré de l'industrie lithique :

1) LONGUENESSE : Champ d'Aviation (alt. 70-72) :

Le double gravier, très altéré, surtout à sa base, couleur rouge-jaune jusqu'à brun (code expolaire F.46), est bien lisible, au S, à la carrière de la ville de Saint-Omer, au-dessus des cimetières (à la

sablère des « Fonderies de St-Omer », en direction de Wizernes, il semble avoir été déjà exploité aux trois quarts de son épaisseur) ; on a pu l'apercevoir, à l'extrémité N du terrain, pendant vers Longuenesse, à l'occasion de la construction du château d'eau. Pas de faune ici, mais une bonne soixantaine de silex paléolithiques, dont une belle limande que Monsieur Bordes attribue à l'acheuléen moyen, et, dans le cailloutis supérieur, un autre biface, vieil acheuléen, gélivé et légèrement émoussé ; une partie de ce matériel est taillée dans le silex brun-blond particulier à nos carrières, onctueux au toucher lorsqu'il est mouillé, bien différent du silex sénonien qui patine roux lorsqu'il a longtemps séjourné dans un cailloutis, mais se contente de virer au caehalong naéré ou au gris souris et au bleuté lorsqu'il a seulement été au contact des loess.

Le loess sableux feuilleté à gros points noirs qui sépare ici les deux cailloutis serait peut-être à mettre en parallèle avec le beau panaché gris sur fond brun-rouge que nous avons eu l'occasion de montrer, voici quelques années, à Monsieur le Professeur Franck Bourdier, séparant les deux cailloutis de Milbled IV, en rive droite.

Il serait tentant de ne voir, sur les deux rives, qu'un seul et même gravier, une même nappe, entaillée ultérieurement par l'Aa ; l'isolement rive gauche, du Champ d'Aviation, mis en évidence par le profil de la vallée, alors que l'on suit si bien la ligne des cailloutis en contrebas, plaide dans le même sens.

La différence d'altitude, surtout si l'on s'en tient à Helfaut/E, est de celles que l'on constate pour d'autres cailloutis de sommet que l'on rattache généralement à la formation d'Helfaut. Cette dernière, d'ailleurs, n'est pas rigoureusement horizontale : son point haut se situe nettement en retrait de l'abrupt, de telle sorte que le diluvium amorce vers le N, en direction du Champ d'Aviation, une pente qui l'eût rejoint de niveau, n'était la vallée qui les sépare aujourd'hui.

Le graphique de composition lithique nous montre le Champ d'Aviation à égale distance des deux groupes d'Helfaut, comme s'il était le produit d'un brassage : ceci aussi insinuerait une mise en place antérieure au passage de la rivière, le mélange s'étant opéré lors du charriage vers le N.

Le gravier du Champ d'Aviation est daté par ses bifaces. Il n'est pas indifférent de savoir si ceux-ci datent le passage de l'Aa qui les y aurait

Carrières d'Helfaut-Blendecques-Longuenesse

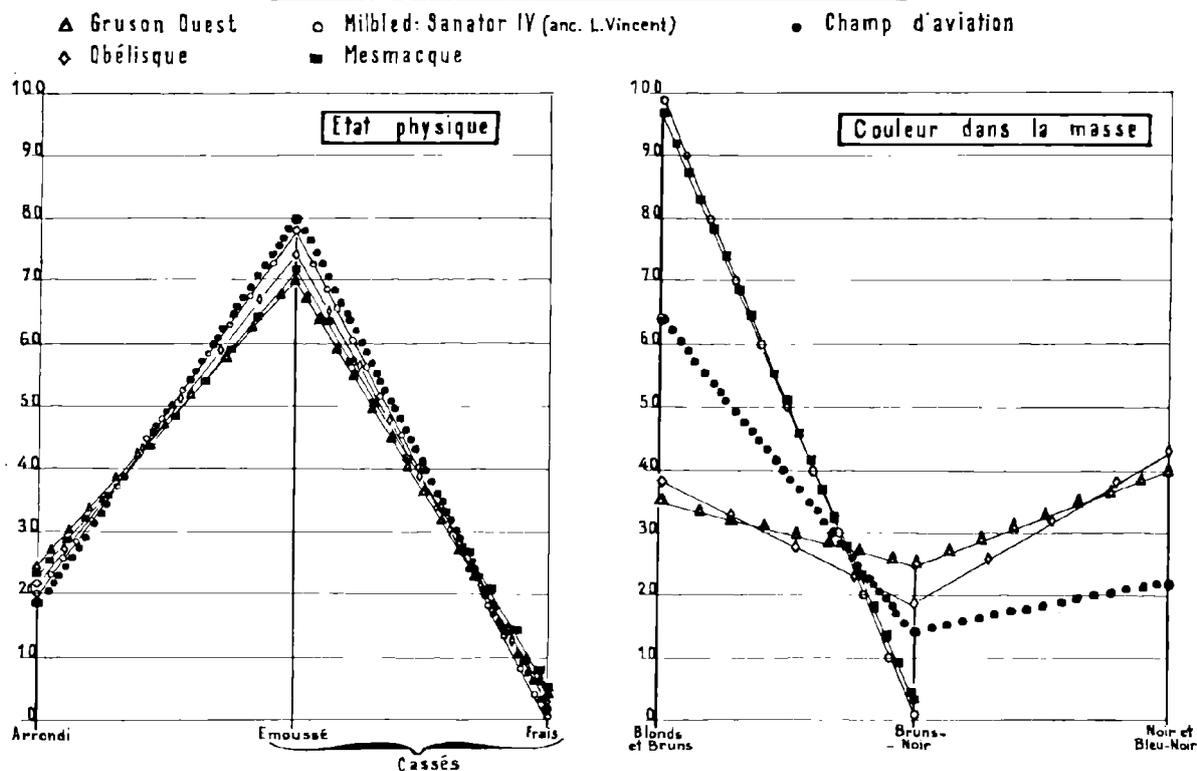


FIG. 1

apportés et injectés, ou s'ils s'y trouvaient déjà inclus, avant d'y être rebrassés sur place par la rivière :

— dans la première hypothèse, nous daterions l'aurore de la vallée ;

— dans la seconde, la mise en place du diluvium d'Helfaut, celui de l'E tout au moins, peut-être aussi celui de l'W (si l'on fait du Champ d'Aviation un compromis des deux). Or Monsieur de Heintzelin, dans ses planations, rattache les premiers au Cromérien ; il subsiste donc ici une incertitude.

La trouvaille, en 1902, chez Milbled I, en rive droite dans la montée vers le Sanatorium, d'un biface vieil acheuléen, donnerait du poids à sa mise en parallèle avec le Champ d'Aviation.

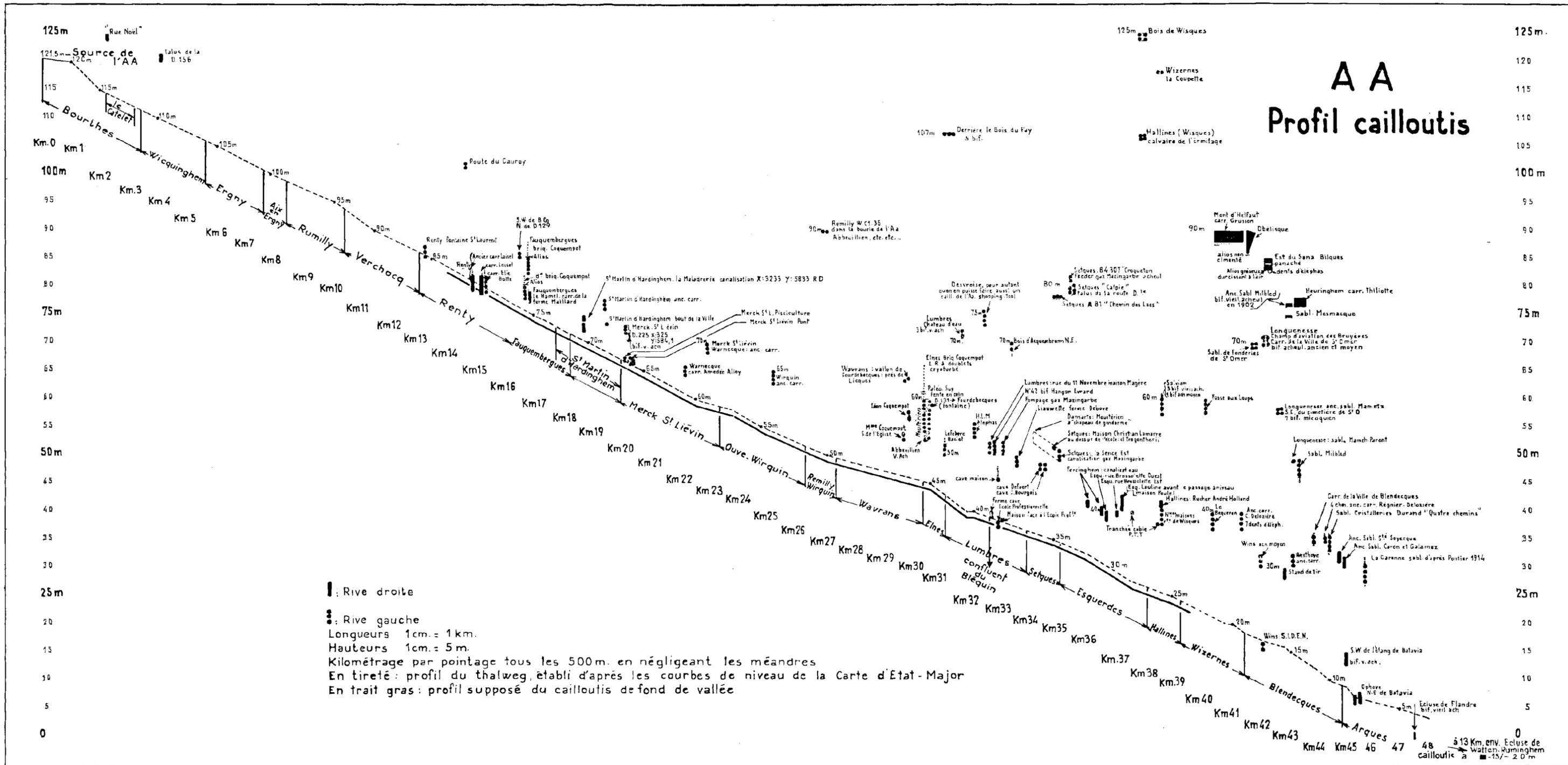
Faire descendre de Wisques (120 m) le paquet du Champ d'Aviation transpose le problème sans le supprimer : les bifaces s'y trouvaient-ils au départ, ou y auraient-ils été introduits après coup ? Ils sont assez frais, mais auraient pu, sans souffrir,

voyager dans un magma cimenté par la glace. Nous avons trouvé — en surface il est vrai — à la limite d'Hallines, en contrebas de la « Croix de l'Ermitage », à 52 m au-dessus du thalweg, une lame fruste, d'allure acheuléenne, en silex brun clair, qui pourrait fort bien dériver du cailloutis de Wisques, encore visible à 150 m de là.

Jusqu'à présent, la faune, inexistante à Longuenesse, certaine mais dilapidée à Helfaut/E, douteuse à Helfaut/W, ne permet pas la confrontation décisive ; ce qui est regrettable car, au rythme actuel des exploitations, ces graviers auront définitivement disparu dans peu d'années ; c'est chose faite chez Mesmaeque où les bulldozers décapaient, la semaine dernière, les derniers lambeaux d'Yprésien.

2) BLENDÉCQUES : rive gauche, « Bois Richebé », ancienne sablière Milbled III. Alt. 50 m.

Nous avons ici, dans le champ contigu, un affleurement de silex roussâtres roulés, qui a livré quel-



ques silex taillés de même patine, alors que le moustérien y est frais : les premiers seraient donc acheuléens.

3) « QUATRE CHEMINS » : altitude 36 m.

— sur Arques : le gravier, pendant sur Saint-Omer, est visible à l'ancienne sablière Régnier ; la même nappe, pendant

-- sur Blendecques, de l'autre côté du carrefour, à la sablière des Cristalleries Durand.

De part et d'autre, nous avons trouvé, en mélange, de l'industrie d'allure acheuléenne et moustérienne.

Nous aurions ici ce que le Docteur Pontier (1) a appelé « niveau de la Garenne » (haute Terrasse de 37 m), pour le distinguer de la « Terrasse de Neuffossé », à 32 m, qu'il retrouvait à « La Garenne » (la vraie, celle du mammoth). A supposer évidemment qu'il indique là les altitudes aujourd'hui admises ; en effet, les cartes dont il disposait, voici 50 ans, font apparaître des écarts parfois considérables d'avec les récentes cartes d'état-major de l'I.G.N. : Wisques : 72 à 90, contre 120 aujourd'hui ; Helfaut : 72/77 contre 92 ; Champ d'Aviation : 61/65 contre 72. Lorsque nous saurons de quelles cartes il s'est servi, nous pourrons rétablir les cotes exactes, et tout deviendra limpide.

Il est d'ailleurs fort possible que le cailloutis Durand de 36 m s'avancât autrefois assez loin en direction de la vraie « Garenne » : les champs sont, dans l'intervalle, parsemés de menus gravillons qui donnent à penser qu'ils ont été anciennement extraits. En effet, à l'inverse d'aujourd'hui, on ne s'intéressait autrefois qu'au « gros » et on abandonnait sur place le « fin » trié par criblage.

4) « LA GARENNE » (Arques) :

En 1914, Pontier déplorait déjà que cette sablière, étudiée par lui en 1908, était depuis lors à l'abandon et qu'il lui était difficile désormais d'en avoir une bonne coupe. Nous l'avons récemment tenté en vain. La lecture que le Docteur Pontier nous en a laissée est donc doublement précieuse ; le mammoth qu'il en a extrait constitue le fleuron du Musée de Boulogne-sur-Mer.

Ces sablières 2, 3 et peut-être 4, se trouvant en même situation « à cheval » que celle de Longuenesse - Aviation, doivent vraisemblablement s'expliquer de la même façon. Nous y reviendrons à l'occasion d'un exposé plus complet sur les « changements de cours de l'Aa », et sur les régions déjà décrites par le Docteur Pontier : Lumbres, Fauquembergues, Renty et principalement Elnes.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) G. PONTIER. — Etude sur l'Elephas primigenius de la vallée de l'Aa. *Ann. Soc. Géol. Nord*, T. XLIII, 1914, pp. 30-89.
- 2) G. PONTIER. — Préhistorique de la région audomaroise. Congrès de l'A.F.A.S., Rouen, 1921.
- 3) A. BONTE et J. HEINZELIN. — Compte rendu de la Session Extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, et de la Société géologique de Belgique, dans le Boulonnais du 8 au 11 septembre 1966. *Bull. Soc. Bel. Géol.*, T. LXXV, fasc. 3, 1966, pp. 245-305.

—————«»—————

Etude palynologique de quelques couches de charbon du faisceau d'Edouard (Bassin du Nord et du Pas-de-Calais) (*)

par J.J. LIABEUR (**) et S. LOBOZIAK (***)

Pl. III et IV

Sommaire : L'examen de six couches de charbon situées dans la partie moyenne du faisceau d'Edouard (région Bully-Grenay) a révélé une association palynologique où le genre *Thymospora* est présent mais peu abondant. Cet assemblage correspond à celui qui caractérise la partie moyenne de l'Assise de La Houve en Lorraine.

Abstract : The investigation of six coal-seams located in the middle part of the Faisceau d'Edouard in the district of Bully-Grenay showed a palynological association in which the genus *Thymospora* is rather scarcely represented. This assemblage corresponds to the one which characterizes the middle part of the Assise de La Houve in the Lorraine coalfield.

Le faisceau d'Edouard, terme ultime de l'assise de Bruay et formation carbonifère la plus récente du Bassin Houiller du Nord et du Pas-de-Calais, n'a pas encore fait l'objet d'étude palynologique, du fait que ces terrains n'étaient plus accessibles dans les travaux miniers.

Récemment, nous avons eu la possibilité d'effectuer une série de prélèvements dans ces formations, ce qui revêt un intérêt tout particulier, car le Bassin Houiller du Nord de la France a fait l'objet d'une proposition, en 1965 à Sheffield, comme stratotype éventuel du Westphalien C.

Nous tenons à remercier Monsieur Chalard, Chef du Service Géologique des H.B.N.P.C., Monsieur Buisinc, Ingénieur Géologue au Groupe de Lens et, Monsieur Dussart, Chef Géomètre, qui ont organisé et permis de mener à bien cette campagne d'échantillonnage.

I. — Aperçu géologique.

Le faisceau d'Edouard correspond aux terrains compris entre le tonstein Ulric et le tourtia, témoin de la transgression cénomaniennne.

(*) Cette communication a été présentée par M. S. LOBOZIAK au cours de la séance du 6 mars 1968 et est intégrée dans le 1^{er} fascicule pour faciliter la publication du tome LXXXVIII.

(**) Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France, 60 - Verneuil-en-Halatte.

(***) C.N.R.S., Laboratoire de Paléobotanique, Faculté des Sciences de Lille, 59 - Lille.

L'épaisseur de cette série varie de 130 à 260 m. Dans le secteur compris entre la faille de Sains-Sud et la Grande Faille du Midi, on a une série de plus de 250 m de puissance (figure 1). Dans la coupe du puits n° 10 bis de Béthune (Groupe de Lens), on trouve une douzaine de couches de charbon dont l'épaisseur dépasse 0,30 m, telles les veines François, Antoine, Emile, Marie-Louise, C, Henriette et Albert. En plus des schistes et grès, on notera la présence d'un poudingue de 0,50 m, dit poudingue d'Edouard, situé au-dessus de la veine François (figure 2).

La flore du faisceau d'Edouard est caractérisée dans le secteur Bully-Bruay par la présence de :

Alethopteris serli BRONGNIART, *Neuropteris tenuifolia* SCHLOTHEIM et *N. rarinervis* BUNBURY, *Linopteris subbrongniarti* GRAND'EURY, *Reticulopteris münsteri* EICHWALD, *Annularia sphenophylloides* ZENKER et *A. stellata* SCHLOTHEIM, *Sigillaria laevigata* BRONGNIART et *S. tessellata* BRONGNIART.

Par ailleurs, on a également reconnu dans les secteurs voisins de Béthune, Bruay, Lens-Liévin :

Alethopteris grandini BRONGNIART et *A. pontica* ZILLER, *Neuropteris scheuchzeri* HOFFMANN, *Mariopteris nervosa* BRONGNIART, *Pecopteris lobulata* DALYVAL, *Sphenophyllum emarginatum* BRONGNIART, *Sigillaria principis* WEISS, *Sphenopteris striata* GOTHAN, *S. neuropteroides* BOULAY et *S. artemisiaefolioides* CRÉPIN, *Desmopteris longifolia* PRESL.

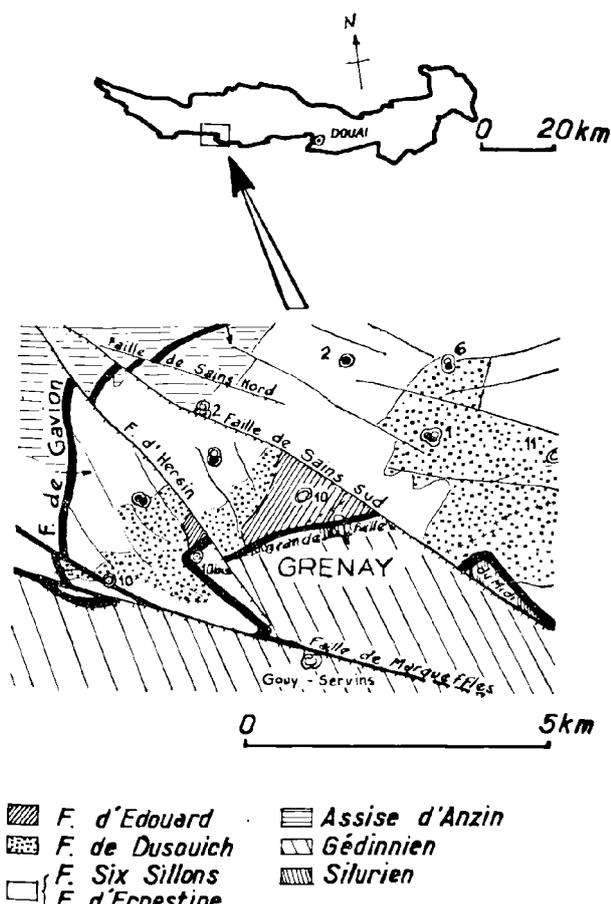


FIG. 1. — Situation géographique.
(Extrait de la carte à la cote — 300 établie
par les H.B.N.P.C.).

D'après P. Corsin (1966) cette flore correspond exactement à celle des faisceaux d'Ernestine et de Dusouich car on y retrouve les mêmes espèces guides et satellites.

P. Pruvost (1919, p. 468) a examiné la faune de ce faisceau qui, dans le secteur de Béthune (Veines Marie-Louise de la fosse 10 et St-Jean de la fosse 5), comporte :

Rhizodopsis wachei PRUVOST, *Anthracomya phillipsi* WILLIAMSON, *Carbonia fabulina* JONES et KIRCKBY et *C. rankiniana* JONES et KIRCKBY, *Cypridina radiata* JONES, KIRCKBY et PRADY, *Etonichthys egertoni* ESERT, *Prestwichia danac* MLEK et WORTHEN, *Spirorbis pusillus* MARTIN.

La série que nous avons examinée dans le secteur de Bully ne correspond malheureusement pas à la totalité du faisceau d'Edouard. Il s'agit en

effet de deux groupes d'échantillons répartis chacun sur environ 25 m de part et d'autre de la veine Marie-Louise, horizon situé approximativement à mi-chemin entre les veines François et Albert (figure 2).

Les prélèvements ont été effectués :

— dans la bowette Nord à 283 pour les passées situées au toit de Marie-Louise (échantillons n^{os} 1793 à 1798) ;

— dans la bowette 2018 à 300 pour la veine Emile et les passées environnantes (échantillons n^{os} 1799 à 1804 ; dans nos graphiques, nous n'avons pas tenu compte des échantillons n^o 1805 et n^o 1806 dont la position stratigraphique n'était pas suffisamment précise).

II. — Analyse palynologique.

L'ensemble des échantillons a été traité par la méthode classique de Schulze. Les comptages ont porté sur 500 individus pour chaque prélèvement. Les résultats sont reportés sur la figure 3 (lorsque plusieurs échantillons provenaient d'un même niveau, nous avons effectué la moyenne des résultats obtenus).

Les espèces rencontrées sont les suivantes :

Genre *Leiotriletes* (NAUM.) POT. et KR.
(de 0,4 à 1,4 %) :

L. adnatoides POT. et KR. (Pl. III, fig. 1 et 2).
L. adnatus (KOS.) POT. et KR.
L. sphaerotriangulus (LOOSE) POT. et KR.

Genre *Calamospora* SCHOFF, WILS. et BENT.
(de 1 à 12,2 %) :

C. brevirodiata KOS.
C. hartungiana SCHOFF.
C. microrugosa (IBR.) SCHOFF, WILS. et BENT.
(Pl. III, fig. 3).
C. pedata KOS.

Genre *Punctatisporites* (IBR.) POT. et KR.
(de 0 à 0,8 %) :

P. punctatus IBR.

Genre *Granulatisporites* IBR. (de 1,8 à 4,8 %) :

G. granulatus IBR. (Pl. III, fig. 4).
G. minutus POT. et KR.
G. piroformis LOOSE.

Genre *Cyclogranisporites* POT. et KR.
(de 0 à 4,2 %) :

C. aureus (LOOSE) POT. et KR. (Pl. III, fig. 8).
C. icopoldi (KREMP) POT. et KR.

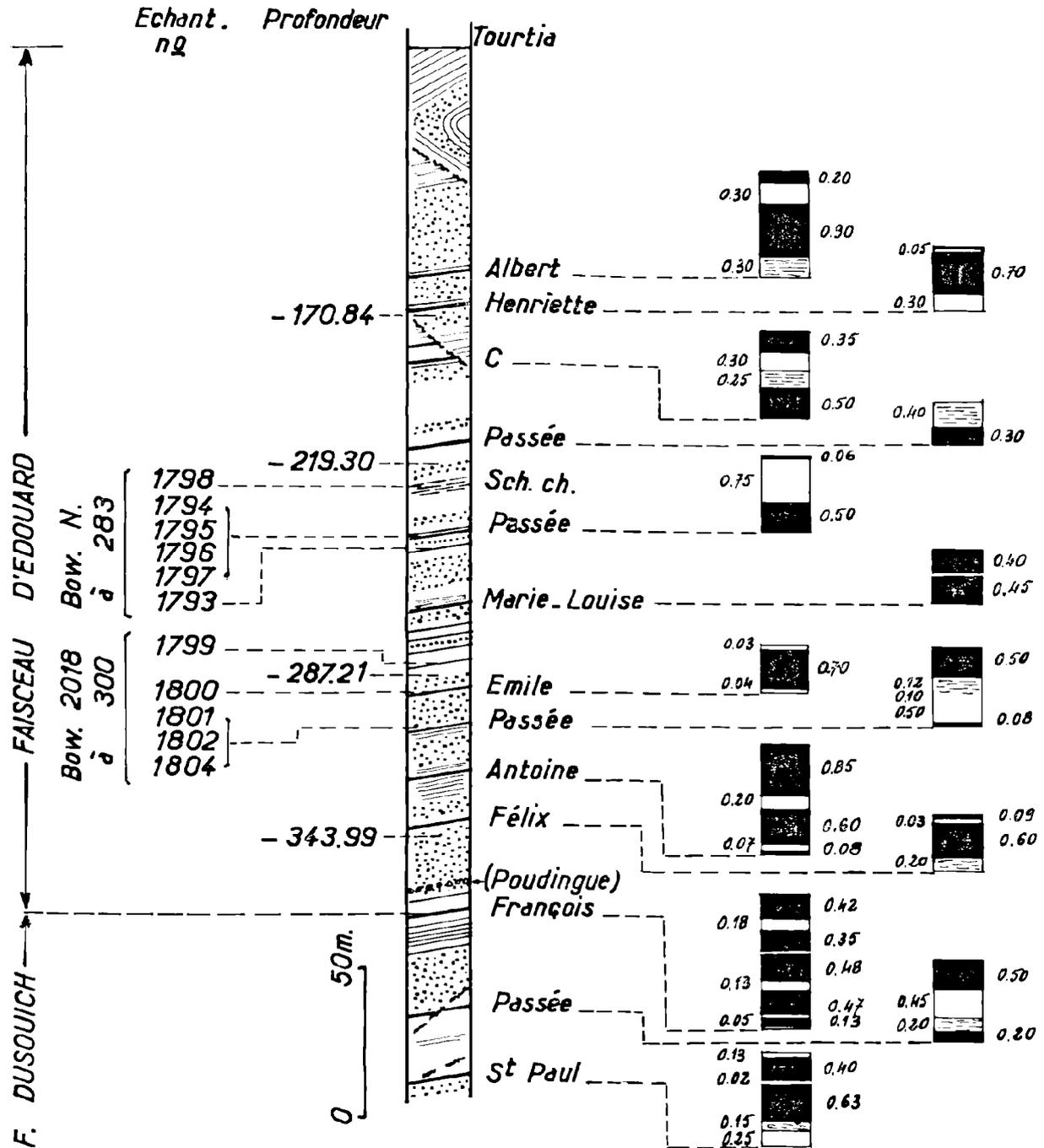


FIG. 2. — Coupe du faisceau d'Edouard, Groupe de Lens, Puits n° 10 bis.
(d'après documents H.B.N.P.C.).

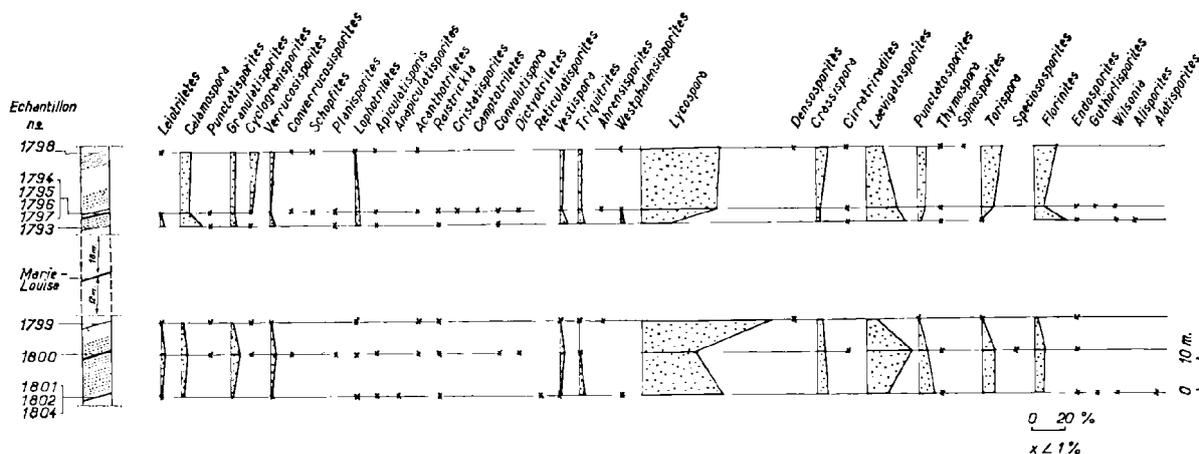


FIG. 3. — Evolution des microspores dans les charbons de la partie moyenne du faisceau d'Edouard.
N.B.: Pour les noms d'espèces, voir la liste donnée dans le texte.

Genre *Verrucosporites* (IBR.) SMITH et coll.
(de 0,3 à 1,4 %):

- V. microtuberosus* (LOOSE) SMITH et BUTT.
- V. verrucosus* IBR.

Genre *Convexosporites* POT. et KR. (< 0,1 %):

- C. triquetrus* (IBR.) POT. et KR.

Genre *Schopfites* KOS. (< 0,1 %):

- S. colchesterensis* KOS.

Genre *Plunisporites* (KNOX) POT. et KR. (< 0,1 %):

- P. rarus* VENK. et BIARD.
- P. spinulistratus* (LOOSE) POT. et KR.

Genre *Lophotriteles* (NAUM.) POT. et KR.
(de 0,2 à 1,4 %):

- L. commissuralis* (KOS.) POT. et KR.
- L. microsacetus* (LOOSE) POT. et KR. (Pl. III, fig. 6).
- L. mosaicus* POT. et KR.

Genre *Apiculatisporis* POT. et KR. (< 0,1 %):

- A. abditus* (LOOSE) POT. et KR.
- A. aculeatus* (IBR.) POT. et KR. (Pl. III, fig. 7).

Genre *Anapiculatisporites* POT. et KR. (< 0,1 %):

- A. minor* BUTT. et WILL.

Genre *Pustulatisporites* POT. et KR. (< 0,1 %):

- P. papillosus* (KNOX) POT. et KR. (Pl. III, fig. 10).

Genre *Acanthotriteles* (NAUM.) POT. et KR.
(< 0,1 %):

- A. microspinosus* (IBR.) POT. et KR. (Pl. III, fig. 9).

Genre *Raistrickia* (SCHOPF, WILS. et BENT.) POT.
et KR. (< 0,1 %):

- R. cf. firma* (LOOSE) SCHOPF, WILS. et BENT.
(Pl. III, fig. 11).
- R. cf. saetosa* (LOOSE) SCHOPF, WILS. et BENT.
(Pl. III, fig. 12).

Genre *Cristatisporites* (POT. et KR.) BUTT. et coll.
(< 0,1 %):

- C. indignabundus* (LOOSE) POT. et KR.

Genre *Camptotriletes* NAUM. (< 0,1 %):

- C. bucculentus* (LOOSE) POT. et KR.

Genre *Convolutispora* HOFF., STAPL. et MALL.
(< 0,1 %):

- C. mellita* HOFF., STAPL. et MALL. (Pl. III, fig. 13).

Genre *Dictyotriletes* (NAUM.) POT. et KR.
(< 0,1 %):

- D. bireticulatus* (IBR.) POT. et KR.

Genre *Reticulatisporites* (IBR.) NEVES (< 0,1 %):

- R. alveolatus* KNOX (Pl. III, fig. 17).

Genre *Vestispora* (WILS. et HOFF.) WILS. et VENK.
(de 0,1 à 4,2 %):

- V. fenestrata* (KOS. et BROK.) WILS. et VENK. (Pl. III, fig. 15).
- V. pseudoreticulata* SPODE (Pl. III, fig. 16).
- V. vclensis* (BIARD.) WILS. et VENK. (Pl. III, fig. 14).

Genre *Triquitrites* (WILS. et COE) SCHOPF, WILS. et BENT. (de 0,2 à 2 %):

- T. crassus* KOS. (Pl. III, fig. 18).
- T. minutus* ALP.
- T. sculptilis* BALME (Pl. III, fig. 19).
- T. tribullatus* (IBR.) SCHOPF, WILS. et BENT. (Pl. III, fig. 21).
- T. trigonappendix* (LOOSE) SCHOPF, WILS. et BENT. (Pl. III, fig. 23).
- T. triturgidus* (LOOSE) SCHOPF, WILS. et BENT. (Pl. III, fig. 20 et 22).

Genre *Ahrensisporites* POT et KR. (< 0,1 %):

- A. granulatus* BARTH.

Genre *Westphalensisporites* ALP. (de 0 à 1 %):

- W. irregularis* ALP. (Pl. III, fig. 24 et 25).

Genre *Lycospora* SCHOPF, WILS. et BENT. (de 20,2 à 80,8 %):

- L. bracteola* BUTT. et WILL. (Pl. IV, fig. 26).
- L. brevis* BHARD. (Pl. IV, fig. 27).
- L. granulata* KOS. (Pl. IV, fig. 28).
- L. pellucida* (WICHER) SCHOPF, WILS. et BENT. (Pl. IV, fig. 31 et 32).
- L. pusilla* (IBR.) SCHOPF, WILS. et BENT. (Pl. IV, fig. 33).
- L. tenuireticulata* ARTÜZ (Pl. IV, fig. 29 et 30).

Genre *Densasporites* (BERRY) BUTT. et coll. (de 0 à 0,6 %):

- D. anulatus* (LOOSE) SCHOPF, WILS. et BENT. (Pl. IV, fig. 34).
- D. intermedius* BUTT. et WILL. (Pl. IV, fig. 35 et 36).
- D. sphaerotriangularis* KOS. (Pl. IV, fig. 37).
- D. spinosus* DRYB. et JACH.

Genre *Crassispora* BHARD. (de 1,4 à 7 %):

- C. ovalis* BHARD.
- C. kosankei* (POT. et KR.) BHARD. (Pl. IV, fig. 38).

Genre *Cirratriradites* WILS. et COE (< 0,1 %):

- C. saturni* (IBR.) SCHOPF, WILS. et BENT. (Pl. IV, fig. 39).

Genre *Laevigatosporites* IBR. (de 5,4 à 27,2 %):

- L. desmoinesensis* (WILS. et COE) SCHOPF, WILS. et BENT.
- L. medius* KOS. (Pl. IV, fig. 43 et 44).
- L. minimus* (WILS. et COE) SCHOPF, WILS. et BENT. (Pl. IV, fig. 42).
- L. perminutus* ALP. (Pl. IV, fig. 40 et 41).
- L. vulgaris* IBR.

Genre *Punctatosporites* IBR. (de 0,8 à 9,7 %):

- P. minutus* IBR.
- P. granifer* POT. et KR. (Pl. IV, fig. 45 et 46).
- P. rotundus* BHARD.

Genre *Thymospora* WILS. et VENK. (de 0 à 0,8 %):

- T. obscura* (KOS.) WILS. et VENK. (Pl. IV, fig. 52-54).
- T. perverrucosa* (ALP.) WILS. et VENK. (Pl. IV, fig. 55).

Genre *Spinospores* ALP. (< 0,1 %):

- cf. *S. spinosus* ALP.

Genre *Torispora* (BALME) ALP., DOUB. et HORST (de 0,2 à 12,2 %):

- T. securis* (BALME) ALP., DOUB. et HORST (Pl. IV, fig. 47-50).

Genre *Speciososporites* ALP. (< 0,1 %):

- S. minutus* ALP.

Genre *Florinites* SCHOPF, WILS. et BENT. (de 1,4 à 20,2 %):

- F. millotti* BUTT. et WILL. (Pl. IV, fig. 57 et 58).
- F. minutus* BHARD.
- F. pellucidus* (WILS. et COE) WILS. (Pl. IV, fig. 59).
- F. pumicosus* (IBR.) SCHOPF, WILS. et BENT.

Genre *Endosporites* WILS. et COE (< 0,1 %):

- E. ornatus* WILS. et COE.

Genre *Guthörlisporites* BHARD. (< 0,1 %):

- G. triletus* (KOS.) nov. comb.

Genre *Wilsonia* KOS. (< 0,1 %):

- W. kosankei* BHARD.

Genre *Alisporites* DAUGH. (< 0,1 %):

- cf. *Alisporites* DAUGH. (Pl. IV, fig. 56).

Genre *Alatisporites* IBR. (< 0,1 %):

- A. pustulatus* IBR. (Pl. IV, fig. 60).

En résumé, l'association palynologique rencontrée dans les charbons de la partie moyenne du faisceau d'Edouard est caractérisée par l'abondance des genres *Lycospora*, *Laevigatosporites* et *Florinites* et, la présence de *Torispora securis*, *Punctatosporites* (*P. granifer*, *P. minutus* et *P. rotundus*), *Vestispora fenestrata* et *Thymospora* (peu abondant avec *T. obscura* et *T. perverrucosa*).

D'après les observations faites dans les séries sous-jacentes (Coquel et Loboziak, travaux à publier), la composition palynologique rencontrée dans cette partie du faisceau d'Edouard présente de nombreuses analogies avec celle des charbons du faisceau de Dusouich et de la partie supérieure du faisceau d'Ernestine. La différence réside dans le fait que le genre *Cingulizonates* n'a pas été rencontré dans le faisceau d'Edouard, tandis que le

genre *Thymospora*, bien que peu abondant, est cependant présent d'une façon à peu près continue dans ce faisceau.

La biozone du genre *Thymospora* débute dans la partie supérieure du faisceau d'Ernestine : l'un de nous (S. L.) a pu reconnaître ce taxon dans la veine n° 9. Dans le faisceau de Dusouich, *Thymospora* a été vu (S. L.) dans les veines Arago, Louis et ensuite de Léonard à Théodore.

Dans la partie moyenne du faisceau d'Edouard examinée ici, on n'a pas encore atteint la zone d'apogée de ce genre. Du fait qu'il nous manque un certain nombre de couches appartenant à la partie supérieure du faisceau d'Edouard, on ne peut pas dire si cette zone existe ou non dans le Bassin Houiller du Nord de la France.

III. — Comparaison avec le Bassin de Lorraine.

La comparaison de la composition palynologique du faisceau d'Edouard avec les complexes définis dans le bassin lorrain constituait l'un des buts de cette étude.

Jusqu'à ces derniers temps, en effet, l'Assise de Bruay était considérée comme l'équivalent de l'Assise de Sulzbach en Lorraine. Une première comparaison (B. Alpern, G. Lachkar et J.J. Liabeuf 1966), basée sur l'extension de *Torispora securis* dans le Nord et en Lorraine, avait conduit à considérer la partie supérieure du faisceau de Six-Sillons et le faisceau d'Ernestine comme équivalents de la tête de l'Assise de Sulzbach et de la base de l'Assise de La Houve. Cette hypothèse, déduite uniquement des données de la palynologie, fut précisée et complétée depuis par l'étude des tonsteins (A. Bouroz 1967).

L'examen des charbons de la partie moyenne du faisceau d'Edouard vient encore appuyer ces différents arguments, puisque l'association que l'on y a reconnue trouve son équivalent le plus proche dans les zones W. 21 - W. 221 qui correspondent à la partie moyenne de l'Assise de La Houve entre les tonsteins 60 et 200.

On y retrouve en effet *Punctatosporites granifer*, *Torispora securis*, *Vesitospira fenestrata*, en association avec *Thymospora obscura*, espèce dont la biozone débute dans la partie supérieure de la zone de Forbach et qui connaît son apogée vers le milieu de la zone de Saint-Avold (zone W. 1).

Cependant, si les deux associations présentent des affinités très marquées, nous avons pu noter quelques différences.

Ainsi, du point de vue qualitatif, *Densosporites avulatus*, *Convolutispora mellita*, *Lycospora tenuireticulata*, n'ont jamais été trouvées en Lorraine dans les zones W. 21 - W. 221, mais caractérisent plutôt la base de la série (Assises de Saint-Ingbert et de Sulzbach).

Par ailleurs, *Thymospora obscura* est pratiquement toujours associée en Lorraine à *Torispora verrucosa*, son équivalent à crassitude. De plus, on ne trouve pas *Thymospora perverrucosa* dans la partie moyenne de l'Assise de La Houve.

Du point de vue quantitatif, les genres *Calamospora*, *Granulatisporites*, l'espèce *Vesitospira fenestrata*, sont plus abondants dans le faisceau d'Edouard. Pour *Crassispora kosankei*, la différence est encore plus marquée puisque cette espèce atteint jusqu'à 7 % dans le Nord alors qu'elle ne dépasse guère 0,1-0,2 % dans l'Assise de La Houve.

En Lorraine, par contre, deux groupes de spores connaissent un développement plus important : il s'agit des *Auriculati* (*Triquitrites*, *Westphalensisporites*) et des *Monoletes*.

On remarquera que les formes monolètes ornementées à crassitude sont environ trois fois plus abondantes en Lorraine (*T. securis* y atteint 40 %). Cette différence est peut-être liée au caractère linnique du bassin lorrain. Le genre *Densosporites* enfin est généralement assez rare dans le faisceau d'Edouard et la base de la zone de St-Avold, mais on peut occasionnellement trouver dans ces séries, des niveaux où ces spores ont des fréquences élevées (éch. n° 1805 dans le faisceau d'Edouard, veine recoupée vers 610 m par le sondage Valmont 2 en Lorraine).

Compte tenu de la corrélation établie par A. Bouroz entre le tonstein Valence (base du faisceau d'Edouard) et le tonstein 100 (base de la zone de St-Avold), il semble raisonnable d'assimiler les couches examinées dans le faisceau d'Edouard à celles qui sont comprises, en Lorraine, entre le conglomérat de Merlebach et le tonstein 60.

Les corrélations établies au moyen des tonsteins d'origine volcanique entre les bassins du Nord et de Lorraine, permettent d'ailleurs de faire des observations très intéressantes. En effet, si l'on admet l'isochronie de ces niveaux, il apparaît immédiatement qu'une comparaison peut être

établie entre l'apparition ou la disparition des différents taxons dans les deux bassins, par rapport à la chronostratigraphie basée sur les tonsteins.

Nous avons reporté sur la figure 4, l'extension comparée de quelques microspores dans les bassins du Nord-Pas-de-Calais et de Lorraine. Il s'agit des spores-guides qui ont permis d'établir localement, dans chacun des bassins, une biostratigraphie et qui, en outre, sont communes aux deux gisements.

L'épaisseur des assises pouvant varier dans le rapport de 3 à 5, on notera que pour l'Assise de Bruay, on a tenu compte des épaisseurs définies dans le Groupe d'Hénin-Liétard (Sièges 4 de Dourges et 5 de Courrières); pour l'Assise de Sulzbach et l'Assise de La Houve, il s'agit des couches recoupées dans l'anticlinal de Merlebach.

On peut observer ainsi que le genre *Cingulizonates* disparaît beaucoup plus tôt en Lorraine que dans le Nord. Pour le sommet de l'épibole, on note une différence d'environ 250 m par rapport à l'axe Maxence = T. 300, tandis que pour le sommet de la biozone la divergence est d'environ 350 m (*).

Bien que *Torispora securis* apparaisse beaucoup plus tôt en Lorraine que dans le Nord, la base de son épibole est plus basse dans le Nord : environ 100 m de différence par rapport à l'axe Maxence = T. 300. Cependant, lorsqu'elle atteindra son apogée, cette espèce sera beaucoup plus abondante en Lorraine.

(*) Il n'est pas exclu que l'on ne puisse évaluer le temps correspondant à ces intervalles, si la géochronologie absolue donne des résultats significatifs pour les tonsteins d'origine volcanique.

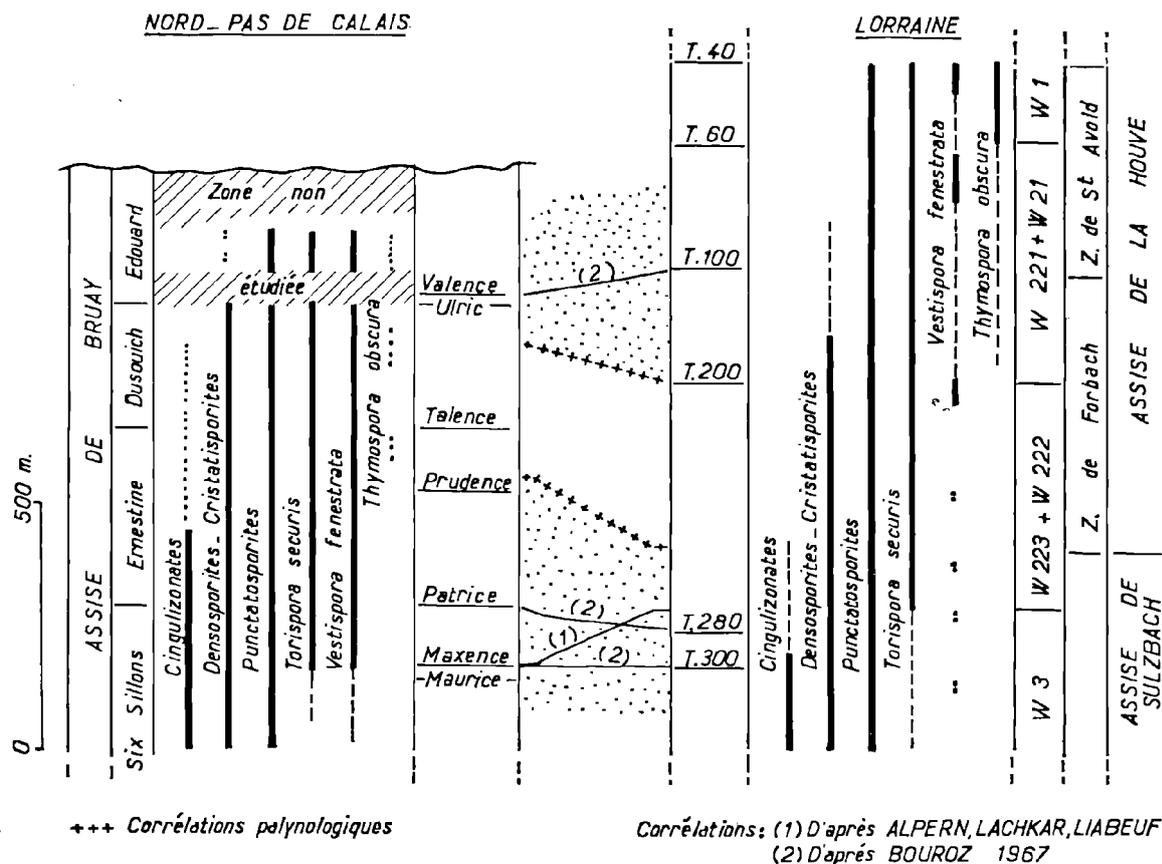


FIG. 4. — Extension comparée de quelques microspores dans les Bassins du Nord-Pas-de-Calais et de la Lorraine.

Pour *Vestispora fenestrata*, la différence est encore plus importante : les niveaux où cette espèce se développe sont en effet séparés d'environ 350 m.

On notera enfin que *Thymospora obscura* apparaît plus tôt dans le Nord qu'en Lorraine (différence d'environ 100-150 m par rapport à l'axe Valence = T. 100), si bien que dans les faisceaux d'Ernestine et de Dusouich, la base de la biozone de cette espèce coïncide avec la fin de la biozone du genre *Cingulizonates*, alors qu'en Lorraine, les termes de ces deux biozones sont séparés par un hiatus d'environ 350 m.

Cette comparaison montre donc qu'en considérant l'extension des différents taxons pris individuellement, il est impossible d'établir des corrélations qui aient une valeur chronostratigraphique. En plus, on risque d'obtenir des lignes qui se croisent.

On évite cet inconvénient en tenant compte des zones ayant des caractères communs aux deux bassins. On assimilera ainsi d'une part le faisceau de Six-Sillons à partir des tonsteins Maxence-Maurice et le faisceau d'Ernestine (jusqu'à Prudence) avec la tête de l'Assise de Sulzbach : présence de *Cingulizonates*, *Densosporites-Cristatisporites*, *Punctatisporites*, *Torispora securis*, *Vestispora fenestrata* ; d'autre part, le sommet du faisceau de Dusouich et la partie moyenne du faisceau d'Edouard avec la partie de l'Assise de La Houve située au toit du tonstein 200 (présence de *Densosporites-Cristatisporites*, *Torispora securis*, *Vestispora fenestrata*, *Thymospora obscura*).

On peut considérer chacune de ces deux zones comme correspondant à l'intervalle dans lequel doit se situer théoriquement l'axe de corrélation isochrone commun aux deux bassins et l'on remarquera que dans l'exemple traité ici, ces zones renferment les axes définis par les tonsteins.

IV. — Conclusion.

L'étude palynologique des charbons de la partie moyenne du faisceau d'Edouard montre une association caractérisée par la présence de *Thymospora obscura* et *T. perverrucosa* associée à celle de *Torispora securis*, *P. granifer* et l'abondance de *Lycospora*, *Laevigatosporites* et *Florinites*. La zone d'apogée (épibole) du genre *Thymospora* n'a pas été reconnue dans les niveaux examinés. Le genre *Densosporites* présent, est cependant rare.

Cette association correspond à celle de la partie moyenne de l'assise de La Houve en Lorraine (zones W. 21 - W. 221) et il est raisonnable d'assimiler les couches examinées à celles de la partie inférieure de la zone de St-Avold. Cette étude apporte des arguments supplémentaires en faveur des corrélations qui ont pu être établies ces deux dernières années par la palynologie, la macroflore et les tonsteins entre le Bassin du Nord de la France et le Bassin sarro-lorrain.

On notera enfin que cette association correspond également au « *Thymospora obscura* Assemblage XI » défini en Angleterre (A.H.V. Smith et M.A. Butterworth 1967) dans le sommet des Upper Coal measures.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) ALPERN B., LACHKAR G. et LIABEUR J.J. (1966). — Le bassin houiller lorrain peut-il servir de stratotype pour le Westphalien supérieur ? Comm. présentée au 2^e Congr. Int. de Palynol., Utrecht (sous presse).
- 2) BOUROZ A. (1967). — Corrélation des tonsteins d'origine volcanique entre les bassins houillers de Sarre-Lorraine et du Nord-Pas-de-Calais. *C. R. Ac. Sc.*, t. 264, pp. 2729-2732.
- 3) CORSLIN P. (non publié). — A propos des limites du Westphalien C. Note diffusée dans le C. R. des réunions et travaux sur la stratigraphie du Houiller. (CERCHAR, 30 juin 1966).
- 4) PRUVOST P. (1919). — La faune continentale du terrain houiller du Nord de la France. *Mém. carte géol. France*, pp. 1-584.
- 5) SMITH A.H.V. et BUTTERWORTH M.A. (1967). — Miospores in the coal seams of the carboniferous of Great Britain. *The Palaeontological Ass., special papers in Palaeont.*, n° 1, pp. 1-324.

* * *

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE III (*)

- FIG. 1. — *Leiotriletes adnatoides* POT. et KR.
éch. n° 1800. Lame n° 4594 : 40,5 x 126,3.
- FIG. 2. — cf. *Leiotriletes adnatoides* POT. et KR.
éch. n° 1806. Lame n° 4604 : 23,5 x 113,7.
- FIG. 3. — *Calamospora microrugosa* (IBR.) SCHOPF,
WILS. et BENT.
éch. n° 1805. Lame n° 4602 : 43,5 x 128,0.
- FIG. 4. — *Granulatisporites granulatus* IBR.
éch. n° 1801. Lame n° 4596 : 48,0 x 123,7.
- FIG. 5. — cf. *Lophotriletes microsaeetosus* (LOOSE) POT.
et KR.
éch. n° 1804. Lame n° 4599 : 41,4 x 112,5.
- FIG. 6. — *Lophotriletes microsaeetosus* (LOOSE) POT.
et KR.
éch. n° 1804. Lame n° 4599 : 26,0 x 126,9.
- FIG. 7. — *Apiculatisporis aculeatus* (IBR.) POT. et KR.
éch. n° 1797. Lame n° 4588 : 27,8 x 112,3.
- FIG. 8. — *Cyclogranisporites aureus* (LOOSE) POT.
et KR.
éch. n° 1793. Lame n° 4580 : 41,1 x 129,4.
- FIG. 9. — *Acanthotriletes microspinosus* (IBR.) POT.
et KR.
éch. n° 1805. Lame n° 4602 : 45,3 x 115,2.
- FIG. 10. — *Pustulatisporites papillosus* (KNOX) POT.
et KR.
éch. n° 1805. Lame n° 4601 : 40,0 x 115,4.
- FIG. 11. — *Raistrickia cf. firma* (LOOSE) SCHOPF, WILS.
et BENT.
éch. n° 1793. Lame n° 4579 : 40,3 x 111,8.
- FIG. 12. — *Raistrickia cf. saetosa* (LOOSE) SCHOPF, WILS.
et BENT.
éch. n° 1799. Lame n° 4592 : 36,4 x 116,7.
- FIG. 13. — *Convolutispora mellita* HOFF., STAPL. et MALL.
éch. n° 1799. Lame n° 4592 : 39,9 x 126,3.
- FIG. 14. — *Vestispora velensis* (BHARD.) WILS. et VENK.
éch. n° 1797. Lame n° 4587 : 48,6 x 112,1.
- FIG. 15. — *Vestispora fenestrata* (KOS. et BROK.) WILS.
et VENK.
éch. n° 1797. Lame n° 4588 : 37,4 x 123,1.
- FIG. 16. — *Vestispora pseudoreticulata* SPODE.
éch. n° 1794. Lame n° 4582 : 48,8 x 128,7.
- FIG. 17. — *Reticulatisporites alveolatus* KNOX.
éch. n° 1804. Lame n° 4600 : 41,2 x 122,2.

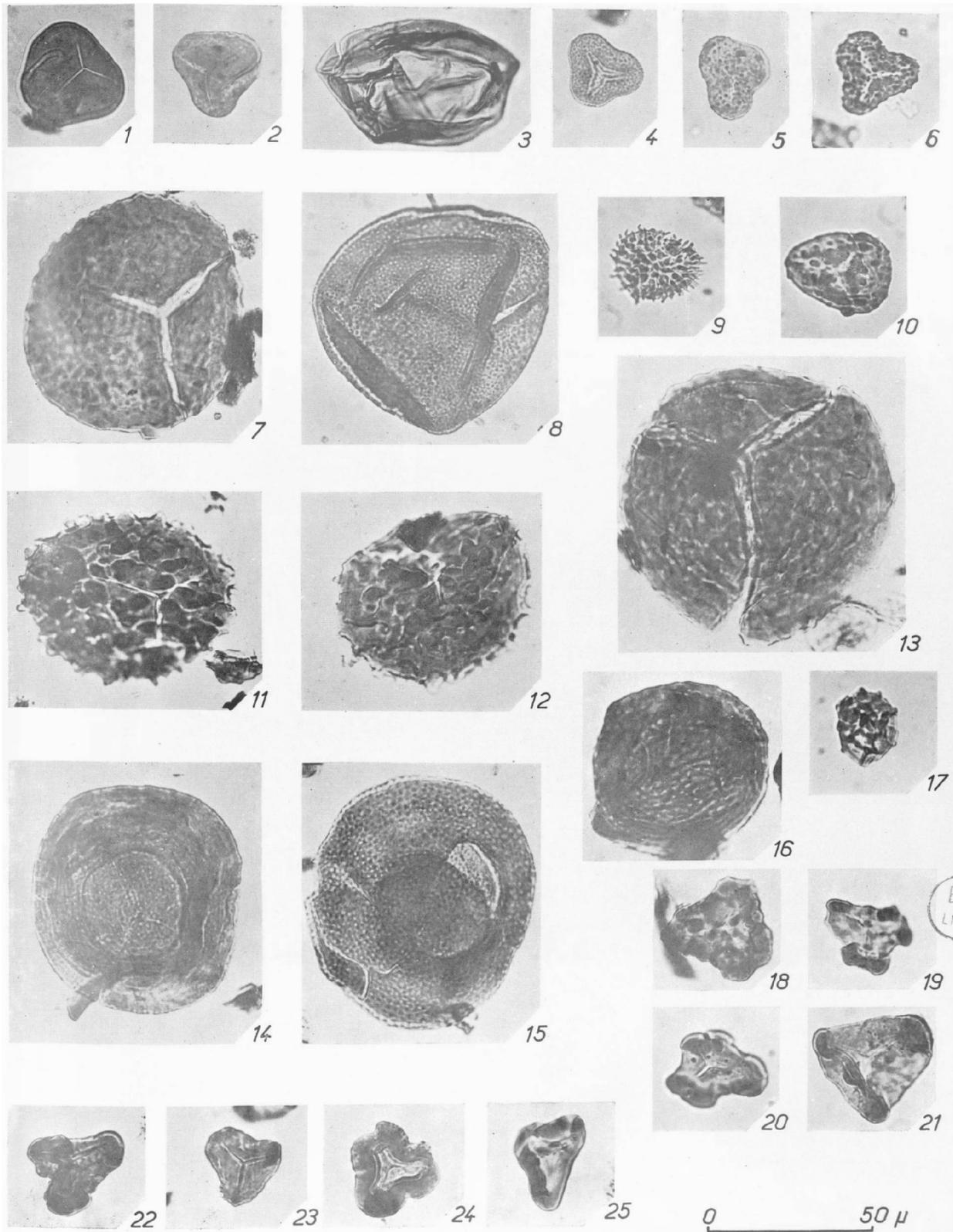
- FIG. 18. — *Triquitrites crassus* KOS.
éch. n° 1794. Lame n° 4581 : 31,5 x 127,4.
- FIG. 19. — *Triquitrites sculptilis* BALME.
éch. n° 1802. Lame n° 4598 : 38,3 x 127,8.
- FIG. 20. — *Triquitrites triturgidus* (LOOSE) SCHOPF,
WILS. et BENT.
éch. n° 1804. Lame n° 4600 : 42,2 x 116,2.
- FIG. 21. — *Triquitrites tribullatus* (IBR.) SCHOPF, WILS.
et BENT.
éch. n° 1804. Lame n° 4599 : 21,9 x 111,7.
- FIG. 22. — *Triquitrites triturgidus* (LOOSE) SCHOPF,
WILS. et BENT.
éch. n° 1800. Lame n° 4594 : 36,3 x 127,6.
- FIG. 23. — *Triquitrites trigonappendix* (LOOSE) POT.
et KR.
éch. n° 1802. Lame n° 4598 : 40,8 x 124,3.
- FIG. 24-25. — *Westphalensisporites irregularis* ALP.
24. - éch. n° 1798. Lame n° 4589 : 34,0 x 119,0.
25. - éch. n° 1798. Lame n° 4589 : 39,0 x 109,5.

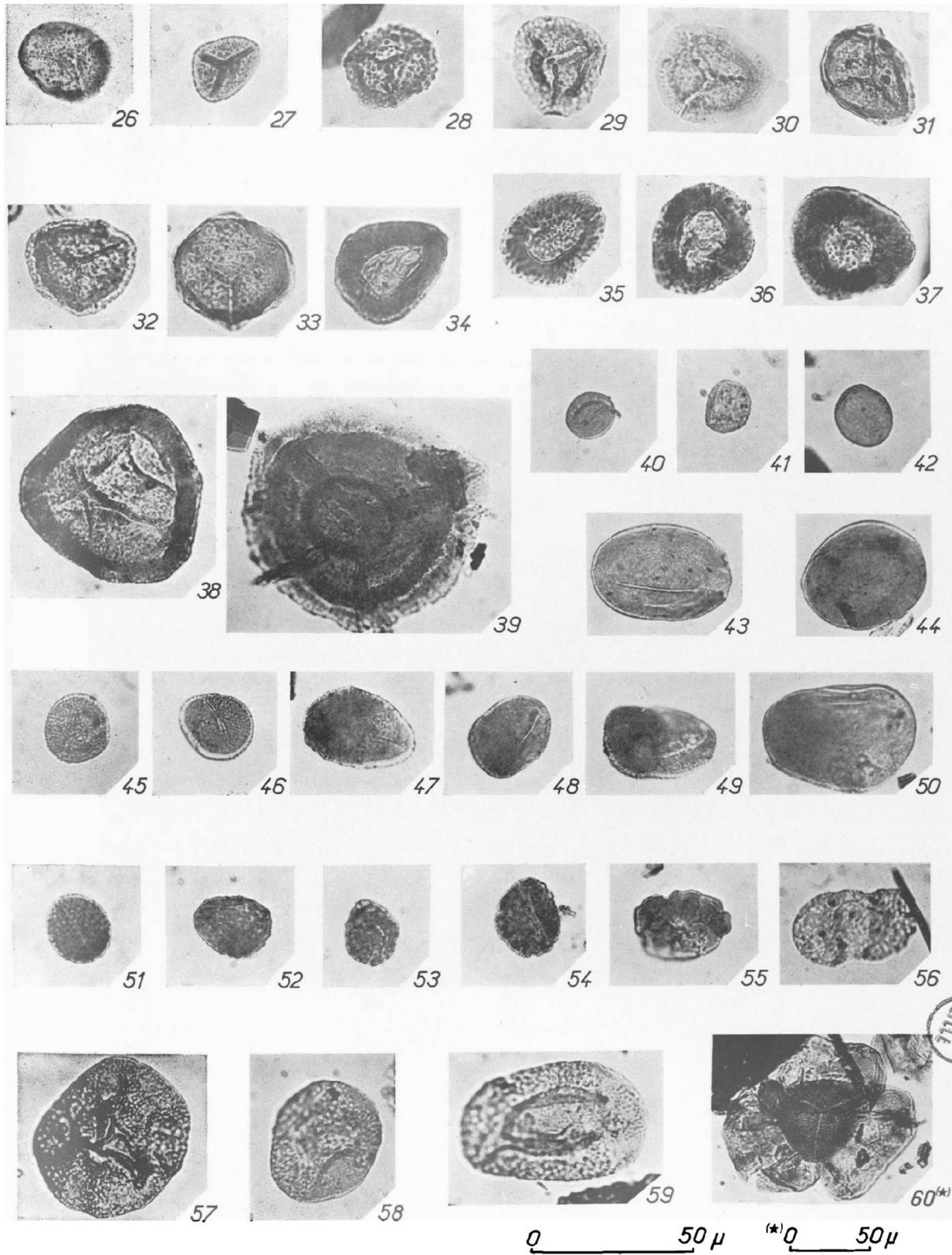
PLANCHE IV

- FIG. 26. — *Lycospora bracteola* BUTT. et WILL.
éch. n° 1793. Lame n° 4580 : 36,2 x 120,8.
- FIG. 27. — *Lycospora brevis* BHARD.
éch. n° 1801. Lame n° 4596 : 37,2 x 122,1.
- FIG. 28. — *Lycospora granulata* KOS.
éch. n° 1805. Lame n° 4601 : 23,5 x 120,6.
- FIG. 29-30. — *Lycospora tenuireticulata* ARTÜZ.
29. - éch. n° 1804. Lame n° 4599 : 34,9 x 111,8.
30. - éch. n° 1804. Lame n° 4599 : 40,7 x 119,0.
- FIG. 31-32. — *Lycospora pellucida* (WICHER) SCHOPF,
WILS. et BENT.
31. - éch. n° 1804. Lame n° 4599 : 29,7 x 113,0.
32. - éch. n° 1804. Lame n° 4599 : 23,7 x 108,2.
- FIG. 33. — *Lycospora pusilla* (IBR.) SCHOPF, WILS.
et BENT.
éch. n° 1799. Lame n° 4592 : 40,8 x 117,0.
- FIG. 34. — *Densosporites unulatus* (LOOSE) SCHOPF,
WILS. et BENT.
éch. n° 1805. Lame n° 4601 : 33,6 x 112,8.
- FIG. 35-36. — *Densosporites intermedius* BUTT. et WILL.
35. - éch. n° 1805. Lame n° 4602 : 36,5 x 109,7.
36. - éch. n° 1805. Lame n° 4602 : 30,4 x 118,5.
- FIG. 37. — *Densosporites sphaerotriangularis* KOS.
éch. n° 1805. Lame n° 4602 : 44,7 x 119,0.
- FIG. 38. — *Crassispora kosankei* (POT. et KR.) BHARD.
éch. n° 1801. Lame n° 4596 : 37,0 x 129,6.

(*) Photos prises sur microscope Leitz, Ortholux n° 695-009 avec objectif à immersion d'huile (x 70).

- FIG. 39. — *Cirratriadites saturni* (IBR.) SCHOFF, WILS. et BENT.
éch. n° 1793. Lame n° 4579 : 43,5 x 112,2.
- FIG. 40-41. — *Laevigatosporites perminutus* ALP.
40. - éch. n° 1832. Lame n° 4598 : 42,5 x 113,2
41. - éch. n° 1799. Lame n° 4592 : 38,9 x 125,1.
- FIG. 42. — *Laevigatosporites minimus* (WILS. et COE) SCHOFF, WILS. et BENT.
éch. n° 6805. Lame n° 4601 : 27,8 x 119,6.
- FIG. 43-44. — *Laevigatosporites medius* Kos.
43. - éch. n° 1804. Lame n° 4600 : 26,5 x 124,8.
44. - éch. n° 1805. Lame n° 4602 : 32,4 x 110,8.
- FIG. 45-46. — *Functatosporites granifer* POT. et KR.
45. - éch. n° 1795. Lame n° 4583 : 45,2 x 117,8.
46. - éch. n° 1804. Lame n° 4600 : 40,8 x 110,7.
- FIG. 47-50. — *Torispora securis* (BALME) ALP., DOUB. et HORST.
47. - éch. n° 1801. Lame n° 4596 : 49,3 x 111,9.
48. - éch. n° 1802. Lame n° 4598 : 41,0 x 118,0.
49. - éch. n° 1801. Lame n° 4595 : 36,1 x 118,8.
50. - éch. n° 1801. Lame n° 4596 : 37,8 x 114,5.
- FIG. 51. — cf. *Thymospora obscura* (KOS.) WILS. et VENK.
éch. n° 1796. Lame n° 4586 : 38,0 x 121,1.
- FIG. 52-54. — *Thymospora obscura* (KOS.) WILS. et VENK.
52. - éch. n° 1796. Lame n° 4586 : 29,6 x 118,4.
53. - éch. n° 1796. Lame n° 4586 : 47,8 x 118,2.
54. - éch. n° 1796. Lame n° 4586 : 36,7 x 119,8.
- FIG. 55. — *Thymospora perverrucosa* (ALP.) WILS. et VENK.
éch. n° 1797. Lame n° 4588 : 32,5 x 108,2.
- FIG. 56. — cf. *Alisporites* DAUGH.
éch. n° 1793. Lame n° 4580 : 41,3 x 129,1.
- FIG. 57-58. — *Florinites millotti* BUTT. et WILL.
57. - éch. n° 1801. Lame n° 4596 : 49,4 x 112,6.
58. - éch. n° 1793. Lame n° 4580 : 27,8 x 122,1.
- FIG. 59. — *Florinites pellucidus* (WILS. et COE) WILS.
éch. n° 1793. Lame n° 4580 : 45,3 x 112,4.
- FIG. 60. — *Alatisporites pustulatus* IBR.
éch. n° 1798. Lame n° 4589 : 45,5 x 117,0.





Sur la géologie de la partie occidentale des Monts Panachaïques (Péloponnèse, Grèce)

par P. TSOPLIAS (*)

Les monts Panachaïques sont les plus septentrionaux du Péloponnèse ; ils déterminent un vaste promontoire s'avancant dans le canal de Corinthe.

P. Negris (1914-1917) examina cet ensemble montagneux avec détail ; il signala ses nombreuses trouvailles stratigraphiques et y établit la structure tectonique en étayant l'idée d'une vaste nappe du Pinde-Olonos émise par L. Cayeux (1904). C. Renz parcourut peu cette région ; il en fournit cependant, au vu des résultats de P. Negris et de ses propres courses, un schéma structural dans sa carte de Grèce au 500.000^e (1954).

I. — Structure tectonique

Une nappe du Pinde-Olonos, débitée en écailles multiplissées, chevauche les termes supérieurs de la série autochtone de Gavrovo-Tripolis. Des dépôts conglomératiques post-tectoniques masquent les structures dans le bassin de Leonidion.

1) L'AUTOCHTONE.

A l'arrière de l'arête calcaire du Skolis (J. Der-court, 1959), une puissante série de flysch marneux à intercalations conglomératiques s'étend jusqu'au pied occidental du Panachaïcon. Le flysch est en série monoclinale à pendage N-NE.

Les niveaux supérieurs des calcaires renferment à leur sommet :

- *Chapmanina* sp.
- *Nummulites* sp.
- *Discocyclina* sp.
- *Asterodiscus* sp.
- des fragments d'Alvéolines
- *Gypsinidae*
- *Distichoplax*
- *Globigerina* sp.
- *Globorotalia* sp. dont *Truncorotalia* sp.

(*) Cette communication a été présentée lors de la séance du 13 décembre 1967.

2) L'ALLOCHTONE PINDIQUE.

Il est constitué de plusieurs écailles d'autant plus largement plissées qu'elles sont plus près du front de chevauchement.

a) *Ecaille du Malithana.*

Elle chevauche, par une semelle de Radiolarites, le flysch autochtone. Le chevauchement a été suivi depuis Kallithéa jusqu'à Platanovrissi. Des replis anticlinaux font affleurer plusieurs couches de Radiolarites d'orientation générale NNW-SSE. Les deux plus importantes sont situées au col (Est de Platanovrissi) et à l'Est de la dépression fermée dominée par le Malithana. Le versant oriental de cette montagne passe en continuité au flysch où est installé de col de H. Athanasios.

Le sommet des calcaires en plaquettes a livré, dans les niveaux microbréchiques intercalés au sein des banes de calcaires fins :

- *Lepidorbutoides* sp.
- *Orbutoides* sp.
- *Siderolites* sp.
- des *Rotaliades* et
- des débris de Rudistes ;

et dans les Calcaires fins eux-mêmes :

- *Globotruncana* sp.
- *Gümbelina* sp.
- *Planogümbelina* sp.

b) *Ecaille du massif de H. Georgios.*

Sur le flysch de l'unité précédente, repose une nouvelle écaille ayant à sa base un mince liseré de Radiolarites. Elle est plissée mais beaucoup moins intensément que l'unité du Malithana. Un petit synclinal à cœur de flysch et un vaste anticlinal existent seuls. Les calcaires du flanc oriental de l'H. Georgios passent stratigraphiquement à un

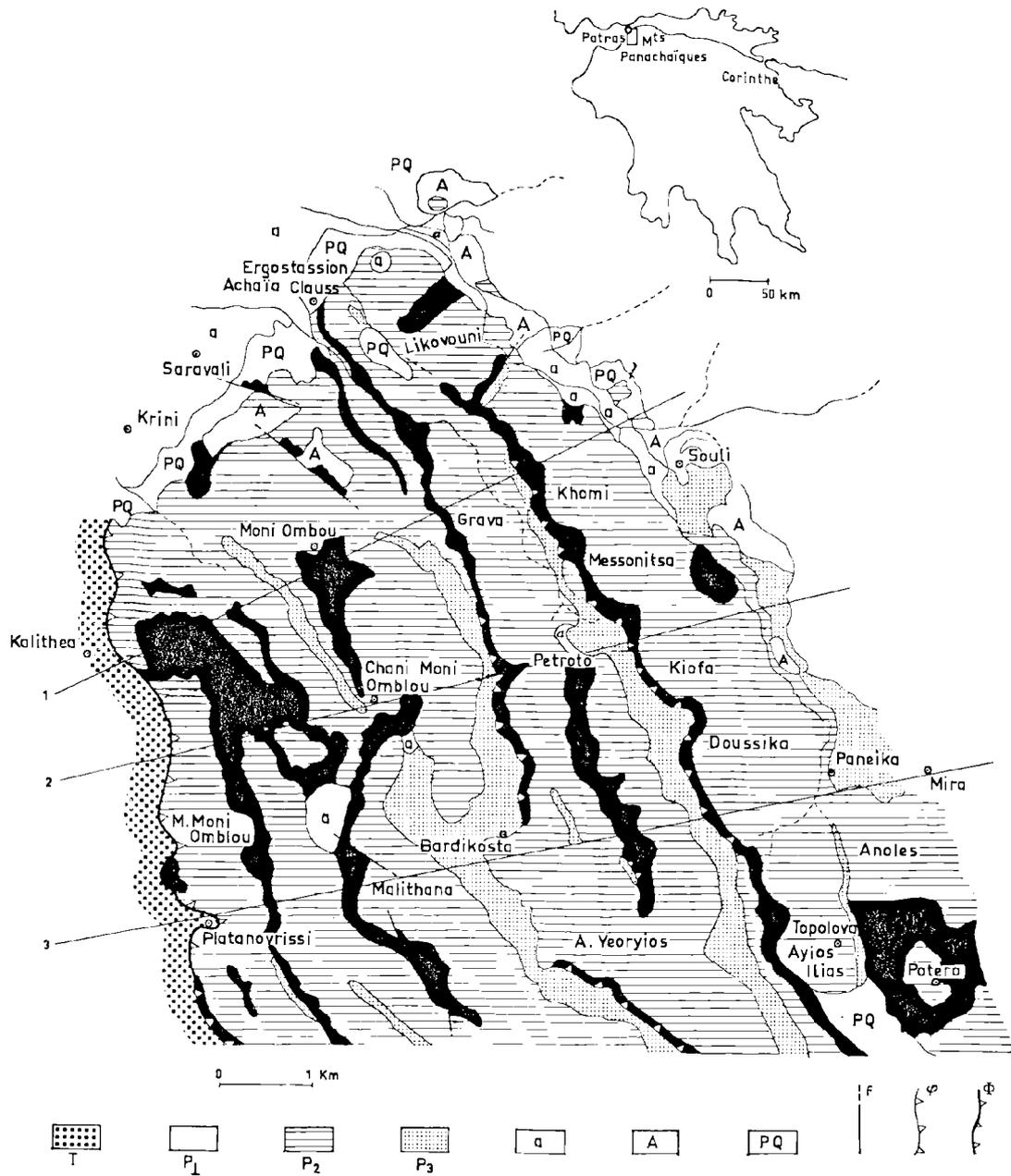


FIG. 1. — Carte schématique du secteur occidental des Monts Panachaïques.

T : Flysch de l'autochtone (Tripolis).
 P1 : Radiolarites du Pinde.
 P2 : Calcaires en plaquettes néocrétacées du Pinde.
 P3 : Couches de passage du flysch (maestrichtien) et flysch paléocène-éocène du Pinde.

A : Eboulis.
 a : Alluvions.
 PQ : Mollasses tardives plio-quaternaires.
 f : Contact anormal vertical.
 φ : Ecaille au sein de la série pindique.
 φ : Base de la nappe du Pinde.

flysch. Ils renferment dans les niveaux crypto-cristallins :

- *Globotruncana stuarti stuartiformis*
- *Globotruncana contusa*

— *Pseudotextularia* sp.

— *Hedbergella* sp.

— *Rugoglobigerina* sp.

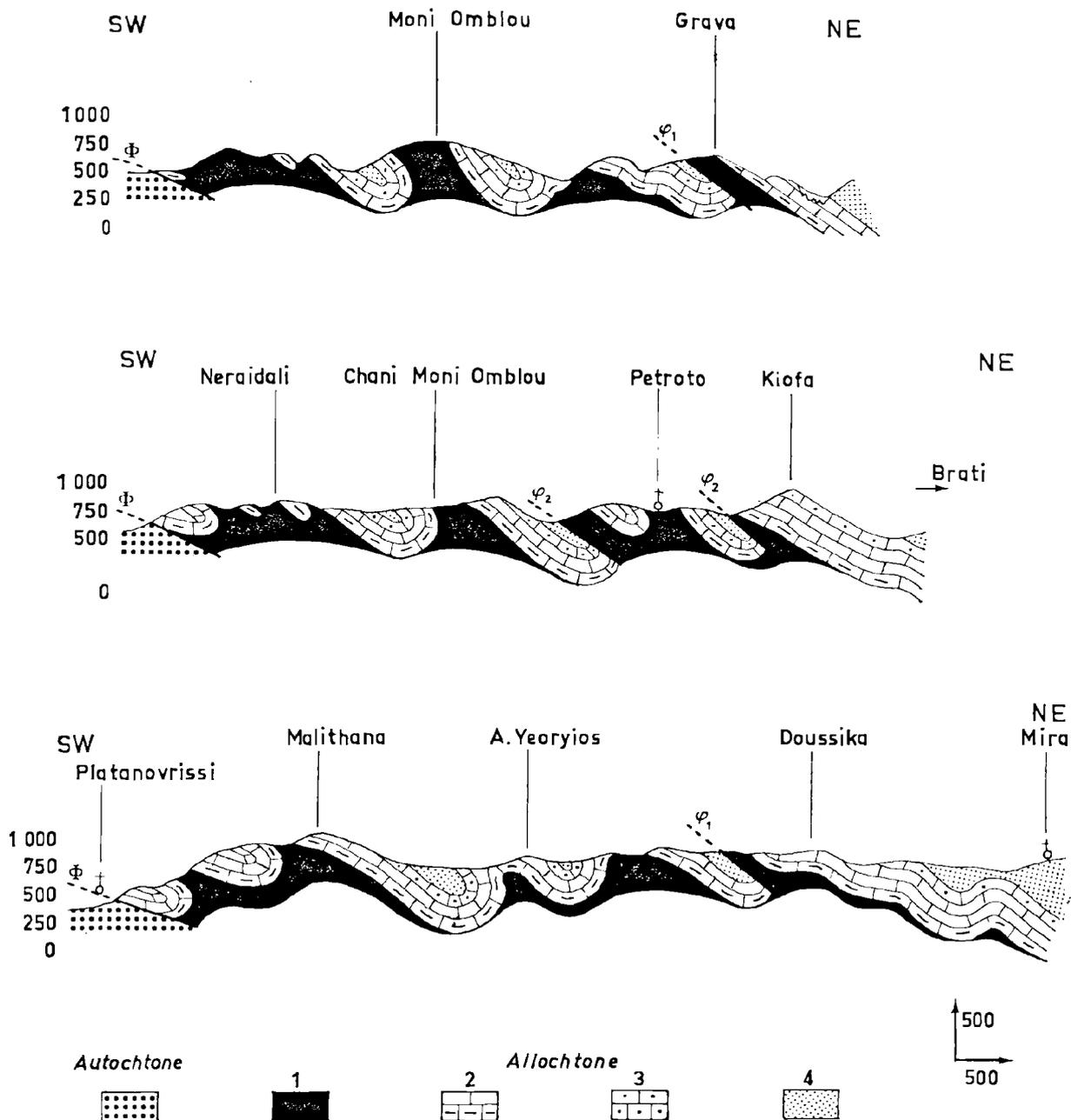


FIG. 2. — 1, Radiolarites ; 2, Calcaires en plaquettes, riches en silex à leur base ; 3, Couches de passage du flysch ; 4, Flysch.

— Radiolaires divers à test épigénisés en calcite et dans les Calcaires microbréchiques

— des débris de Rudistes, de Siderolites, de Mollusques, d'Echinodermes, et des débris de Rotaliés.

Remarque : L'écaille est compliquée au niveau du village de Bardicosta : soit qu'une faille verticale décroche vers le SW le compartiment méridional (mais cette cassure, n'affectant en rien l'unité du Malithana, devrait être syntectonique), soit qu'une brusque modification axiale de l'unité intervienne. Enfin, il n'est pas exclu qu'outre l'une ou l'autre de ces hypothèses, il faille envisager que le front de l'écaille ait été affaissé par un contact anormal vertical faisant ainsi buter la base des calcaires en plaquettes contre le flysch de H. Athanasios.

c) Ecaille du Kiofa-Messonitsa.

Sur le flysch de l'unité précédente, une écaille simple, de belle venue, s'allonge du NE au SW. Ses crêtes, sculptées dans les calcaires en plaquettes à *Globotruncana calcarata*, *Globigerina* sp., *Gumbelina* sp. et Radiolaires divers, dominant le flysch de l'unité de H. Georgios et s'abîment à l'Est dans la vallée profonde du Trupos. Le flysch recouvre les calcaires et forme une vire au pied du très puissant Strogulo-vouno.

L'observation de Radiolarites au fond du thalweg de Trupos est due à l'extraordinaire ampleur de l'érosion beaucoup plus qu'au plissement des couches de l'unité qui est médiocre si on le compare à celui des unités occidentales.

Remarques : Au Sud-Est, l'écaille passe à une structure complexe où l'on observe :

— la terminaison périelinale de l'unité de Patero (les calcaires sont en synclinal dans les Radiolarites) ;

— une mince bande de flysch à l'Est du sommet dit Prophète Elie ;

— un élargissement du flysch qui affleure très largement au Sud de Mira.

3) LES SÉRIES POST-TECTONIQUES.

Des molasses très grossières existent dans différents bassins ; elles paraissent laguno-fluviales.

II. — Stratigraphie

Ayant signalé l'appartenance de la série écaillée à la zone du Pinde, j'ai pu en présenter ci-dessus

la structure. Je signalerai les quelques points importants reconnus :

- 1 - L'absence de niveaux attribuables au Trias ;
- 2 - L'épaisseur des Radiolarites mais leur pauvreté en niveaux calcaires additionnés ;
- 3 - L'envahissement des niveaux radiolaritiques sommitaux par les pélites en trois ou quatre bancs de grès fins ;
- 4 - Un horizon microbréchique à prédominance calcaire surmontant les grès précédents (des Orbitolines roulées ont été observées) ;
- 5 - Une très riche microfaune de Rosalines dès les premiers bancs de calcaires en plaquettes ;
- 6 - La rareté de niveaux microbréchiques dans les calcaires en plaquettes ;
- 7 - L'extrême netteté des couches de passage au flysch marneux.

Les points 3, 4 et 5 fournirent de beaux résultats, un échantillonnage serré ayant dès à présent été effectué, et font l'objet d'études paléontologiques détaillées.

III. — Morphologie

La morphologie du massif Panachaïque l'oppose aux massifs méridionaux. Deux anciennes surfaces s'observent aisément et affleurent très largement (niveaux inférieurs 600 et 900 m). Elles sont entaillées par des torrents aux parois abruptes dont le niveau de base — le golfe de Corinthe — est très près. Tout porte à penser que la montée en horst de ce massif par des failles plio-quadernaires est plus récente que celle de l'Erymanthe par exemple, où les lambeaux d'anciennes surfaces sont présents mais exceptionnels et où les torrents ont des parois plus douces.

Ce rajeunissement très récent d'un vieux relief gouverne l'implantation des villages et explique le grand isolement humain du massif.

Au pied des prodigieux sommets, au débouché des torrents dans la plaine du Trupos ou du Selinos par exemple, s'édifient des villages récents, terminus des routes de plaines et point de départ des sentiers muletiers gravissant les rives des torrents. Sur le massif, modelé par de belles surfaces, la progression y est aisée, mais brusquement la topographie est entaillée ; il faut dévaler au fond du thalweg puis escalader la rive opposée pour atteindre une nouvelle fois la surface ancienne.

Règles à observer dans la Rédaction et la Présentation des Manuscrits ainsi que dans leur correction (*)

Présentation des manuscrits

Les manuscrits (en double exemplaires) rédigés en termes clairs et précis, doivent être remis dactylographiés à double interligne, sans surcharges, ni ratures et entièrement tapés en caractères ordinaires. Ils comportent au total, au maximum 26 pages de 27 lignes composées chacune de 75 caractères (y compris évidemment les illustrations, les interlignes et les blancs pour détacher les titres). Au delà de cette limite, les frais d'impression sont à la charge de l'auteur, sauf avis contraire du Conseil.

1) TITRE.

En tête se trouve le titre suivi du nom de l'auteur avec, en note infrapaginale, le nom et l'adresse complète de l'Institution ou l'Organisme dont cet auteur fait partie.

2) SOMMAIRE.

Puis vient obligatoirement un sommaire concis qui donne les résultats essentiels du travail. Il est limité à 5 % de la longueur de l'article.

Immédiatement en dessous un sommaire de 50 à 200 mots en langue anglaise.

3) TEXTE.

Pour le texte, quelques recommandations :

— L'ensemble du texte est fourni en caractères ordinaires. Seuls les noms destinés à être imprimés en italique doivent être soulignés.

— L'usage de l'italique est presque exclusivement réservé aux noms de fossiles. Le nom spécifique de tout fossile cité (dont l'initiale est en minuscule) doit être suivi du nom de l'auteur qui a créé l'espèce.

— Les noms d'étages prennent une majuscule sauf s'ils sont employés comme adjectifs.

— Les points cardinaux sont indiqués par les symboles N S E et W non suivis de points ; les points intermédiaires sont indiqués par les majuscules juxtaposées sans point, ni tiret (NNE, SSW) ; dans l'indication d'une direction les points extrêmes sont séparés par un tiret (N-NE, NW-SE).

— Rappelons en ce qui concerne les nombres qu'aucun point ne sépare les tranches de 3 chiffres et que dans l'écriture d'un nombre comportant des décimales, on place la virgule immédiatement entre la partie entière et la partie décimale.

— Les symboles des unités s'écrivent sans point et ne prennent pas la marque du pluriel ; parmi les symboles le plus fréquemment utilisés : mm (millimètre), cm (centimètre), dm (décimètre), m (mètre), km (kilomètre), l (litre), g (gramme), kg (kilogramme), m/s (mètre seconde), μ (micron), mn (minute).

— Par contre, les mots abrégés sont suivis d'un point (s.l. = sensu lato, s. str. = sensu stricto, fig. = figure, p. = page, M. = Monsieur ...).

— En ce qui concerne les notes infrapaginales, elles sont numérotées par ordre d'apparition dans le texte.

— Références bibliographiques.

L'ensemble des références bibliographiques constitue la liste bibliographique qui fait immédiatement suite au texte. Ces références qui seront numérotées alphabétiquement donneront dans l'ordre :

Numéro d'ordre, nom de l'auteur et initiale du prénom, année de parution entre parenthèses, titre complet de l'article. Indications bibliographiques, c'est-à-dire titre du périodique, tomaton (avec t. = tome ou vol. = volume, suivi éventuellement de fasc. = fascicule), pages (pp. début et fin), planches et figures.

Exemple : 14) Lutz J. (1933). — Zur Culmflora von Geigen. *Palaontographica*, vol. LXXVIII, fasc. B, pp. 114-157, Pl. XV-XIX, fig. 8-15.

Dans le texte, il suffira donc d'indiquer les rappels numériques et non plus l'ensemble des noms d'auteurs avec l'année de la publication.

(*) Ces règles ont été adoptées lors de la séance du Conseil de la S.G.N. du 7 Février 1968.

4) ILLUSTRATIONS.

a) *Planches photographiques.*

Les planches photographiques ont une justification maximum de 160 x 215 mm (cadre intérieur). Elles seront numérotées au crayon puisque l'on numérote simultanément l'ensemble des planches photographiques d'un même fascicule. Par contre toutes les indications à l'intérieur du cadre doivent être parfaitement faites car la S.G.N. n'utilise plus que le procédé simili. Autant que possible, les photographies qui composent une planche sont numérotées en chiffres arabes en haut et à gauche tandis que le grossissement est indiqué en bas à droite.

Il est préférable, afin d'obtenir une meilleure reproduction, de fournir des maquettes confectionnées avec des photographies tirées sur papier mat.

b) *Figures dans le texte.*

Les dessins au trait doivent être fournis à l'encre de Chine sur papier bristol ou calque blanc, éventuellement plus grands que les figures définitives (tenant compte alors, pour la grosseur du trait, de la réduction adoptée qui ne doit pas être supérieure à 1/2).

Les figures qui constitueront une page complète ne doivent pas dépasser la justification : 160 x 200 mm (soit rapport $l/L = 4/5$), celles qui n'occuperont pas toute la surface auront une largeur de 80 ou 160 mm.

Les croquis doivent comporter une échelle graphique ainsi qu'un tableau des figurés avec numéros de rappel, mais aucune indication de légende ni de numérotation.

c) *Explication des planches et figures.*

Ces légendes doivent être fournies avec le texte.

— L'explication des planches suit la liste bibliographique. Elle comporte l'ensemble des explications succinctes de chaque figure (Fig. 1. —).

— L'ensemble des légendes de figures sera dactylographié sur une même page en non fourni sous forme de feuillets isolés pour chacune des figures. Lors de l'impression, chaque explication est par la suite remise sous les figures correspondantes.

Correction des manuscrits

Les auteurs reçoivent une épreuve de leurs communications, accompagnée de leur manuscrit ainsi que d'un bon à tirer. Aucune correction importante du texte de la part de l'auteur ne peut être envisagée alors. L'ensemble (épreuve corrigée, manuscrit et bon à tirer) doit être renvoyé au Délégué aux publications avant la date limite fixée par ce dernier sur le bon à tirer, faute de quoi les épreuves seront considérées comme acceptées par les auteurs et seules les principales corrections seront faites au Secrétariat.

Tirés à part

Quand une communication comporte des planches, il est indispensable de connaître le nombre de tirés à part désirés au moment même du dépôt des documents. Celui-ci sera donc à indiquer obligatoirement en titre du manuscrit.

Quand il n'y a pas de planches, il suffit d'envoyer le bon de commande de tirés à part en même temps que les épreuves corrigées.

— « » —

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome LXXXVIII

1968

2^{me} trimestre

VOLUME PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
LILLE

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1968 —

<i>Président</i>	M. A. DALANVAL
<i>Premier Vice-Président</i>	M. J. PROUVOST
<i>Vice-Présidents</i>	M. A. BOUROZ
	M. G. WATERLOT
<i>Secrétaire</i>	M. J. PAQUET
<i>Secrétaire-adjoint</i>	M. J.P. LAVEINE
<i>Trésorier</i>	M. l'Abbé TIEGHEM
<i>Déléguée aux Publications</i>	M ^{me} Paule M. CORSIN
<i>Archiviste-bibliothécaire</i>	M. G. COURTY
<i>Conseillers</i>	M. P. CELET
	M. P. CORSIN
	M. P. DOLLÉ
	M. A. BONTE
	M ^{me} S. DEFRETIN
	M ^{ne} D. BRICE

A N N A L E S
D E L A
S O C I É T É G É O L O G I Q U E D U N O R D
publiées avec le concours du Centre national de la Recherche scientifique

Société fondée en 1870 et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 juin 1873

Secrétariat : Société Géologique du Nord
Sciences de la Terre, Boîte Postale 36, 59 Lille-Gare
Tél. 79.20.44 ou 79.21.94 — C.C.P. Lille 5.247

Compte rendu de l'activité de la Société

ASSEMBLEE ORDINAIRE DU 6 MARS 1968

PRÉSIDENTE DE M. A. DALINVAL, PRÉSIDENT

Monsieur DALINVAL signale d'abord le don fait à la Société Géologique du Nord par M. P. DOLLÉ du Compte Rendu des Activités 1967 de l'Association des sédimentologistes français. Puis il fait part aux Membres des attributions de Prix et Médailles de la Société des Sciences, des Arts et d'Agriculture de Lille à M. Ch. DELATTRE (Prix Kuhlmann), M. l'Abbé TIEGHEM (Prix L. Danel), M. J.P. LAVEINE (Prix Bertrand) et M. J. THÉRY (Médaille Gosselet). Il passe ensuite la parole à M. P. CELET qui présente la notice consacrée à J. CORNET.

Communications orales

J.J. LIABEUF et S. LOBOZIAK. — Etude palynologique de quelques couches de charbon du faisceau d'Edouard (Bassin du Nord et du Pas-de-Calais) (*).

Y. PLUSQUELLEC. — Commensaux des Tabulés et Stromatoporoidés du Dévonien armoricain (note présentée par M^{lle} D. BRICE).

ASSEMBLEE ORDINAIRE DU 3 AVRIL 1968

PRÉSIDENTE DE M. A. DALINVAL, PRÉSIDENT

Est nommé Membre de la Société :

M. LEMOS DE SOUSA Manuel José, Assistant à la Faculté des Sciences de Porto, Muscu e Laboratorio de Geologia (Portugal), présenté par M. P. Corsin et M^{me} Paule Corsin.

Communications orales

A. BEUGNIES. — La géologie des environs de Naux. Une mise au point qui s'impose.

J.M. CHARLET. — Etude préliminaire du massif granitique de la Maladeta (Pyrénées Centrales espagnoles).

Paule CORSIN. — Découverte d'un *Sagenopteris* dans le Lias ardennais.

J. CHARVET. — Aperçu stratigraphique préliminaire sur la région de Mostal (Yougoslavie (**)).

(*) Communication insérée dans le 1^{er} fascicule du Tome LXXXVIII.

(**) Cette note sera insérée dans le prochain fascicule.

Commensaux des Tabulés et Stromatoporoïdes du Dévonien armoricain

par Yves PLUSQUELLEC (*) (**)

(Planche V)

Résumé. — Les Favositidés et Stromatoporoïdes du Dévonien inférieur du synclinorium médian sont souvent infestés par de nombreux commensaux appartenant à *Phragmosalpinx australiensis* Sokolov et *Phragmosalpinx* nov. sp. ?

L'examen du matériel type permet de préciser la diagnose de Sokolov et de montrer que ce genre ne possède pas de paroi propre.

La présence chez les Stromatoporoïdes et chez les Tabulés des mêmes formations du type « canaux intramuraux » apporte un argument en faveur de leur attribution à des organismes étrangers dont la position systématique reste assez hypothétique (Sipunculidés ?).

Abstract. — The Favositids and Stromatoporoïds of the lower Devonian in the « Synclinorium médian armoricain », are very often infested by numerous commensalists belonging to *Phragmosalpinx australiensis* Sokolov and *Phragmosalpinx* nov. sp. ?

The examination of the type material authorises to perfect the diagnosis of Sokolov, and to show the lack of a wall of its own in this genus.

The occurrence in Stromatoporoïds and Tabulates corals of the same structures belonging to the so called « intramural canals » brings an argument for their relation to foreign organisms the systematic position of which is imperfectly known (Sipunculids ?).

Des phénomènes de commensalisme ont été mis en évidence depuis déjà fort longtemps chez les Tabulés. Dès 1850, par exemple, Nicholson interprète l'élément en S de certains *Pleurodictyum* comme le moulage naturel du tube d'un genre voisin des Serpules.

La présence de commensaux a également été reconnue chez les Tétracoralliaires par Calvin en 1888 et chez les Stromatoporoïdes par Clarke en 1921.

Chez les Favositidés, les commensaux sont extrêmement abondants mais ils n'ont été interprétés comme tels que depuis les travaux de Tchernychev (19).

Plusieurs genres de Favositidés « caractérisés » par la présence de minces tubes cylindriques situés

généralement aux angles des corallites, ont été décrits dans le Silurien et le Dévonien d'Europe et d'Asie.

Le genre *Gephuropora* Etheridge 1920 du Dévonien (?) de Cavan (N.S.W. Australie), est très proche de *Favosites* ; il s'en distingue par la présence de canaux intramuraux recoupés de planchers plus ou moins nombreux.

Le genre *Parafavosites* Orlov 1931 du Silurien du Fergana (*Parallelopora* HOLTEDAHN 1914), également voisin de *Favosites*, s'en différencie par la présence de tubules sans planchers.

Le genre *Columnopora* Nicholson 1874 peut présenter aux angles des corallites, des espaces tubulaires que l'auteur assimile aux canaux intramuraux décrits par lui chez *Pleurodictyum*.

Des espaces tubulaires comparables à ceux précédemment cités se rencontrent également chez des *Pachypora* du bassin de Kolyma et des *Alveolites* du Kouznetzk (cf. Sokolov 1948, p. 102). Enfin,

(*) Laboratoire de Paléontologie, Faculté des Sciences, Avenue Le Gorgeu, 29 N - Brest (France).

(**) Je tiens à remercier ici M^{lle} D. Le Maître d'avoir bien voulu revoir et critiquer cette note.

certaines formes présentent des tubes étroits à section étoilée, *Favosites astericus* FRECH 1911, par exemple.

Ces espaces tubulaires, munis ou non de planchers, ont été interprétés de façon différente suivant les auteurs. Ils sont considérés comme des canaux intramuraux (Nicholson), des corallites en voie de développement (Obout, Ozaki) ou « des tubes coenenchymaux rudimentaires ou dégénérés » (Lecompte).

Quoi qu'il en soit, les auteurs précités confèrent une valeur taxonomique importante à ces tubules, pour Lecompte (12, p. 97) « leur présence paraît suffisamment significative pour justifier à elle seule une distinction générique ».

Cox (3) et Tchernychev (19) sont d'un avis tout à fait opposé et émettent l'hypothèse que les tubes cylindriques sont dus à des symbiotes ou des parasites ; c'est également l'avis émis par Weissermel (20).

Sokolov (18) reprenant les idées de Tchernychev, les développe et étudie la position systématique probable de ces organismes tubulaires. Il écrit : « pendant plusieurs années d'études des *Tabulata* paléozoïques de l'U.R.S.S., nous avons examiné un vaste matériel où nous nous sommes maintes fois heurtés à la présence de minces tubes cylindriques, non seulement chez les Favositidés, mais aussi chez de nombreux autres genres de *Tabulata*. Reprenant souvent l'examen de cette question, nous sommes arrivés, de même que Tchernychev, à la conclusion que c'est un phénomène à caractère indubitablement symbiotique et propre aux coraux de tous les systèmes paléozoïques ».

Si l'on admet l'appartenance des éléments tubulaires à des organismes étrangers, les genres *Parafavosites*, *Gephuropora*, *Columnopora* ne peuvent se différencier des autres Tabulés par la seule présence des canaux intramuraux. Ces genres ne seront donc maintenus que s'ils possèdent des caractères structuraux ou microstructuraux particuliers ; *Gephuropora* (conception Dubatolov) par exemple, serait caractérisé par des épaisissements pariétaux réalisés par adjonction secondaire de stéréoplasme. Dans les autres cas, les genres distingués sur la seule présence de tubules doivent tomber en synonymie.

Un argument pour l'attribution des tubules à des organismes étrangers est fourni par Lecompte (12) qui détermine — avec toutefois quelques res-

trictions — comme *Columnopora spinosa* un échantillon qui ne présente pas « le moindre " canal intramural " ». Il s'agit là de toute évidence d'une colonie non infestée par des commensaux.

Un autre argument important est fourni par l'examen de la muraille d'un Favositidé au niveau d'un tube de commensal. On voit à cet endroit la muraille se cliver suivant la ligne noire, se gonfler pour ménager un espace cylindrique au commensal. Le tube du commensal est donc, contrairement aux apparences, extérieur au Polypier puisque limité non par la stéréozone de la muraille, mais par la ligne noire (contre cette ligne noire viendrait se plaquer la paroi propre du commensal si celui-ci en possède une). Cet aspect particulier de la structure permet de réfuter l'assimilation des canaux intramuraux à des tubes coenenchymaux. Chez *Héliolites* par exemple, la structure du coenenchyme est la même que celle du tabularium, tandis que dans le cas des tubes de commensaux, il y a un simple espace très souvent sans paroi propre (fig. 1).

Si la mise en évidence de la dualité polypier-commensal présente certaines difficultés quand les « canaux intramuraux » sont droits, elle paraît plus aisée lorsque ceux-ci sont ondulés, voire en hélice ; de tels arguments incitent à y voir, avec Sokolov, l'association de deux organismes.

Cette interprétation est étayée par le fait que l'on trouve chez les Stromatoporoïdes et les Favositidés du Siegénien moyen du Massif armoricain, des structures commensales absolument identiques (voir ci-dessous l'étude du genre *Phragmosalpinx*). C'est là un argument décisif pour l'attribution des « canaux intramuraux » à un organisme étranger.

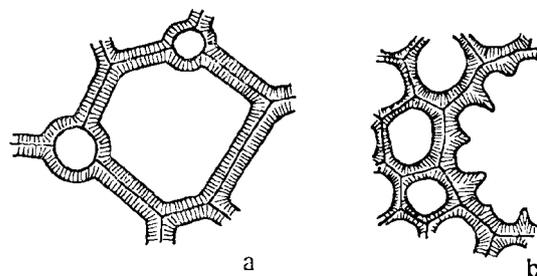


FIG. 1. — Représentation schématique, en coupe transversale, d'un Favositidé (a) et d'un Héliolitidé (b), montrant la différence de structure entre le tube d'un commensal et le coenenchyme d'un Héliolitidé.

Ainsi au Paléozoïque, l'association « Ver » - Coelentérés est extrêmement commune. Dans le Massif armoricain, j'ai précédemment étudié l'association *Pleurodictyum-Hicetes* (Plusquellee 1965) ; les Stromatoporoïdes et surtout les Favositidés de cette région montrent également très souvent des commensaux.

Classe SIPUNCULOIDEA ?

Ordre ?

Famille ?

Genre *PHRAGMOSALPINX* SOKOLOV 1948

Espèce type *Phragmosalpinx australiensis* SOKOLOV 1948.

RÉVISION DE L'ESPÈCE TYPE

MATÉRIEL :

6 lames minces taillées dans un « *Gephyropora* » *duni* ETH. n° 72669, collection Smithsonian Institution Washington U.S.A.

Localité et position stratigraphique :

— indications des étiquettes : Silurian, end Taemas bridge Cavan N.S.W.

— légendes des figures in Bassler 1944 : Devonian, Cavan Murrumbidgee river, N.S.W.

En 1948, Sokolov, dans une étude sur les Vers commensaux des Favositidés, donne la diagnose suivante du genre *Phragmosalpinx* : « ...possède une paroi visiblement épaissie et très nette. La cavité intérieure du tube y est subdivisée par de minces planchers. Les organismes auxquels appartiennent ces tubes s'établissent de préférence aux angles des corallites... ».

Sokolov désigne comme espèce type les commensaux infestant les *Gephyropora duni* ETHERIDGE figurés par Bassler en 1944 (fig. 26-26', 27).

J'ai pu, grâce à l'obligeance de F.J. Collier, obtenir de la Smithsonian Institution le prêt du matériel type. Deux remarques concernant la diagnose de *Phragmosalpinx* s'imposent à la suite de l'examen de ce matériel original, trop mal conservé pour être photographié, mais figuré à nouveau ici (fig. 2 a, b, c).

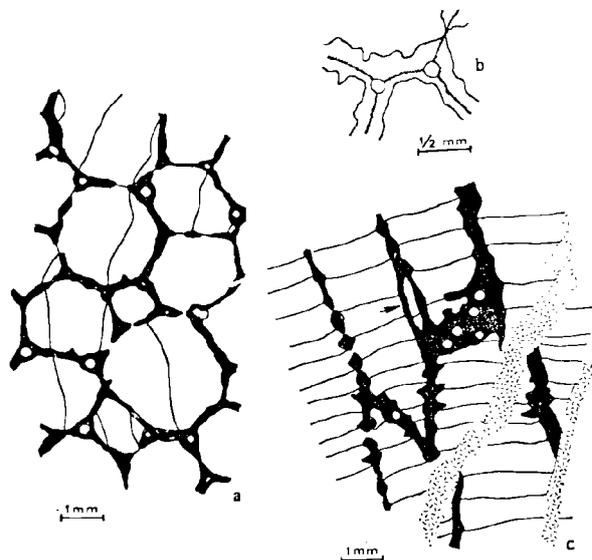


FIG. 2. — *Phragmosalpinx australiensis* SOKOLOV.
Matériel type, Cavan N.S.W. Australie, éch. 72669
Smithsonian Institution Washington.
— a : coupe transversale légèrement oblique, montrant les commensaux aux angles des corallites.
(= fig. 26 in Bassler 1944).
— b : détail.
— c : coupe longitudinale montrant un tube de *Phragmosalpinx australiensis*.
(= fig. 27 in Bassler 1944).

1° Les dessins de Bassler sont parfois assez approximatifs ; en particulier, la figure 27 (coupe longitudinale) exagère nettement la longueur du tube du *Phragmosalpinx* observé.

2° Contrairement à ce qui fut affirmé, les commensaux sont dépourvus de paroi propre. Certains, comme ceux de la figure 26', semblent posséder une tunique épaisse de calcite. Je n'ai pas retrouvé de façon certaine, dans le matériel de Bassler, l'individu correspondant à cette figure, mais j'ai pu en observer d'équivalents. Ce manchon de calcite résulte en réalité de cristallisation secondaire comme on en observe souvent sur les murailles des Tabulés.

MENSURATIONS :

	Diamètre des tubes en 1/100 de mm.						
	10	12	15	17	20	22	25
Nombre d'individus	4	4	7	9	3	6	3
Espacement des planchers : une seule mesure 0,9 mm.							

J'ai étudié également, grâce au matériel qui m'a été fourni par J.S. Jell, deux autres échantillons de « *Gephyropora* » *duni* ETHERIDGE provenant d'une localité proche de Taemas (N.S.W. Australie) qui montre également l'absence de paroi propre chez *Phragmosalpinx*.

La diagnose du genre *Phragmosalpinx* s'établit donc comme suit : tube circulaire sans paroi propre, présentant des planchers minces largement espacés, situés le plus souvent aux angles des corallites chez les Tabulés.

POSITION SYSTÉMATIQUE DU GENRE *Phragmosalpinx*.

Dans l'Osnovi Paleontologii, ce genre est placé par Sokolov dans la classe des *Sipunculoidea*. Bien que l'on ne possède aucune donnée sur les parties molles des *Phragmosalpinx*, cette attribution semble raisonnable mais non certaine.

On connaît de nombreux cas d'association de Sipunculien et d'Hexacoralliaires (*Aspidosiphon - Heteropsammia*, *A. - Heterocyathus*, *A. - Stephanoceris*) et la tendance naturelle de ce groupe à pratiquer le commensalisme et la vie sédentaire.

Les Sipunculien qui vivent dans les coquilles de Gastéropodes ou dans les galeries ménagées chez les Hexacoralliaires, communiquent avec l'extérieur par un seul orifice comme les *Phragmosalpinx*.

Néanmoins, des Polychètes Sédentaires comme certains Serpuliens possèdent un tube à une seule ouverture.

Le tube de la plupart des Sipunculien actuels est constitué par une gaine de mucus pouvant agglomérer du sable, même à l'intérieur d'un Gastéropode, mais Schindewolf (17) décrit une association *Heterocyathus roussaeanus - Aspidosiphon* où le Sipunculien possède un tube calcaire (Pl. II, fig. 1). Ces observations montrent que les Sipunculien pourraient être capables de sécréter des planchers qui paraissent inconnus chez les formes actuelles.

Le faible diamètre des commensaux n'est pas un obstacle à leur attribution aux Sipunculien. On connaît actuellement à côté de formes de grande taille, *Sipunculus*, *Phascobion*, *Aspidosiphon*, de très petites espèces comme *Golfingia minuta* qui peut utiliser comme habitat des Foraminifères.

En définitive, les considérations structurales et morphologiques ne permettent pas de résoudre le problème de la position systématique des *Phragmosalpinx*, et il semble que ce soient les arguments

tirés de la biologie des formes actuelles qui puissent accréditer la thèse de l'attribution des *Phragmosalpinx* aux Sipunculien. On ne saurait réfuter toutefois l'appartenance de certaines formes commensales paléozoïques à un groupe non représenté dans la nature actuelle.

Phragmosalpinx australiensis SOKOLOV 1948

v 1948 *Phragmosalpinx australiensis* SOKOLOV, p. 108, fig. 6, 7, 8.

? 1962 *Phragmosalpinx* sp. SOKOLOV, in Orlov, Pl. V, fig. 8 a-b.

MATÉRIEL :

De nombreuses colonies de Favositidés et des Stromatoporoïdes du Dévonien inférieur du Massif armoricain (Schistes et Calcaires à *Athyris undata*) sont infestées par des *Phragmosalpinx australiensis*. Leur étude a été effectuée en coupes transversales et longitudinales.

Tous les échantillons étudiés sont déposés dans les collections du laboratoire de Paléontologie de la Faculté des Sciences de Brest, 29 N France.

DESCRIPTION :

Coupes transversales : Le tube du commensal se présente comme un espace parfaitement circulaire, situé généralement au point de jonction de plusieurs corallites chez les Tabulés. Cet espace est obtenu par élargissement de la muraille au niveau de la ligne noire, accompagné d'un boursoufflement harmonieux de la stéréozone (fig. 3).

Coupes longitudinales : Les tubes sont rectilignes ou, ce qui est le cas le plus fréquent, légèrement onduleux (fig. 4).

Cette tendance à posséder un trajet sinueux se manifeste très clairement chez les Stromatoporoïdes où le tube n'est pas guidé par une muraille épaisse comme chez les Favositidés. Il peut acquérir alors une forme en hélice cylindrique plus ou moins lâche (Pl. V, fig. 3-4). Les tubes présentent tous des planchers minces, droits ou légèrement concaves vers le haut ; l'espacement des planchers varie entre 0,6 et 1,6 mm.

Les *Phragmosalpinx australiensis* du Massif armoricain sont typiquement dépourvus de paroi propre, toutefois certaines sections — transversales

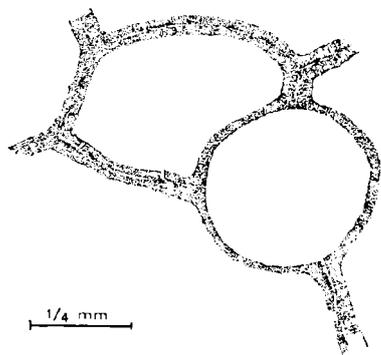


FIG. 3. — *Phragmosalpinx australiensis* SOKOLOV, éch. 406 b. Coupe transversale (commensal d'un Favositidé). Bois Roux, Saint-Aubin d'Aubigné, Ille-et-Vilaine. Schistes et calcaires à *Athyris undata*, Siegénien moyen.

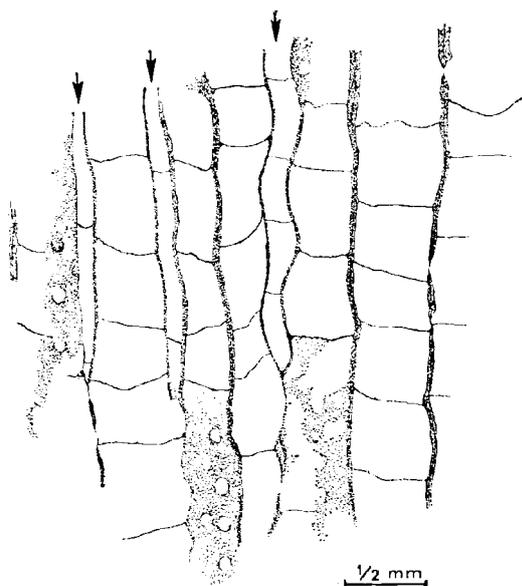


FIG. 4. — *Phragmosalpinx australiensis* SOKOLOV, éch. 423 e. Coupe longitudinale (commensaux d'un Favositidé), les commensaux sont indiqués par une flèche. Bois Roux, Saint-Aubin d'Aubigné, Ille-et-Vilaine, Schistes et calcaires à *Athyris undata*, Siegénien moyen.

surtout — montrent une mince auréole brune bordant intérieurement le tube du commensal ; l'interprétation en est délicate. Il peut s'agir :

- d'un artefact dû à la fossilisation,
- d'une conservation exceptionnelle de la ligne noire du Tabulé au niveau du logement du « Ver »,

— de restes de matière organique dont l'origine serait à rechercher dans une gaine de mucus sécrétée par le Sipunculien.

Un choix dans ces hypothèses serait arbitraire ; quoi qu'il en soit, ce fait ne peut être un critère suffisant pour séparer deux types.

Un autre problème intéresse les individus hébergés par les Stromatoporoïdes : Les *Phragmosalpinx* paraissent posséder, en effet, une paroi calcaire propre. Cet aspect résulte du caractère discontinu du squelette des Stromatoporoïdes, dont les éléments verticaux, en particulier, sont déformés et viennent constituer une sorte de manchon d'épaisseur irrégulière autour du « Ver ».

VARIATIONS DANS LA MORPHOLOGIE ET LA POSITION AU COURS DE LA CROISSANCE CHEZ LES FAVOSITIDÉS.

Diamètre : L'étude des mensurations du diamètre des tubes en coupe transversale, sur 1200 sections environ, montre que celui-ci varie entre 0,10 et 0,55 mm avec deux maxima à 0,20 et 0,30 mm (fig. 5).

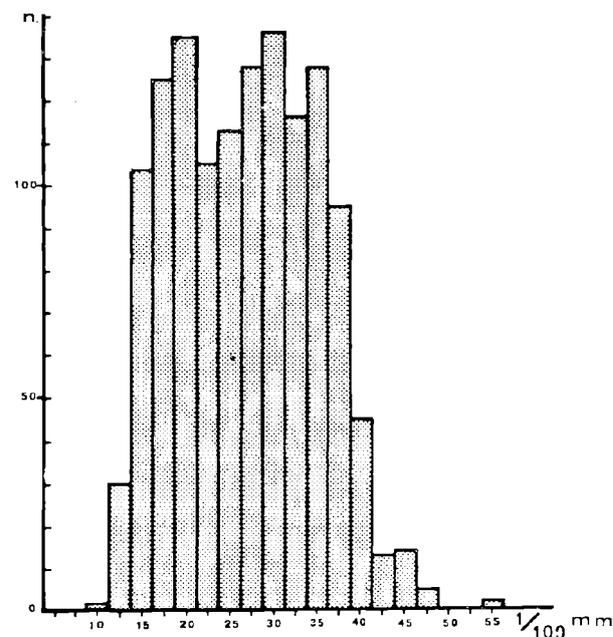


FIG. 5. — Histogramme de fréquence des diamètres du tube de *Phragmosalpinx australiensis* (échantillons armoricains).

Pour essayer de déterminer la signification de ces deux pics dans l'histogramme de fréquence, j'ai suivi dans trois colonies de Favositidés de gisements différents, les variations de diamètre d'un même tube sur des sections polies sériées ; le tableau I consigne ces résultats et montre les faits suivants :

— le diamètre d'un même tube n'est pas constant ;

— la variation de diamètre peut être irrégulière dans le détail, mais dans l'ensemble les tubes âgés ont un diamètre plus fort ;

— la mort est brutale, sans diminution progressive du diamètre.

Si l'on compare les variations de diamètre des tubes à l'histogramme de fréquence, il apparaît que certains commensaux ont des dimensions s'in-

TABLEAU DES VARIATIONS DE DIAMETRE DU TUBE CHEZ *PHRAGMOSALPINX AUSTRALIENSIS*

Etude effectuée à l'aide de sections polies sériées espacées de 2 mm. Le signe ° indique la naissance d'un commensal, + sa mort, ? point de naissance ou de mort inconnu. Chaque ligne correspond à l'évolution du diamètre du commensal, diamètre exprimé en 1/100 de mm. L'extension des variations de diamètre par rapport aux pics de l'histogramme est exprimée par 1, 2 ou 1-2 suivant que celle-ci est incluse dans le premier pic, le deuxième, ou chevauche les deux pics.

Ech. 413 (Favositidé), La Fraternité, Roscanvel.													Longueur du tube	Position sur l'histogramme			
° 27	25	25	27	30	32	40	37	40	42	37	35	35	32	30	?	28	2
° 20	20	22	22	22	22	30	37	35	40	40	37	37	32	37	?	28	1-2
° 20	20	25	25	25	27	27	32	+								15	1-2
° 17	22	35	25	25	35	30	35	40	35	+						19	1-2
° 20	27	30	32	32	32	35	32	37	35	+						19	1-2
° 17	22	20	22	25	17	20	27	32	+							17	1-2
° 27	32	30	35	35	30	35	+									13	2
° 17	20	17	22	27	27	27	32	20	+							17	1-2
° 15	22	22	25	30	30	+										11	1-2
° 17	20	20	17	17	15	27	27	27	37	37	37	35	37	35	?	28	1-2
° 20	30	27	32	35	30	35	+									13	1-2
° 20	22	30	25	32	30	37	32	45	40	40	37	37	37	30	?	28	1-2
° 17	22	20	15	22	22	27	30	+								17	1-2
° 17	20	17	22	22	37	35	40	40	40	45	37	30	30	?		26	1-2
? 25	32	30	35	32	40	40	40	35	32	35	?					20	2
° 20	17	+														3	1
° 20	17	15	27	+												7	1-2
Ech. 390 (Favositidé), Pointe de l'Armorique, Plougastel.													Longueur du tube	Position sur l'histogramme			
° 22	27	30	32	37	?											8	2
° 25	40	35	35	35	?											8	2
° 27	32	35	+													5	2
° 22	27	27	30	37	?											8	2
° 27	30	30	25	37	?											8	2
° 12	22	27	27	+												7	1-2
° 22	30	27	22	+												7	2
? 30	42	37	35	37	37	35	37	37	42	37	35	30	25	20	+	30	1-2
° 25	27	+														3	2
? 32	37	+														2	2
° 17	?															2	1
° 22	27	40	+													5	2
° 27	+															2	2
° 22	35	32	?													4	2
° 15	+															2	1
° 20	+															2	1
° 12	+															2	1
° 22	+															2	1-2
? 42	47	40	37	35	40	?										10	2
° 30	40	+														3	2
? 20	35	+														2	1-2

Ech. 406 (Favositidé), Bois Roux, St-Aubin d'Aubigné, Ille-et-Vilaine.	Longueur du tube	Position sur l'histogramme
? 30 25 +	2	2
? 30 +	2	2
° 30 +	2	2
° 17 25 +	3	1-2
° 15 20 +	3	1
° 15 +	2	1
° 15 22 17 27 30 35 +	11	1-2
° 30 +	2	2
° 17 17 22 25 22 25 +	11	1-2
° 25 25 30 32 27 32 +	11	2
° 17 +	2	1
° 22 22 +	3	1
° 12 17 20 20 22 +	9	1
° 22 30 32 32 +	7	1-2
° 22 32 30 ?	4	1-2
° 27 -	2	2
° 20 ?	2	1
° 20 20 +	3	1
° 15 ?	2	1
° 10 12 +	3	1
° 22 25 25 +	5	1-2

TABLÉAU I

tégrant entièrement dans le premier pic de la courbe, d'autres dans le deuxième pic, et qu'il existe, ce qui est particulièrement intéressant, un troisième lot dont les dimensions chevauchent les deux pics de l'histogramme.

Il semble que l'on puisse conclure de ceci que la présence de deux maxima dans l'histogramme est sans valeur systématique : tous les tubes de commensaux précédemment décrits appartiennent à la même unité taxonomique.

Longueur : La longueur des tubes est très variable, les plus courts ont moins de 2 mm, les plus grands dépassent 28 mm, et ce sont généralement ces derniers qui atteignent les plus grands diamètres.

Position : La position des tubes de commensaux par rapport aux corallites de la colonie qui les héberge varie peu. La très grande majorité est située aux angles des corallites, il est extrêmement rare d'observer un tube prendre naissance au milieu d'une muraille. Ceci tient sans doute à la plus grande facilité d'installation du « Ver » au point de jonction des corallites.

Au cours de sa croissance, le commensal peut passer d'un coin d'un corallite à un autre, et à un niveau donné une coupe transversale le montre au milieu d'une muraille, mais il n'y reste pas.

Lors du bourgeonnement de nouveaux corallites, les tubes des commensaux passent aisément d'un corallite à un autre.

Dans une colonie de Favositidés, on peut observer parfois la disparition totale des commensaux, mais il ne semble pas possible de lier ce fait à la croissance du Polypier.

Il ne m'a pas paru possible d'établir une relation entre la densité des commensaux et la rythmicité observée dans la croissance des Favositidés, à savoir alternance de zones à planchers serrés - muraille épaisse garnie d'épines et de zones à planchers lâches - muraille mince sans épine ni squamule.

JUSTIFICATION DE LA DÉTERMINATION ; RAPPORTS ET DIFFÉRENCES.

Par leur section circulaire, l'absence de paroi propre calcaire, la présence de planchers, les formes étudiées correspondent bien à la définition du genre *Phragmosalpinx* SOKOLOV tel qu'il a été précisé dans cette note après examen des types.

Le genre *Chaetosalpinx* SOKOLOV s'en différencie par l'absence de planchers, *Streptindytes* CALVIN par une paroi propre calcaire épaisse, l'absence de planchers et l'enroulement en hélice conique d'un tube dont le diamètre augmente régulièrement.

Par leurs dimensions, les spécimens armoricains peuvent être rapportés spécifiquement à *Ph. austro-*

liensis SOKOLOV, et aucun autre caractère ne permet de les en différencier.

Phragmosalpinx sp. SOKOLOV (in Orlov, t. II, Pl. V, fig. 8 a-b, de l'Eifélien du Kousbass. Collection Dubatolov) présente des relations étroites avec les spécimens armoricains :

— en coupe transversale, présence de tubes de diamètre variable et de taille tout à fait comparable à celle de nos spécimens ;

— en coupe longitudinale, allure flexueuse des tubes avec planchers largement espacés.

L'échantillon figuré n'est malheureusement pas décrit, la synonymie du spécimen russe avec *Ph. australiensis* ne peut donc être formellement établie.

RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE ET GÉOGRAPHIQUE :

Tous les échantillons étudiés sont les commensaux d'une même espèce de Favositidé (forme décrite dans un travail en cours) ou de Stromatoporoïde des « Schistes et calcaires à *Athyris undata* » du Synclinorium médian armoricain, considérés comme Siegénien moyen.

Gisements :

- Pointe de l'Armorique (Plougastel-Daoulas, Finistère)
- Anse du Corbeau (Plougastel-Daoulas, Finistère)
- Synclinal du four à chaux (Roscanvel, Finistère)
- Fort de la Fraternité (Roscanvel, Finistère)
- Bois Roux (Saint-Aubin d'Aubigné, Ile-et-Vilaine).

Les Tabulés des calcaires dévoniens du bassin d'Ancenis ne paraissent pas héberger de commensaux.

Phragmosalpinx nov. sp. ?

MATÉRIEL :

4 coupes longitudinales, coupes transversales dans une même colonie de Favositidés. Collection Laboratoire de Paléontologie, Faculté des Sciences de Brest, 29 N France.

DESCRIPTION :

Coupes transversales : Les coupes transversales montrent aux angles des corallites, des espaces circulaires très semblables à ceux de *Phragmosalpinx australiensis*. Certaines sections montrent un liseré brun interne identique à celui de l'espèce précédente.

Coupes longitudinales : Les tubes, de diamètre constant, enroulés en hélice cylindrique — dont on ne voit souvent que des portions — présentent des planchers espacés (fig. 6). Un échantillon (Pl. V, fig. 6) montre très nettement par endroit l'enduit brun décrit plus haut.

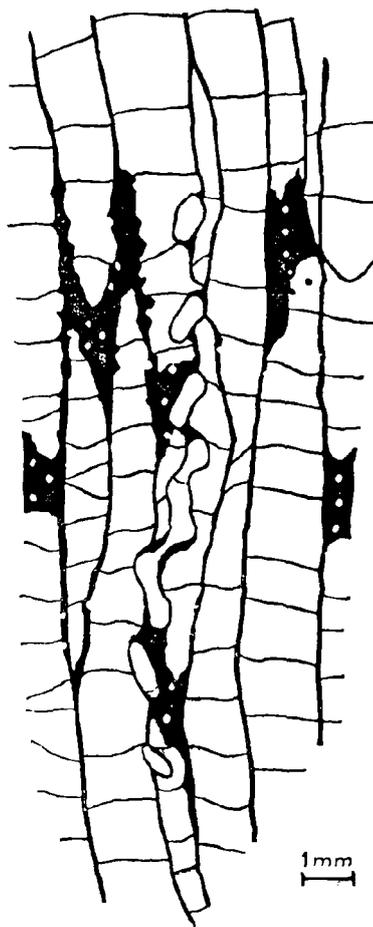


FIG. 6. — *Phragmosalpinx* nov. sp. ? éch. 392 a 1. coupe longitudinale (commensal d'un Favositidé). Pointe de l'Armorique, Plougastel-Daoulas, Finistère. Schistes et calcaires à *Athyris undata*, Siegénien moyen.

MENSURATIONS :

Diamètre du tube : 40, 80, 60, 60, 50, 80 1/100 de mm.

Diamètre de l'hélice : 1, 1,5, 0,9, 1,3, 1,4 mm.

JUSTIFICATION DE LA DÉTERMINATION ; RAPPORTS ET DIFFÉRENCES.

Par sa morphologie générale, la présence de planchers, l'absence de paroi propre, la forme décrite appartient au genre *Phragmosalpinx*. La forme en hélice cylindrique du tube rappelle beaucoup les *Streptindytes* déterminés par les auteurs russes (Sokolov 1962, in *Osnovi Paleontologii*, t. II, Pl. V, fig. 9 a-b ; Kravtsov 1965, p. 126-128, fig. 1 a-b, 2), mais il n'est pas absolument certain que ces attributions génériques soient exactes.

En effet, l'espèce type *Streptindytes acervulariae* CALVIN que j'ai pu revoir grâce à l'obligeance de H.L. Strimple de l'Université de l'Iowa, possède des caractères morphologiques différents. *Streptindytes acervulariae* est caractérisé par un tube en hélice conique sans plancher, dont le diamètre augmente progressivement et qui possède une paroi propre calcaire, épaisse. On peut donc affirmer que les échantillons armoricains n'appartiennent pas à ce genre.

L'appartenance au genre *Camptosalpinx* SOKOLOV peut être éliminée du fait de l'absence de planchers chez ce dernier.

Par son diamètre nettement supérieur (la plupart des diamètres mesurés se trouvant en dehors de l'histogramme établi pour *Ph. australiensis*), son enroulement en hélice ou, tout au moins, son trajet relativement indépendant des murailles du Favositidé, l'espèce décrite ici pourrait être nouvelle.

Il peut paraître contradictoire d'attribuer valeur de discrimination spécifique au caractère de l'enroulement puisque j'ai montré auparavant que *Phragmosalpinx* peut acquérir l'aspect hélicoïdal chez les Stromatoporoïdes. Cependant, c'est la relation entre la nature de l'hôte et la morphologie du tube du « Ver » qui me paraît pouvoir être considérée pour cette discrimination. Le *Ph. australiensis* hébergé par un Favositidé voit, en quelque sorte, son trajet « imposé » par celui de la muraille de l'hôte ; la possibilité d'échapper à cette tutelle reflète probablement d'autres qualités physiologiques et peut être mise au compte d'une différence spécifique.

Le fait pourtant que les spécimens décrits se trouvent tous dans une même colonie de Favositidés, incite à plus de prudence encore, et cette espèce doit être présentée provisoirement en nomenclature ouverte.

RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE ET GÉOGRAPHIQUE :

Tous les échantillons étudiés proviennent d'une même colonie de Favositidés des « Schistes et calcaires à *Alkyris undata* (Siegénien moyen) de la pointe de l'Armorique en Plougastel-Daoulas, Finistère.

Cette colonie appartient à la même espèce que celles renfermant les *Ph. australiensis*.

Conclusions

L'étude des commensaux des Tabulés et Stromatoporoïdes du Dévonien armoricain autorise quelques remarques générales sur ces formes. Les modalités de l'association de genres comme *Phragmosalpinx*, *Chaetosalpinx*, etc., avec les Coelentérés, sont sensiblement identiques à celles de l'association *Pleurodictyum - Hicetes*. Dans un cas comme dans l'autre, il ne s'agit pas de perforants mais de formes qui se ménagent un logement ou plutôt qui contraignent les hôtes à leur « faire une place », et ceci sans aucun dommage pour l'organisme infesté.

Le profit, dans cette association, semble uniquement réalisé par le « Ver » ; il ne s'agit pas d'une symbiose, mais d'un commensalisme, association dans laquelle l'un des organismes « sans vivre positivement de l'autre, trouve cependant protection et avantages divers dans ce mode d'existence » (Gallien).

Ce commensalisme serait légèrement teinté de parasitisme car il entraîne de faibles modifications morphologiques chez l'hôte.

Il y a une différence morphologique importante entre les commensaux du type *Hicetes* et ceux du type *Phragmosalpinx - Chaetosalpinx - Streptindytes*. Chez ces derniers, le tube a une seule ouverture tandis qu'il en présente deux chez *Hicetes*. Cette disposition, sans doute en relation avec l'anatomie interne, doit être prise en considération pour la mise en place des commensaux dans la classification zoologique.

En définitive, l'étude de ces associations biologiques fossiles permet de reconstituer ce que furent probablement les rapports de ces associés ; il est malaisé, par contre, d'établir la position systématique de ces formes dont on ne possède pas d'équivalents actuels et qui se trouvaient peut-être modifiés par leur mode de vie.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) CALVIN S. (1888). — On a new genus and new species of tubicolar Annelida. *The American Geologist*. Vol. I, pp. 24-28.
- 2) CLARKE J.M. (1921). — Organic dependance and disease. Their origin and significance. *New York State Museum Bull.*, n° 221-222, pp. 1-113, 105 fig.
- 3) COX I. (1936). — Revision of the genus *Calapoecia* BILLINGS. *Bull. Nat. Museum Canada*, 80, Géol. ser. 53, pp. 1-111, pp. 1-48, fig. 1, Pl. I-IV.
- 4) DUBATALOV V.N. (1963). — Posdnesilurijkie i devonskie Tabuliaty Geliolitidy i Hetetidy Kusnechkogo bassejna. *Isdatelstvo akademii Nauk SSSR, Moskva*, pp. 1-194, Pl. I, XIV.
- 5) ETHERIDGE R. (1920). — Further additions to the coral fauna of the Devonian and Silurian of New South Wales. *Rec. Geol. Survey N.S.W.*, IX, 2, pp. 55-63, Pl. XIII-XV.
- 6) FONTAINE H. (1954). — Etude et révision des Tabulés et Héliotidés du Dévonien d'Indochine et du Yunnan. *Archives géologiques du Vietnam* n° 2, pp. 1-86, Pl. I-VIII.
- 7) FONTAINE H. (1966). — Epibiontes et endobiontes des Tabulés du Vietnam et du Yunnan. *Archives Géologiques du Vietnam*, n° 8, pp. 9-12, 1 Planche.
- 8) GALLIEN L. (1961). — Le Parasitisme. *Que sais-je ?* n° 117, pp. 1-128, fig. 1-22.
- 9) HOLTEDAHN O. (1914). — On the fossil faunas from Scheils, series B in South Western Eiles mereland. Rept 2d. Norwegian Arctic Exp. Fram 1898-1902, IV, 32 (non consulté).
- 10) HOWELL B.F. (1962). — in MOORE: Treatise on invertebrate paleontology, W 144-W 177.
- 11) KRAVTSOV A.G. (1965). — Kommensalism u kolonialnykh tchetyrekhlutchevykh korallov. *Paleontologicheskij jurnal*, n° 2, pp. 126-128, fig. 1-2.
- 12) LECOMPTE M. (1939). — Les Tabulés du Dévonien moyen et supérieur du bord sud du bassin de Dinant. *Musée Roy. d'Hist. Nat. de Belgique*, Mem. 90, pp. 1-227, Pl. I-XXII.
- 13) NICHOLSON H.A. (1850). — On the structure and affinities of the Tabulate Corals of the Paleozoic period. Edinburg-London, p. I-XII, pp. 1-342, Pl. I-XV.
- 14) NICHOLSON H.A. (1874). — On Columnopora a new genus of Tabulate corals. *Geol. Mag. N.S.*, Vol. I, pp. 253-254.
- 15) ORLOV G.A. (1931). — Über einige neue obersilurische Favositiden aus Ferghana. *Zentralbl. für Miner. Geol. und Pal.*, B, pp. 550-507.
- 16) PLUSQUELLEC Y. (1965). — Le genre *Pleurodictyum* GOLD, et genres morphologiquement voisins du Dévonien du synclinorium médian armoricain. *Trav. Lab. Géol. C.S.U. Brest. Paléontologie*, pp. 1-81, Pl. I-V.
- 17) SCHNEDWOLF O. (1958). — Würmer und Korallen als Synöken. *Abhand. der Math-Naturwissenschaft. Klasse*, Nr 6, p. 259-327, 13 fig., Pl. I-XIV.
- 18) SOKOLOV B.S. (1948). — Kommensalism u Favositid. *Isvestija Akademii Nauk SSSR*, ser. biol., n° 1, pp. 101-110, 10 fig.
- 18 bis) SOKOLOV B.S. (1962). — Vermes. In ORLOV. *Osnovy Paleontologii*, t. II, pp. 435-464, Pl. I-V.
- 19) TCHERNYCHEV B.B. (1937). — Verchnesilurijskie i devonskie Tabulata Novoj Zemli, Severnoj Zemli i Tajmira. *Tr. Arkt. Inst.* 91 Leningrad (non consulté).
- 20) WEISSERMEL W. (1941). — Korallen aus dem unterdevon des östlichen und Westlichen Schiefergebirges Thüringens. *Ztschr. Deutsch. Geol. Ges.*, t. 93, pp. 163-212, 5 fig., Pl. V-VII.

LEGENDE DE LA PLANCHE V

Phragmosalpinx australiensis SOKOLOV

- FIG. 1. — éch. 390 a ; x 25. Section longitudinale montrant deux planchers (commensal d'un Favositidé). Pointe de l'Armorique, Plougastel-Daoulas, Finistère. Schistes et calcaires à *Athyris undata*, Siegénien moyen.
- FIG. 2. — éch. 390 b ; x 18. Section transversale, un des échantillons est très nettement bordé par un liseré brun (commensal d'un Favositidé). Même gisement que fig. 1.
- FIG. 3. — éch. 422 a 1 ; x 18. Section longitudinale (commensal d'un Stromatoporoïde). Même gisement que fig. 1.

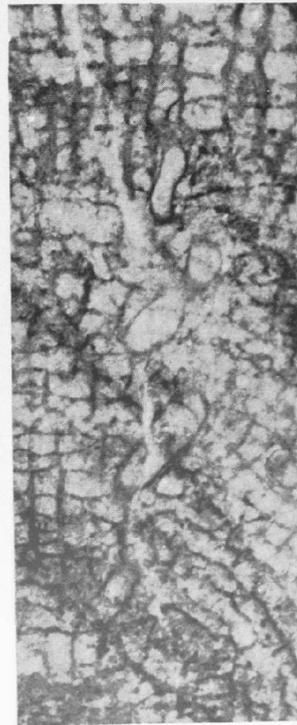
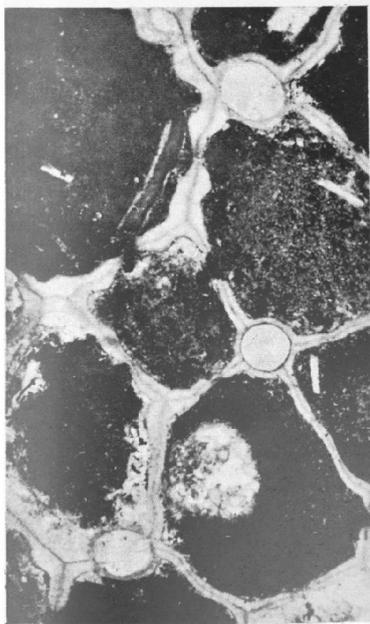
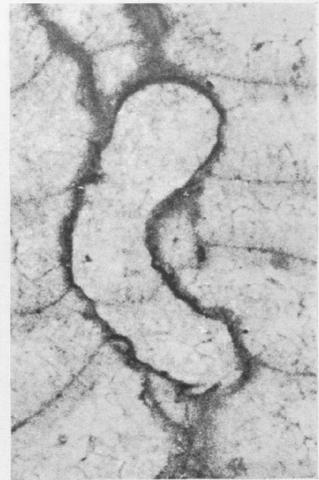
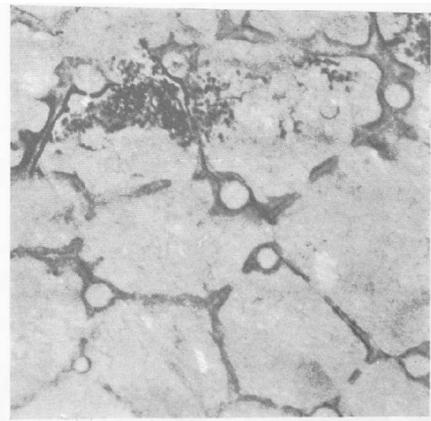
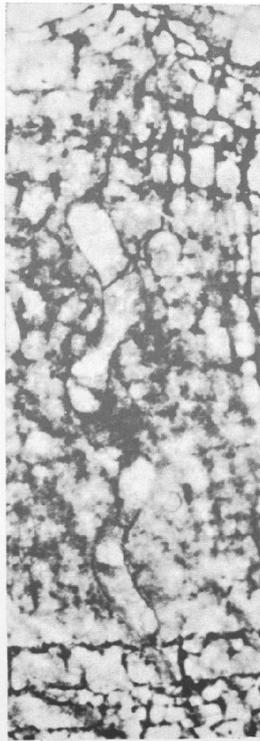
FIG. 4. — éch. 422 a 2 ; x 18. Idem.

FIG. 5. — éch. 420 c ; x 18. Section transversale (commensal d'un Favositidé). Près du pont sur la route de Wee Jasper à Taemas, Yass, N.S.W. Australie. Currajong Limestone, Dévonien.

Phragmosalpinx nov. sp. ?

- FIG. 6. — éch. 392 e 4 ; x 18. Section longitudinale (commensal d'un Favositidé) ; remarquer le liseré brun très net limitant le *Phragmosalpinx*. Même gisement que fig. 1.
- FIG. 7. — éch. 392 e 2 ; x 18. Section longitudinale dans le même Favositidé que celui de la fig. 6.





La géologie des environs de Naux. (Une mise au point qui s'impose)

par A. BEUGNIES (*)

Sommaire. — Les levés géologiques détaillés entrepris aux environs de Naux (Ardennes), à proximité de la discordance du Dévonien sur le socle cambrien de la partie méridionale du massif de Rocroi, ont permis de dégager certains traits stratigraphiques et structuraux se rapportant à la tectogenèse hercynienne de l'Ardenne.

On met en évidence la transgression du Gedinnien sur un socle cambrien dont le modelé implique l'existence d'un paléorelief caractérisé par des chenaux parallèles au rivage éodévonien.

Les traits structuraux les plus intéressants résultent de deux accidents : une faille longitudinale de chevauchement (faille de la Carbonnière) et une faille transverse de décrochement (faille de Naux). Les deux failles ont joué ou rejoué au cours de la phase de distension de la tectogenèse hercynienne de l'Ardenne. Les translations des blocs faillés ont engendré des structures complexes comme le gauchissement et le plioement de la faille de Naux et le développement d'une schistosité de fracture dans la couverture dévonienne.

Abstract. — Detailed field observations in the region of Naux (Ardenne) in the vicinity of unconformity between Devonian and underlying cambrian basement in south part of « Massif de Rocroi » bring to light some stratigraphical features related to hercynian tectogenesis of Ardenne.

Beneath transgressive gedinnian series, cambrian basement appeared with a paleorelief marked by several channels lying along the devonian shore in a parallel direction.

The most interesting structural features are the consequence of two faults : a directional thrustfault (fault of la Carbonnière) and a transverse normal fault (fault of Naux). Faulting and displacements along the fractures took place during the last stage of hercynian tectonics of Ardenne. Displacements of faulted masses induced several complicated structures such as folding of the fault of Naux and growth of a fracture cleavage in the devonian beds.

Les environs de Naux ont, de longue date, retenu l'attention de plusieurs géologues. Dès 1888, J. Gosselet y signalait déjà quelques problèmes stratigraphiques et tectoniques et la difficulté de les résoudre malgré la densité et la qualité des affleurements, conséquence d'un réseau hydrographique serré réalisé par un méandre de la Semois et ses affluents de droite, le Nantanru et la Gire (fig. 1). Au cours de ses travaux consacrés à l'Eodévonien de l'Ardenne, E. Asselberghs (1) étudia les couches de base du Gedinnien de Naux qu'il interprétait comme un conglomérat localement chargé d'éléments pyroclastiques provenant d'une coulée siliceuse contemporaine de la sédimentation.

Dans une première note consacrée à la géologie des environs de Naux (2), nous avons erronément

confondu les formations grésoconglomératiques de la base du Gedinnien avec une intrusion de « silexite ». Notre interprétation fut d'ailleurs vivement critiquée par certains participants de l'excursion extraordinaire des Sociétés belges de Géologie en 1961 (3).

Conscients de la nécessité d'une analyse plus complète et plus objective des faits, nous sommes retournés sur le terrain pour recueillir de nouvelles observations qui ont conduit à la présente mise au point. Elles infirment notre précédente interprétation qui concluait à l'existence d'une intrusion magmatique à proximité de la discordance infradévonienne. Elles permettent encore d'apporter d'utiles précisions sur le modelé du socle cambrien au moment de la transgression gedinnienne et sur le jeu des failles hercyniennes.

(*) Faculté Polytechnique de Mons (Belgique).

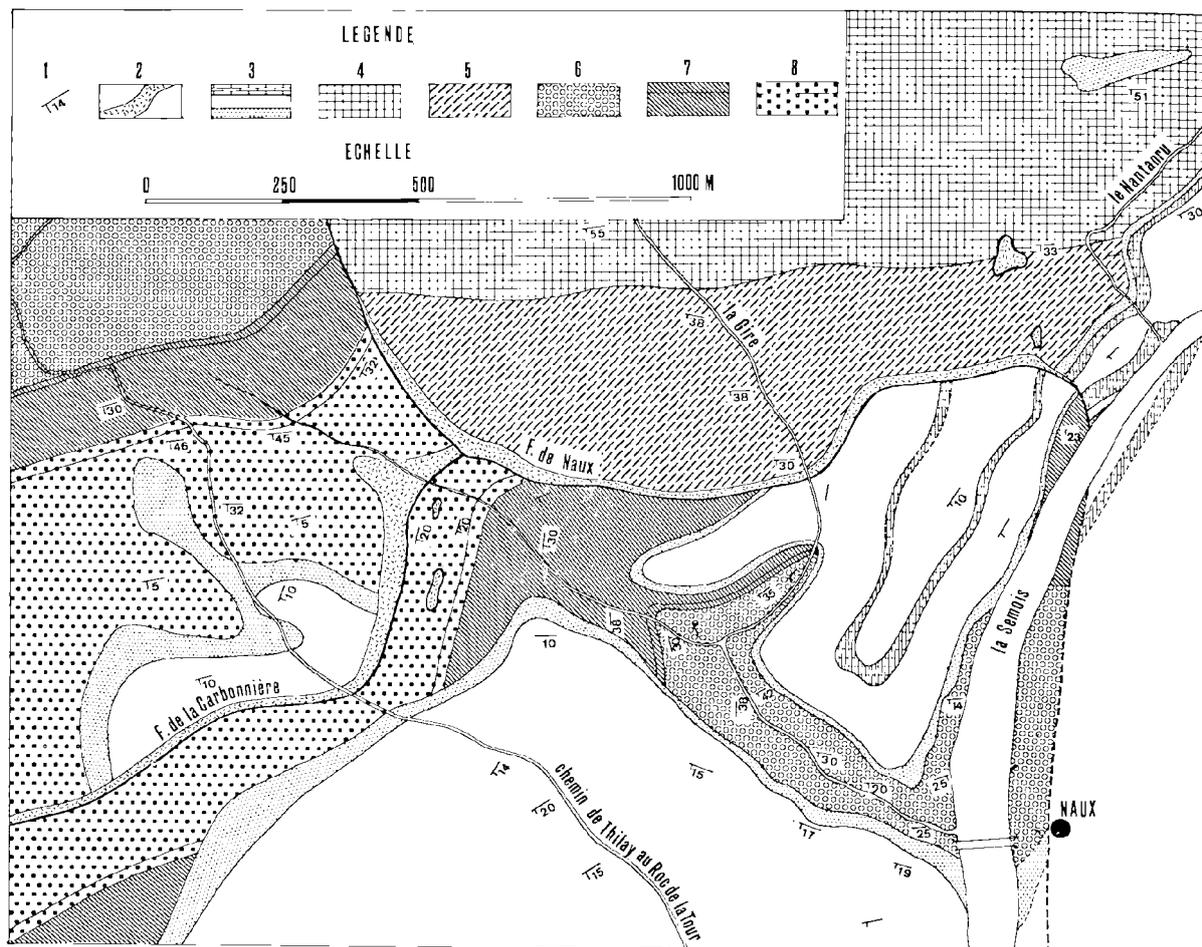


FIG. 1. — Carte géologique des environs de Naux.

1 : direction des couches et pendage en ° ; 2 : brèche tectonique ; 3 : Gedinnien inférieur avec les formations (a, b, c) grésoconglomératiques de la base et le niveau de calcaire (c) ; 4 : Revinien supérieur Rv 4 ; 5 : Revinien moyen RV 3 ; 6 : Revinien moyen RV 2 ; 7 : Revinien inférieur Rv 1 avec, au sommet, la veine ardoisière RV 1b ; 8 : Devillien supérieur Dv 2 avec, au sommet, la veine ardoisière Dv 2b.

STRATIGRAPHIE

LE SOCLE CAMBRIEN.

L'échelle stratigraphique du Cambrien des environs de Naux s'établit comme suit de haut en bas :

Etage revinien (RV).

Formation RV 4 : phyllades gréseux, noirs, grossiers, souvent micacés, parfois à porphyroblastes de chloritoïde ; bancs épais de quartzite grossiers, noirs, pyriteux (plusieurs centaines de m).

Formation RV 3 : phyllades noirs micacés alternant avec des bancs de quartzite peu épais (plusieurs centaines de m).

Formation RV 2 : phyllades noirs, ardoisiers, fins, en couches épaisses de plusieurs m alternant avec des bancs de quartzite gris sombre microconglomératique ; la formation est couronnée par une veine ardoisière noire d'une vingtaine de m (plusieurs dizaines de m).

Formation RV 1 : essentiellement constituée de phyllades gris vert devenant de plus en plus sombre vers le haut ; la formation est couronnée par une veine ardoisière peu épaisse (5 à 6 m) à porphyroblastes d'ilménite (40 à 120 m).

Etage devillien (DV).

Formation DV 2 : quartzites plus ou moins feldspathiques, blanc-crème, en gros bancs alternant avec des phyllades et quartzophyllades verts devenant plus fréquents vers le haut où ils passent à une veine ardoisière verte épaisse (10 m) truffée de cristaux millimétriques de magnétite (150 m).

Formation DV 1 : quartzophyllades verts dominant alternant avec des bancs peu épais de quartzite clair généralement fin ; au sommet, veine ardoisière verte à magnétite de 5 à 6 m d'épaisseur (plus de 60 m).

LA COUVERTURE GEDINNIENNE.

Le Gedinnien inférieur de la vallée de la Semois au S de la faille de Naux (fig. 2) montre, de haut en bas, la succession suivante :

- f - Schistes phylladeux, vert sombre, finement zonés, localement pyriteux, parfois ardoisiers prenant une teinte noire et devenant plus calcaireux vers le bas (plusieurs dizaines de m).
- c - Calcaire gris sombre, gréseux, pyriteux, spathique et crinoïdique (5 à 6 m).
- d - Schistes noirs souvent pyriteux, calcaireux et localement fossilifère (Encrines, Lamellibranches) (30 à 40 m).
- e - Grès feldspathiques et pyriteux, parfois fossilifères (Encrines, Lamellibranches), localement indurés par action métamorphique (2 à 3 m).
- b - Schistes noirs gréseux, grossiers, pyriteux (0 à 5 m).
- a - Conglomérat à galets de quartzite et à pâte schisto-gréseuse, ou quartzitique ; les galets et le ciment quartzitique montrent fréquemment des mouchetures de sulfures (pyrite, pyrrhotine, blende) (0 à 4 m).

Dans la vallée du Nantanru, au N de la faille de Naux, la succession stratigraphique se présente comme suit :

- f - Schistes phylladeux vert sombre, finement zonés souvent lardés de filons et filonnets de quartz laiteux (plusieurs dizaines de m).
- e - Calcaire gris sombre, gréseux et schisteux passant latéralement à des schistes gréseux à nodules de calcaire généralement décalcifiés (4 à 5 m).
- b - Schistes noirs gréseux pyriteux et grossiers (0 à 1 m).
- a - Conglomérat à éléments et ciment quartzitiques contenant des lentilles de calcaire à entroques (3 à 4 m).

Lorsqu'on compare les deux échelles stratigraphiques du Gedinnien de part et d'autre de la faille de Naux, on constate au N de celle-ci la disparition des formations e et d, le calcaire e reposant directement sur le conglomérat.

Par ailleurs, la coupe complète de la Semois et de la Gire, dans la couverture gedinnienne (fig. 2) montre le contact ravinant du Dévonien sur le socle cambrien dont le modelé implique l'existence d'un paléorelief. Sur les zones surélevées du socle, le Dévonien débute par les grès de Naux (formation e de l'échelle stratigraphique) ; sur les paléocœux, on enregistre, avant le dépôt des grès, un remblayage de la dépression d'abord par de gros blocs (parfois de plus de 0,5 m de côté) plus ou moins roulés de quartzite cambrien (formation a) puis par des schistes gréseux grossiers (formation b). En dehors de la zone où les grès de Naux sont bien représentés, la transgression dévonienne est partout jalonnée par un conglomérat à galets quartzitiques bien roulés dans une pâte généralement quartzitique, plus rarement, phylladeuse.

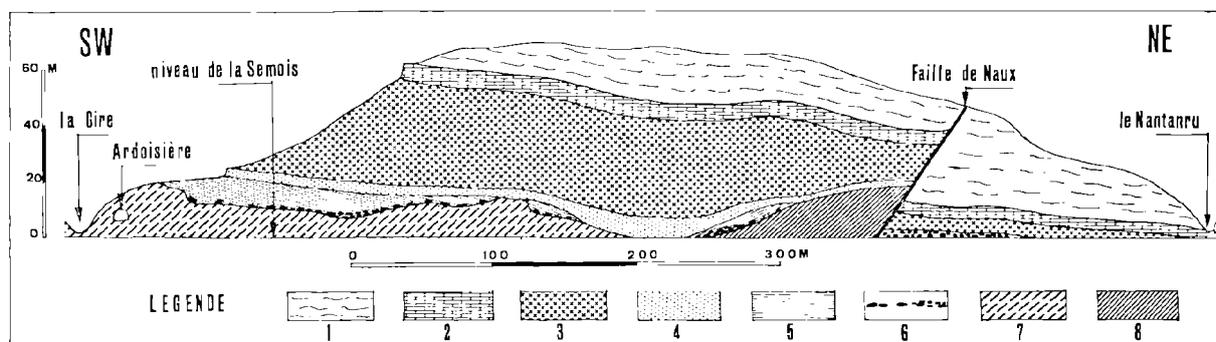


FIG. 2. — Coupe de la Semois à Naux.

Gedinnien inférieur : 1 : Schistes phylladeux (f) ; 2 : Calcaire crinoïdique (e) ; 3 : Schistes noirs (d) ; 4 : grès de Naux (c) ; 5 : schistes gréseux (b) ; 6 : conglomérat (a).

Cambrien : 7 : phyllades noirs Rv2 ; 8 : phyllades gris vert Rv1.

LA TRANSGRESSION DU DÉVONIEN SUR LE SOCLE CAMBRIEN.

La coupe de la Semois (fig. 2) où les divers horizons gedinniens ont été suivis d'une manière continue, révèle le caractère transgressif du Dévonien du Sud vers le Nord, particulièrement mis en évidence par le niveau (e) de calcaire sableux. La convergence des horizons conglomératique et calcaire, progressive au S de la faille de Naux, apparaît beaucoup plus brutale au Nord. Il faut y voir une conséquence du jeu tangentiel de la faille qui fait voisiner des faciès initialement fort distants l'un de l'autre.

Les paléocœurs du socle cambrien ont pu être circonscrits grâce à la continuité des affleurements de la vallée de la Gire. Ils apparaissent comme des dépressions allongées dans la direction ouest-est, approximativement parallèle au rivage éodévoniens. Ces chenaux ont constitué autant de points bas où finissaient par échouer les blocs et galets de quartzite disséminés sur le rivage et les sables grossiers drainés par les courants de marée.

TECTONIQUE

STRUCTURE GÉOLOGIQUE.

La région cartographiée (fig. 1) est découpée par deux failles, à l'Est la faille transverse de Naux, à l'Ouest la faille longitudinale de la Carbonnière qui fait chevaucher le massif de Fay-Phade au Sud sur le massif de Deville au Nord ; à l'E de la faille de Naux, le chevauchement de la Carbonnière n'a pas été observé.

Le massif de Deville est plissé en un anticlinal (anticlinal de Deville) déversé vers le Nord dont le flanc inverse montre des pendages de 30 à 46° pS et dont le flanc normal est faiblement incliné vers le Sud ; l'axe du pli s'ennoie vers l'Est.

Le massif chevauchant révèle, lui aussi, une structure simple dominée par l'anticlinal de Fay-Phade à ennoyage oriental, cisailé obliquement par la faille de la Carbonnière qui, de l'Ouest vers l'Est, recoupe successivement le flanc nord puis le flanc sud de l'anticlinal (fig. 3).

Les couches gedinniennes subhorizontales, reposent en discordance sur le Cambrien tant du massif de Deville que du massif de Fay-Phade. C'est ainsi que le flanc sud de l'anticlinal de Fay-Phade,

presque partout enfoui sous la couverture dévonienne, n'apparaît que dans la fenêtre d'érosion à la confluence de la Semois et de la Gire.

A l'E de la faille de Naux, les formations dévoniennes reposent partout sur le massif de Deville.

LA FAILLE DE LA CARBONNIÈRE.

Sur les deux flans de la vallée affluente de la Gire, la trace de la faille de la Carbonnière est jalonnée d'une brèche épaisse (plusieurs dizaines de m) à éléments devilliens quartzitiques et phylladeux. Au S du tracé de la faille, la même brèche apparaît encore à l'intérieur de petites fenêtres tectoniques ouvertes dans le massif de Fay-Phade. De telles observations impliquent une allure listrique pour la faille dans sa traversée de la vallée de la Gire.

Sur le flanc occidental de l'affluent de la Gire, de part et d'autre du chemin forestier reliant Thilay au Roc-de-la-Tour, la faille de la Carbonnière fait chevaucher le massif de Fay-Phade sur la couverture gedinnienne du massif de Deville ; on en conclut que tout ou partie du chevauchement se rapporte à une phase de la tectogenèse hercynienne.

LA FAILLE DE NAUX.

Sur le flanc oriental de la vallée affluente de la Gire, le tracé de la faille de Naux peut être précisé par l'opposition des séries stratigraphiques affleurant de part et d'autre de l'accident et par la virgation brutale des couches à proximité de son contact. C'est ainsi que les phyllades et quartzophyllades verts du Devillien supérieur à l'Ouest viennent buter contre les quartzites et phyllades noirs micacés du Revinien à l'Est, les couches devilliennes prenant une direction subméridienne (N 20° E) près du contact. Lorsqu'on suit la faille vers le Sud, on la voit prendre une allure sublongitudinale qu'elle maintient jusque dans la vallée de la Semois où elle fait reposer le Cambrien du massif de Fay-Phade (RV 1) sur le Gedinnien inférieur.

Tout le long de son parcours longitudinal, la faille est soulignée par une épaisse zone de brèche (quelques dizaines de m) où l'on observe de nombreux éléments anguleux empruntés aux roches devilliennes. Le tracé longitudinal de la faille de Naux entre l'affluent de la Gire et la Semois résulte de son allure listrique qui permet d'expliquer la présence d'importants témoins de brèche à plus de 200 m

au N de la zone d'affleurement de la faille. Sur la rive gauche de la Semois, l'accident reprend une allure transversale et suit la vallée entre Naux et Thilay. Aucun accident n'a pu être décelé dans les formations gedinniennes qui affleurent largement au N, à l'E et au SE de Naux. Tandis qu'à l'E et au SE de Thilay, un accident transversal, prolongement probable de la faille de Naux, décroche un bane gréseux et une veine ardoisière dans la vallée du Nabruay.

La faille de Naux apparaît de la sorte comme un décrochement qui prend localement une allure longitudinale par gauchissement et inflexion du plan de fracture (fig. 3). Elle a joué tangentielle-

ment, le mouvement apparent se traduisant par un déplacement de 700 m du bloc occidental vers le Nord-Ouest par rapport au bloc oriental. Affectant la couverture gedinnienne, le décrochement caractérise lui aussi l'une des manifestations de la tectogenèse hercynienne.

STRUCTURE DES ROCHES AU VOISINAGE DE LA FAILLE DE NAUX.

Dès que le décrochement de Naux amorce son inflexion dans l'axe de la vallée de la Gire, les couches cambriennes du massif de Fay-Phade modifient leur allure en se modelant sur la surface

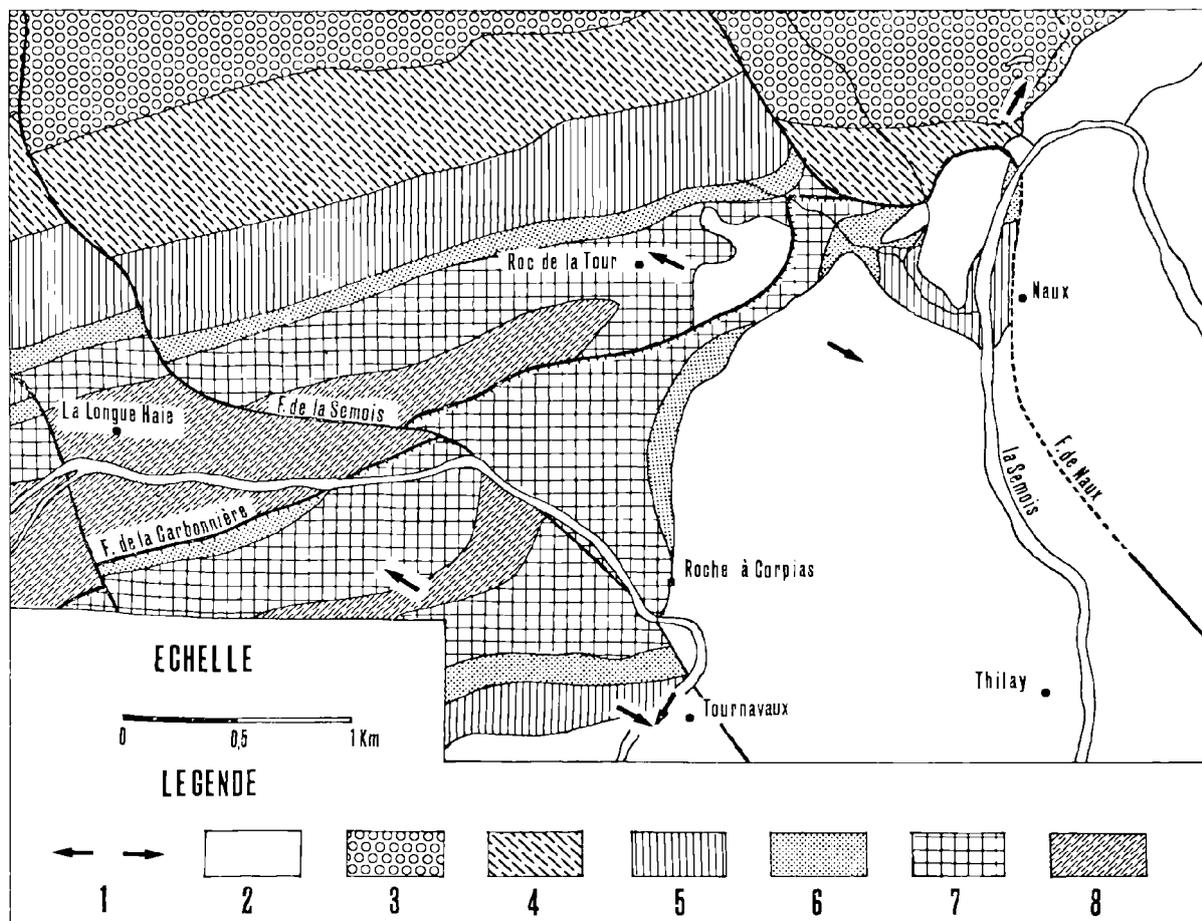


FIG. 3. — La bordure méridionale du massif de Rocrol entre Naux et Tournavaux.

1: extrémités des coupes reportées sur le bloc-diagramme (fig. 4); 2: Gedinnien; 3: Revinien supérieur Rv 4; 4: Revinien moyen Rv 3; 5: Revinien moyen Rv 2; 6: Revinien inférieur Rv 1; 7: Devillien supérieur Dv 2; 8: Devillien inférieur Dv 1.

gauchie de la faille. Subméridiennes au SW de la zone d'inflexion, les formations prennent brusquement au NE une direction est-ouest qu'elles maintiennent jusque dans la vallée de la Semois.

Au N de la faille de Naux, les couches reviniennes appartiennent au flanc inverse de l'anticlinal de Deville dont le déversement s'accroît progressivement vers le Sud, les pendages variant du Nord au Sud de 55° S à 30° S.

Au NE de la zone d'inflexion du décrochement, les couches gedinniennes, tant au-dessus qu'en dessous de l'accident, sont affectées d'une schistosité de fracture à joints très rapprochés parallèles au plan de faille. A la confluence de la Gire et de la Semois, la schistosité de fracture (d N 102° W ; i 28° S) est subparallèle à la schistosité de flux des phyllades cambriens sous la discordance (d N 110° W ; i 23° S) ; à proximité de la zone d'affleurement de la faille, là où celle-ci se relève, la schistosité de fracture est elle-même plus redressée (d N 100° W ; i 41° S).

Toutes les roches gedinniennes sont schistifiées, y compris les plus cohérentes comme les calcaires, les grès et les schistes gréseux formant le ciment du conglomérat. Toutefois, la schistosité est plus fruste dans les grès, et les joints de clivage se réfractent sur les galets de quartzite. A l'échelle microscopique, la réfraction des joints de schistosité sur les grains de quartz des schistes gréseux est encore observable. Là où les schistes gedinniens reposent directement en discordance sur le socle cambrien, on peut voir localement la schistosité de fracture recouper le clivage de flux des phyllades, observation qui permet d'établir l'âge relatif des deux types de schistosité. Notons enfin que la présence de phyllades cambriens dans la brèche tectonique jalonnant la faille de Naux prouve l'antériorité du clivage de flux par rapport au décrochement.

INTERPRÉTATION DYNAMIQUE DE LA FAILLE DE NAUX.

Le décrochement de Naux, de direction générale N 35° W, appartient au réseau de failles transverses qui découpent le massif cambrien de Rocroi et sa bordure dévonienne (4) ; il est d'ailleurs grossièrement parallèle à la faille de la Semois reconnue quelques kms plus au Sud (tg. 3). Ces accidents transversaux qui caractérisent la phase terminale de la tectogenèse hercynienne de la haute Ardenne, sont nettement postérieurs au chevauchement de la Carbonnière affecté par leurs rejets.

Lorsqu'on compare (fig. 3 et 4) les trois panneaux séparés par les failles de Naux et de la Semois, on constate que celle-ci ont joué verticalement et tangentiellement.

Le jeu vertical, se traduisant par l'enfoncement des panneaux orientaux, accentue l'ennoyage des couches cambriennes et dévoniennes.

Le jeu tangentiel est beaucoup plus complexe et d'ampleur variable selon la faille en cause.

Il est maximum pour la faille de Naux le long de laquelle le panneau médian s'est avancé de 700 m vers le Nord-Ouest par rapport au panneau oriental. Le long de la faille de la Semois, le rejet apparent change de sens selon le massif intéressé. C'est ainsi que le massif de Deville appartenant au panneau occidental apparaît déplacé vers le Nord de 150 m contrairement au massif de Fay-Phade et à sa couverture dévonienne dont la translation apparente se serait effectuée vers le Sud. Cette anomalie résulte du jeu tardif de la faille de la Carbonnière dans le panneau médian où le massif de Fay-Phade s'est avancé vers le Nord de 400 m. Au cours de ce déplacement, la faille de Naux s'est gauchie puis elle a ployé, entraînant dans son mouvement l'étalement latéral sur plus de 700 m des formations cambriennes surincombantes et le développement d'une schistosité de fracture dans la couverture dévonienne. Le long de la surface de friction, les roches brisées et fracturées ont engendré une épaisse zone de brèche. La translation tardive du massif de Fay-Phade a toutes les apparences d'un chevauchement alors qu'elle prend naissance au cours d'une phase de distension. Elle résulte d'une libération des contraintes consécutive aux

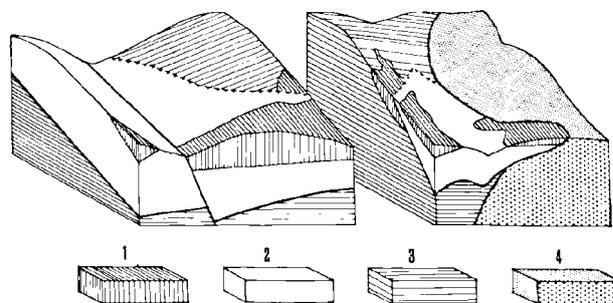


FIG. 4. — Bloc-diagramme représentant la structure du Paléozoïque entre Naux et Tournavaux.

- 1 : Couverture gedinnienne ; 2 : massif de Fay-Phade ;
3 : massif de Deville à l'W de la faille de Naux ; 4 :
Massif de Deville à l'E de la faille de Naux.

décrochements et n'implique pas l'existence d'une hypothétique poussée orogénique (3, p. 19). C'est en invoquant de tels mouvements hercyniens tardifs que nous avons expliqué le chevauchement du rocher de l'Uf et la virgation des failles de Rogimont et des Brigittines à Fumay (4, p. 483); des structures analogues ont encore été observées dans

le synclinalorium de Dinant en relation avec le décrochement de Barbençon-Erquelinnes (5).

En livrant la faille de Naux à la méditation des géologues, nous voulons surtout attirer leur attention sur les structures parfois complexes qui peuvent se développer au cours de la phase de distension de la tectogenèse hercynienne de l'Ardenne.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) ASSELBERGHS E. (1946). — L'éodévotionien de l'Ardenne et des régions voisines. *Mém. Inst. Géol. Univ. de Louvain*, 14.
- 2) BEUGNIES A. (1958). — Le pipe de Naux et son site géologique. *Ann. Soc. Géol. Nord*, 78, 45-57.
- 3) BEUGNIES A. (1962). — Compte rendu de la session extraordinaire de la Société géologique de Belgique et de la Société belge de Géologie du 15 ou 18 septembre 1961. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 85, 3-84.
- 4) BEUGNIES A. (1963). — Le Massif cambrien de Rocroi. *Bull. Serv. C. Géol. France*, 270, 355-520.
- 5) BEUGNIES A. (1966). — Le décrochement de Barbençon-Erquelinnes. *Ann. Soc. Géol. Nord*, 85, 265-272.
- 6) GOSSELET J. (1888). — L'Ardenne. *Mem. Carte Géol. France*.



Etude préliminaire du massif granitique de la Maladeta (Pyrénées centrales espagnoles)

par J.M. CHARLET (*)
(Planches VI, VII et VIII)

Sommaire. — Le massif de la Maladeta est constitué de deux unités pétrographiquement distinctes situées de part et d'autre d'une zone mylonitisée importante (faille de la Ribagorzana). La tendance chimique du granite est soulignée par la fréquence des minéraux calciques (hornblende, épidote, calcite) dont les associations dénotent des conditions épizonales de cristallisation.

Des actions dynamiques (actions de cataclase, mylonitisation, parfois texture orientée) affectent le granite de la Maladeta, la mise en place des satellites filoniens (lamprophyres, pegmatites à structure aplitique) étant contemporaine de phénomènes de distension entraînant une chute brutale de pression.

Le massif de la Maladeta appartient aux granites tardicinématiques, sa consolidation étant probablement contemporaine des phases tardihercyniennes.

Abstract. — The Maladeta Massif (Central Pyrenees, Spain) is constituted by two petrographic units situated on both sides of a brecciated zone (Ribagorzana fault). Limestone assimilation is demonstrated by frequent calcium-rich minerals (hornblende, epidote, calcite). The Maladeta granodiorites show cataclastic texture, epizonal facies and sometimes oriented minerals.

By a simple microscopic examination of the granitic rocks (granite, granodiorite, associated dykes) the Maladeta massif can be related to the structural history of the Central Pyrenees. It appears as a late-Kinematic granite (Hercynian orogeny).

Situé dans la zone axiale des Pyrénées centrales, le massif granitique de la Maladeta (ou des Monts Maudits) s'étend sur 400 km² environ depuis le Rio Escera à l'W jusqu'au lac de St. Maurice à l'E.

La Maladeta, le plus élevé des massifs montagneux pyrénéens (3400 m au pic de l'Aneto appelé aussi pic du Nethou) avec ses nombreux lacs d'altitude d'origine glaciaire est profondément découpée par une série de vallées qui en constituent les voies

d'accès les plus aisées (R. Escera, R. Noguera Ribagorzana, R. Noguera de Tor, R. de St Nicolau).

Son étude géologique, longtemps retardée par les difficultés naturelles d'accès au massif, n'a bénéficié jusqu'à présent que de brèves reconnaissances (4, 12, 13, 5, 1). La bordure du massif granitique est mieux connue à la suite des levés effectués par l'équipe hollandaise dans la zone axiale pyrénéenne (11, 15, 24).

La présente note, fruit de plusieurs campagnes de levés, décrit les traits essentiels pétrographiques et structuraux du massif granitique de la Maladeta et leur signification dans le contexte géologique régional. Elle constitue une mise au point préliminaire à une étude monographique ultérieure qui sera plus complète.

(*) Chef de travaux, laboratoire de Géologie, Faculté Polytechnique de Mons (Belgique).

J'exprime mes remerciements à mon Maître, le Professeur A. Beugnies, pour l'aide qu'il m'a accordée au cours de ce travail.

Je remercie également mon ami et collègue M. Waterlot, très averti de la géologie de cette région et qui guida mes premiers pas sur les sentiers parfois difficiles mais combien exaltants de la Haute Chaîne Pyrénéenne.

I. — LES UNITES ET LES ROCHES

CARACTÈRES GÉNÉRAUX.

Le massif de la Maladeta appartient aux ensembles granitisés des Pyrénées centrales comme le massif du Lys-Caillaouas (1) à l'W et les plus petits massifs qui affleurent au N et au S (Marimaña, Barruera) auxquels il convient d'ajouter le pic microgranitique du Cerler. Grossièrement allongé parallèlement aux grandes structures de la zone axiale pyrénéenne, il s'étend sur près de 40 km d'E en W et sur une dizaine de km dans sa plus grande largeur. Ses contacts, toujours nets, de nature métamorphique ou tectonique (failles N Maladeta, Caldes de Bohi) avec les formations paléozoïques encaissantes, permettent d'en tracer aisément les limites. L'auréole métamorphique, relativement étroite (quelques centaines de m) a été étudiée par l'équipe hollandaise (11, 15, 24). Le contact du massif granitique avec les séries métamorphiques de l'auréole (calcaires dévonien et schistes ordovicien), fréquemment concordant en grand mais nettement intrusif à l'échelle du banc, est souligné en maints endroits (de l'Est. Botornas [h] (*) à la Noguera Ribagorzana [k] par ex.) par une bande de quelques centaines de m de granite grossièrement orienté parallèlement à la bordure du massif et aux structures sédimentaires encaissantes.

La mise en place du granite de la Maladeta est post carbonifère comme en témoignent les actions métamorphiques observées dans le Houiller du Plan des Étangs (5) et du bassin d'Espot-Andorre (**).

Dans le massif de la Maladeta, nous avons distingué deux unités de part et d'autre d'un accident médian de direction subméridienne jalonné par des mylonites, la *zone failleuse de la Ribagorzana* (fig. 1) : à l'W, l'*unité du Nethou* où le type pétrographique dominant est un granite à

(*) Les lettres en italique, entre crochets, désignent les coupes et les points d'observation repérés sur le schéma cartographique (fig. 1). Le lecteur désireux de localiser les lieux cités d'une façon plus précise voudra bien se reporter à des cartes plus détaillées. (Cartes d'excursions et d'escalades au 1/25.000 de l'Editorial Alpina).

(**) Les granites des Pyrénées centrales sont classiquement considérés comme Hercynien (Stéphanien-Permien inférieur pour Dalloni).

La méthode Rb/Sr a donné (20) des âges de 270-300 MA (granite du Lys) ou de 200-230 MA.

deux micas ; à l'E, l'*unité de la Noguera de Tor* où les granodiorites à biotite et amphibole sont largement représentées.

L'UNITÉ DU NETHOU.

L'unité du Nethou est constituée en majeure partie par un *granite à 2 micas* qui occupe notamment toutes les parties centrales plus élevées de la région. Généralement porphyroïde, à phénocristaux d'orthose maclée selon la loi de Carlsbad, le granite est fréquemment découpé dans sa masse par un réseau de joints à parois tapissées d'aiguilles de tourmaline parfois groupées en rosettes et pouvant atteindre une dizaine de cm de long. Vers ses bordures, le granite fait place à une ceinture de *granodiorite et diorite à amphibole*, équi-granulaire à grain moyen ou plus rarement à grain fin ([j] Pont des Salenques) ; le passage du granite aux diorites, assez brutal, s'opère en quelques m.

Le cortège filonien comprend des *pegmatites saccharoïdes*, des *lamprophyres*, des *microgranites* et des *épidotites*.

Les *pegmatites saccharoïdes*, blanchâtres, à faciès aplitique, forment des dykes généralement peu épais (1 m) mais atteignant parfois 15 à 20 m de puissance (refuge de la Rencluse), ou des amas à caractères irréguliers et diffus dispersés dans toute l'unité mais principalement à sa bordure septentrionale depuis le ravin de Cregueña [e] jusqu'au glacier de l'Aneto [c]. Orientés N-S aux environs de la rencluse, les dykes à disposition radiale prennent une direction E-W dans le ravin de Cregueña.

Les filons de *lamprophyres*, généralement peu épais (quelques dm à quelques m), eux aussi à disposition radiale par rapport au massif, sont surtout concentrés vers l'amont du ravin de Cregueña [d] et dans la région des laes de la Esealeta [a]. La bordure des filons montre souvent une texture fluidale et les plus épais contiennent parfois des enclaves de granodiorites.

Les dykes subverticaux de *microgranite*, toujours épais (10 à 20 m) et à bordure rhyolitique (sur quelques dm), d'allure subméridienne, souvent très continus (jusqu'à 7 km), s'observent principalement dans la partie occidentale depuis la Rencluse au N [c] jusqu'aux laes de Vallibierne et de Coronas au S [f, g]. Leur structure porphyroïde est soulignée par les phénocristaux (jusqu'à 10 cm) d'orthose à maclés de Carlsbad et de quartz. Des filonnets (quelques mm à quelques cm) d'*épidotite* sillonnent

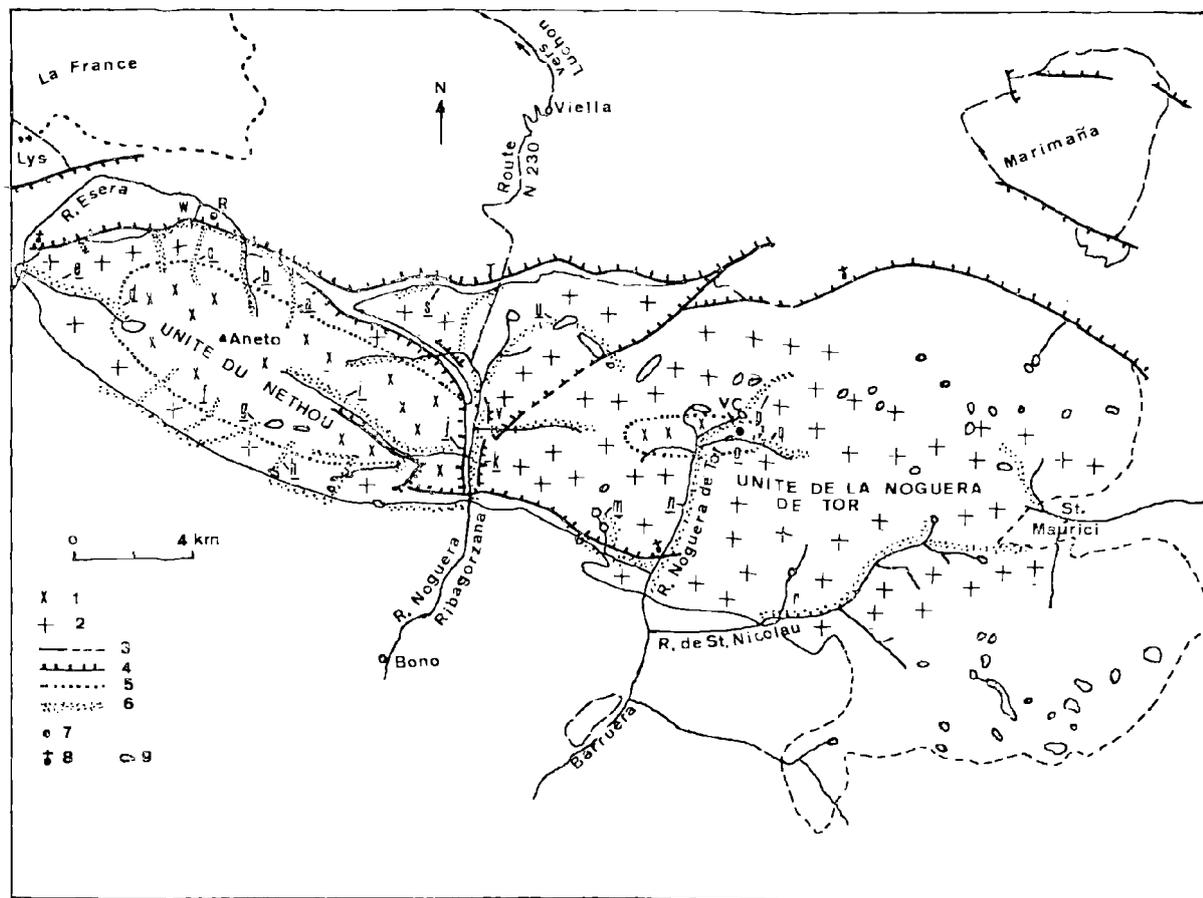


FIG. 1. — Le massif granitique de la Maladetta.

- | | |
|---|---|
| 1. - granite à 2 micas | 6. - principaux itinéraires suivis |
| 2. - granodiorite à biotite et amphibole | 7. - refuges : R (Rencluse), VC (Ventosa Calvell) |
| 3. - contours géologiques (*) | 8. - sources thermales. |
| 4. - failles | 9. - Lacs. |
| 5. - limite granite à 2 micas - granodiorite à biotite et amphibole | |

(*) Les contours en pointillés ont été dessinés d'après la carte au 1/200.000 de L.U. de Sitter et Zwart.

toutes les autres roches du massif notamment à Barranes [b], dans la Noguera Ribagorzana [k].

Pour être complet, il faut encore citer quelques pegmatites à tourmaline (Cregueña [e]) ou à micas blancs (Paderme [w]), des granites leucocrates (la Rencluse [c]), des filons de quartz à tourmaline noire (Paderna [w]), des filons et filonnets de calcite hydrothermale (Cregueña [e]) parfois avec mouchures de galène (Escaleta).

Les roches granitiques et dioritiques contiennent localement des *enclaves énallogènes et endopoly-*

gènes. Les *enclaves énallogènes*, peu fréquentes, affleurent principalement à la terminaison occidentale du massif. On y distingue sur plus de 1 km une bande épaisse d'une centaine de m de skarn à gros cristaux de grossulaire (n = 1,755) localement en stratification représentant vraisemblablement des faciès métamorphiques de la série schisto-calcaire antégothlandienne (rive gauche du Barranco de Cregueña, las Trabadas, cascade de San Ferrer). Au N de la bande de skarn, s'alignent encore de volumineuses (jusque quelques dizaines de m) enclaves de roches siliceuses à litages clairs et sombres

alternant. Les enclaves endopolygènes décimétriques, de forme anguleuse ou arrondie, sont plus fréquentes et localement tellement abondantes qu'elles sont presque jointives prenant alors l'aspect d'une véritable brèche magmatique (champ d'enclaves du pont des Salenques [j] à une centaine de m à l'W de la route de Viella). On y rencontre surtout des éléments de diorite microgrenue dans un ciment granodioritique plus largement cristallisé.

L'UNITÉ DE LA NOGUERA DE TOR.

On retrouve dans l'unité de la Noguera de Tor, les mêmes types pétrographiques essentiels qui forment l'unité du Nethou mais avec des modalités différentes sur lesquelles nous insisterons plus particulièrement. *Le granite à 2 micas* n'affleure que dans une zone centrale de forme elliptique (refuge Ventosa Calvell [o]) très réduite (1,5 km x 3 km) tandis que la ceinture de *diorite* et de *granodiorite à amphibole* fréquemment porphyroïde et généralement associée à des *granodiorites à biotite et épidote* constitue la partie dominante du massif (Noguera de Tor, lac des Cavallers, Estany Gemena de Baix, Rius... [n, m, u, r]).

Les faciès orientés soulignés par la disposition des biotites ou des phénocristaux d'orthose, fréquents en bordure du massif, se développent parfois vers le centre (coupe de Rius [u], Noguera de Tor [n] à 3 km de la bordure du massif).

Les filons de *pegmatites apéritiques*, toujours épais (quelques m à quelques dizaines de m) dont le réseau est particulièrement dense dans toute la partie centrale (Noguera de Tor [n], Estany Negre [p, q], Estany Gemena de Baix [m]) ont souvent une allure subhorizontale et une disposition grossièrement concentrique par rapport à la forme générale du massif. Les filons de *lamprophyres* sont également fort nombreux [n, p], épais (quelques m à quelques 10 m) et particulièrement bien représentés aux abords du lac des Cavallers [n]. Leur allure plus inclinée que celle des filons pegmatitiques permet parfois d'observer des recouvrements de lamprophyres et de pegmatites saccharoïdes. L'étude de tels contacts montre que la mise en place des lamprophyres est plus précoce que celle des pegmatites (enclave de lamprophyre dans la pegmatite du barrage des Cavallers, « Telescoping » des aplites au contact du lamprophyre au N du lac des Cavallers, recoupe d'un filon de lamprophyre par une venue aplito-pegmatique au Caldes de Bohi).

Les *microgranites* à phénocristaux moins largement développés (quelques mm) affleurent principalement dans le Rio Negro près du Port de Viella [s].

LES ZONES FAILLEUSES.

De grandes failles affectent la partie centrale et la bordure du massif granitique de la Maladeta. Elles sont jalonnées de *mylonites* présentant des aspects très variés depuis celui de roches écrasées jusqu'aux mylonites nodulaires.

Les *granites écrasés* de teinte verdâtre sont schistifiés et présentent de nombreuses surfaces de friction à patine chloriteuse (Barranco de Beciberri [v], Noguera Ribagorzana [k] près du pont de Moralets). Les *mylonites nodulaires* à blocs granitiques et ciment jaunâtre argileux affleurent près du pont des Salenques [j].

Mylonites et roches écrasées constituent l'essentiel des zones failleuses. C'est le cas pour la *zone failleuse de la Ribagorzana* séparant l'unité du Nethou à l'W et celle de la *Noguera de Tor* à l'E : large parfois de plusieurs centaines de m, elle a une orientation subméridienne s'infléchissant vers le N dans la direction NW-SE. Des roches comparables s'observent le long de la faille qui limite le massif au S de la Noguera Ribagorzana à la Noguera de Tor (nous lui donnons le nom de « *faille des Baños de Bohi* »). La *faille des Baños* mise en évidence par l'équipe hollandaise (11, 25), de direction NE-SW, se prolonge vers le Barranco de Beciberri [v] soulignée par une zone mylonitisée de plusieurs dizaines de m de largeur. Les *mylonites de la vallée des Salenques* [i] jalonnent la profonde cicatrice NW-SE affectant la zone des Crêtes de l'Aneto-Maladeta.

II. — PETROGRAPHIE

Sous ce titre nous présentons la description des roches du massif de la Maladeta observées au microscope. Les constituants de chaque type pétrographique sont classés par colonnes en trois catégories groupant les minéraux incolores (quartz et feldspaths), les minéraux colorés essentiels et les minéraux accessoires.

Lorsqu'elle a été déterminée au compteur de points (9, 10), la teneur de chaque minéral est indiquée entre parenthèses. Dans la 4^e colonne nous avons groupé les indices de saturation (S), de coloration (C) et de feldspathisation (F) tels qu'ils sont définis par Jung (10).

LE GRANITE ET SA BORDURE DIORITIQUE.

Granite à 2 micas (Pl. VI, fig. 1, 2) :

quartz	(*) 27,5	biotite	{ 10,3	épidote	S = 30,8
plagioclase		muscovite	{	apatite	C = 10,5
(20 à 30 % An)	34,5	chlorite			F = 44,2
orthose					
microcline	{ 27,4				

Hololeucocrate, très quartzitique, le granite réalise en fait un type monzonitique accusé.

Le quartz se présente en plages xénomorphes interstitielles et en inclusions idiomorphes dans les feldspaths potassiques où il montre une structure poecilitique soulignée par des lamelles de micas groupées parallèlement aux faces des cristaux de quartz. Le plagioclase automorphe est généralement zoné. Parmi les feldspaths potassiques, l'orthose, largement dominante, parfois automorphe et maclée Carlsbad, plus fréquemment xénomorphe et perthitique, montre souvent des bourgeons de mirmékite au contact du plagioclase. Son caractère porphyroblastique est souligné par de nombreuses inclusions (micas, plagioclase, quartz, apatite) et surtout par ses relations d'association avec la muscovite dont les lamelles rongées et déchiquetées à son contact témoignent du développement de l'orthose au détriment du mica. Fréquemment des plages de muscovite, réduites à une véritable dentelle ou isolées les unes des autres, montrent une orientation optique commune, reflet de leur appartenance à un cristal unique antérieur à la feldspathisation. La biotite et la chlorite montrent fréquemment des halos pléochroïques autour d'inclusions de zircon.

Granodiorite à biotite et épidote :

quartz	(**) 32,4	épidote	{	muscovite	S = 34,9
plagioclase	35,5	chlorite	{ 7	apatite	C = 7,2
à 30 % An		biotite	{	sphène	F = 41,2
microcline		séricite		zircon	
orthose	{ 29,9			rutile	
				calcite	

Si les granodiorites à biotite offrent de nombreux points communs avec le granite dont on retrouve les minéraux essentiels, elles s'en distinguent cependant par le grand développement des minéraux calciques (épidote, apatite, sphène, calcite). Parmi

eux-ci, le plus fréquent est l'épidote (pistachite, plus rarement zoizite) en association symplectitique avec le mica ou la chlorite, en plages isolées ou en remplissage de veinules recoupant tous les autres minéraux (plagioclase, quartz, épidote...).

Diorite et granodiorite à hornblende (Planche VI, fig. 3-4) :

quartz	(***) 20 à 22,6	chlorite	{	19,3 à 13,2
plagioclase		biotite	{	
(25 à 45 % An)	30,9 à 44,5	hornblende		7,3 à 6,5
microcline	{	épidote	S = 27 à 30,2	
orthose	{ 2,8 à 13	apatite	C = 27,3 à 17,4	
		sphène	F = 3,4 à 20,6	
		zircon		

Les différences avec le granite sont nettement accusées : saussuritisation plus développée du plagioclase dont le titre en anorthite peut atteindre 45 % dans les faciès les plus marginaux du massif, diminution sensible de la teneur en feldspaths potassiques pouvant aller jusqu'à leur disparition totale, plus large développement des minéraux calciques dont une hornblende actinolitique (claire, faiblement pléochroïque, particulièrement abondante dans l'auréole dioritique de l'unité du Nethou).

LES ROCHES DU CORTÈGE PILONNIEN.

Pegmatite saccharoïde (Planche VII, fig. 2) :

quartz	muscovite	zircon
microcline	biotite	apatite
orthose	tourmaline	
albite	épidote	
oligoclase	amphibole	

Le quartz, généralement allotriomorphe, réalise parfois une association graphique ou subgraphique avec les feldspaths potassiques parmi lesquels le microcline, largement dominant, montre rarement des bourgeons de myrmékite au contact de l'oligoclase. Ce dernier, souvent très saussuritisé, forme des plages automorphes contrairement à l'albite xénomorphe et souvent très fraîche. L'albitisation des feldspaths potassiques est fréquente et revêt de multiples aspects : cristallisation de l'albite en « échiquier » le long des clivages du microcline, inclusions à contours flous d'albite dans le feldspath potassique résorbé, etc... La tourmaline brune, fréquente dans l'unité de la Noguera de Tor, con-

(*) Les teneurs sont données pour l'échantillon CE 48, itinéraire la Rencluse - le Pic du Nethou, altitude 2700 m.

(**) Echantillon CE 35, Beciberri, altitude 1840 m.

(***) Le premier nombre se rapporte à une diorite quartzifère (CE 60, Vallibierne, altitude 2000 m), le second à une granodiorite (CE 42, la Rencluse - le Nethou, altitude 2370 m).

tient parfois de l'albite en inclusion. L'*amphibole*, vraisemblablement résiduelle, ne s'observe que dans les pegmatites enlavées dans le contour dioritique. L'*épidote*, assez sporadique, revêt les mêmes aspects que ceux décrits précédemment. La rareté des minéraux phylliteux (*muscovite*, *biotite chloritisée* criblée de halos pléochroïques) constitue également un des traits caractéristiques des pegmatites du massif de la Maladeta.

Pegmatite graphique (*) (Planche VII, fig. 1-2):

quartz biotite
microcline

L'échantillon décrit provient de l'éponte d'un filon décimétrique de pegmatite zonaire montrant du cœur vers les parois la répartition: pegmatite saccharoïde, liseré de quartz en phéno cristaux, pegmatite graphique.

Les *ichtyoglyphes* millimétriques de la pegmatite graphique de même orientation optique sont répartis dans le *microcline* qui contient quelques lamelles allongées de biotite et des plages isolées de pegmatite saccharoïde à albite (10 % An) rarement maelée, microcline albitisé et micas (*muscovite* et *biotite chloritisée*) peu fréquents.

L'association de ces divers types de pegmatite montre clairement l'antériorité de cristallisation de la pegmatite saccharoïde vis-à-vis de la pegmatite graphique.

Lamprophyres (Planche VII, fig. 3-4):

quartz (rare)	épidote	apatite
plagioclase (50 % An)	hornblende	sphène
	calcite	magnétite
	chlorite	pyrite
	biotite	rutile (sagénite)
	séricite	

Les lamprophyres à structure microcristalline et fluidale montrent des microcristaux de minéraux colorés dispersés dans une pâte microlitique de nature chloritofeldspathique.

Les phéno cristaux automorphes de *hornblende brune*, souvent frangés d'oxyde de fer, sont plus fréquents dans les lamprophyres de l'unité du Nethou. De fines aiguilles de la même hornblende s'observent encore dans la pâte microlitique.

L'*épidote* en phéno cristaux est particulièrement abondante dans les lamprophyres de l'unité de la

Noguera de Tor; on la retrouve encore en association symplectitique avec la chlorite ou en plus petites granules dans la pâte. La *calcite* parfois biaxe (2V faible), plus fréquente elle aussi dans l'unité de la Noguera de Tor, se présente le plus souvent en association agrégative avec le quartz. La *chlorite*, généralement positive, provient le plus souvent de la chloritisation d'une biotite dont les derniers témoins sont très rares. Des plages xénomorphes de *feldspaths* (*microcline* et *plagioclase*) corrodés et saussuritisés sont encore dispersés dans la pâte où les microlites de plagioclases dominent largement.

Contact lamprophyre - pegmatite.

Nous avons déjà noté des observations de terrain concluant à l'antériorité de la consolidation des lamprophyres vis-à-vis de celle des pegmatites saccharoïdes dans la zone de contact des deux roches. L'examen microscopique de ces zones de contact confirme la première conclusion et permet de préciser les réactions d'altération.

A titre d'exemple, nous décrivons ci-dessous un échantillon de lamprophyre prélevé au contact d'un filon de pegmatite saccharoïde à tourmaline (éch. CE 248 barrage des Cavallers).

L'altération du lamprophyre se marque par :

— la transformation de la hornblende brune en une hornblende actinolitique très pâle associée à une biotite claire ;

— l'intense corrosion des phéno cristaux de labrador (55 % An) mirmékitisés en bordure, localement albitisés et perthitisés dans leur masse.

Elle s'explique aisément par l'action des fluides pegmatitiques à tendance sodicopotassique très marquée.

Microgranite des Crêtes (Planche VIII, fig. 1):

plagioclase (20 % An)	biotite	apatite
orthose	chlorite	zircon
quartz	épidote	rutile
	muscovite	
	séricite	

A pâte *microgrenue*, quartzosériciteuse, le microgranite des Crêtes à phéno cristaux automorphes de quartz corrodé, de *plagioclase* zoné et d'*orthose* perthitique, zonée, maelée (Carlsbad) a un aspect tout à fait classique.

La présence locale de quartz en association graphique avec l'orthose y souligne un trait commun avec les pegmatites.

(*) Echantillon CE 122 itinéraire du refuge de la Rencluse au pic du Nethou (altitude 2600 m).

Microgranites du Rio Negro (Planche VIII, fig. 2) :

quartz	biotite	zircon
plagioclase saussuritisé	chlorite	apatite
microcline	calcite	sphène
		épidote

A pâte *aphanitique* ou *granophyrique*, le microgranite du Rio Negro se distingue encore du précédent par la *saussuritisisation* de son plagioclase, la présence de *calcite* et de *micropegmatite de dévitrification*.

Epidotites :

Essentiellement composées d'*épidote* (pistachiste et clinozoïzite) largement cristallisée ou finement granulaire (bordure des filonnets) ou d'*épidote* et de *quartz*, les veinules d'*épidote* recourent les granites ou les filons de pegmatite et s'insinuent entre les cristaux de feldspath qui sont dans ce cas entourés d'une auréole de réaction à grains de zoïzite.

LES STRUCTURES CATACLASTIQUES (Planche VIII, fig. 3-4) :

Les structures cataclastiques, fréquentes dans toutes les roches du massif de la Maladeta, peuvent être rangées dans deux types distincts selon le degré des déformations enregistrées : *structures à cataclase modérée* et *structures des mylonites*.

Les *structures à cataclase modérée*, uniquement discernables au microscope, se caractérisent par l'extinction onduleuse de certains cristaux (quartz, micas), la torsion des lamelles de mica ou des plages feldspathiques, plus rarement par une fracturation locale (plagioclase). Ce type de structure est généralisé à toutes les roches de l'unité de la Noguera de Tor.

La *structure des mylonites*, confinée aux zones faillues, se caractérise par une fracturation généralisée suivie d'une recrystallisation : quartz parfois biaxe, à extinction onduleuse, en plages émiettées à auréoles floues de recrystallisation ; cristaux saussuritisés, tordus et brisés de plagioclases à macles de pression ; biotite chloritisée, en lamelles tordues et plus rarement déchiquetées ; chlorite et séricite de recrystallisation en traînées orientées, en remplissage de fractures. A un degré plus élevé des efforts de déformation, la mylonite prend un aspect plus homogène, conséquence de l'émiettement plus poussé des minéraux et de la structure fibreuse du quartz.

III. — INTERPRETATIONS ET CONCLUSIONS

LES CARACTÈRES CHIMIQUES FONDAMENTAUX DU MASSIF
DE LA MALADETA.

La *tendance calcique des roches granitiques de la Maladeta* est soulignée par la fréquence de l'*épidote* présente à tous les stades de la différenciation (tant dans les divers faciès granitiques que dans les filons acides ou basiques) soit sous forme de cristallisation primaire en association symplectitique avec les micas ou la chlorite, en inclusions dans divers minéraux (biotite, chlorite, feldspaths) ou en larges plages subautomorphes, soit sous forme de remplissage secondaire de microfissures (veinules et filons d'*épidote*).

La *tendance calcique des roches*, responsable de la cristallisation de hornblende, d'apatite, parfois de sphène dans les granodiorites et les lamprophyres ; de calcite primaire dans les lamprophyres ou, plus rarement, dans les microgranites, se reflète encore dans le caractère subplagioclasique du granite qui appartient, en fait, à la famille des granodiorites.

LA MISE EN PLACE DU GRANITE ET LES PHÉNOMÈNES
D'ENDOMORPHISME.

L'étude pétrographique du massif de la Maladeta permet encore de préciser les *conditions épizonales* (16, 17) qui ont prévalu au cours de sa mise en place. Elles se traduisent par :

— la cristallisation de minéraux caractéristiques des faciès épizonaux comme la hornblende actinolitique, l'*épidote*, la calcite et la chlorite ;

— l'existence d'associations minérales comme les symplectites à biotite et *épidote* dans les granodiorites ;

— l'autométamorphisme (*) conduisant à la saussuritisisation du plagioclase et à la chloritisation de la biotite (**);

(*) L'altération hydrothermale du granite de la Maladeta par autopenumatoïse n'aboutit jamais à la désagrégation de la roche contrairement à l'altération superficielle qui la transforme en arène granitique. D'ailleurs les conditions climatiques, l'érosion intense en pays montagneux et l'absence de sol de végétation sont autant de facteurs qui limitent considérablement les effets de l'altération météorique.

(**) Les halos pléochroïques sont tout aussi nets dans la chlorite de néoformation que dans la biotite saine.

— le zonage du plagioclase, conséquence d'une consolidation rapide à la faveur d'une couverture réduite.

En outre, les *faciès épizonaux mieux marqués* et plus généralisés dans l'unité de la Noguera de Tor (granodiorites à biotite et épidote, lamprophyres à épidote et calcite) indiquent pour celle-ci une mise en place à plus faible profondeur que pour l'unité du Nethou.

La ceinture dioritique du massif de la Maladeta apparaît comme une véritable *auréole d'endomorphisme* traduisant l'assimilation des roches encaissantes au cours de la granitisation.

Cette interprétation est confirmée par :

— la répartition marginale des faciès dioritiques ;

— la présence d'enclaves métamorphisées (skarns) ou endopolygènes parfois abondantes et en stratification encore reconnaissables dans les diorites et granodiorites.

— les nombreux caractères communs aux granites et aux diorites et l'existence fréquente de termes intermédiaires ;

— l'hétérogénéité des granodiorites et leur teneur calcaïque très accusée.

Une fois encore, l'unité de la Noguera de Tor avec son contour granodioritique largement dominant apparaît comme un faciès plus proche de la couverture que l'unité du Nethou.

Les observations relevées sur le terrain comme au laboratoire, permettent encore d'établir entre les diverses roches constituant le massif de la Maladeta un *ordre de cristallisation dans le temps* soit des plus précoces aux plus tardives : granite, lamprophyres, pegmatites saccharoïdes, épidotites (*).

Cette succession illustre la *différenciation du granite* dans le temps, les produits les plus volatils se concentrant dans les phases plus tardives où ils déclenchent la cristallisation des minéraux pneumatogènes comme la tourmaline, la calcite, l'épidote, abondants dans les satellites filoniens.

(*) Si les microgranites n'ont pu être datés par rapport aux autres satellites filoniens, leur mise en place tardive ressort de leur mode de gisement (bordure rhyolitique) et de leur structure (pâte microgrenue, micropegmatique de dévitrification...) témoignant d'un refroidissement rapide en l'absence de minéralisateurs.

La *cristallisation filonienne* est encore caractérisée par un *refroidissement plus rapide* des solutions magmatiques pegmatitiques ou hydrothermales souligné par :

— le faciès rhyolitique en bordure des filons de microgranite ;

— la structure microgrenue aux épontes d'épidote ;

— la structure fluidale des lamprophyres en bordure des filons.

L'abondance des filons et leur disposition radiaire permettent de situer le niveau d'érosion actuel dans la zone apicale du massif granitique de la Maladeta. Une fois de plus, l'unité de la Noguera de Tor, avec ses filons nombreux et épais de pegmatites et de lamprophyres concentrés dans la partie centrale, nous apparaît comme une partie plus apicale du dôme granitique.

De l'étude pétrographique des satellites filoniens il ressort également que leur *mise en place est contemporaine de phénomènes de distension* ayant entraîné au cours de la cristallisation une chute brutale de pression qui a déclenché la cristallisation des lamprophyres à partir des mélanges enrichis en chaux et en composants ferromagnésiens. Les pegmatites, postérieures aux filons lamprophyriques, montrent parfois des phénomènes d'inversion dans l'ordre de cristallisation (**).

Dans certains cas, le mode de gisement des pegmatites suggère un *processus de formation par métasomatose* se traduisant par des amas irréguliers isolés dans le granite et des filonnets aplito-pegmatitiques « en fantôme » dans les pegmatites saccharoïdes.

LE GRANITE DE LA MALADETA DANS SES RAPPORTS AVEC LA TECTONIQUE RÉGIONALE.

Parmi les actions dynamiques affectant le massif de la Maladeta, on peut distinguer :

— des *déformations plastiques* liées aux pressions orientées régnant au cours de la mise en place du granite (granite à texture orientée) ;

(**) Tel est le cas de l'échantillon CE122 où la pegmatite graphique correspondant à un eutectique à 600° C environ (fin de la phase C de Fersman) est postérieure à la pegmatite saccharoïde caractérisée par des phénomènes de résorption et de substitution appartenant à la phase E-F de Fersman.

— des actions de cataclase postérieures à la consolidation des roches granitiques.

Les actions de cataclase se traduisent par une mylonitisation plus ou moins complète du granite le long de surfaces d'écrasement, soit par une déformation atténuée mais étendue.

Les satellites filoniens témoignent d'actions dynamiques liées à une phase de distension probablement hercynienne contemporaine de la mise en place des lamprophyres.

Des actions cataclastiques plus tardives affectent les pegmatites antérieurement à l'épidotisation finale qui se localise préférentiellement dans les zones mylonitisées (Noguera Ribagorzana par exemple). Ainsi la faille de la Ribagorzana, soulignée par une zone mylonitisée contemporaine des dernières phases de différenciation du granite de la Maladeta (ultérieure à la mise en place des pegmatites mais antérieure à l'épidotisation terminale) apparaît liée à des mouvements tardihercyniens responsables de l'effondrement de la partie orientale du massif et de l'existence des unités du Nethou et de la Noguera de Tor situées à deux niveaux différents dans la même coupole granitique.

En conséquence, le massif de la Maladeta s'intègre bien parmi les ensembles granitisés pyrénéens (*) récemment décrits par Clin (3), Guitard (8), Zwart (25). Il appartient aux granites tardicinématiques - sytectoniques (14), sa mise en place dans

des conditions épizonales étant probablement contemporaine des phases tardihercyniennes (**).

Amorcée dès le Dévono-Carbonifère (22, 23), son individualisation s'est prolongée au cours des mouvements hercyniens : ceux-ci étant probablement responsables de la différenciation des résidus granitiques en deux types pétrographiques distincts : les lamprophyres d'une part, et les pegmatites saccharoïdes d'autre part.

Des dislocations dont les orientations correspondent à celles mises en évidence dans les Pyrénées orientales (7) sont responsables de phénomènes de cataclase et de mylonitisation. Elles sont probablement liées à des phases tardihercyniennes (faille de la Ribagorzana) ayant éventuellement pu rejouer au cours des mouvements alpins.

(*) Le granite de la Maladeta présente certaines analogies avec le granite du Lys : texture localement orientée, gisement parfois concordant avec les terrains encaissants, faciès pétrographiques variés localement porphyroïdes, actions tectoniques contemporaines de la consolidation du granite ou plus fréquemment de la mise en place des filons satellites, satellites filoniens acides et basiques.

Toutefois, les caractères propres au granite du Lys (orientation, concordance avec les terrains encaissants, faciès porphyroïde, enclaves énallogènes..) sont moins accusés dans le cas de la Maladeta.

(**) Le microgranite du Corlier présente les mêmes caractères (21) : microgranite à tendance calcique mis en place dans des conditions épizonales à la faveur des mouvements tardihercyniens.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) CLIN M. (1959). — Etude géologique de la Haute Chaîne des Pyrénées centrales entre le Cirque de Troumouse et le Cirque du Lys. Thèse. *Mémoires B.R.G.M.*, 1964, n° 27, pp. 1-379.
- 2) CLIN M. et BEZANCON J.P. (1965). — Le contact méridional du massif granitique de Cauterets. Traits généraux et particularités structurales. *Actes Soc. linnéenne de Bordeaux*, série B, n° 6, t. 102, pp. 4-5.
- 3) CLIN M. — Sur la position structurale des ensembles granitisés dans les Pyrénées centrales et occidentales. *Actes f. Congrès International d'études pyrénéennes*, pp. 3-42.
- 4) CORDIER (1804). — Voyage à la Maladeta. *Ann. Min. Fr.*, 15, an XII, pp. 265.
- 5) DALLONI M. (1910). — Etude géologique des Pyrénées de l'Aragon. Thèse. *Ann. Fac. Sci. Marseille*, 19, pp. 1 à 444.
- 6) FERSMAN A.S. (1931). — Les pegmatites. *Ac. Sc. U.R.S.S.* Traduction Louvain-Bruxelles, 1951.
- 7) FONTBOTÉ M. et GUITARD G. (1958). — Aperçu sur la tectonique cassante de la zone axiale des Pyrénées orientales entre les bassins de Cerdagne et de l'Empordan-Roussillon. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 6, t. 8, pp. 884-889.
- 8) GUITARD G. (1958). — Aperçu et réflexions sur les schistes cristallins et les granites de la zone axiale pyrénéenne entre l'Ariège et la Méditerranée. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 6, t. 8, pp. 825-852.
- 9) HAYES J.R., KLUGMAN M.A. (1959). — Feldspath Staining methods. *Jour. Sedimentary Petrology*, 29, 2, pp. 227-232.
- 10) JUNG J., BROUSSE R. (1959). — Classification modale des roches éruptives. Paris, Masson et Cie.
- 11) KLEINSMIEDE W.F. (1960). — Geology of the Valle de Aran (Central Pyrenees). *Leidsche Geol. Med.*, Deel 25, pp. 129-247.

- 12) LEYMERIE A. (1870). — Explication d'une coupe transversale des Pyrénées françaises passant par Luchon et Montréjeau, comprenant le massif de la Maladeta, avec projection du versant gauche des vallées de la Pique et de la Garonne. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2, 27, pp. 573.
- 13) MALLADA L. (1879). — Géologie de la province d'Huesca. (Mapa geologico de España).
- 14) MARMO V. (1967). — On the granite problem. *Earth Sciences Reviews*, 3, n° 1, pp. 7-29.
- 15) MEY P.H.W. (1967). — The geology of the Upper Ribagorzana and Baliera Valleys, Central Pyrenees, Spain. *Leidse Geol. Med.*, vol. 41, 220 p.
- 16) MICHOT P. (1948). — L'équilibre minéralogique dans les roches éruptives et le cadre géologique. *Bull. Ac. r. Belg., Cl. Sc.*, 5^e série, t. 34, pp. 167-187.
- 17) MICHOT P. (1948). — Essai d'une classification naturelle des roches granitiques. *Bull. Ac. r. Belg., Cl. Sc.*, 5^e série, t. 34, pp. 449-458.
- 18) PAVLOVSKY E.V. (1965). — Du nouveau sur la tectonique des Pyrénées. *Geotectonique*, Moscou, n° 5, pp. 36-70 (traduction Ovtracht A., Orsay, 1966).
- 19) RAGUIN E. (1957). — Géologie du granite. Paris, Masson et Cie (2^e édition).
- 20) ROUBAULT M., LEUTWEIN F. et SONET I. (1963). — Mise en évidence de quatre « âges apparents » dans les massifs granitiques et les séries cristallophylliennes des Pyrénées. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 257, n° 25, pp. 3786-3789.
- 21) WATERLOT M. (1962). — Etude géologique préliminaire du microgranite du Pic du Cerler (Province de Huesca, Espagne) et des filons qui en dépendent. *Notas y Communs. Inst. Geol. y Minero de España*, n° 66, pp. 189-196.
- 22) WATERLOT M. (1966). — Sur quelques caractères du Dévonien de la région de Benasque (Province de Huesca, Espagne. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 85, pp. 247-250.
- 23) WATERLOT M. (1967). — Contribution à l'étude géologique du Carbonifère Ante-Stephanien des Pyrénées centrales espagnoles. Thèse, Lille. 380 p. (exemplaire ronéotypé).
- 24) ZANDVLIET J. (1960). — The geology of the Upper Salat and Pallaresa Valleys, Central Pyrenees, France-Spain. *Leidse Geol. Med.*, vol. 25, pp. 1-127.
- 25) ZWART H.J. (1963). — The structural evolution of the Paleozoic of the Pyrenees. *Geol. Rundschau*, 53, pp. 170-205.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE VI

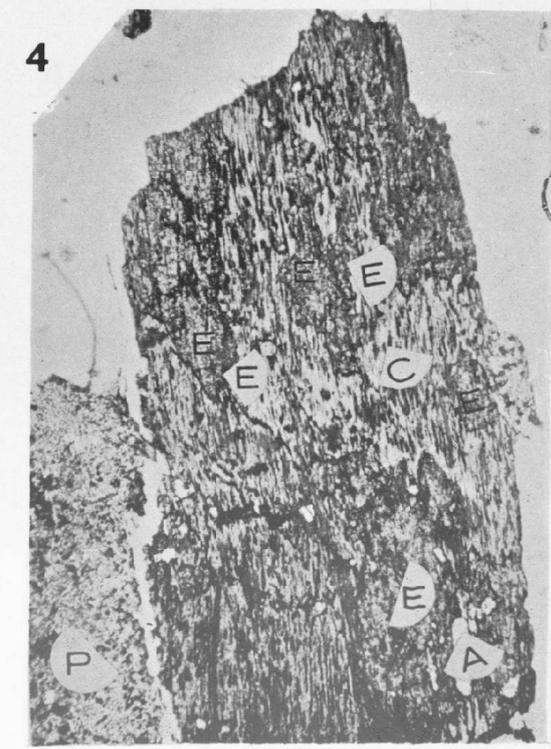
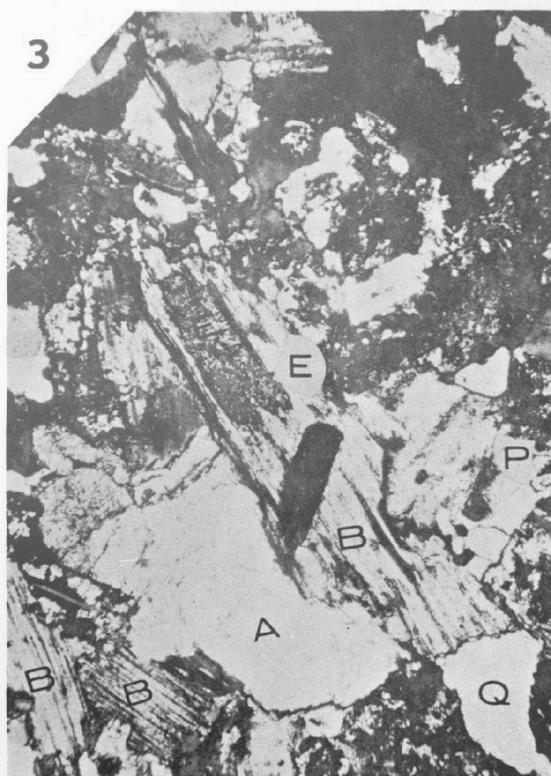
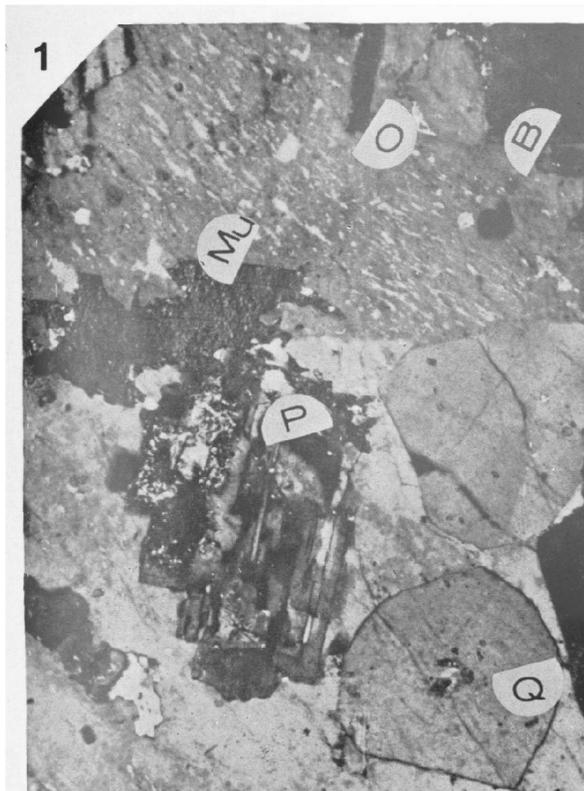
Granites et granodiorites

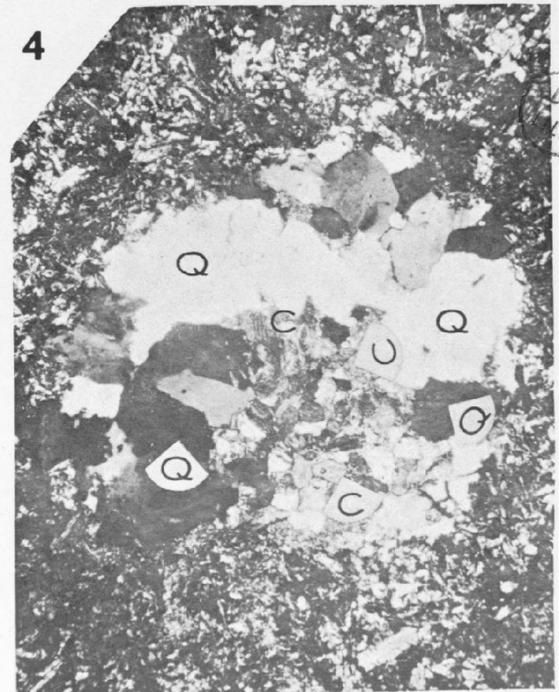
- FIG. 1. — Granite à 2 micas ; L.P. ; éch. CE 48, itinéraire la Rencluse - le pic du Nethou [c], altitude 2700 m.
Porphyroblaste d'orthose perthitique (O) maculée Carlsbad, avec en inclusion du quartz subautomorphe (Q), du plagioclase (P), de la muscovite rongée (Mu) par le feldspath potassique.
- FIG. 2. — Granite à 2 micas ; L.P. ; éch. CE 57, itinéraire Vallibierne - Lac de Llosas, altitude 2300 m.
Porphyroblaste d'orthose perthitique (O) montrant des inclusions de quartz automorphe (Q), des bourgeons de mirmékite (Mi) au contact du plagioclase généralement zoné (P).
- FIG. 3. — Diorite à biotite et amphibole ; L.P. ; éch. CE 14/5, bordure du massif, cascade de S. Ferrer (R. Esera).
Epidote (E) (zoïzite) en inclusion dans la biotite fraîche (B), amphibole (A), biotite (B), plagioclase saussuritisé (P), quartz (Q).
- FIG. 4. — Granodiorite à biotite et amphibole ; L.N. ; éch. CE 348, Barranco de Beciberri [v], altitude 1700 m.
Association chlorite (C) - épidote (pistachite) en plages (5) à relief élevé. Des primes d'apatite (A) sont en inclusions dans la chlorite. A la partie inférieure gauche de la photo on voit un plagioclase (P) complètement saussuritisé.

PLANCHE VII

Pegmatites et lamprophyres

- FIG. 1. Pegmatite graphique ; L.P. ; éch. CE 122.
A la partie supérieure de la photo, pegmatite graphique (1), au centre pegmatite saccharoïde en plages isolées dans la pegmatite graphique (2), à la partie inférieure quartz en phénocristaux (3) constituant le liscré de contact pegmatite graphique-pegmatite saccharoïde.
- FIG. 2. — Pegmatite saccharoïde ; L.P. ; éch. CE 122.
Microcline albitisé (M) ; albite clivée mais non maculée (A).
- FIG. 3. Lamprophyre ; L.P. ; éch. CE 77, base de la cascade de S. Ferrer (R. Esera).
Structure fluidale orientée. Hornblende brune (H), labrador en microlites.
- FIG. 4. — Lamprophyre ; L.P. ; éch. CE 304, extrémité W du lac de Beciberri (altitude 1960 m).
Dans une pâte chloritofeldspathique, calcite biaxe (C) en association agrégative avec du quartz (Q) à extinction onduleuse.





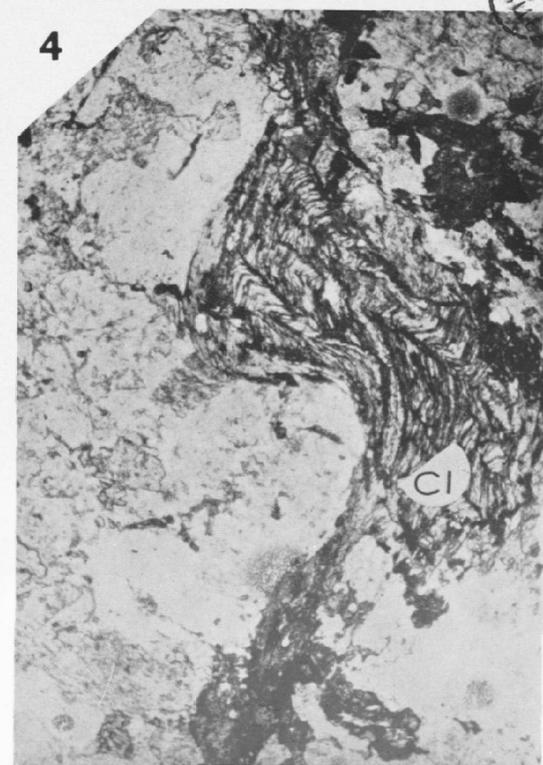
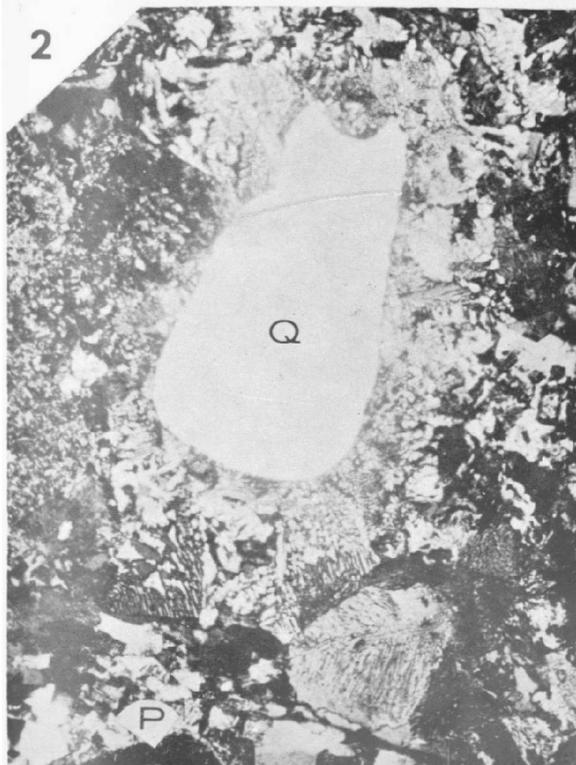
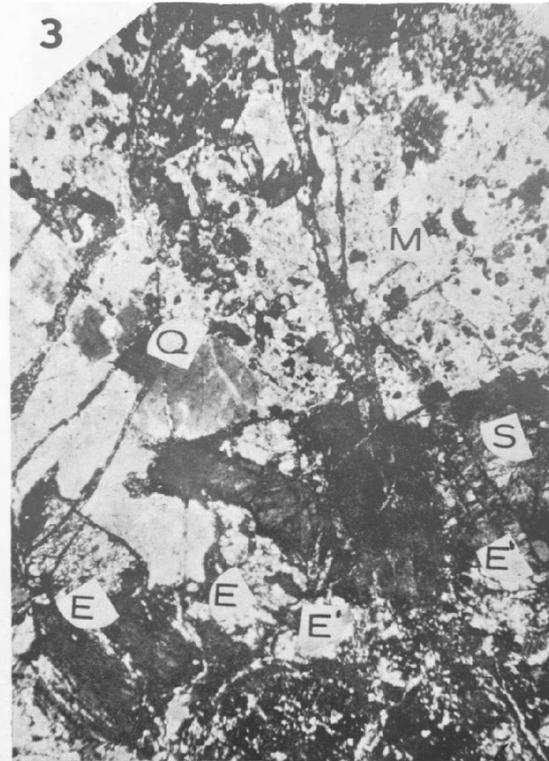
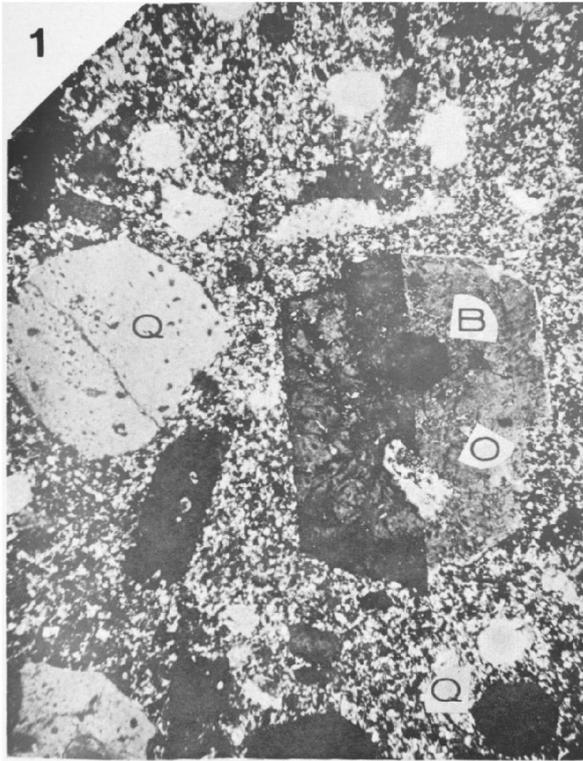


PLANCHE VIII

Microgranites et structures cataclastiques

FIG. 1. — Microgranite des Crêtes ; L.P. ; éch. CE 129 a, lac de Vallibierne [Q].

Quartz automorphe ou subautomorphe (Q), biotite hexagonale en inclusion dans l'orthose (O) maculée Carlsbad.

FIG. 2. — Microgranite du R. Negro ; L.P. ; éch. CE 355.

Structure granophyrique, micropegmatite de dévitrification enveloppant le quartz corrodé (Q), plagioclase saussurité (P).

FIG. 3. — Granodiorite mylonitisé le long de la faille des Caldes de Bohi ; L.P. ; éch. CE 233 ; baranco de la Sallent, altitude 1800 m.

Microcline séricité (M), quartz à extinction roulante (Q), sphère (S), épidote S.S. (E), plagioclase brisé et saussurité (P), filonnets d'épidote secondaire E' (zoizite) recoupant l'épidote E, le sphère, le microcline...

FIG. 4. — Chlorite tordue dans une granodiorite mylonitisée ; L.N. ; éch. CE 70 C, route N 230 [k], bordure S du massif, zone failleuse de la Noguera Ribagorzana.



Découverte d'un *Sagenopteris* dans le Lias ardennais

par Paule M. CORSIN (*)

(Planche IX)

Résumé. — La découverte d'un *Sagenopteris nilssoniana* (BRONGNIART) WARD dans le Sinémurien des Ardennes vient confirmer l'existence, à cet étage, de cette plante caractéristique de la zone à *Thaumatopteris*.

Abstract. — The discovery of a *Sagenopteris nilssoniana* (BRONGNIART) WARD in the Sinemurian of Ardennes confirms the existence, in this stage, of this characteristic plant of the *Thaumatopteris* zone.

Dans le Bulletin n° 56 de la Société de Sciences Naturelles des Ardennes (p. 31), Monsieur Detrey signalait au début de 1968 la découverte par M. Kraichette « dans la Carrière du Vivier-Guyon, en face du lavoir, à droite de la route, d'une foliole dans le calcaire sinémurien ». Il ajoute : « elle ressemble beaucoup à une partie de feuille de Caytoniales, Proangiospermes intermédiaires entre les Fougères et les Angiospermes (voir Botanique Moreau, pages 754, 756) ». Afin d'en connaître la détermination précise, il confia cet échantillon pour examen à M. J. Ch. Evrard, Assistant de Botanique à la Faculté des Sciences de Lille, qui lui-même me le remit par la suite (**).

1) SITUATION GÉOLOGIQUE DU GISEMENT.

Les carrières du Vivier-Guyon se situent au NE de Charleville et c'est dans la dernière d'entre elles qu'a été trouvé le spécimen étudié ici qui est d'ailleurs le seul fragment végétal recueilli. En effet jusqu'à présent non seulement l'existence d'aucune plante déterminable n'avait été signalée, mais encore aucun débris végétal n'avait été observé dans ce calcaire.

Ces carrières exploitent ou ont exploité le calcaire sableux du Sinémurien Supérieur (= 1₃b de la nomenclature de la nouvelle carte au 1/50 000)

(*) Laboratoire de Paléobotanique de la Faculté des Sciences de Lille.

(**) Mes vifs remerciements vont à MM. Detrey et Kraichette qui ont bien voulu me confier cet échantillon afin d'en faire l'étude, ainsi qu'à M. A. Dervin qui fut leur intermédiaire.

qui, d'après G. Dubar (7), présente aux environs de Charleville une épaisseur de 25 à 30 m.

2) DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON (fig. 1 et 2, Pl. IX).

Il s'agit d'une foliole d'aspect coriace, dont la partie basilaire est malheureusement cassée et qui n'est observable que sur une longueur de 4 cm. Néanmoins, d'après la courbure des bords latéraux, il semble bien que cet élément soit presque entier et il est facile d'en reconstituer le contour (fig. 1, Pl. IX). De forme ovale à elliptique, cette foliole présente dans sa partie moyenne une largeur maximum à peine supérieure à 2 cm. Ses bords entiers convergent régulièrement vers le haut en un sommet obtusément pointu et se rapprochent assez rapidement en bas jusqu'à devenir parallèles et distants de 0,5 cm.

La nervure médiane épaisse (1 mm) s'évanouit à la partie supérieure de cette foliole en constituant un bouquet nervuraire (fig. 2, Pl. IX). Les nervures latérales sont nombreuses, serrées et très fines ; elles naissent très obliquement sur la nervure principale et constituent entre elles des anastomoses, ce qui aboutit à la formation de mailles étroites, allongées et denses (fig. 1a et 2a, Pl. IX).

3) DÉTERMINATION GÉNÉRIQUE DE L'ÉCHANTILLON.

Bien que ce spécimen soit très fragmentaire et ne représente, non seulement qu'une partie de la feuille, mais également qu'un morceau de foliole, il me semble possible, sans risque d'erreur, de le

rattacher au genre *Sagenopteris*. En effet, on y retrouve à la fois la légère dissymétrie des folioles de ce genre ainsi que le même aspect nervuraire.

Il s'agit donc là d'une des 4 folioles d'une feuille quadrifoliée appartenant au genre *Sagenopteris* tel que l'a défini Presl en 1838 (23) et, en comparant le spécimen de la Carrière du Vivier-Guyon à celui figuré en 1867 par Schenk (25) et reproduit en 3, Pl. IX du présent travail, on peut juger de cette appartenance.

4) DÉTERMINATION SPÉCIFIQUE.

C'est d'ailleurs avec cet échantillon de Schenk reproduit d'une façon classique dans tous les manuels de Paléobotanique (9, p. 295, fig. 192 ; 16, p. 261, fig. 251 ; 18, p. 167, fig. 9), que notre spécimen présente le plus d'analogie, c'est pourquoi j'ai longtemps été tentée de le rattacher à l'espèce *S. rhoifolia* PRESL, d'après Schenk en 1867. Cependant, en reprenant l'ouvrage de Presl (23) dans lequel cet auteur a créé le genre *Sagenopteris* et son espèce type *S. rhoifolia*, je me suis rendu compte qu'en réalité l'holotype de cette espèce (23, Pl. XXXV, fig. 1) ne présente pas les mêmes caractères que l'échantillon figuré par Schenk. Non seulement les folioles y apparaissent plus trapues et plus courtes, mais surtout également, leur réseau nervuraire montre des anastomoses bien différentes puisque les mailles y sont larges et plus ou moins hexagonales.

Mais d'autre part en 1869, dans son Traité de Paléontologie végétale, Schimper écrit, lorsqu'il traite l'espèce *Sagenopteris rhoifolia* PRESL : « le *Glossopteris* (*Phyllopteris*) *nilssoniana* BRONGNIART appartient sans aucun doute à cette espèce » (26, p. 642). Cette synonymie ayant par la suite été adoptée par tous les auteurs, on utilise le plus souvent, depuis 1900 environ, l'appellation *Sagenopteris nilssoniana* BRONGNIART à la place de *Sagenopteris rhoifolia* PRESL.

J'ai donc été amenée à reprendre l'histoire des espèces *rhoifolia* de Presl et *nilssoniana* (*) de Brongniart.

L'espèce *nilssoniana* a été créée en 1825 par Brongniart (2) pour désigner un fragment de feuille recueilli dans le grès de Hoer en Suède. Primitivement rangée dans le genre *Filicites*, elle fut ratta-

(*) Bien que Brongniart ait orthographié ce nom spécifique « *nilsoniana* » j'ai cru bon, ainsi que certains auteurs, de rectifier ce terme en écrivant *nilssoniana* puisque cette espèce a été dédiée par Brongniart à Nilsson qui l'a, le premier, figurée sans la dénommer avec précision (21).

chée par son auteur en 1828 (3, 4) au genre *Glossopteris* à frondes simples et à nervules très obliques sur la nervure moyenne (4, p. 225).

Cependant en 1849, Brongniart (5, p. 22) estime que cette plante, qu'il a désignée sous le nom de *Glossopteris nilssoniana* et que Presl appelait *Taeniopteris nilssoniana* (23), représente en réalité un fragment d'une fronde « pinnée ou digitée » qui ne peut être rapporté ni aux genres à frondes simples *Taeniopteris* (à cause de l'obliquité et de la dichotomie des nervures secondaires) ou *Glossopteris* (par défaut de réticulation même partielle des nervures latérales), ni à *Sagenopteris* qui possède des frondes à folioles distinctes mais dont les nervures sont réticulées. C'est pourquoi il a créé le nouveau genre *Phyllopteris* dont l'architecture de la fronde est celle que l'on rencontre chez *Sagenopteris* mais qui s'en distingue nettement par un réseau nervuraire latéral non anastomosé. L'opinion de Brongniart est particulièrement nette à ce sujet : il nie l'appartenance à *Sagenopteris* de la plante des grès de Hoer, dont les nervures sont « nullement réticulées ». D'ailleurs la figure 4, Pl. LXIII de son Histoire des Végétaux fossiles (4) que j'ai reproduite en 4, Pl. IX montre bien son point de vue sur le caractère dichotome des nervures secondaires de cette plante.

Néanmoins dès 1869, ainsi que je l'ai dit plus haut, Schimper estime qu'étant donné le caractère grossier de la roche, il est difficile de distinguer la véritable nature de la nervation de la plante de Suède, et quelques années plus tard, Nathorst (19) met en synonymie *Phyllopteris nilssoniana* BRONGNIART avec *Sagenopteris rhoifolia* PRESL, ne voyant dans la plante du grès de Hoer qu'un aspect spécial de *S. rhoifolia*. Etant donnée la parfaite représentation de cette dernière espèce par Presl et ensuite par Schenk, Nathorst (19) préfère cependant garder le nom bien connu de *S. rhoifolia* et pour les mêmes raisons, Seward dans son Traité (27) n'estime pas devoir remplacer l'appellation *rhoifolia* par celle antérieure (donc prioritaire) de *nilssoniana*.

S. rhoifolia (= *nilssoniana*) est alors une espèce parfaitement définie : frondes à folioles distinctes avec nervure centrale nette et réseau nervuraire latéral anastomosé. C'est Ward qui, en 1900, utilise le premier la dénomination *Sagenopteris nilssoniana* (28, p. 352) et ceci pour deux raisons : d'une part, la synonymie est acceptée par tous, d'autre part la valeur même du terme *rhoifolia* lui apparaît douteuse puisque Presl en 1838 admet que *S. rhoifolia* est identique à la forme *Acrostichites inaequilateralis* décrite par Göppert en 1836. Depuis, les

différents auteurs ont utilisé dans leurs descriptions de cette plante les termes *Sagenopteris nilssoniana* BRONGNIART ou *S. nilssoniana* (BRONGNIART) WARD. C'est ce dernier que j'emploierai pour désigner la plante de la Carrière du Vivier Guyon.

En effet, après avoir étudié la bibliographie de ce genre, il m'a paru à la fois difficile de reprendre le terme spécifique « *rhoifolia* (PRESL) SCHENK » et délicat de désigner sous le nom *Sagenopteris nilssoniana* cette plante qui, sans aucun doute, présentait un réseau nervuraire anastomosé. Car si l'on peut, en effet, douter de la nature de la nervation du spécimen des grès de Hoer, il n'en reste pas moins vrai que Brongniart semble avoir particulièrement bien observé cette nervation qu'il affirme être seulement dichotome et dont il donne une figuration très nettement différente (fig. 4, Pl. IX) de celle que l'on peut voir sur le spécimen de Schenk (fig. 3, Pl. IX). Hésitant donc à rattacher mon spécimen à *S. nilssoniana*, tel que l'entendent à l'heure actuelle la majorité des auteurs, j'ai demandé à M^{lle} Britta Lundblad, Professeur au Museum d'Histoire Naturelle de Stockholm (*), s'il était possible de retrouver l'échantillon type de l'espèce *nilssoniana*. Celle-ci m'a aimablement fourni des photographies (**) de ce type de Brongniart actuellement déposé dans les Collections de Paléobotanique du Musée d'Histoire Naturelle de Stockholm et elle a observé cet échantillon. D'après elle, il est très difficile d'y voir avec toute certitude la présence des anastomoses mais il est très vraisemblable, sinon certain, qu'il y en ait réellement. Cela a également été mon point de vue quand j'ai examiné les photographies de ce spécimen. C'est pourquoi je pense pouvoir non seulement rattacher au genre *Sagenopteris* la foliole étudiée ici mais la déterminer spécifiquement, selon la terminologie de Harris en 1926 (12), *S. nilssoniana* (BRONGNIART) WARD. Bien qu'il me semble souvent inutile de surcharger la littérature scientifique par de doubles noms d'auteurs, je pense en effet qu'ici il est indispensable de ne pas rapporter uniquement *S. nilssoniana* à la figure type donnée par Brongniart et au point de vue donné par cet auteur.

(*) Je tiens à adresser ici tous mes remerciements à M^{lle} Lundblad pour l'amabilité avec laquelle elle m'a aidée lors de cette étude en me procurant des documents photographiques et bibliographiques.

(**) J'ai reçu, après la remise à l'impression de la maquette de la planche, les photographies de cet échantillon. C'est pourquoi je n'ai pu les faire figurer dans cet ouvrage. Il faut d'ailleurs remarquer que, bien qu'elles aient été faites en lumière infrarouge, elles sont très peu représentatives en ce qui concerne la nervation.

5) SYNONYMIE RAPIDE DE *S. nilssoniana*.

En conclusion de cette étude bibliographique, il me semble indispensable de donner rapidement la synonymie de cette espèce :

- 1825 *Filicites nilssoniana* BRGT. Brongniart, 2, p. 218, Pl. 12.
- 1828 *Glossopteris nilssoniana* BRGT. Brongniart, 3, p. 54.
- 1828 *Glossopteris nilssoniana* BRGT. Brongniart, 4, p. 225, Pl. 63, fig. 3.
- 1838 *Sagenopteris rhoifolia* PRESL. Presl, 23, p. 165, Pl. XXXV, fig. 1.
- 1849 *Phyllopteris nilssoniana* BRGT. Brongniart, 5, p. 22.
- 1867 *Sagenopteris rhoifolia* PRESL. Schenk, 25, p. 57, Pl. XII, fig. 1-6.
- 1875 *Sagenopteris rhoifolia* PRESL. Nathorst, 19, p. 31, Pl. V, fig. 2 à 5.
- 1900 *Sagenopteris nilssoniana* (BRGT) WARD. Ward, 28, p. 352, Pl. LVI et Pl. LXII, fig. 2.
- 1909 *Sagenopteris nilssoniana* (= *rhoifolia*) BRONGNIART. Salfeld, 24, p. 18, Pl. I, fig. 1 et 2.
- 1910 *Sagenopteris nilssoniana* BRGT. sp. Halle, 10, p. 6.
- 1926 *Sagenopteris nilssoniana* (BRGT) WARD. Harris, 12.

6) EXTENSION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE DE *Sagenopteris nilssoniana* (BRONGNIART) WARD.

Jusqu'en 1931, *Sagenopteris nilssoniana* était considérée comme appartenant au Rhéto-lias. Cependant l'étude approfondie des flores rhétiennes et infraliasiques d'Europe a permis à Harris en 1931 (13) de faire une synthèse des résultats obtenus par les différents auteurs et de dégager les caractères floristiques purs à chacune de ces deux formations. Ainsi ont pu être mises en évidence deux zones très nettement distinctes et que l'on peut retrouver dans toute l'Europe et même peut-être dans le monde entier. Il s'agit de la zone dite à *Lepidopteris* surmontée de celle à *Thaumatopteris* (13, p. 157). Chacune d'entre elles est caractérisée par un ensemble de plantes bien défini et *Sagenopteris nilssoniana* fait partie des végétaux types de la zone à *Thaumatopteris*. Entre ces deux zones existe une zone de transition sans caractéristiques spéciales et où la flore est complexe mais sans affinité nettement définie pour l'un ou l'autre de ces grands groupes floristiques. Harris pense d'autre part que la formation à *Lepidopteris* « correspond probablement totalement ou en partie au Rhétien marin tandis que la zone à *Thaumatopteris* équivaut à une partie du Lias inférieur marin (Hettangien) sans pour cela que la limite entre ces deux zones corresponde à la limite Rhétien marin - Lias marin ».

Il propose donc la table de corrélation suivante :

Zones marines	Zones à plantes	Allemagne	Suède	Autres pays
Lias inférieur { Z. à <i>bucklandi</i> Z. à <i>angulatus</i> Z. à <i>planorbis</i> Z. à <i>subplanorbis</i>	Zone à <i>Thaumatopteris</i>	bancs marins	bancs marins	Flore en France de la Z. à <i>angulata</i> . Flores en Autriche, Hongrie, Danemark, Pologne, de Bornholm...
		sans plantes	sans plantes	
		Flores de Nürnberg, Halberstadt...	Flor. de Hoer, Pälssjö, Helsingborg...	
Rhétien supérieur	Zone à <i>Lepidopteris</i>			
Rhétien moyen		Flores de Coburg, Seinstadt...	Flore de Bjuf...	
Rhétien inférieur				

On y voit que la limite Rhétien-Lias a été abaissée par rapport aux premiers travaux qui ont trait à cette question et en particulier à celui de Nathorst qui plaçait cette limite à la base de la zone à *angulata* (19).

Sagenopteris nilssoniana est une plante dont l'extension géographique est importante et qui a été reconnue dans les principaux gisements infraliasiques du monde (sauf toutefois dans celui de Nürnberg).

L'espèce type *nilssoniana* a été recueillie en Suède dans les grès de Hoer d'âge liasique (2) tandis que le génotype de *Sagenopteris* provient de formations dites rhéliques des environs de Bamberg en Franconie, c'est-à-dire de l'Infralias également (23).

D'autre part, la présence de *Sagenopteris nilssoniana* (= *rhoifolia*) a été signalée à l'Infralias (zone à *Thaumatopteris*) en divers points (Pälssjö, Sofiero, etc.) de la Suède par Antevs (1) et Halle (10, 11), du Groenland (Scoresby Sound) par Harris (13, 15), d'Allemagne par Schenk (25) et Salfeld (24), de Pologne par Makarewiczówna (17), de Hongrie et de Roumanie par Schenk (25), du Japon par Oishi (22). Enfin, il faut noter qu'en France cette plante a été recueillie par A. Carpentier dans les gisements infraliasiques des Deux-Sèvres, qui appartiennent sans nul doute à la zone à *Thaumatopteris* (6, p. 19).

En conclusion, c'est dans la zone à *Thaumatopteris* que *Sagenopteris nilssoniana*, dont l'extension géographique est grande, a le plus souvent été rencontrée. C'est d'ailleurs ce que témoigne le tableau de distribution vertical des plantes rhéliennes et infraliasiques que fournit Harris à la fin de son étude sur la flore de Groenland en 1937 (15). Par contre, sa présence est toujours douteuse sous cette zone.

7) CONCLUSIONS.

La découverte d'un *Sagenopteris nilssoniana* dans le Sinémurien l₃b des Ardennes confirme donc l'existence de cette plante dans cette formation qui correspond, si l'on se reporte au tableau de Harris reproduit ci-dessus, à la zone à *Thaumatopteris*.

Il s'agit d'une espèce classique de cette zone où elle a pu être recueillie en divers points du monde mais qui n'a pourtant été que rarement trouvée en France où elle n'a été signalée jusqu'à présent que dans les gisements infraliasiques des Deux-Sèvres par Carpentier (6). Cependant, ces derniers possèdent une flore plus riche et il semble qu'il s'agisse là de formations tout à fait littorales. Le calcaire gréseux des Ardennes contenant *S. nilssoniana* est également marin, mais on peut penser qu'il s'est déposé assez près de la zone côtière puisqu'on y a trouvé une plante fossile bien conservée.

* * *

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- 1) ANTEVS E. (1919). — Die liassische Flora des Hoersandsteins. *K. Svensk. Vet. Akad. Handl.*, bd 59, n° 8.
- 2) BRONGNIART A. (1825). — Observations sur les végétaux fossiles renfermés dans les grès de Hoer. *Ann. Sc. Nat.*, t. IV, p. 218, Pl. XII, fig. 1.
- 3) BRONGNIART A. (1828). — Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles. Paris, p. 54.
- 4) BRONGNIART A. (1828-1836). — Histoire des végétaux fossiles. Paris, vol. texte. t. I, p. 225 ; vol. planches, Pl. 63.
- 5) BRONGNIART A. (1849). — Tableau des genres de végétaux fossiles considérés sous le point de vue de leur classification botanique et de leur distribution géologique. *Dic. Univ. Hist. Nat.*, p. 22.
- 6) CARPENTIER A. (1947). — Les flores infraliasiques des Deux-Sèvres et de la Vendée. *Ann. Paléontologie*, t. XXIII, pp. 1-51, Pl. I-XVIII.
- 7) DUBAR G. (1923). — Contribution à l'étude du lias de la feuille de Mézières. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. XXVII, n° 152, p. 238 et pp. 246-250.
- 8) GOTHAN W. (1914). — Die unter-liassische (rhätische) Flora der Umgegend von Nürnberg. *Abhandl. Naturh. Gesellsch. Nürnberg*, vol. XIX, bd IV, pp. 91-184, Pl. 17-39.
- 9) GOTHAN W. et WEYLAND H. (1964). — Lehrbuch der Palaeobotanik, Berlin, pp. 1-594.
- 10) HALLE T.G. (1910). — On the swedish species of *Sagenopteris* PRESL. and on *Hydropterangium* nov. gen. *K. Svensk. Vet. Akad. Handl.*, bd 45, n° 7, pp. 1-16, Pl. 1-3.
- 11) HALLE T.G. (1913). — The mesozoic flora of Graham Land. *Schwed. Südpolar. Exped.*, bd III, n° 14.
- 12) HARRIS T.M. (1926). — The Rhaetic flora of Scoresby Sound East Greenland. *Medd. om Grönland*, vol. 68, pp. 45-147, Pl. I-XIII.
- 13) HARRIS T.M. (1931). — Rhaetic floras. *Biological Reviews*, vol. VI, n° 2, pp. 133-162.
- 14) HARRIS T.M. (1932). — The fossil flora of Scoresby Sound East Greenland. Part 3: Caytoniales and Bennettitales. *Medd. om Grönland*, vol. 85, n° 5, pp. 5-10, Pl. I, fig. 11, fig. 1 et 2 du texte.
- 15) HARRIS T.M. (1937). — The fossil flora of Scoresby Sound East Greenland. Part 5: Stratigraphic Relations of the plants beds. *Medd. om Grönland*, vol. 112, n° 2, pp. 69-115, tabl. 2 et 3.
- 16) MAGDEFRAU K. (1956). — Palaeobiologie der Pflanzen. Jena, pp. 1-443.
- 17) MAKAREWICZOWNA Q. (1918). — Flora dolno-liasowa okolic Ostrowca. *Trav. Inst. Geol. Univ. Wilno*, t. IV, n° 3.
- 18) MORET L. (1964). — Manuel de Paléontologie végétale. Paris, pp. 1-244.
- 19) NATHORST A.G. (1875). — Bidrag till sveriges flora. *K. Svensk. Akad. Handl.*, vol. 14, n° 3, pp. 1-82, Pl. I-XVI.
- 20) NATHORST A.G. (1910). — Les dépôts mésozoïques précrétacés de la Scanie. *Stockholm Geol. Fören. Förh.*, vol. 32, n° 3, p. 487.
- 21) NILSSON Sv. (1820). — Om Försteningar och Aftryck af tropiska trädslag i Skåne. *K. Vet. Akad. Handl.*, t. I, Pl. V, fig. 2-3.
- 22) OISHI S. et TAKAHASI E. (1936). — The Rhaetic Plants from Province Nagato. A supplement. *Journ. Fac. Sc. Hokkaido Imp. Univ.*, ser. IV, vol. III, n° 2, pp. 113-133.
- 23) PRESL K. (in STERNBERG G.K.) (1838). — Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. Prague, vol. 2, p. 165, Pl. XXXV, fig. 1.
- 24) SALFELD (1909). — Beiträge zur Kenntnis jurassischer Pflanzenreste aus Norddeutschland. *Palaeontographica*, vol. LVI, pp. 1-36, Pl. I-VI.
- 25) SCHENK A. (1867). — Die fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens. Wiesbaden, pp. 57-62, Pl. XII, fig. 1 à 6.
- 26) SCHIMPER W.Ph. (1869-1874). — Traité de Paléontologie végétale ou la flore du monde primitif dans ses rapports avec les formations géologiques et la flore du monde actuel. Paris, t. 1, pp. 640-641, Pl. XLIV, fig. 2-8.
- 27) SEWARD A.C. (1910). — Fossil Plants. *Cambridge Biological Series*, vol. II, pp. 477-483.
- 28) WARD L.F. (1900). — Mesozoic floras of the united states. Première partie: The Older Mesozoic. *U.S. Geol. Surv.*, Ann. Rep., vol 20, part II, p. 352, Pl. LVI et LXII, fig. 2.

* * *

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX

- FIG. 1. — *Sagenopteris nilssoniana* (BRGT) WARD. Gr. nat.
Echantillon recueilli dans le calcaire sableux sinémurien de la Carrière du Vivier-Guyon.
- FIG. 2. — *Sagenopteris nilssoniana* (BRGT) WARD. Gr. nat.
Contre-empreinte du spécimen figuré en 1, même planche.
- FIG. 1a. — Même échantillon. Gr. = 3.
On distingue particulièrement bien ici le caractère des mailles du réseau nervuraire de cette foliole.
- FIG. 2a. — Même échantillon. Gr. = 3.
- FIG. 3. — Reproduction du spécimen figuré par Schenk sous le nom de *Sagenopteris rhoifolia* (25, Pl. XII, fig. 1).
- FIG. 4. — Reproduction du spécimen des grès de Hoer figuré par Brongniart sous le nom de *Glossopteris nilssoniana* (4, Pl. LXIII, fig. 3) et rattaché par la suite par son auteur au genre *Phyllopteris*.



Trois forages au Primaire au Nord de Lille (*)

par A. BONTE et G. WATERLOT (**)

Résumé. — Coupe géologique de forages ayant atteint le Calcaire carbonifère sous le Crétacé et le Tertiaire.

Abstract. — Carboniferous Limestone underneath Cretaceous and Tertiary.

Depuis 1955, l'un de nous (A. B.) a eu l'occasion de suivre en détail trois forages pour recherche d'eau, qui ont atteint le Calcaire carbonifère : l'un aux Etablissements Gratry à Halluin, les deux autres aux Etablissements Lesaffre à Marcq-en-Barœul. En dehors de leur intérêt pour la connais-

sance du Paléozoïque, ils ont apporté sur les assises crayeuses et sur le Tertiaire des renseignements nouveaux (***). Nous donnerons d'abord la coupe de ces trois forages ; puis nous ajouterons quelques indications d'ordre stratigraphique et hydrogéologique.

Forage Gratry - Halluin, 12, rue de la Lys.

Coord. Lambert I : x = 655,25 ; y = 343,52 ; z = + 14 environ.

Début 26 avril 1955 ; fin 27 juin 1955.

Exécuté au Rotary par l'Entreprise Bachy. La coupe a été étudiée d'après les échantillons recueillis sur tamis mètre par mètre.

de	0 m à	1,30 m	sur	1,30 m	Remblais.
	1,30	2,40		1,10	Maçonnerie.

QUATERNAIRE. *Alluvions de la Lys* (16,02)

2,40	18,42	16,02	Alluvions argilo-sableuses jaunes avec cailloutis entre 5 et 7 m et tourbe vers 15 et 16 m.
------	-------	-------	---

TERTIAIRE (92,08)

Yprésien (52,08)

18,42	41,00	22,58	Argile grise un peu sableuse, altérée au sommet sur quelques mètres (Argile de Roubaix).
-------	-------	-------	--

41,00	70,50	29,50	Argile grise plastique (Argile d'Orchies) avec rognons phosphatés entre 58 et 60. A la base (66,50 à 70,50), nombreux grains ou galets de grès ferrugineux, rognons phosphatés, rognons pyriteux, débris ligniteux.
-------	-------	-------	---

Landénien (40,00)

70,50	82,00	11,50	Sable blanc verdâtre légèrement glauconieux (Sables d'Ostricourt) ; quelques galets à la base.
-------	-------	-------	--

82,00	106,00	24,00	Argile plastique grise (Argile de Louvil) présentant, entre 92 et 97, une intercalation plus sableuse.
-------	--------	-------	--

106,00	110,50	4,50	Sable argileux et glauconieux partiellement consolidé en tuffeau.
--------	--------	------	---

(*) Cette communication a été présentée au cours de la séance du 8 mai 1968 et est intégrée dans le 2^e fascicule pour faciliter la mise en page du Tome LXXXVIII.

(**) Faculté des Sciences de Lille.

(***) Nous remercions les Directeurs des Etablissements Gratry et Lesaffre d'avoir bien voulu nous autoriser à publier les résultats de ces forages.

			SECONDAIRE - CRETACE (42,78)
			<i>Sénonien</i> (19,00)
110,50 m	129,50 m	19,00 m	Craie blanche sans silex.
			<i>Turonien supérieur</i> (4,50)
129,50	132,50	3,00	Craie glauconieuse dure avec galets de craie durcie, enduits de phosphate de chaux et de glauconie (tun).
132,50	134,00	1,50	Craie dure gris clair à silex abondants.
			<i>Turonien moyen et inférieur</i> (19,28)
134,00	140,50	6,50	Alternances de calcaires durs gris foncé et de marnes gris clair.
140,50	151,50	11,00	Marnes gris clair avec lits de craie marneuse (dièves).
151,50	153,28	1,78	Marnes brunâtres avec galets de Calcaire carbonifère et de grès ferrugineux enduits de glauconie ; grès blanc glauconieux à galets phosphatés (tourtia).

PRIMAIRE (sur 55,64)

			<i>Calcaire carbonifère</i> (52,72)
153,28	206,00	52,72	Calcaires dolomitiques et dolomies généralement clairs plus ou moins crinoïdiques ; passages plus foncés vers 190 et 202.
			<i>Famennien</i> (sur 2,92)
206,00	208,92	2,92	Grès blanc ou gris clair légèrement verdâtre, micacé.

Forage Lesaffre n° 6 - Marcq-en-Barœul, 137, rue Gabriel Péri.

Coord. Lambert I : x = 652,84 ; y = 330,65 ; z = + 17,50 environ.

Début 30 avril 1956 ; fin 18 octobre 1956.

Exécuté au trépan à sec par l'Entreprise Chartiez. La coupe géologique a été dressée d'après les boues de forage prélevées périodiquement par le Sondeur, puis débourbées au giltex et lavées sur tamis.

de 0 m à 0,50 m sur 0,50 m Remblais.

QUATERNAIRE. *Alluvions de la Marque* (18,50)

0,50	1,50	1,00	Limon jaune.
1,50	19,00	17,50	Sable gris ou verdâtre à débris de coquilles actuelles.

TERTIAIRE. *Lundénien* (19,50)

19,00	25,00	6,00	Argile grise finement micacée, altérée en brun au sommet avec grands cristaux de gypse.
25,00	38,50	13,50	Argile grise micacée mélangée de grès glauconieux fin peu cohérent (Argile de Louvil et tuffeau). Le Sondeur dit : terre noire de 34 à 37,50 ; bancs de sable de 37,50 à 38,50 ; mais les échantillons de 30 à 40 n'ont pas été prélevés ou ont été égarés.

SECONDAIRE - CRETACE (56,00)

Sénonien (14,50)

38,50	44,00	5,50	Craie altérée, fragments dissous en surface et enduits de calcite.
44,00	53,00	9,00	Craie blanche à Inocérames abondants.

Turonien supérieur (7,00)

53,00	58,00	5,00	Craie phosphatée et glauconieuse ; craie jaunâtre glauconieuse très dure (meule) de 56 à 56,30.
58,00	60,00	2,00	Craie glauconieuse à silex cariés.

Turonien moyen et inférieur (36,50)

60,00	68,00	8,00	Craie blanche à peine glauconieuse à silex noirs.
68,00	94,50	26,50	Marne grise et verdâtre (dièves) à <i>Terebratulina rigida</i> .

PRIMAIRE. *Calcaire carbonifère* (sur 35,70)

94,50 m	108,00 m	13,50 m	Calcaire carbonifère de teinte très claire mélangé à de nombreux débris d'organismes caractéristiques du Turonien et à des graviers provenant du sable ayant servi à la cimentation.
108,00	110,00	2,00	Même calcaire gris clair; les débris en provenance du Turonien sont beaucoup moins abondants.
110,00	118,00	8,00	Calcaire très altéré, abondance de calcite et de pyrite et de débris d'organismes partiellement dissous (Polypiers, Crinoïdes); à 113, abondance de grains d'une glauconie vert pomme.
118,00	122,00	4,00	Calcaire peu altéré correspondant sans doute à un passage plus massif.
122,00	130,20	8,20	Calcaire très altéré avec nombreux fossiles partiellement dissous; glauconie vert pomme à 124.

Forage Lesaffre n° 7 - Marcq-en-Barœul, 137, rue Gabriel Péri.

Coord. Lambert I: x = 652,68 ; y = 330,30 ; z = + 17,50 environ.

Le forage a été exécuté en 1962 par la S.A.D.E. au trépan à sec et réalisé en 3 phases: étude de la nappe de la craie au cours du forage; poursuite jusqu'au Calcaire carbonifère où de nouveaux essais ont été effectués; rebouchage du fond et mise en service du forage dans la nappe de la craie. Le forage au Calcaire carbonifère a été réalisé pour pallier une défaillance éventuelle du forage 6, mais n'a pas pu être mis en service en raison des restrictions apportées à l'utilisation des eaux souterraines.

La coupe géologique a été dressée d'après les boues de forage fournies par le Sondeur, débourbées au giltex et lavées sur tamis.

QUATERNAIRE. *Alluvions de la Marque* (sur 13,60)

de 0 m à	4,75 m sur	4,75 m	Limon sableux.
4,75	13,60	8,85	Sable gris clair fin à débris de coquilles actuelles.

TERTIAIRE. *Landénien* (22,40)

13,60	23,40	9,80	Argile sableuse et glauconieuse.
23,40	36,00	12,60	Argile grise et tuffeau (Argile de Louvil).

SECONDAIRE - CRETACE (59,25)

Sénonien (18,20)

36,00	54,20	18,20	Craie blanche altérée en surface.
-------	-------	-------	-----------------------------------

Turonien supérieur (9,55)

54,20	58,15	3,95	Craie glauconieuse dure (meule).
58,15	63,75	5,60	Craie à silex abondants.

Turonien moyen et inférieur (31,50)

63,75	70,05	6,30	Craie marneuse et marne.
70,05	94,27	24,22	Marne grise à <i>T. rigida</i> .
94,27	95,25	0,98	Conglomérat à galets de Calcaire carbonifère et phanites (tourtia).

PRIMAIRE. *Calcaire carbonifère* (sur 34,75)

95,25	130,00	34,75	Calcaire gris foncé avec passages schisteux et dolomitiques.
-------	--------	-------	--

REMARQUES STRATIGRAPHIQUES

ALLUVIONS QUATERNAIRES.

Leur limite a été définie de manière aussi précise que possible, la coupure étant établie conventionnellement au niveau où les sables ne renferment plus de débris de coquilles actuelles.

Leur épaisseur est supérieure à 16 m au forage Gratry (Vallée de la Lys) et atteint 18,50 m au forage Lesaffre n° 6 et 13,60 m (+) au forage Lesaffre n° 7 (Vallée de la Marque). Ceci est en accord avec une observation générale faite précédemment (Bonte, 1955).

TERTIAIRE.

L'Argile des Flandres avec ses deux faciès (sableux au sommet, argileux à la base) a été repérée à Halluin. La limite entre ces deux faciès a été définie vers 41 m par l'aptitude plus ou moins grande des échantillons au délavage et par l'abondance du résidu sableux.

A Mareq-en-Barœul, les forages entrent directement dans une formation argileuse à passées sableuses analogue à l'Argile de Louvil du forage d'Halluin.

CRÉTACÉ.

L'ensemble du Crétacé (entre Tertiaire et Primaire) fait 56 à 58 m à Mareq-en-Barœul et 43 m à Halluin. Quant au Turonien (du Tun au Primaire) son épaisseur atteint respectivement 41 à 43 m à Mareq-en-Barœul et 24 m à Halluin, ce qui confirme l'amenuisement des assises vers le Nord, plus exactement vers le NE, déjà connu par les sondages anciens (Gosselet, 1905).

La limite Sénonien-Turonien supérieur est sujette à diverses interprétations en raison des faciès variés (craie grise, meule, tun, silex, etc.) qui l'accompagnent. La même ambiguïté se retrouve à la limite Turonien supérieur-Turonien moyen où le passage de la craie aux dièves se fait par alternances.

A Halluin, où l'échantillonnage recueilli en continu sur tamis est plus précis, on peut noter, de haut en bas :

- une craie glauconieuse (craie grise) avec nodules phosphatés (tun) ;
- une craie à silex ;
- des alternances de marnes grises et de banes de craie.

Les deux premiers termes doivent être rapportés au Turonien supérieur, le troisième au Turonien moyen.

Par ailleurs les silex semblent absents dans la craie sénonienne, au-dessus de la craie glauconieuse.

Enfin il faut signaler, à Mareq-en-Barœul, la présence de Wealdien (rhomboèdres de sidérose caractéristiques) en remplissage de fissures dans le Calcaire carbonifère.

CALCAIRE CARBONIFÈRE.

Il était connu à Mareq-en-Barœul où il avait été considéré depuis longtemps comme inexploitable

du point de vue aquifère, en raison de sa compacité et de la présence de lits schisteux. En fait, on pourra constater par la suite qu'il peut fournir des débits très importants. Par contre, il était mal reconnu vers le Nord (*) où l'on considérait Halluin comme sa limite d'extension (Waterlot, 1950, fig. 1, p. 84). Là encore, la persévérance a été couronnée de succès, puisque son épaisseur y atteint 55 m avec une perméabilité non négligeable.

Du point de vue faciès, le Calcaire carbonifère du forage Lesaffre n° 6, gris clair presque blanc, serait à rattacher au Viséen moyen (assise à *Productus cora*), toujours sensible à la dissolution, d'où le piégeage du Wealdien dans les poches de la surface.

A Halluin, le Calcaire carbonifère, dolomitique et erinoïdique, est certainement tournaisien puisqu'il repose sur des grès famenniens. D'ailleurs, le Sondeur y signale à partir de 175 m des calcschistes qui passent vers le bas, probablement par alternances comme à Loos (Delépine et Joly, 1954), aux grès blancs du Famennien dans lesquels le forage a été arrêté.

Au forage Lesaffre n° 7, le Calcaire carbonifère est représenté par des calcaires généralement foncés avec passages schisteux et dolomitiques à odeur fétide. Ce calcaire était accidenté de cavités remplies de boue argileuse. Les échantillons provenant de 106,40 à 107,45, de 108,40 à 109,40 et de 110,25 à 111,35, renfermaient des fragments crayeux et des débris fossiles caractéristiques des marnes turoniennes ; ces marnes proviennent soit d'éboulements en cours de forage (le trou était alors à découvert), soit de cavités du Calcaire carbonifère dans lesquelles des marnes du Turonien auraient pu descendre.

(*) A Halluin, les forages Vandewynckèle (1889, n° 58 de Gosselet) et Lemaître-Domesticère (1880, n° 59 de Gosselet) avaient traversé respectivement 17,20 m et 13,50 m de calcaire attribué au Carbonifère ; quant au forage du Malplaquet (Nourtier, 1928), il avait rencontré 58,80 m de calcaire reposant sur des grès gris attribués au Dévonien.

A Menin, le sondage du Pont-aux-Anes (n° 233 de Gosselet) avait rencontré des grès et des conglomérats (épaisseur : 9 m) surmontant des schistes pailletés considérés comme siluriens par Dewalque (1874), qui n'avait cependant pas vu d'échantillon ; le sondage de la Barrière (n° 239 de Gosselet) avait traversé 135 m de schistes et grès, attribués à l'époque au Houiller mais qui doivent être rapportés probablement au Famennien, d'après ce qu'ont montré les forages du Malplaquet et Graty.

REMARQUES HYDROGEOLOGIQUES

Niveaux statiques (profondeurs):

Forage Gratry (1955)		Calc. carb.	33 à 49
Forage Lesaffre n° 6 (1956)	Craie 43	»	» 45
Forage Lesaffre n° 7 (1962)	» 39	»	» 61,25

Essais de débit :

Dans les trois cas, les eaux de la craie ont été fermées par un tubage cimenté à l'extrados. La cimentation du forage d'Halluin, réalisée par remontée sous pression à l'extrados à l'aide de 10 tonnes de ciment de laitier, a été de beaucoup la mieux réussie.

1) A Halluin, après forage, le premier essai de débit au Calcaire carbonifère (niveau statique à 33 m) a donné 14 m³/h, pour une dénivelée de 53 m. Après acidification sous pression à l'aide de 13 tonnes d'HCl à 20/22° B, le forage a donné 70 m³/h. avec une dénivelée de 17 m et s'est maintenu avec ces caractéristiques après la pose des crépines.

Les mesures ont été difficiles à cause des interférences avec les nombreux forages des environs.

2) Au forage Lesaffre n° 6 (Marcq-en-Barœul), les essais de débit au Calcaire carbonifère ont été très décevants au début, au point que le Sondeur envisageait d'abandonner le forage. Par la suite, après plusieurs acidifications destinées à l'élargissement des fissures du calcaire, après traitement aux polyphosphates (Giltex E) pour défloculer les argiles qui colmataient les fissures, après pistonage à l'intérieur du tubage, le débit s'est progressivement amélioré pour dépasser finalement 200 m³/h.

3) Au forage Lesaffre n° 7 (Marcq-en-Barœul), des essais ont été faits à la craie et au Calcaire carbonifère.

Dans la craie (1^{re} phase : 14 au 25 mars 1962), le débit était à l'origine de l'ordre de 20 m³/h. pour une dénivelée de 20 m environ. Après deux acidifications, l'une de 5 t., l'autre de 5,8 t. d'HCl, le débit, pour la même dénivelée, est passé respectivement à 80 et 120 m³/h., avec une courbe de remontée beaucoup plus redressée. Ce dernier débit a été jugé satisfaisant pour l'appoint d'eau recherché par l'usine.

Au Calcaire carbonifère (2^{me} phase : 3 et 4 juillet 1962), un simple essai a été réalisé pour connaître les possibilités du forage. Un débit de 75 m³/h. environ a été obtenu avec une dénivelée

de l'ordre de 15 m sans aucun traitement. On peut être à peu près assuré qu'une ou deux acidifications permettraient d'obtenir des résultats analogues à ceux du forage 6.

Après rebouchage au sable jusqu'à 67,80 et pose d'un bouchon de ciment remontant à 65 m, de nouveaux essais ont été effectués sur la craie (3^{me} phase : octobre 1962). Le débit était devenu insignifiant car la craie, n'ayant pas été isolée durant la poursuite du forage, avait été colmatée. Après traitement à l'acide et au giltex, on a retrouvé le débit constaté au cours de la 1^{re} phase.

Chimisme de l'eau (G. W.).

Nous disposons de deux analyses chimiques des eaux du calcaire carbonifère prélevées au forage des Etablissements Lesaffre à Marcq-en-Barœul. Ces analyses sont exprimées à la fois en milliéquivalents (me) et en milligrammes par litre d'eau (mg/l.) ; le titre hydrotimétrique (Th) est calculé d'après les teneurs en calcium et en magnésium ; lorsque la teneur en sodium est établie par différence, le symbole Na est souligné.

1^{re} analyse (17-7-1958) :

	me	mg/l.		me	mg/l.
CO ₃	9,00	270	Ca	0,92	18,4
SO ₄	4,44	213	Mg	0,24	2,9
Cl	2,36	83,8	Na	14,64	336,7
Totaux :	15,80			15,80	

Rapport des bases : 13 ; Th = 5°8 ; pH = 8,6.

2^{me} analyse (28-7-1960) :

	me	mg/l.		me	mg/l.
CO ₃	8,30	249	Ca	0,50	10
SO ₄	5,45	262	Mg	0,40	5
Cl	1,70	60,3	Na	14,40	331
Totaux :	15,45			15,30	

Résidu sec à 180° : 951 mg/l. ; rapport des bases Na/Ca + Mg : 16 ; Th = 4°5 ; pH = 8,5.

L'ensemble des caractéristiques de l'eau indique nettement que le chimisme a subi une évolution avancée et que la région de Marcq-en-Barœul se situe dans la « zone éloignée de captivité » telle qu'elle a été définie précédemment : zone des eaux douces et alcalines, secteur des eaux sulfatées. La carte des différentes zones des eaux du Calcaire

carbonifère, aux environs de Lille-Roubaix-Tourcoing, qui a été publiée précédemment (Waterlot, 1950, fig. 1, p. 84) doit donc être légèrement modifiée en conséquence : l'indentation marquée entre Marquette et Saint-André doit inclure Mareq-en-Barœul. On peut alors remarquer que le contour de la zone à échange de bases est nettement influencé par la limite occidentale du bassin d'alimentation des eaux de la nappe : le « golfe » de Tourecoing-Roneq correspond au « cap » de Tournai. Une précision a donc pu être apportée par le forage Lesaffre.

L'analyse de l'eau du forage des Etablissements Gratry à Halluin, du 3-11-1966, a donné les renseignements suivants :

	<i>me</i>	<i>mg/l.</i>		<i>me</i>	<i>mg/l.</i>
CO ₃	9,58	287,4	Ca	0,50	10
SO ₄	5,13	246,2	Mg	0,45	5,4
Cl	4,11	145,9	Na	17,87	411
Totaux :	18,82			18,82	

Rapport des bases : 18,81 ; Th = 4°75 ; résidu sec : 1.105 mg/l.

Elle confirme la position du secteur d'Halluin dans la zone éloignée de captivité : eaux douces et alcalines, secteur des eaux plus sulfatées que chlorurées sodiques.

Nous disposons enfin d'une analyse des eaux du Calcaire carbonifère prélevées par le forage de la Teinturerie Gillet-Thaon à Frelinghien (24-9-1961) :

	<i>me</i>	<i>mg/l.</i>		<i>me</i>	<i>mg/l.</i>
CO ₃	7,12	213,6	Ca	1,46	29,2
SO ₄	21,16	1015,7	Mg	0,06	0,7
Cl	10,24	363,5	Na	37	851
Totaux :	38,52			38,52	

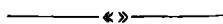
Rapport des bases : 24,34 ; Th = 7°6.

Cette eau rentre dans la même catégorie que les précédentes. Toutefois, elle provient d'une région plus éloignée de la limite de la zone des échanges de bases et tend à ressembler à celles d'Armentières et surtout de Bailleul (Waterlot, 1950, p. 99) par les teneurs importantes en Cl, SO₄ et Na, devenant ainsi de mauvaise potabilité, au point de vue chimique, et marquant la limite d'utilisation pratique des eaux du Calcaire carbonifère.

A noter au forage Lesaffre n° 6 la présence dans le Calcaire carbonifère de gaz en solution dans l'eau donnant lieu à la sortie du forage à une sorte de fin bouillonnement. Ce gaz est constitué à 97 % par de l'azote, ce qui correspond au pourcentage signalé en 1933 par L. Dollé dans les mêmes conditions dans un forage à Loos.

BIBLIOGRAPHIE

- BONTE A. (1955). — Vallées quaternaires remblayées dans les environs de Lille. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXV, p. 111-122.
- CHARTIER Ch. et PRUVOST P. (1939). — Coupe d'un forage à Lille. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXIV, p. 22-27.
- DILÉPINE G. et JOLY F. (1954). — Forage des Etablissements Le Blan à Lille (Avenue de Bretagne). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXIV, p. 31-38, 1 fig.
- DEWALQUE G. (1874). — Quelques notes sur le sondage de Menin. *Ann. Soc. géol. Belgique*, I, p. LXXV.
- DOLLÉ L. (1933). — Les gaz rares du sous-sol de Lille. Ext. C.R. XIII^e Congr. Chimie et Industrie, 2 p.
- GOSSELET J. (1905). — Les assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et les sondages du Nord de la France. Fasc. II, région de Lille. *Et. Gîtes minéraux*, I vol. in-4°, 98 p., 11 fig., XII tabl.
- NOURTIER E. (1928). — Forage du Malplaquet à Halluin. *Ann. Soc. géol. Nord*, LIII, p. 188-189.
- WATERLOT G. (1950). — L'évolution du chimisme des eaux du Calcaire carbonifère de Lille-Roubaix-Tourcoing et régions limitrophes. *Ann. Soc. géol. Nord*, LXX, p. 79-109, 5 fig.



Règles à observer dans la Rédaction et la Présentation des Manuscrits ainsi que dans leur correction (*)

Présentation des manuscrits

Les manuscrits (en double exemplaires) rédigés en termes clairs et précis, doivent être remis dactylographiés à double interligne, sans surcharges, ni ratures et entièrement tapés en caractères ordinaires. Ils comportent au total, au maximum 26 pages de 27 lignes composées chacune de 75 caractères (y compris évidemment les illustrations, les interlignes et les blancs pour détacher les titres). Au delà de cette limite, les frais d'impression sont à la charge de l'auteur, sauf avis contraire du Conseil.

1) TITRE.

En tête se trouve le titre suivi du nom de l'auteur avec, en note infrapaginale, le nom et l'adresse complète de l'Institution ou l'Organisme dont cet auteur fait partie.

2) SOMMAIRE.

Puis vient obligatoirement un sommaire concis qui donne les résultats essentiels du travail. Il est limité à 5 % de la longueur de l'article.

Immédiatement en dessous un sommaire de 50 à 200 mots en langue anglaise.

3) TEXTE.

Pour le texte, quelques recommandations :

— L'ensemble du texte est fourni en caractères ordinaires. Seuls les noms destinés à être imprimés en italique doivent être soulignés.

— L'usage de l'italique est presque exclusivement réservé aux noms de fossiles. Le nom spécifique de tout fossile cité (dont l'initiale est en minuscule) doit être suivi du nom de l'auteur qui a créé l'espèce.

— Les noms d'étages prennent une majuscule sauf s'ils sont employés comme adjectifs.

— Les points cardinaux sont indiqués par les symboles N S E et W non suivis de points ; les points intermédiaires sont indiqués par les majuscules juxtaposées sans point, ni tiret (NNE, SSW) ; dans l'indication d'une direction les points extrêmes sont séparés par un tiret (N-NE, NW-SE).

— Rappelons en ce qui concerne les nombres qu'aucun point ne sépare les tranches de 3 chiffres et que dans l'écriture d'un nombre comportant des décimales, on place la virgule immédiatement entre la partie entière et la partie décimale.

— Les symboles des unités s'écrivent sans point et ne prennent pas la marque du pluriel ; parmi les symboles le plus fréquemment utilisés : mm (millimètre), cm (centimètre), dm (décimètre), m (mètre), km (kilomètre), l (litre), g (gramme), kg (kilogramme), m/s (mètre seconde), μ (micron), mn (minute).

— Par contre, les mots abrégés sont suivis d'un point (s.l. = sensu lato, s. str. = sensu stricto, fig. = figure, p. = page, M. = Monsieur ...).

— En ce qui concerne les notes infrapaginales, elles sont numérotées par ordre d'apparition dans le texte.

— Références bibliographiques.

L'ensemble des références bibliographiques constitue la liste bibliographique qui fait immédiatement suite au texte. Ces références qui seront numérotées alphabétiquement donneront dans l'ordre :

Numéro d'ordre, nom de l'auteur et initiale du prénom, année de parution entre parenthèses, titre complet de l'article. Indications bibliographiques, c'est-à-dire titre du périodique, tomes (avec t. = tome ou vol. = volume, suivi éventuellement de fasc. = fascicule), pages (pp. début et fin), planches et figures.

Exemple : 14) LUTZ J. (1933). — Zur Culmflora von Geigen. *Palaeontographica*, vol. LXXVIII, fasc. B, pp. 114-157, Pl. XV-XIX, fig. 8-15.

Dans le texte, il suffira donc d'indiquer les rappels numériques et non plus l'ensemble des noms d'auteurs avec l'année de la publication.

(*) Ces règles ont été adoptées lors de la séance du Conseil de la S.G.N. du 7 Février 1968.

4) ILLUSTRATIONS.

a) *Planches photographiques.*

Les planches photographiques ont une justification maximum de 160 x 215 mm (cadre intérieur). Elles seront numérotées au crayon puisque l'on numérote simultanément l'ensemble des planches photographiques d'un même fascicule. Par contre toutes les indications à l'intérieur du cadre doivent être parfaitement faites car la S.G.N. n'utilise plus que le procédé simili. Autant que possible, les photographies qui composent une planche sont numérotées en chiffres arabes en haut et à gauche tandis que le grossissement est indiqué en bas à droite.

Il est préférable, afin d'obtenir une meilleure reproduction, de fournir des maquettes confectionnées avec des photographies tirées sur papier mat.

b) *Figures dans le texte.*

Les dessins au trait doivent être fournis à l'encre de Chine sur papier bristol ou calque blanc, éventuellement plus grands que les figures définitives (tenant compte alors, pour la grosseur du trait, de la réduction adoptée qui ne doit pas être supérieure à 1/2).

Les figures qui constitueront une page complète ne doivent pas dépasser la justification : 160 x 200 mm (soit rapport $l/L = 4/5$), celles qui n'occuperont pas toute la surface auront une largeur de 80 ou 160 mm.

Les croquis doivent comporter une échelle graphique ainsi qu'un tableau des figurés avec numéros de rappel, mais aucune indication de légende ni de numérotation.

c) *Explication des planches et figures.*

Ces légendes doivent être fournies avec le texte.

— L'explication des planches suit la liste bibliographique. Elle comporte l'ensemble des explications succinctes de chaque figure (FIG. 1. —).

— L'ensemble des légendes de figures sera dactylographié sur une même page et non fourni sous forme de feuillets isolés pour chacune des figures. Lors de l'impression, chaque explication est par la suite remise sous les figures correspondantes.

Correction des manuscrits

Les auteurs reçoivent une épreuve de leurs communications, accompagnée de leur manuscrit ainsi que d'un bon à tirer. Aucune correction importante du texte de la part de l'auteur ne peut être envisagée alors. L'ensemble (épreuve corrigée, manuscrit et bon à tirer) doit être renvoyé au Délégué aux publications avant la date limite fixée par ce dernier sur le bon à tirer, faute de quoi les épreuves seront considérées comme acceptées par les auteurs et seules les principales corrections seront faites au Secrétariat.

Tirés à part

Quand une communication comporte des planches, il est indispensable de connaître le nombre de tirés à part désirés au moment même du dépôt des documents. Celui-ci sera donc à indiquer obligatoirement en titre du manuscrit.

Quand il n'y a pas de planches, il suffit d'envoyer le bon de commande de tirés à part en même temps que les épreuves corrigées.

————— « » —————

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome LXXXVIII

1968

3^{me} trimestre

VOLUME PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
LILLE

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1968 —

<i>Président</i>	M. A. DALINVAL
<i>Premier Vice-Président</i>	M. J. PROUVOST
<i>Vice-Présidents</i>	M. A. BOUROZ M. G. WATERLOT
<i>Secrétaire</i>	M. J. PAQUET
<i>Secrétaire-adjoint</i>	M. J.P. LAVEINE
<i>Trésorier</i>	M. l'Abbé TIEGHEM
<i>Déléguée aux Publications</i>	M ^{me} Paule M. CORSIN
<i>Archiviste-bibliothécaire</i>	M. G. COURTY
<i>Conseillers</i>	M. P. CELET M. P. CORSIN M. P. DOLLÉ M. A. BONTE M ^{me} S. DEFRETIN M ^{lle} D. BRICE

A N N A L E S
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
publiées avec le concours du Centre national de la Recherche scientifique

Société fondée en 1870 et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 juin 1873

Secrétariat : **Société Géologique du Nord**
Sciences de la Terre, Boîte Postale 36, 59 Lille-Gare
Tél. 79.20.44 ou 79.21.94 — C.C.P. Lille 5.247

Compte rendu de l'activité de la Société

ASSEMBLEE ORDINAIRE DU 8 MAI 1968

PRÉSIDENTE DE M. A. DALINVAL, PRÉSIDENT

Monsieur A. DALINVAL, Président, donne d'abord la parole à M. J. PROUVOST qui fait un compte rendu du Colloque National des Sociétés Savantes de Tours.

Communications orales

A. BONTE et G. WATERLOT. — Trois forages au Primaire au Nord de Lille (*).

G. JELSKI. — Nouvelle coupe de la vallée de la Scarpe à Vitry (Artois).

Puis M. G. SOULIEZ présente aux Membres de la Société la carte des eaux souterraines de Douai.

REUNION EXTRAORDINAIRE ANNUELLE DU 8 OCTOBRE 1968

PRÉSIDENTE DE M. A. DALINVAL, PRÉSIDENT

L'excursion de la Société Géologique du Nord, sous la présidence de M. A. DALINVAL, a eu lieu le Dimanche 8 Octobre 1968 dans la partie orientale du Boulonnais et dans la Vallée de l'Aa.

MM. A. BONTE, D. BOUTRY et P. DOLLÉ assurèrent la direction de l'excursion sur le terrain.

Faisant suite à l'excursion 1967, présidée par M^{me} DEFRETIN et ayant eu pour objet le contact Primaire Jurassique, l'excursion 1968 a permis d'examiner le Bathonien, le Wealdien, l'Albien, le Cénomaniens et le Quaternaire.

Partis vers 7 h 15 de Lille-Annappes, les participants visitèrent, sous la direction de M. A. BONTE, les points d'observation suivants :

1. Carrière des Pichottes (Le Wast) sur la RN 42 en 562,2 - 338,15, où furent commentées en détail les observations sur le Bathonien (A. BONTE, J.J. COLLIN, Y. GODFRIAUX, B. LEROUX, *C.R. Coll. Bull. Carte Géol. Fr.*, 1957, n° 255).
2. Carrière Dufour à Longueville D.206 : examen des faciès continentaux du Wealdien.
3. Carrière de Boursin D.251 E : examen des faciès argileux fossilifères de l'Albien.

Après être revenu à la Nationale 42, au niveau de l'embranchement de la D.224, le panorama de la cuvette du Boulonnais et du pays de Licques fut commenté.

(*) Cette communication a été insérée dans le 2^e fascicule 1968.

4. Eriqueterie Coquempot à Elnes.

Une falaise d'exploitation du loess avait été minutieusement préparée par M. DOM BOUTRY. Sur le diluvium de base ont été vus des sables fluviatiles et des limons. Dans le loess supérieur, ont été relevées la base à *Helix* et la série rythmique du loess. Les discussions furent animées par MM. DOM BOUTRY, DOLLÉ et PAEPE.

Vers 13 heures, les participants se retrouvèrent à Setques au restaurant le Manoir.

A la fin du déjeuner, Monsieur le Président A. DALINVAL prononça une allocution en remerciant particulièrement les directeurs de l'excursion : MM. BONTE, BOUTRY et DOLLÉ.

Après 17 heures, l'excursion eut pour objet l'examen des formations quaternaires de la Vallée de l'Aa. Les participants visitèrent :

1°) la carrière de l'Obélisque - Helfaut.

2°) la carrière Salviam à Hallennes où furent examinés le Diluvium et les différents types de loess.

L'excursion se terminait à la nuit tombante vers 19 h. et les participants étaient de retour à Lille vers 21 h. 30.

ASSEMBLEE ORDINAIRE DU 6 NOVEMBRE 1968

PRÉSIDENCE DE M. A. DALINVAL, PRÉSIDENT

M. A. DALINVAL, Président, rend compte du IX^e Congrès régional des Sociétés Savantes du Nord de la France, auquel il a assisté et fait part du X^e Congrès qui aura lieu le Dimanche 1^{er} Juin 1969 à Valenciennes.

Est ensuite nommé Membre de la Société :

M. PENNAMEN, Professeur au Collège de la Malassise par Saint-Omer (62), présenté par MM. P. Dollé et D. Boutry.

Communications orales

J. PLUSQUELLEC. — De quelques commensaux des Coelentérés paléozoïques, présentée par M^{lle} D. Brice (*).

Y. LEMOIGNE. — Caractères histologiques du bois secondaire du *Brachyphyllum desnoyersii* (BRONGNIART) de Saporta (*).

Y. LEMOIGNE. — Un nouveau genre de structure ligneuse de type Gymnospermien *Embergerixylon* nov. gr. (*).

S. LOBOZIAK et R. COQUEL. — Les micro et les mégaspores du faisceau de Du Souich dans le groupe de Lens (H.B.N.P.C.).

Communications écrites

C. BABIN et A. LEJAL. — Sur la présence de *Lepidodendropsis africanum* LEJAL 1967, dans le Famennien du Finistère.

R. RAUSCHER. — Présence de chitinozoaires dans le Siluro-Dévonien charrié du Pas-de-Calais.

(*) Note publiée dans le fascicule n° 4 de l'année 1968.

Aperçu stratigraphique préliminaire sur la région de Mostar (Yougoslavie)

par Jacques CHARVET (*)

Sommaire : Présentation des termes du Jurassique, Crétacé et Eocène de la série stratigraphique de la région de Mostar. Cette épaisse série néritique d'une zone peu profonde ayant parfois émergé est surmontée par un flysch débutant au Lutétien.

Abstract : Presentation of the Jurassic, Cretaceous and Eocene terms of the stratigraphic series from the region of Mostar. This thick neritic series, from a not very deep zone having sometimes emerged, is surmounted by a flysch beginning at the Lutetian.

INTRODUCTION

La ville de Mostar, au cœur de l'Herzégovine, est entourée de montagnes calcaires : essentiellement la Čabulja et le plateau de Raška Gora sur la rive droite de la Neretva, le Velež et le Podvelež sur la rive gauche (Fig. 1). Sur le plan paléogéographique, la région de Mostar fait partie de la zone du Haut-Karst. La stratigraphie de ces montagnes fut longtemps fort mal connue; la monotonie des séries calcaires et la pauvreté des macrofossiles en sont la cause.

Les premières études géologiques, dans la région, sont l'œuvre de A. Bittner (1879-1880) J. Grimmer (1901) F. Katzer (1903-1921). Mais la carte géologique au 1/200 000^e, feuille de Mostar, due à Simić et ses collaborateurs (1953) ignore encore la présence du Crétacé inférieur et ne fait aucune division dans le Jurassique.

Les travaux récents (Behlilović 1964, Šliško-
vić 1964, 1965), ont apporté des précisions intéressantes sur des points particuliers.

Mais la microfaune ne peut pas toujours suppléer à l'absence de macrofossiles et les dis-

tinctions précises d'étages constituent encore une exception.

Cette note a pour but de donner une brève idée d'ensemble sur les faciès du Jurassique, du

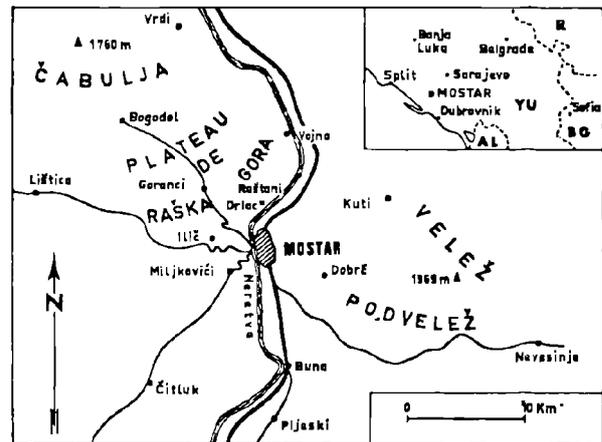


Figure 1

Croquis de situation des différents lieux cités. En carton : place de Mostar dans la Yougoslavie. AL : Albanie ; YU : Yougoslavie ; R : Roumanie ; BG : Bulgarie.

* Laboratoire de géologie dynamique, Faculté des Sciences de Lille.

Crétacé et de la base du Tertiaire, abstraction faite des quelques affleurements de Trias du Bjelo Polje et des séries détritiques post-tectoniques du Bassin de Mostar.

I. — LE JURASSIQUE

Le Jurassique affleure principalement en bordure du Bjelo Polje et sur les pentes septentrionales de la montagne Čabulja.

1°) COUPE DE LA PENTE OCCIDENTALE DU VELEŽ AU-DESSUS DE KUTI.

Le village de Kuti, sur la marge orientale du Bjelo Polje, occupe à peu près le cœur d'un anticlinal faillé. En partant du village et en gravissant vers l'ESE la pente occidentale du Velež, on recoupe successivement divers niveaux (Fig. 2).

— Immédiatement après une zone de conglomérats récents, on trouve des calcaires gris verdâtres ou noirs, bitumineux, à *Lithiotis*, avec un pendage S-W de 60° environ, la base étant constituée de quelques mètres de calcaires gris, en bancs de 1 mètre, sans *Lithiotis*.

— Dessous, stratigraphiquement, vient une série de dolomie grise, de calcaires dolomitiques, et de quelques bancs calcaires intercalés, affleurant jusqu'à l'altitude 400 environ.

Ce niveau (niveau 1, Fig. 2) constitue la couche la plus ancienne de la coupe. Il appartient au Lias inférieur, pour partie au Trias supérieur.

Les calcaires ont un microfaciès lithoïde ou finement bioclastique à débris d'Ostracodes et de Lamellibranches et Foraminifères uniloculaires. Certaines couches, à nodules concrétionnés (Cyanophytes) contiennent *Thaumatoporella sp.*, des Verneuilinidés, des Lituolidés (*Lituola ?*) des débris de Mollusques.

Au-dessus, on retrouve les calcaires gris et verdâtres, ou noirâtres à Lithiotides (niveau 2, Fig. 2); leur épaisseur est d'environ 100 m. Bien stratifiés, en bancs de 20 à 30, parfois 50 cm, ils contiennent des passées plus fines, légèrement bitumineuses, en petites dalles de 5 à 10 cm.

Les parties finement litées montrent en plaques minces, dans un ciment microcristallin; *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI), *Glomospira sp.*, des petits Lituolidés, des Ostracodes (*).

Des bancs plus épais ont un microfaciès graveleux à noduleux, parfois bioclastique à Algues et contiennent: *Orbitopsella praecursor* (GUMB), *Haurania amiji* (HENSON), *Pseudocyclamina sp.*, *Glomospira sp.*, *Labyrinthina recoarensis* (CATI), des Verneuilinidés, des Ostracodes, des débris de tests de Lamellibranches et Gastropodes, des Algues: *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI) *Paleodasycladus sp.*, *Aeolisaccus sp.*, des Coprolithes de Crustacés.

Parmi les Lithiotides, T. Šlišković cite deux espèces: *Lithiotis problematica* GUMB et *Cochlearites loppanus* (TAUSCH); il cite en outre dans la microfaune: *Tetrataxis conica* ERHEMBERG.

Les calcaires de ce niveau 2 représentent donc le Lias moyen.

* Je remercie très vivement M. Fleury pour son aide précieuse dans la détermination des microfaunes citées.

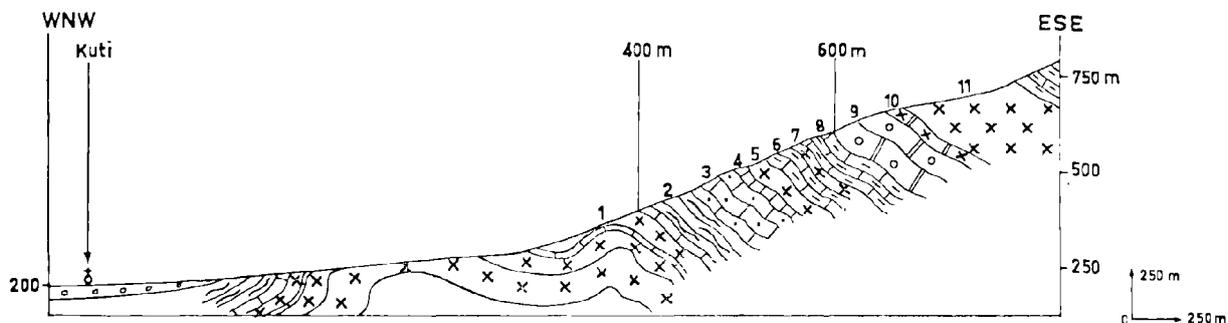


Figure 2
Coupe du Jurassique de la pente occidentale du Velež.
1 à 11: explication dans le texte.

Ils sont surmontés par :

- des calcaires oolithiques (niveau 3, fig. 2), épais de 120 m environ, bien stratifiés et à passées non oolithiques vers le bas avec *Haurania sp.*, *Glomospira sp.*, quelques grands filaments, et en gros bancs assez mal stratifiés au sommet;
- 20 m de calcaires fins (4, fig. 2) microcristallins, à Verneuilinidés, *Pfenderina sp.*, *Thaumatoporella sp.*,
- 50 m de dolomie se terminant par des calcaires dolomitiques (5, fig. 2).

Les calcaires oolithiques appartiennent donc probablement au Lias supérieur et au Dogger, les premiers niveaux à *Pfenderina sp.* traduisant la fin du Jurassique moyen (15).

Le Jurassique supérieur se poursuit, après la dolomie, sous les faciès suivants :

- 50 m de calcaires fins, gris, bien stratifiés (6, fig. 2);
- 25 m de dolomie (7, fig. 2);
- 100 m encore de calcaires fins, gris, bien stratifiés (8, fig. 2);
- 125 m de calcaires massifs ou en gros bancs (9, fig. 2);
- 20 m de calcaires en gros bancs, dolomitisés par places (10, fig. 2) (on voit le passage latéral à l'intérieur de chaque banc);
- une dolomie grisâtre (11, fig. 2) qui disparaît sous les éboulis au pied d'une falaise de Crétacé inférieur.

Les calcaires gris des niveaux 6 et 8 sont lithoïdes ou micrograveleux en lame mince et renferment : *Pfenderina sp.*, *Kurnubia sp.*, des Verneuilinidés, des Textulariidés, *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI), des Ostracodes.

Cette microfaune, à laquelle T. Šlišković ajoute plus précisément *Kurnubia palastiniensis* HENSON et *Pfenderina salernitana* SARTONI et CRESCENTI, caractérise le Malm inférieur (15).

La limite entre le Dogger et le Malm doit coïncider à peu près avec celle des niveaux 4 et 5; le niveau 6, renfermant déjà des *Kurnubia*, appartient à la deuxième moitié du Malm inférieur. Le passage Dogger-Malm correspond aux couches calcaires à *Pfenderina* seules.

Les calcaires en gros bancs (niveau 9) contiennent *Cladocoropsis mirabilis* FELIX, *Kurnubia sp.*, *Pseudocyclamina sp.*, des Algues : *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI), des *Codiaceae*, des concrétions de Cyanophytes et peuvent être datés approximativement de l'Orfordien-Kimméridgien.

Dans les calcaires dolomitiques sus-jacents, on ne distingue plus que *Glomospira sp.*, et quelques Verneuilinidés dans un ciment lithoïde à rhomboédres de dolomie dispersés.

Les couches dolomitiques terminales sont donc à rapporter au Kimméridgien supérieur et au Portlandien.

Leur épaisseur, difficile à évaluer, est comprise entre 200 et 250 m. Elles passent insensiblement au Crétacé inférieur.

2°) COMPLÉMENTS.

a) *Le Jurassique de la Čabalja.*

Le Jurassique de la pente nord de la montagne Čabalja est très voisin; on peut le voir, à partir de la vallée de la Drežanka en allant vers le sud (Behlilović).

— Le Lias inférieur et moyen (320 m) est formé de 110 à 120 m de marnes et marno-calcaires bitumineux noirâtres surmontés de calcaires gris sombre à Lithiotis. Les niveaux marneux renferment *Clamys subulata* (MUNSTER) alors que les calcaires contiennent à leur base quelques empreintes d'*Equisetites columnaris* (BRONGT) puis *Protodicerias protractus* BOEHM. Les microfossiles appartiennent aux Méandropsinidés, Verneuilinidés, Lituolidés, Textulariidés.

Le Lias supérieur et le Dogger ne sont pas datés paléontologiquement et sont représentés par une épaisse série de calcaires gris et gris sombre à intercalations dolomitiques.

Le Jurassique supérieur se divise en deux parties :

- Une partie calcaire à *Cladocoropsis mirabilis* FELIX (280 m environ) de l'Oxfordien-Kimméridgien,
- une partie dolomitique (270 m) entre ces calcaires et ceux du Crétacé inférieur, qui équivaut donc au Kimméridgien-Portlandien.

b) *Rive droite du Bjelo Polje.*

Sur la rive droite de la Neretva, au bord du Bjelo Polje, le Jurassique supérieur affleure entre les gares de Raška Gora et Vojno. Le faciès est identique à celui décrit, à savoir les calcaires à *Cladocoropsis* surmontés de dolomie gris clair.

3°) CONCLUSIONS.

Le Jurassique de la région de Mostar est donc formé d'une série compréhensive essentiellement calcaire et calcaro-dolomitique, parfois marneuse à la base (Čabulja), épaisse de 1000 à 1200 m en moyenne.

Les faciès révèlent une sédimentation en milieu continuellement néritique; toujours sous une faible tranche d'eau, le fond était donc assez fortement subsident.

On peut remarquer l'absence, dans l'état actuel de nos connaissances, d'un niveau bauxitique au-dessus des calcaires à *Cladocoropsis* et également le fait que le Portlandien est ici dolomitique et ne se présente pas sous la forme des calcaires à *Ellipsactinies*.

Il convient néanmoins de souligner la faiblesse de la variation paléogéographique pouvant entraîner de telles différences avec la série classique du Haut-Karst.

II. — LE CRÉTACÉ

Si le Crétacé inférieur présente une remarquable uniformité dans la région de Mostar, le Crétacé supérieur apparaît sous des faciès différents dans le Velež et la Čabulja d'une part, et dans le Podvelež et le plateau de Raška Gora d'autre part.

A) Le Crétacé inférieur.

Le Crétacé inférieur, découvert récemment (20) affleure en des lieux très divers de la région de Mostar : sur les bords du Bjelo Polje, sur le plateau de Raška Gora, au sommet du plateau du Velež dominant le village Kuti, dans la montagne Čabulja. Nous nous contenterons, à titre d'exemples de mentionner quelques-uns de ces affleurements.

1°) CRÉTACÉ INFÉRIEUR DU PLATEAU DE VRDI.

Partant de la vallée de la rivière Drežanka, près de la petite bourgade de Drežnica, montant sur le plateau de Vrđi, puis continuant en direction de Humac, on recoupe les couches du Crétacé inférieur à moyen (Fig. 3). Successivement on rencontre les niveaux suivants :

- d'abord des calcaires gris (1, fig. 3) du Jurassique supérieur;
- de nouveau des calcaires gris, assez écrasés, avec un pendage au SSW d'environ 70° (3, fig. 3);
- des dolomies intercalées dans ces calcaires (50 m environ) (4, fig. 3);
- des calcaires d'un blanc laiteux en très gros bancs (5, fig. 3);
- une série très épaisse (6, fig. 3) de calcaires bien stratifiés en bancs de 5 cm à 1 m, généralement fins, rarement micrograveleux, d'aspect sublithographique au début, puis avec des passées de dolomie ou de calcaires jaunâtres et de nouveau des calcaires gris lités, au total 800 à 900 m;
- des calcaires blancs cristallins à débris de Rudistes, après le hameau de Nuglini (7, fig. 3).

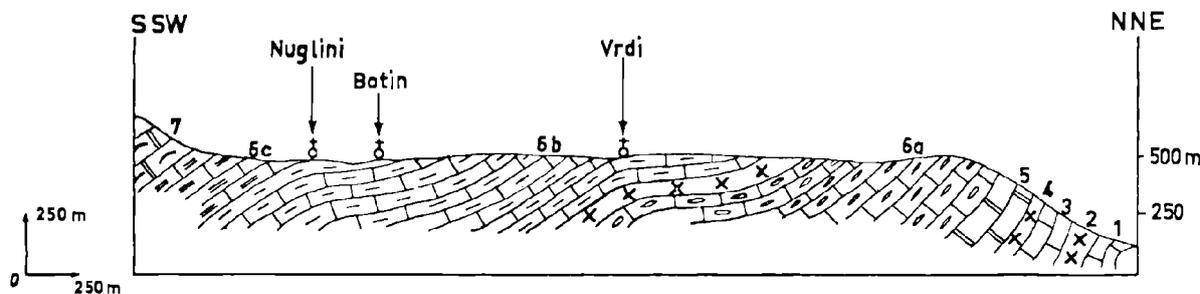


Figure 3
Coupe du Crétacé inférieur du plateau de Vrđi.
1 à 7 : explication dans le texte.

La série des calcaires lités (niveau 6) est absolument uniforme en apparence, et monotone. Il est impossible d'y établir des divisions strictes et de tracer des limites sur le terrain. Cependant, on peut y reconnaître l'existence de plusieurs niveaux.

A la base, les calcaires clairs (6 a) y compris les calcaires blancs en gros bancs (5 Fig. 3) sont très riches en coprolithes de Crustacés; *Favreina salcensis* (PAREJAS) et contiennent aussi des Ostracodes, de petits Foraminifères: Miliolidés, Ophthalmidiidés, des Algues Dasycladacées: *Salpingoporella* sp. Cette association avec *Salpingoporella annulata* CAROZZI citée par S. Behlilović, est réalisée couramment, en Yougoslavie, au Néocomien (15).

Après une intercalation de calcaire jaunâtre et de dolomie, près du village de Vrđi, on distingue des calcaires gris (6 b Fig. 3) à pendage plus faible. Ils contiennent des Ostracodes, des Textulaires, des Ophthalmidiidés, des *Salpingoporella dinarica* RAD, des débris de Characées; vers le haut s'y ajoute *Orbitolina discoidea* GRAS (2).

Ces calcaires représentent probablement le Barrémien et l'Aptien. Ils passent peut-être dans l'Albien.

Enfin, juste avant les calcaires blancs cristallins, le sommet de cette série montre des calcaires gris sombres (6 Fig. 3), finement lités, riches en Miliolites et où l'on signale quelques Cunéolines, des Ostracodes, des Orbitolines. Selon les auteurs, ils représenteraient l'Albien et le Cénomanién inférieur.

Les calcaires blancs cristallins, qui terminent cette coupe, contiennent des débris de Lamelli-branches: Rudistes et *Chondrodonta* sp. Dans la vallée de la Neretva, ce niveau m'a fourni: des Radiolitidés indéterminables, des Caprinidés dont *Neocaprina* aff. *gigantea* PLENIČAR et quelques Ellipsactinies attribuables à l'espèce *Ellipsactinia spheractinoïdes* PFENDER. Ces fossiles permettent de déterminer avec certitude un âge cénomanién.

2°) COUPE RAŠTANI-VOJNO.

En partant de la gare de Raštani et en suivant la voie ferrée en direction de la gare de Vojno, on rencontre les niveaux suivants:

- des calcaires bien stratifiés gris, en bancs de 30 cm à 1 m, montrant en lames minces une très grande richesse en Ostracodes et en petits

Foraminifères du groupe des Ophthalmidiidés; ce niveau est attribué pour l'instant au Crétacé inférieur sans plus de précision;

- puis un calcaire blanc, cristallin, à *Chondrodonta* et débris de Rudistes Radiolitidés où l'on peut reconnaître le genre *Distefanella*; Ces calcaires blancs représentent le Cénomanién et probablement la base du Turonien.

Après une faille, les pendages sont inversés et l'on descend dans la série, de la manière suivante; sous un niveau de brèches et de calcaires bréchiques:

— on retrouve des calcaires blancs cristallins dont certains niveaux sont très riches, en lames minces, en Globigérinidés, plus spécialement en *Hedbergella gr washitensis* CARSEX qui font attribuer ces niveaux au Crétacé moyen, au Cénomanién.

— dessous viennent des calcaires gris bien stratifiés, de couleur relativement claire en bancs de 50 cm à 2 mètres. Ces calcaires ont le microfaciès de calcaire grumeleux à Ostracodes ou de calcaire fin à Ostracodes et lits d'Ophthalmidiidés et de Miliolidés (*Sigmolilina* sp.).

3°) COUPE DE LA ROUTE MOSTAR-GORANCI A ORLAC.

A l'Ouest de Mostar, la terminaison du plateau de Raška Gora supporte le trajet de la route qui mène de Mostar à Goranci (Fig. 1 et 4). En partant de cette route à la cote 300 environ et remontant vers le nord le plateau de Raška Gora en direction d'Orlac, on recoupe, avant la faille, des calcaires gris moyen en bancs relativement épais (2 mètres ou plus) ou parfois très minces, par places de 10 cm, qui contiennent en lames minces: des Ostracodes, des « boulettes », probablement des Coprolithes, des Miliolidés et des Ophthalmidiidés près de la route.

Un peu plus au nord, et sous les premiers niveaux décrits, le pendage étant vers le sud, les microfaciès sont très riches en Ostracodes, en filaments très courts et recourbés, en Ophthalmidiidés et petites Textulaires, parfois en Pénéroplidés, avec la présence d'un Lituolidé indéterminable, sur un fond cryptocristallin.

Enfin, près de la faille, aux environs du village Vihovići, les calcaires, micrograveleux, contiennent: des Miliolidés, des Ophthalmidiidés, *Cornuspira* sp, *Cuncolina* sp, et quelques Salpingoporelles.

4°) CRÉTACÉ INFÉRIEUR DU VELEŽ.

Le Crétacé inférieur du Velež est assez bien connu d'après les travaux de T. Šlišković (1965). Il y a un passage continu du sommet du Malm dolomitique au Crétacé inférieur (Berriasien). Le Néocomien, sous le faciès calcaro-dolomitique, contient les fossiles suivants : *Salpingoporella annulata* CAROZZI, *Salpingoporella apennica* SARTONI et CRESCENTI, *Clypeina parvula* CAROZZI, *Munieria baconica* DECKE, *Cuneolina camposaurii* SARTONI et CRESCENTI, Verneuilinidés, Lituolidés, Textularidés, Miliolidés, Ostracodes, *Favreina salerensis* (PAREJAS).

Le Barrémo-Aptien est représenté par une série de calcaires bien stratifiés avec intercalation de quelques couches dolomitiques; ces calcaires contiennent *Salpingoporella dinarica* RADOIČIĆ, *Salpingoporella cf. mûhbergi* (LORENZ), des débris de Characées, *Bacinella irregularis* RADOIČIĆ, *Orbitolina lenticularis*, *Cuneolina camposaurii* SARTONI et CRESCENTI, *Praevalcolina sp.*, des Verneuilinidés, des Ostracodes, des Coprolithes : *Favreina salerensis* (PAREJAS); *Glaucônia sp.* L'Albien est représenté par des calcaires très bien stratifiés, puis des calcaires en plaquettes plus ou moins marneux, avec intercalations fréquentes de dolomie.

Ils contiennent les fossiles suivants : *Cylindroporella cf. sudgeni* ELLIOT, *Pseudocyclammîna conica* HENSON, *Cuneolina paronia* SARTONI et CRESCENTI *Nezzazata simplex* OMARA, *Nummolutulina heimi* BENET, *Acolisaccus kotori* RADOIČIĆ, des Verneuilinidés, des Miliolidés, *Favreina salerensis* (PAREJAS), *Nerinea cf. fleurbaui* D'ORBIGNY. Il passe de manière continue au Cénomanién inférieur.

5°) CONCLUSIONS.

En résumé, le Crétacé inférieur de la région de Mostar est sous la forme d'une épaisse série (un millier de m) de calcaires assez bien stratifiés, et présentant des microfossiles rarement caractéristiques. Ceux-ci montrent par contre que le Crétacé inférieur correspondait dans cette région à une sédimentation néritique parfois de type lagunaire ou même laguno-lacustre. Cette région était donc au Crétacé inférieur un haut-fond, à subsidence là encore relativement forte pour expliquer l'épaisseur de la série.

B) Le Crétacé supérieur.

Le Crétacé supérieur, ainsi que nous l'avons déjà dit, se présente de manière différente sur le Velež et sur le bord SW de la Čabulja d'une part, et sur le plateau de Raška Gora et sur le Podvelež d'autre part.

1°) LE CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DU VELEŽ.

On peut y distinguer d'après Šlišković (1965):

— un Cénomanién inférieur sous forme de calcaires schisteux finement lités passant sans transition au sommet du Crétacé inférieur, puis des calcaires plus épais, blancs, à *Globotruncana monocarénées* : *Thalmaninella sp.*, *Ticinella roberti*, et des Globigérines;

— des couches à *Chondrodonta* qui se divisent en :

— couches inférieures néritiques à *Chondrodonta joannae* CHOFFAT et *Chondrodonta munsoni* HILL ainsi que les Rudistes : *Ichthyosarcôlites poljaki* POLŠ, *Ichthyosarcôlites sp.*, *Sphaerucaprina sp.*, *Caprina sp.*, *Neocaprina sp.*, *Plagioptychus sp.*, *Sphaerulites sp.*, et, parmi les Gastropodes : *Nerinea olisiponensis* SHARPE. La faune de Rudistes indique le Cénomanién;

— des calcaires gris bien stratifiés, où les *Chondrodontes* sont plus rares avec *Nerinea schiosensis* PIRONA, *Durania gaensis* DOUVILLE, qui indiquent le Turonien supérieur.

Le Sénonien est sous la forme de calcaires mal stratifiés à Rudistes ou de calcaires bien stratifiés à Rudistes mal conservés. La faune de Rudistes comprend : *Hippurites (Vaccinites) inaequicostatus* MUNSTER, *Hippurites (Vaccinites) gosariensis* DOUVILLE, *Hippurites nabresiensis* FUTTERER, *Durania austriensis* (ROEMER), *Sphaerulites cf. boreauï* TOUCAS, *Plagioptychus sp.*, *Radiolites sp.*, *Sphaerulites sp.*. Ces couches appartiennent au Coniacien-Santonien et Campanien. Au-dessus viennent des calcaires plus granuleux et cristallins où l'on trouve des Foraminifères tels : *Keramosphacrina tergestina* STACHE, probablement du Campanien. Le Sénonien se termine avec des calcaires cristallins à Rudistes.

2°) LE CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DU PLATEAU DE RAŠKA GORA ET DU PODVELEŽ.

a) La coupe de Vihovići à Orlac sur le plateau de Raška Gora.

Si nous continuons la coupe allant de la route de Mostar à Goranci à Orlac, dont le début est décrit plus haut, nous trouvons, après la faille (Fig. 4) :

- une série de calcaires gris clair en bancs assez confus, parfois bien délimités mais épais (2 mètres environ) au pendage dirigé vers le Nord-Est;
- puis des bancs plus minces (5 à 30 cm) de couleur plus claire. L'étude en lames minces permet de distinguer un niveau inférieur comprenant sur un fond cristallin des Pithonelles : *Pithonella ovalis* KAUF nombreuses, quelques Ostracodes, des Globigérinidés, des « Calcisphères », microfaune faisant attribuer ces couches au Crétacé moyen, puis un calcaire fin contenant encore *Pithonella ovalis* KAUF, des Calcisphères, des *Globotruncana* monocarénées du groupe *sigali-schneegeansi*, des *Globotruncana* bicarénées, *Globotruncana gr lapparenti lapparenti* BROTZEX, *Globotruncana aff. helvetica* BOLL, microfaune du Turonien ;
- enfin, des calcaires fins, blancs, à *Globotruncana lapparenti lapparenti* BROTZEX, *Globotruncana cf. fornicata* PLUMMER et de nombreuses Pithonelles, microfaune du Sénonien inférieur (Coniacien-Santonien). Ces calcaires viennent buter le long de la coupe décrite contre une faille à Orlac. Mais, plus au NW ils semblent supporter directement l'Eocène du synclinal de Podružje sans que le Crétacé se complète plus haut.

b) Coupe de Raštani à Orlac.

Entre la faille d'Orlac déjà citée et la station de Raštani, affluent avec un pendage dirigé vers le Sud, des calcaires gris clair à blancs où l'on distingue en lames minces :

- des calcaires fins parfois envahis par des rhomboédres de dolomie contenant : *Hedbergella washitensis* CARSEY, *Pithonella ovalis* KAUF, des Globigérinidés divers,

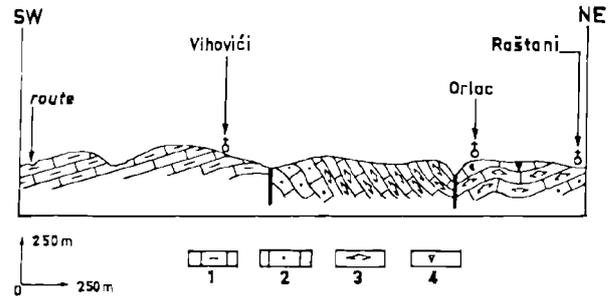


Figure 4

Coupe de la route Mostar-Goranci à Raštani.

- 1 : calcaires gris du Crétacé inférieur ;
- 2 : calcaires à Pithonelles ;
- 3 : calcaires à *Globotruncana* ;
- 4 : calcaires à Rudistes.

avec parfois quelques nodules plus foncés apparemment remaniés (ces niveaux appartiennent au Crétacé moyen : Cénomaniens) ;

- puis des calcaires bioclastiques fins à Hétérohélécidés : *Gümbelina sp.*, des *Globotruncana* à formes monocarénées et certaines bicarénées, microfaune pouvant être du Turonien.

— Près d'Orlac, ces calcaires passent à un calcaire bioclastique fin, avec des cristaux de calcite répartis dans le ciment et contenant des Rotalidés, des Ostracodes, *Cunecolina sp.*, des débris de Rudistes, et des Pithonelles. Ce niveau bien que ne contenant pas une faune très caractéristique peut être daté environ du Turonien.

c) Le Crétacé supérieur du Podvelež.

Au-dessus de dolomies et de calcaires dolomitiques viennent des calcaires gris à *Globotruncana* primitives du Cénomaniens,

— puis des calcaires plus clairs, plus épais, à rognons de silex, datés du Turonien inférieur-moyen, représentant, d'après Šlišković, un passage latéral de faciès avec les couches supérieures à *Chondrodonta* du Velež. Enfin, le Turonien supérieur est représenté par des calcaires cristallins avec des Rudistes mal conservés.

3°) CONCLUSIONS.

Nous voyons donc un passage progressif entre les faciès du Crétacé supérieur du Velež et ceux du plateau de Raška Gora entre Orlac et Vihovići, ceux développés entre Raštani et Orlac et ceux

du Podvelež étant intermédiaires. Aux faciès récifaux à Rudistes du Velež, s'opposent des calcaires probablement déposés en mer largement ouverte, sinon profonde, du plateau de Raška Gora entre Vihovići et Orlac, où on trouve des faciès pélagiques à *Globotruncana*, *Gümbelina*, *Pithonella* depuis le Cénomaniens jusqu'au Sénonien inférieur.

Entre Raštani et Orlac et sur le Podvelež, dans la région de Dobré (Fig. 1), le faciès à microfossiles pélagiques ne se développe que pendant le Cénomaniens supérieur et le Turonien.

La région de Mostar marquait probablement au Crétacé supérieur une limite entre une zone récifale et son envasement dans une mer ouverte. Ce dispositif rappellerait une répartition des faciès connus par exemple dans la zone du Gavrovo en Grèce (8).

C) Conclusions générales pour le Crétacé.

L'histoire crétacée de la région de Mostar se scinde en deux parties :

- au Crétacé inférieur, la région de Mostar était un haut-fond à régime lagunaire, voire laguno-lacustre ;
- au Crétacé supérieur, elle était à la limite d'une zone récifale à Rudistes, les faciès à Rudistes se développant selon la ligne Velež-Čabulja, bordée vers le SW par des faciès de mer plus ouverte à microfossiles pélagiques.

A la fin du Crétacé, un mouvement général d'émersion affecte la région, provoquant une lacune fréquente des terrains du Crétacé terminal et, ainsi que nous le verrons plus loin, un épisode continental ou pour le moins lagunaire à la limite Crétacé-Eocène.

III. — LE TERTIAIRE

Nous n'aborderons ici que l'étude du Paléogène, laissant de côté le Néogène post-tectonique. Le Paléogène étant conservé au cœur des synclinaux, assez érodés, il n'en subsiste que l'Eocène. Bien que se marquant à la base par une assez grande variété de roches, il répond toujours à la

même logique dans la région de Mostar. Quelques exemples illustreront sa composition :

1°) COUPE DE LA ROUTE MOSTAR-LIŠTICA.

La route qui va de Mostar à Lištica (Fig. 1) coupe, au-dessus du village Ilić les couches de l'Eocène et du Crétacé (Fig. 5).

Après une première traversée de calcaires à Nummulites et de calcaires à Alvéolines, puis une faille sub-verticale, les couches pendent au SW et montrent :

- un calcaire jaune-rosâtre à Alvéolines et Nummulites ;
- 1 à 2 mètres de poudingue ;
- une dizaine de mètres d'une alternance de marnes et de grès, à faciès flysch, conservés dans un petit synclinal.

Puis l'on redescend la série, le pendage s'inversant et l'on traverse, venant sous le flysch :

- 30 à 40 mètres de calcaires jaune-rosé à Alvéolines et Nummulites ;
- 10 à 20 mètres de calcaires de même couleur à Alvéolines seules ;
- 30 mètres de calcaires blancs cristallins contenant encore des Alvéolines ;
- une série de couches marno-calcaires brunes à Gastropodes et débris charbonneux : couches libournaisiennes ou couches de Kozina du nom de la localité d'Istrie où elles ont été décrites par Stache (1859).

Ces couches reposent sur :

- des calcaires blancs, légèrement cristallins à Miliolites et débris de Rudistes.

La transition entre le Crétacé supérieur et l'Eocène inférieur est donc assurée par un niveau lacustre à débris de Gastropodes : *Stomatopsis*, *Cosinia*, avec des oogones de Characées.

Les passées charbonneuses témoignent aussi d'un épisode continental. L'Eocène inférieur est sous le faciès calcaire. Les niveaux à Alvéolines et Nummulites, encore à l'étude, ne semblent pas dépasser l'Yprésien-Lutétien basal. Le flysch débute donc à l'Eocène moyen.

2°) COUPE DE LA ROUTE DE MOSTAR A ČITLUK.

A 400 m au Sud du village de Miljkovići (Fig. 1), on peut voir clairement le passage du Crétacé à l'Eocène.

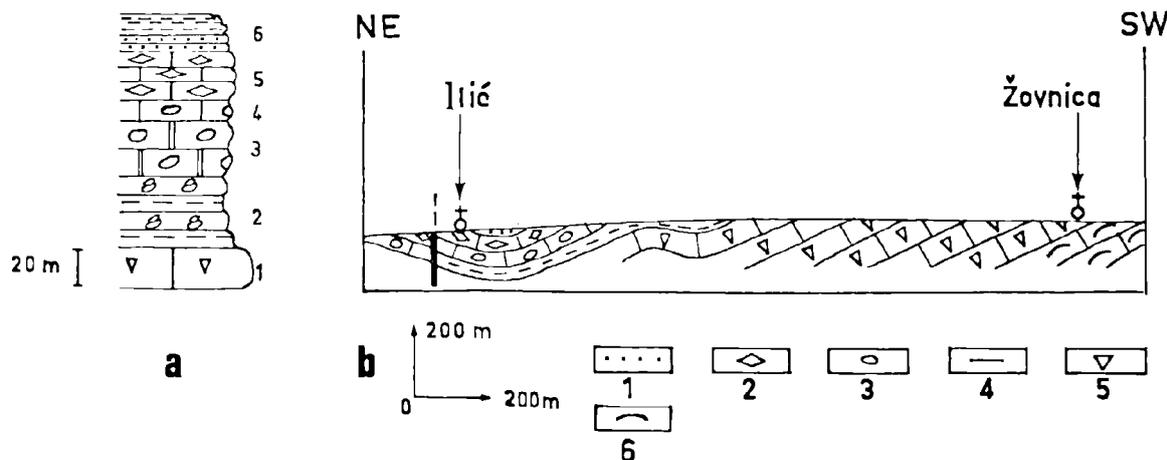


Figure 5

Le Crétacé supérieur et l'Eocène de la route Mostar-Lištica.

a : échelle stratigraphique.

- 1 : calcaires à Rudistes du Crétacé supérieur ;
- 2 : couches libournaisiennes ;
- 3 : calcaires blancs à Alvéolines ;
- 4 : calcaires jaune-rosé à Alvéolines ;
- 5 : calcaires à Alvéolines et Nummulites ;
- 6 : flysch.

b : coupe de cette route de Ilić à Zovnica.

- 1 : flysch ;
- 2 : calcaires à Nummulites ;
- 3 : calcaires à Alvéolines ;
- 4 : couches libournaisiennes ;
- 5 : calcaires à Rudistes ;
- 6 : calcaires dolomitiques à *Chondrodonta*.

Sur des calcaires blanc nacré à Rudistes et débris de Rudistes à passées bréchiques, reposent une dizaine de mètres de calcaires gris, jaunâtres, puis les calcaires contenant les Alvéolines.

En plaques minces, les calcaires blancs livrent de nombreux petits Foraminifères à test porcelané difficilement déterminables. Leur âge est néanmoins Crétacé supérieur.

Les calcaires jaunes montrent des Miliolidés, des Ophthalmyidés, des Ostracodes, des Globigérinidés, des Oogones et des débris de tiges de Characées.

La base des calcaires à Alvéolines contient de toutes petites Alvéolines non encore déterminées, des Miliolidés, des Foraminifères arénacés rectilignes; au-dessus on peut caractériser un beau faciès de l'Yprésé-Lutétien avec : nombreuses *Alveolina* sp., *Orbitolites* sp., *Opertorbitolites* sp., *Nummulites* sp.

3°) AUTRES VARIATIONS.

a) Les couches libournaisiennes sont parfois remplacées en partie ou en totalité par un niveau de bauxite, comme au SW de la Čabulja (6), ou à Pljeski au sud de Buna (Fig. 1).

b) Il peut se développer un autre niveau de bauxite sur les calcaires à Alvéolines et Nummulites. Ainsi, un tel niveau existe entre Buna et Tasovčiči à la localité de Domanovići; ayant fait l'objet d'une exploitation, il est connu depuis longtemps (9,14).

4°) CONCLUSIONS.

Après un Paléocène (?) lacustre ou continental et des calcaires néritiques de l'Eocène inférieur, le flysch débute au Lutétien inférieur à moyen.

IV. — CONCLUSIONS

Ce bref aperçu de la stratigraphie de la région de Mostar permet, en attendant de nouveaux résultats, de tirer les conclusions suivantes :

1°) La série stratigraphique est très épaisse (jusqu'à 3 500 m pour le Jurassique, le Crétacé et l'Éocène inférieur à moyen). Elle est continuellement néritique, pour l'essentiel.

La région de Mostar appartenait donc, pour ces périodes, à une zone de haut-fond, mais de haut-fond à forte subsidence. Ce sont là des caractères connus de la zone du Haut-Karst.

2°) On peut remarquer quelques différences avec la description classique de la série du Haut-Karst :

- l'absence du niveau de bauxite du Malm;
- le remplacement du faciès à Ellipsactinies du Jurassique terminal par des couches de dolomie;
- l'absence du niveau bauxitique du Crétacé moyen.

3°) Ce haut-fond a émergé partiellement au moins à deux reprises : à la fin du Crétacé et à l'Éocène moyen.

4°) Le flysch est tardif (Lutétien). Cela souligne l'homogénéisation à la hauteur de Mostar des zones externes dinariques; sur la côte dalmate, à Makarska par exemple, le flysch débute au Lutétien supérieur; d'où zone dalmate et zone du Haut-Karst ne forment peut-être plus qu'un seul haut-fond (zone « croate », Aubouin 1963) où le flysch a légèrement migré vers l'extérieur.

5°) On peut chercher à rapprocher cette série de celles de certaines zones de Grèce : de celle du Parnasse notamment, dont la zone du Haut-Karst fut considérée comme l'équivalent; mais on peut noter qu'elle en diffère par l'âge du flysch, l'absence des niveaux bauxitiques jurassique supérieur et crétacé moyen. Elle rappellerait plutôt la série du Gavrovo, dont elle présente les niveaux bauxitiques éocènes.

6°) Il y aurait donc à la hauteur de Mostar un seul grand haut-fond jouant le rôle du Gavrovo grec et englobant « zone dalmate et zone du Haut-Karst ».

Mais, le dire sous-entend la terminaison paléogéographique de la zone du Pinde qui, à Budva, au Monténégro, sépare la zone dalmate-Gavrovo de la zone du Haut-Karst-Parnasse. L'on connaît déjà la cicatrization tectonique du Pinde à Budva. La découverte de sa terminaison paléogéographique apporterait une explication claire à l'homogénéité des faciès constatée suivant la transversale de Mostar. D'aucuns étudient actuellement ce problème qui n'est pas de notre ressort.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- 1) AUBOUIN J. (1963). — Esquisse paléogéographique et structurale des chaînes alpines de la Méditerranée moyenne. *Geol. Rundschau* Bd 53, pp. 480-534, 4 fig.
- 2) BEHLILOVIĆ S. (1964). — Geologija Cabulja Planine u Hercegovini. *Posebna izdanja Geološkog Glasnika*, Knj. IV, Sarajevo.
- 3) BEHLILOVIĆ S. et MUFTIĆ M. (1966). — Geologija Bijelog Polja kod Mostara. *Geološki Glasnik Sarajevo*, n° 11, pp. 79-100, 5 pl.
- 4) BITTNER A. (1879). — Route Sarajevo-Mostar. *Verh. Geol. Reichsanst.* pp. 257.
- 5) BITTNER A. (1880). — Die Herzegowina und die südöstlichsten Teile von Bosnien. *Jhrb. R. A.* Bd. XXX, pp. 353-438.
- 6) BURIĆ P. et ZIVAJEVIĆ T. (1962). — Stratigrafsko tektonski odnosi boksitnih terena Crne Lokve-Tribosić. *Izvjestaj Fond strucnih dokumenata Geol. Zavoda*, Sarajevo.
- 7) CELET P. (1962). — Contribution à l'étude géologique du Parnasse-Kiona et d'une partie des régions méridionales de la Grèce continentale. *Annales Géologiques des pays helléniques*, t. XIII.
- 8) DERCOURT J. (1964). — Contribution à l'étude géologique d'un secteur du Péloponèse septentrional. *Ibidem*, t. XV.
- 9) DE WEISSE J.G. (1948). — Les bauxites de l'Europe centrale (Province dinarique et Hongrie). *Mémoires de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, vol. 9, n° 1, pp. 1-162, 14 fig. 3 pl.
- 10) GRIMMER J. (1901). — Das Kohlenvorkommen von Bosnien und Herzegowina. *Wissench Mitteil aus Bosnien u.d.H* VIII, pp. 340-408.
- 11) GRUBIĆ A. (1964). — Les bauxites de la province dinarique *B.S.G.F.* 7, t. VI, pp. 383-388, 3 fig.
- 12) JAKSIĆ T. (1928). — Les bauxites en Herzégovine, spécialement près de Mostar. *Bull. Inst. Géol. Zagreb*, t. 2, pp. 82-120

- 13) KATZER F. (1903). — Geologische Führer durch Bosnien und die Herzegowina. Sarajevo.
- 14) KATZER F. (1917). — Das bauxitvorkommen von Domanović in der Herzegowina. *Zeitschr. prakt. Geol.*, Jg 25, H. 8, pp. 133-138.
- 15) RADOIČIĆ R. (1966). — Microfaciès du Jurassique des Dinarides externes de la Yougoslavie. *Geologija-Rasprave in poročila* Knj 9, pp. 524, 165 pl.
- 16) SIMIĆ V., ČUBRILOVIĆ V., MIKINČIĆ V., JOVANOVIĆ R., PROTIĆ M., PAVLOVIĆ M. (1953). — Geološka pregledna Karta Bosne i Hercegovine, VI šestina Mostar, 1/200 000, Sarajevo.
- 17) ŠLIŠKOVIĆ T. (1963). — Stratigraphisch-Paläontologische Untersuchungen der Kreideschichten des Velež-Gebirge und des Podvelež. *Bull. Scient. Cons. Acad. Yougoslavie*, t. 8, n° 3-4, pp. 65-66.
- 18) ŠLIŠKOVIĆ T. (1965 a). — Die Biostratigraphie des Juras und der unteren Kreide des Velež Gebirge und Podvelezje. *Ibidem* t. 10, n° 11, pp. 374-375.
- 19) ŠLIŠKOVIĆ T. (1965 b). — Nova nalazišta vapnaca s globotruncanama u Hercegovini i jugozapadnoj Bosni. *Glasnik Zemaljskog Muzej Sarajevo*, sv. III/IV pp. 35-40.
- 20) ŠLIŠKOVIĆ T., PAPEŠ J., RAIĆ V., LUBURIĆ P. (1962). — O stratigrafiji i tektonici južne Hercegovine. *Geološki Glasnik Sarajevo*, n° 6, pp. 111-140.
- 21) STACHE G. (1859). — Die Eozängebiete in Inner Krain und Istrien. *Jahrb. Geol. Reichsanst. Wien*, Jhb X, pp. 272-331.
- 22) STACHE G. (1889). — Die liburnische Stufe. *Abh. K. Reichsanst. Wien*, Bd XIII.

Sur l'accident de Scutari-Pec, la signification paléogéographique de quelques séries condensées en Albanie septentrionale (*) (**)

par J. DERCOURT (***)

Sommaire. — Le haut fond néritique subsident des Alpes Albanaises s'ennoie axialement vers le SE, dans le sillon du Pinde. La terminaison n'est pas brutale, des séries stratigraphiques sont décrites qui, au Trias et au Lias inférieur, sont d'affinités de haut fond ; au cours du Lias elles acquièrent des caractères pindiques mais sont réduites, riches en surfaces durcies et tardivement envahies par le flysch.

L'accident de Scutari Pec se superpose à un trait paléogéographique ancien des Dinarides.

Summary. — The subsident neritic shallow of the Albanian Alps plunges on a S.E. axis in the Pindic trough. It does not end abruptly.

Certain stratigraphical series are described, which, in the Trias and lower Lias show affinity with shallows. Throughout the Lias these series acquire Pindic characteristics, but are diminutive, with numerous hard grounds and late encroaching arrivals of flysch.

The Scutari Pec accident superposes an old paleogeographical feature of the Dinarides.

I. — RAPPEL DES SÉRIES STRATIGRAPHIQUES FONDAMENTALES.

- A) Série des Alpes albanaises
- B) Série pindique.

II. — LES SÉRIES CLASSIQUES.

- A) Coupe du Mali I Kosh
- B) Coupe de Meschkala.

III. — LES SÉRIES CONDENSEES.

- A) Coupe de Spitanë
- B) Coupe de Lisna
- C) Coupe de Laçe.

IV. — SIGNIFICATION PALEOGEOGRAPHIQUE DES SÉRIES CONDENSEES.

*
**

La structure géologique de l'Albanie est très représentative de celle des Dinarides (s.l.). J. Aubouin et I. Ndojaj ont récemment montré que le S et le centre du pays offrent les mêmes unités et le même style que la Grèce, c'est-à-dire qu'ils appartiennent aux Hellénides alors que le N est

(*) Note présentée lors de la Séance du 13 décembre 1967.

comparable aux Dinarides yougoslaves. Apparemment, il n'existe pas de transition entre ces deux ensembles.

La ligne Scutari-Pec, d'orientation NE-SW, tranche les unités structurales internes qui sont superposées aux unités paléogéographiques, elle le fait perpendiculairement à leurs axes. Les zones les plus externes (zone de Gavrovo-Kruja et zone du Pinde) ne sont pas affectées par cet accident et passent ainsi continuellement des Hellénides aux Dinarides s. st.

Au N de l'accident, la masse des Alpes albanaises, orgueilleuses montagnes, puissamment disséquées par l'érosion, prolongement du Haut Karst et du Durmitor de Yougoslavie, chevauche vers l'W la

(**) Je remercie vivement M. le Professeur Ndojaj qui a bien voulu me présenter les grandes lignes géologiques de son pays et tout particulièrement les magnifiques affleurements ophiolitiques de la Mirdita ; M. A. Xhomo qui me conduisit en sa compagnie, en Albanie septentrionale, dans le secteur intéressé par cette note.

(***) Département Sciences de la Terre, Lille, France.

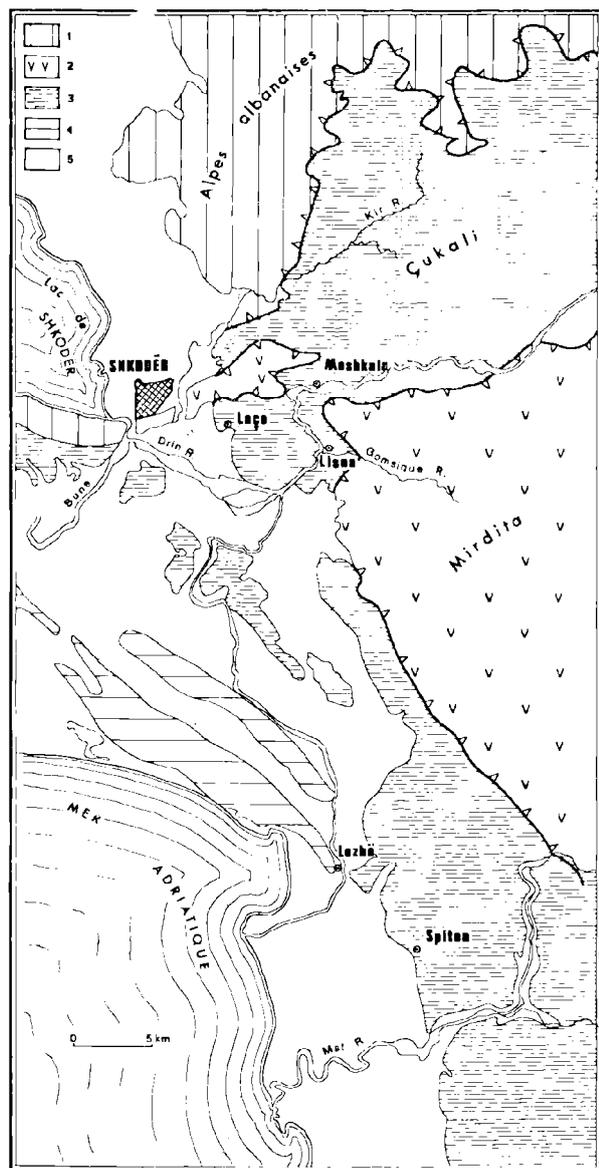


FIG. 1. — Carte schématique du secteur étudié.

1. Série des Alpes Albanaises ; 2. Nappe ophiolitique ;
3. Série pindique ; 4. Série de Gavrovo ;
5. Dépôts plio-quaternaires.

série du Pinde (dite en Yougoslavie de Buvda) débitée en écailles à regard W. Ces écailles chevauchent à leur tour la série du Gavrovo (dite en Kruja en Albanie).

Au S de l'accident, la nappe ophiolitique sub-pélagonienne forme le massif de la Mirdita ; elle est charriée vers l'W sur la zone du Pinde débitée en écailles qui affleurent d'une part à son front et,

d'autre part, grâce à un relèvement brachyanti-clinal récent, en fenêtre dans le massif de Cukali.

Là encore, le Gavrovo supporte les écailles pindiques, il va jusqu'à la côte et représente l'autochtone.

J. Aubouin et I. Ndojaj ont suggéré que l'accident du Scutari-Pec correspond à une reprise par des failles plio-quaternaires d'un trait paléogéographique et structural ancien.

Nous présenterons ici quelques séries stratigraphiques au S de l'accident, à l'avant de la nappe ophiolitique de la Mirdita, dont l'attribution paléogéographique était douteuse. Nous proposons d'en faire une terminaison paléogéographique méridionale de la zone des Alpes albanaises dans le sillon du Pinde.

1. — Rappel des séries stratigraphiques fondamentales.

A) SÉRIE DES ALPES ALBANAISES.

Nous les avons parcourues rapidement, mais leur stratigraphie en est bien connue depuis les travaux de Nopsea.

Un socle épimétamorphique où alternent des schistes et des quartziques, supporte un niveau conglomératique polygénique, lui-même surmonté par plusieurs milliers de mètres de calcaires et de dolomies.

On reconnaît les principaux horizons suivants :

- des dolomies blanches pulvérulentes ;
- des calcaires et des dolomies noirs jurassiques (*) dans lesquels nous avons recueilli des polypiers, des *Lithiotis* et de gros *Mégalo-dontes* ;
- des calcaires et des calcaires magnésiens en bancs massifs fossilifères, à nids de *Diceras* ; nous y avons recueilli également des *Cladocoropsis*, des algues dont *Thaumatoporella parvovesiculifera* ;
- des calcaires oolithiques associés à des calcaires à rudistes, dont l'épigénie magnésienne est sporadique ;
- des calcaires graveleux à miliolles, *Dicyclines* et *Alvéolines*.

Nous n'avons pas rencontré le flysch qui est signalé à l'extrême N du pays.

(*) Les fossiles recueillis dans la zone des Alpes albanaises actuellement à l'étude feront l'objet d'une communication ultérieure.

De cette série retenons : l'existence de faciès néritique du Trias au Crétacé ; l'ampleur de la subsidence.

B) LA SÉRIE PINDIQUE.

Bien connue en Grèce, elle est décrite en Albanie sous le nom de série de Krasta.

Le Trias est connu en Albanie sous forme de calcaires en plaquettes alternant avec des jaspes verdâtres. La surface est tapissée d'Halobies. Nous ne l'avons pas rencontré au cours de notre tournée.

Le Jurassique et l'Eocrétacé sont sous un faciès de radiolarites rouges ou vertes.

Le Mésocrétacé est à l'état de marnes et de grès.

Le Néocrétacé est représenté par 500 m de calcaires lithographiques en plaquettes riches en rognons de silex à la base, lardé de niveaux microbréchiés au sommet.

La microfaune des calcaires fins comme des microbrèches indique le Turonien et le Sénonien.

La Maëstrichtien offre à son sommet, en une cinquantaine de mètres, la transition entre les calcaires précédents et le flysch Eocène sus-jacent ; ce niveau, très caractéristique, est un excellent repère cartographique. Dans les calcaires s'intercalent quelques lits marneux, sans que des éléments élastiques souillent les niveaux carbonatés, puis des

banes calcaires diminuent d'importance au bénéfice des niveaux terrigènes où alternent alors marnes et grès ; la diminution progressive des banes calcaires assure le passage lent à un flysch gréseux franc.

L'Eocène a pu épisodiquement être caractérisé dans une puissante masse de flysch gréseux.

II. — Les séries classiques.

Sous la nappe de la Mirdita, le massif du Cukali apparaît en fenêtre. A titre d'exemple du style de cette série, nous présentons une coupe sur son flanc N-E, on y relèvera les principaux niveaux signalés précédemment. Le Trias n'a pas été reconnu paléontologiquement (fig. 2).

A l'avant de la nappe de la Mirdita, près de la ville de Lesh, le Crétacé supérieur et le flysch fossilifère affleurent.

A) COUPE DU MALI I KOSH.

La ville de Lesh baignée par le Drin s'appuie à l'E sur la colline du Mali I Kosh qui culmine à 410 m. Une coupe levée sur les bords S, puis S-E de cette colline montre 250 à 300 m d'un calcaire lité surmonté d'un flysch.

On relève en effet :

Une série de calcaire fin à silex où l'on observe au microscope, dans une pâte grumeleuse très fine, un grand nombre de Rosalines, de Globigérines et d'Hété-

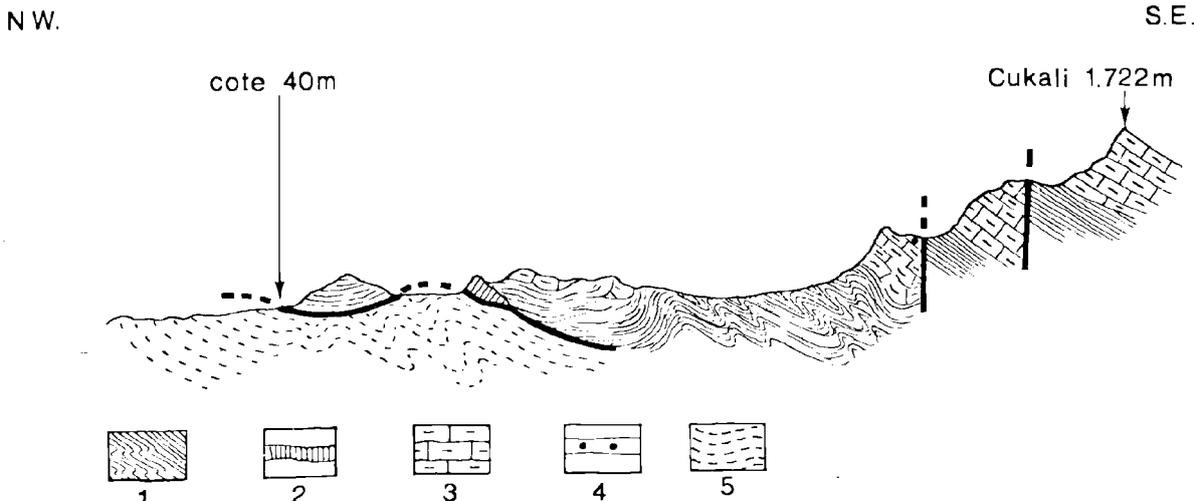


FIG. 2. — Flanc NW du Massif du Cukali (zone du Pinde).

1. Radiolarites ; 2. Calc. lités à jaspes (Trias ?) ; 3. Calc en plaquettes néocrétaçées ; 4. Couche de passage au flysch (maëstrichtien) ; 5. Flysch autochtone.

rohéliidés d'âge Campanien-Maestrichtien. Les *Globotruncana arca* dominent largement.

Des bancs microbréchiques sont interstratifiés dans ces calcaires fins. L'examen micrographique fait apparaître, dans un calcaire bioclastique remaniant des fragments de calcaire oolithique, quelques quartz élastiques et d'abondants débris de test de rudistes Hippuritidés, d'échinodermes.

Il renferme en outre :

- Orbitoides cf. media* (D'ARCH.)
- Siderolites calcitrapoides* (L.M.K.)
- Lepidorbitoides* sp.
- des Rotalidés et des *Globotruncana* divers.

L'association de fossiles tant benthoniques que pélagiques caractérise le Sénonien supérieur.

Une lacune d'observation de quelques mètres interdit de voir comment ces calcaires supportent le flysch qui renferme à sa base deux banes conglomératiques épais de deux mètres chacun. Le plus inférieur est presque un microconglomérat, on y relève à côté de débris de quartzites, des grains de quartz de taille très variable, des calcaires divers (calcaires fins à Radiolaires, calcaires graveleux, calcaires à Orbitolines roulées). Le ciment ne contient que des débris de rudistes, de bryozoaires et des miliolles.

B) COUPE DE MESCHKALA.

Au N du Drini, près du village de Meschkala, les niveaux de passage entre les calcaires et flysch, qui étaient mal observés dans la série précédente, sont ici très visibles.

Une série d'une cinquantaine de mètres de calcaires en plaquettes pétris de Rosalines, dépourvue de quartz, admet à sa partie supérieure quelques lits de calcaire bioclastique à débris de test de rudistes et surtout des niveaux détritiques azoïques de plus en plus épais vers le sommet. Les horizons de calcaires fins disparaissent ainsi au bénéfice du flysch finement gréseux. La microfaune abondante dans les derniers lits calcaires indique nettement le Maestrichtien (*).

- Globotruncana stuarti* (DE LAPP.)
- G. arca* (CUSH.)
- G. ja'sostuarti* (SIGA)
- G. havanensis* (VOORWIJK)
- G. elevata* (BROTZ.)
- G. lapparenti* (BROTZ.)
- G. aegyptiaca* (NAKADY)
- G. contusus* (CUSH.)
- G. rosetta* (CARSEX)
- Rugoglobigerina*
- et de nombreuses Hétérohéliidés.

(*) Les déterminations ont été faites par P. Andrieff ; je l'en remercie.

Dans les niveaux détritiques organogènes, on trouve en abondance des miliolidés, des buliminidés, de rares hétérohéliidés ainsi que des fantômes de *Globotruncana* indéterminables, de nombreux débris d'échinodermes, des algues et des débris de lamelli-branches.

III. — Les séries condensées.

Des séries d'attributions paléogéographiques discutées m'ont été présentées par A. Xhomo. Ils affleurent à l'avant de la nappe ophiolitique de la Mirdita.

A) LA COUPE SPITANÉ.

Le village de Spitané est situé sur les contreforts montagneux qui dominent les plaines basses, autrefois marécageuses, s'étendant en bordure de la mer Adriatique entre les vallées du Drin et du Mat.

Le torrent situé immédiatement au N du village coupe en gorge une barre essentiellement calcaire avant de se répandre au pied du contrefort, sur un flysch.

La coupe levée le long du torrent montre, de bas en haut :

- a) une klippe de calcaire massif graveleux, à empreintes de gros lamelli-branches (mégalogontidés ?) emballée dans un flysch finement gréseux ;
- b) sur ce flysch repose en contact anormal une série continue de :

calcaire massif blanc ; l'examen microscopique montre dans un ciment de calcite grumelleuse,

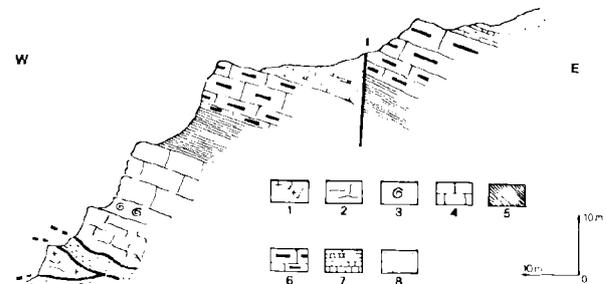


FIG. 3. — Ecuille de Spitané.

1. calcaire graveleux (triasique ?) ; 2. calcaire massif ; 3. ammoniteo rosso ; 4. calcaires lités ; 5. radiolarites ; 6. calcaires à gros silex ; 7. calcaires écaillieux ; 8. flysch.

de nombreux filaments, des lenticulines et *Globochaete alpina* LORENZ (*);

— 1 m de calcaire ammonitico-rosso; dans un ciment de calcite grumeleuse, des débris de tests d'échinodermes, de mollusques, des filaments abondant, à côté d'ostracodes, de lenticulines et de « protoglobigérines ». Le ciment renferme quelques tout petits quartz détritiques;

— une dizaine de mètres de calcaire lité en banes épais;

— 5 m de radiolarites franches en banes épais de 4 ou 5 cm passant progressivement à:

— une trentaine de mètres d'un calcaire en gros banes (50 cm) à silex énormes (1 m x 0,2 m). Sans qu'aucune distinction lithologique ne s'impose, la formation qui ne contient à la base que des radiolaires, renferme dans sa partie médiane une association de roselines, de globigérines et d'Hétérohéli-cidés d'âge maestrichtien avec:

- G. havanensis* (VOORMIJK)
- G. contusa* (CUSH.)
- G. gr. stuarti* (DE LAPP.)
- G. rosetta* (CARSEY)
- G. lapparenti - lapparenti* (BR.)
- G. lapparenti - tricarinata* (DE LAPP.)
- Rugoglobigerina* sp.;

quelques rares petits quartz élastiques parsèment le ciment;

— Le dernier bane est recouvert par un calcaire écaillé noyé dans les pélites fines. Les éléments carbonatés ont une structure noduleuse suggèrent un remaniement que confirme l'analyse microscopique puisque les nodules renferment une association du Sénonien supérieur avec:

- Globotruncana gr. stuarti* (DE LAPP.)
- G. lapparenti* (BROTZ)
- et des Hétérohéli-cidés

alors que le ciment contient des formes d'âge éocène avec:

- Globorotalia* dont *G. cf. aragonensis*
- Globigerina* sp.;

— La formation passe à un flysch très fin. Une faille recoupe l'ensemble et amène une répétition de la série.

Cette coupe montre une série mince dont les affinités ne sont évidentes avec aucune de celles décrites à ce jour dans les Hellénides.

(*) M. Durand-Delga a bien voulu déterminer ces formes. Je lui en exprime ma gratitude.

B) COUPE DE LISNA.

A l'E de Scutari, derrière la crête du Sheldij, le long de la vallée du Gomsique, immédiatement à l'W du petit hameau de Lisna, nous avons relevé la coupe suivante.

Sur la retombée de la crête calcaire faite de gros banes massifs dolomitiques, on relève:

— Des calcaires toujours massifs, pétris de débris de test d'échinodermes, de petits gastéropodes, d'ammonites contenant des lenticulines, des lagénidés et *Globochaete alpina* et cf. *Ammodiscus*; le faciès de ce niveau est liasique;

— 2 m de calcaire ammonitico-rosso dans lequel les ammonites sont très abondantes; parmi les quelques exemplaires que nous avons recueillis, G. Dubar a reconnu:

- Hildoceras cf. hildense* Y à B. (appartenant niveau à *H. Bifrons*)
- Calliphylloceras capitanei* (CAR.)
- Phylloceras* sp.
- Lytoceras* sp. sp. dont *L. francisi* (appartenant à la zone à *Denkmannia elegans* MERIA, base de la zone à *Haugia variabilis*).

Le microfaciès des nodules montre dans un calcaire grumeleux à très petits quartz élastiques, de rares débris de tests mollusques pélagiques, quelques filaments droits et courts, de rares spicules, des lenticulines et autres petits lagénidés, des *Globochaete alpina*. Ce microfaciès parfaitement bien

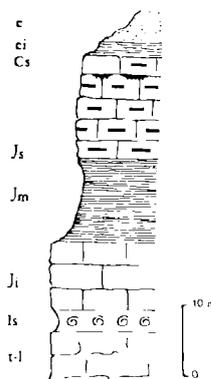


FIG. 4. — La série de Lisna.

1. calcaire graveleux (triasique?);
2. calcaire massif;
3. ammonitico rosso;
4. calcaires lités;
5. radiolarites;
6. calcaires à gros silex;
7. calcaires écaillés;
8. flysch.

daté par les ammonites, bien que pauvre en microfaunes caractéristiques, sera d'une aide précieuse pour les comparaisons entre les différentes séries ;

— 20 m de calcaire lité à silex montrant dans une calcite grumeleuse à petits quartz détritiques, des filaments, des débris d'échinodermes, de petites ammonites, des spicules, des radiolaires, des ostracodes, des lagénidés *Globochaete alpina* et « Protoglobigérines ».

Cette association évoque le Dogger.

— 15 m de radiolarites rouges typiques ;

— 20 m de calcaire à gros silex ayant livré une abondante association de Calpionelles parmi lesquelles M. Durand Delga a reconnu :

Calpionella alpina
C. broyoni
Crassicaularia parvula
C. mamatiana
Stomiosphaera minutissima
Lenticulines

association caractérisant le tithonique supérieur.

Dans une autre lame :

Calpionella alpina très fréquentes
Crassicaularia sp. dont *C. parvula*
Tintinopsella gr. *carpathica*
Globochaeta alpina
Stomiosphaera minutissima
et des petits débris de Bryozoaires

association caractérisant également le tithonique supérieur.

Dans une autre lame :

Calpionella elliptica
C. gr. alpina
Calpionellites gr. *neocomiensis*
Tintinopsella carpathica
Remaniella gr. *caadischiana*
Stomiosphaera misolentis

association caractérisant le Berriasien moyen.

Un banc présente une ponctuation rougeâtre qui apparaît au microscope comme dû à une imprégnation ferrugineuse de nodules de calcaires microgrumeleux. Cette allure fait songer à une surface durcie (Hard-Ground) avortée. La microfaune caractérise l'Albien avec *Hedbergella* dont *H. washitensas*, de minuscules filaments et des ostracodes.

Dans le même macrofaciès, la microfaune change une nouvelle fois et une association à nombreuses

Globotruncana, Globigérines et Hétérohéliacidés caractérise le Maestrichtien avec :

G. lapparenti (BROTZ.)
G. stuarti (DE LAPP.)
G. arca (CUSH.)
G. havanensis (WOORMIJK)
G. elevata (BROTZ.)
Buchesina sp.
Rugoglobigerina sp.
Raumigumbelina sp.

La coupe peut se suivre au N-W ; sur les niveaux précédents on rencontre :

— 1 m de calcaire mal lité sans silex, pétri de Globigérines et de *Globorotalia* dont *G. crassata* (CUSH.) caractérisant le paléocène ;

— 5 m de marnes écailleuses à miches carbonatées montrant dans une calcite grumeleuse de très nombreuses *Globigerina* sp. et diverses espèces de *Globorotalia* dont *G. velascoensis* (CUSH.) caractérisant l'Eocène.

Il est important de noter l'absence de grains de quartz élastiques jusqu'à ce niveau ;

— Une épaisse série de marne fine alternant avec des petits banes gréseux, bref un flysch fin n'ayant livré à ce jour aucune microfaune.

Cette coupe très importante est voisine de celle du ravin de Spiten ; ses caractéristiques principales sont :

— Réduction extrême de la série ;

— Horizon ammonitico-rosso recouvrant un calcaire néritique épais ;

— Un horizon de radiolarites d'âge Jurassique supérieur ;

— L'arrivée du flysch au cours de l'Eocène inférieur (Paléocène inclus).

C) COUPE DE LAÇE.

Immédiatement sous le contact de la nappe des roches vertes sur un flysch, s'étend une colline entaillée en son cœur par un torrent débouchant au hameau de Laçe.

Au N-W du torrent, dans le thalweg de celui-ci et à la base de son flanc S-E, on rencontre des calcaires épais : une centaine de mètres affleurent. L'étude micrographique montre un calcaire graveleux à lenticulines et à algues (dont *Thaumatoporella*) ; ces calcaires renferment de gros lamelli-

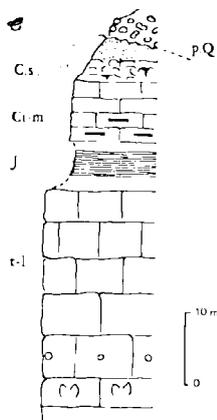


FIG. 5. — La série de Laga.

branches non dégagées que nous rattachons au groupe des *Durga*.

Sur le flanc S-E du torrent, on relève la coupe suivante :

— Un calcaire fin montre en lame mince, un ciment de calcite grumuleuse avec des lenticules, des spicules abondantes, des débris de petits gastéropodes, de petites ammonites et *Globochaete alpina*; ce faciès évoque le Lias.

Dans un banc sus-jacent, le microlithofaciès est identique, mais à côté des filaments et des *Globochaete* qu'on y rencontre encore, M. Durand Delga a reconnu des « Protoglobigérines », ce qui suggère pour cette association un âge compris entre le Toarcien et le Callovo-Oxfordien ;

— Des radiolarites dont l'épaisseur exacte est difficile à déterminer.

Un couloir de failles d'orientation N-S interrompt la coupe, du flysch gréseux y affleure. La suite de la coupe est visible à l'E.

— 10 m de calcaire fin à silex présentant un microfaciès de calcite grumuleuse ayant livré dans sa partie médiane une association Globigérines et de Rosalines datant du Cénomanién supérieur :

Præglobotruncana turbinata (REICHEL)
P. stephani (GANDOLFI)
Rotalipora cf. appenninica (RENZ)
R. cf. evoluta
Hedbergella sp.

— 1 m de calcaire roux, pétri de Rosalines. L'ensemble de la coupe est recouvert en discordance par des conglomérats du tertiaire récent.

IV. — Signification paléogéographiques des séries condensées.

Les séries de Spiten, Laga, Lisna, offrent trois caractères fondamentaux communs.

1) Les niveaux triasiques sont massifs, souvent dolomitiques, ils contiennent des fossiles néritiques comme les *Mégalo-dontes* ;

2) Chacun des éléments de la séquence de faciès est de type pindique par sa lithologie, néanmoins il en diffère fondamentalement par sa puissance (20 m de radiolarites au lieu de 300 ; 30 m de calcaires néocrétacés au lieu de 500) ;

3) Le flysch est paléocène. La transition entre les calcaires et le flysch est rapide. Elle ne se fait pas par l'intermédiaire d'une série de couches, de passage où alternent sur 50 m de calcaire fin, calcaire détritique, marnes, grès, comme c'est le cas dans la série pindique typique.

Ces trois ordres de faits indiquent :

1) L'installation au cours du Lias supérieur seulement, d'une zone pélagique. Rappelons que dès le Trias supérieur, le sillon du Pinde est individualisé en tant que zone à sédimentation pélagique franche ; des calcaires et des jaspes à Halobies s'y déposent ;

2) La proximité de l'émersion ou du moins l'existence de courants puissants susceptibles, tantôt de balayer les sédiments, tantôt de les remanier. Il s'agit là d'un trait prenant et non épisodique qui se maintient du Lias au Crétacé ;

3) Une impossibilité de dépôt des grains de quartz avant le Paléocène. Le faciès calcaire fin passe sans hiatus du Crétacé à l'Eocène. Des apports pélagiques s'intercalent d'abord dans la série, ils interdisent bientôt la formation de calcaires mais les quartz ne s'accumulent toujours pas, enfin des débris élastiques arrivent épisodiquement puis régulièrement, au sein des marnes, ils forment alors un flysch typique.

Des faits majeurs et de leurs corollaires il découle que les séries de Spiten, Lisna, Laga se sont déposées sur une zone immergée faiblement jusqu'au Lias, recouverte ensuite d'une tranche d'eau plus agitée (les organismes de la zone euphotique ne se développent pas, ce domoine n'eut jamais la bathymétrie, ou la subsidence(?) du sillon pindique).

Une bande de caractères paléogéographiques bien déterminés existe donc dans le sillon du Pinde. Sa position au sein de ce sillon peut être cernée par l'examen des dépôts du Crétacé moyen. Ces étages sont ici à l'état de calcaires fins à silix. Dans tout le sillon du Pinde ils sont, en revanche, représentés par des dépôts terrigènes (microconglomératiques sur sa marge orientale, gréseux dans sa partie interne, marneux à l'extérieur). L'absence ici d'écho de l'orogénèse qui, à l'Eocrétacé, affecta les zones pélagoniennes et sub-pélagoniennes est interprétable en admettant que la bande de faciès soit d'une part loin du domaine d'alimentation des roches détritiques, c'est-à-dire vers l'extérieur du sillon, et soit, d'autre part, moins immergée que le reste du sillon ; les éléments détritiques pesants ne l'atteignent pas mais la contournent ou la traversent en chenal (ils sont connus plus à l'W).

Une telle entité paléogéographique est donc susceptible d'être :

— soit un élément individualisé dans la portion externe du sillon à la manière d'une dorsale ;

— soit une transition entre le sillon et une autre unité paléogéographique.

La position géographique des affleurements des séries condensées éclaire cette alternative.

La série pindique les flanke à l'W où les faciès et la tectonique y sont typiques, elle passe sans modification au N-W en Yougoslavie (série de Buvda), au S-E en Albanie (série de Krasta), puis de là en Grèce. La coupe des collines de Lesche en présente un jalon ; la série pindique flanke également les affleurements de série réduite au N-E où la grande masse du Cukali offre des faciès et une structure pindique sans que s'observent les réductions étudiées précédemment ; la coupe de Meschkala appartient à ce massif.

Les séries condensées ne se retrouvent plus au S de Spiten. Ainsi elles sont entourées à l'W, à l'E et au S par le Pinde ; elles sont en revanche vers le N, proches de la puissante zone néritique des Alpes albanaises. Il est donc légitime de les lier à l'existence de ce vaste domaine qui se prolonge

en Yougoslavie par le Haut-Karst. Dans cette optique, le haut-fond se terminerait vers le S, sur son bord externe, par une longue pointe effilée, alors qu'il passerait avec une transition beaucoup plus brutale au sillon du Pinde dans sa partie médiane et peut-être interne. Aucune série condensée n'a été signalée dans le massif du Cukali. Mentionnons toutefois que l'équipe de I. Mischunina y avait indiqué l'existence de banes à Mégalodontes associés aux calcaires à Halobies, ce serait un indice nouveau d'une transition au cours du Trias entre ces deux domaines paléogéographiques majeurs.

Préciser plus exactement la position originelle de cet ennoisement des Alpes albanaises est chose impossible. Une désolidarisation s'étant produite au cours de la tectogénèse entre les Alpes et leur terminaison paléogéographique. Si les Alpes, comme le Pinde, chevauchent vers l'W, les premiers ont subi un faible raccourcissement alors que le second, multiplissé, écaillé, poussé au front les ophiolites sub-pélagoniennes, s'est considérablement raccourci ; les séries s'observent aujourd'hui en position relative plus externe que lors de leur dépôt.

En Albanie septentrionale, comme en Grèce, la paléogéographie des Hellénides externes s'installe lentement au cours du Trias et du Lias. Les cartes de faciès qu'il sera possible de dresser un jour, montreront une grande extension des dépôts néritiques pendant ces périodes sur les bords du sillon, comme elles mettront en évidence une arrivée du flysch à la fin du crétacé qui sera loin d'être synchrone, indiquant ainsi le lent comblement d'un sillon et l'occlusion de ses traits bathymétriques mineurs tout au long du maestrichtien et du paléocène.

Comme le Parnasse se terminait paléogéographiquement vers le S en Argolide, avec une moins grande régularité, semble-t-il, le haut-fond du Haut-Karst - Alpes albanaises disparaît vers le S-E, la bande des séries condensées était un long cap sous-marin étroit s'enfonçant dans le sillon pindique. Cela laisse supposer que le Parnasse, lui aussi, puisse se terminer vers le N ; le débordement de la masse chevauchante des ophiolites masquerait plus encore qu'il ne le fait en Albanie, ce trait paléogéographique.

* * *

BIBLIOGRAPHIE

- AUCQUIN J. et NDOJAJ I. (1964). — Regard sur la Géologie de l'Albanie. *B. S. G. F.*, (7), VI, p. 593-625.
- CELET P. (1962). — *Contribution à l'étude géologique du Parnasse Kiona et d'une partie des régions méridionales de la Grèce Continentale* (Thèse Lille, 1961). *Ann. Géol. Pays Hellén.*, T. XIII, 446 p.
- DERCOURT J. (1962). — Contribution à l'étude géologique du Péloponnèse, terminaison paléogéographique du haut-fond du Parnasse. *B. S. G. F.*, (7), IV, p. 340-356.
- DERCOURT J. (1964). — *Contribution à l'étude géologique d'un secteur du Péloponnèse septentrional* (Thèse Paris). *Ann. Géol. Pays Hellén.*, T. XV, p. 1-417.
- NOPCSA F. von (1905). — Zur Geologie von Nord-Albanien. *Jahrb Geol. K. K. Reichanst.* Wien, Bd 55, p. 85-153.
- NOPCSA F. von (1908). — Weitere Beiträge zur Geologie Nord-Albanien. *Mitt. Geol. Ges.* Wien, Bd 1, p. 103-111.
- NOPCSA F. von (1916). — Begleitworte zur geologischen Karte von Nord-Albanien, Rascien und Ost-Montenegro. *Földtani Közlemény*, vol. XLVI, p. 301-305.
- NOPCSA F. von (1922-1924). — Geologische Karte von Albanien (200.000). Tirana, Minist. Travaux Publics. 2 Feuilles.
- NOPCSA F. von (1929). — Geographie und Geologie Nord-Albanien. *Geol. Hungarica*, t. III, p. 1-704.
- SHEHU V. (1967). — A propos de la prétendue « Transversale » de Shkodër-Peji par rapport à certains problèmes de la géologie générale de l'Albanie. *Bull Univ. Shtetëror Tiranës*, n° 3, p. 87-95 (résumé en français).
- SHEHU V., KONDO A., PEJO I. (1966). — La structure géologique de la région de Lisna. *Përmbledhje studimesh*, n° 4, p. 5-18 (résumé en français).
- XHOMO A. (1966). — Données sur les dépôts mésozoïques de Spiten et de Lisnë. *Përmbledhje Studimesh*, n° 3, p. 127-139 (résumé en français).

« »

Coupe de la vallée de la Scarpe à Vitry-en-Artois

par G. JELSKI

Sommaire. — Description de formations quaternaires : chenal de cours d'eau, dépôts de pentes, phénomènes périglaciaires. Dépôts récents de la vallée.

Summary. — Description of quaternary deposits : channel of a river and bend deposits, showing many periglacial formations. Recent alluvial deposits in the valley.

GÉNÉRALITÉS.

La région décrite se situe en travers de la vallée de la Scarpe, à l'ouest de l'agglomération de Vitry-en-Artois. La rive nord de la vallée est constituée par un bombement de la craie sénonienne. Les sables du landénien inférieur constituent la plus grande partie de la rive sud. Jusqu'au XII^e siècle, date du changement du cours de la Scarpe, la vallée formait une dépression le long de la côte tertiaire et était occupée périodiquement par un lac, tandis que la Scarpe coulait dans la vallée de la Sensée par Hamblain. Les eaux de ruissellement comblaient cette dépression tantôt au détriment d'une rive, tantôt de l'autre, suivant les conditions climatiques.

FORMATIONS QUATERNAIRES :

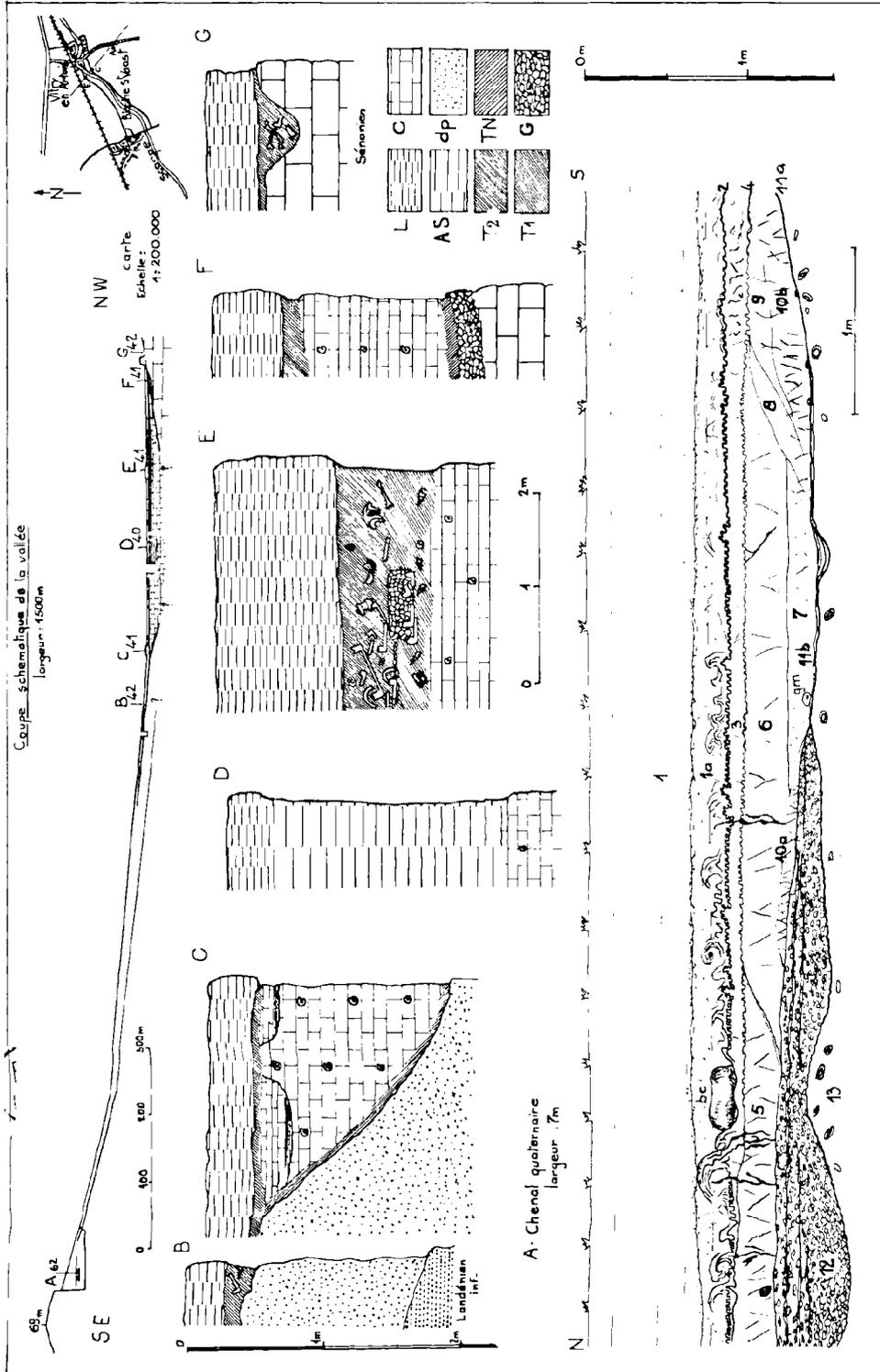
En A : Cette coupe est visible dans la grande sablière, sur le Mont Métier (coordonnées Lambert : 646,4 - 290,9 - 60) qui borde le talus de la route de Vitry-en-Artois à Sailly-en-Ostrevent, à droite de la route.

Du sommet à la base on peut observer :

- 1 : 0,50 m : loess brun panaché de vert, très sableux.
- 1a : 0,40 m : partie inférieure du loess parcourue par des vermicules de calcite. Cette partie débute par un mince lit contenant des granules crayeux. La base a fourni quelques éclats de silex taillés d'époque moustérienne de faciès levalloisien très évolué.
- 2 : 0,003 m : couches contournées et lit de sable à limonite formant des festons de 2 cm d'amplitude, interrompus par des injections de la couche inférieure (3) dans le loess (1a) ces injections sont inclinées et étirées vers le fond de la vallée.
- b.c. : bloc de grès probablement landénien, d'une centaine de kilogrammes, ayant glissé lors du dégel, et injecté une gerbe de sable dans le loess.

- 3 : 0,10 m : sable gris verdâtre fendillé.
- 4 : 0,01 m : lit de sable argileux gris surmonté par des lentilles très minces d'argile grise formant quelques festons de faible amplitude.
- 5 : 0,15 m : sable roussâtre fendillé. Plusieurs grandes fentes descendent jusqu'au cailloutis. Elles sont partiellement remplies par du loess, et déformées par la pression latérale du bloc (b.c). Elles présentent actuellement l'allure de nervures.
- t.r. : un terrier, contemporain du loess : diamètre 17 cm, surmonte le cailloutis.
- 6 - 7 - 8 - 9 : sables fendillés (7) contenant dans leur partie supérieure des granules d'argile grise.
- 10a - 10b : sable roussâtre, dont les fentes sont soulignées par une concentration de limonite. En décapage horizontal, ces fentes constituent des alignements sensiblement parallèles.
- 11a : 0,01 m : petit lit d'argile grise avec quelques galets de silex rouge.
- 11b : 0,02 m : argile sableuse avec galet mou d'argile grise (10 x 16 x 13 cm) contenant lui-même un galet de silex rouge (9 cm).
Dans cette argile sableuse, on peut observer une petite rigole contenant du sable grossier.
- 12 : cailloutis d'épaisseur irrégulière (maxima de 0,40 et 0,24 m) montrant 1 à 2 cm de sable roux très fendillé au sommet.
Ce cailloutis est constitué en majorité par des éléments de grès beige friable, enrobés dans du sable argileux grisâtre à strates de limonite. Les éléments gréseux sont très peu roulés, avec parfois des blocs importants (3 kg). Les galets de silex, souvent de couleur rouge, sont assez nombreux. Plusieurs portent des cupules de gel. L'un d'eux présente des craquelures peut-être dues au feu.
La partie inférieure du cailloutis contient quelques granules de grès ferrugineux rouge sombre.
- 13 : 0,40 m : sable très légèrement glauconieux, avec des traces de racines : diamètre 30 mm.

Le substratum est constitué par du sable Landénien partiellement altéré en limonite.



ESSAI D'INTERPRÉTATION :

Le sable inférieur à traces de racines, non rubéfié ni marqué par le gel, doit correspondre à un sol de la fin de l'interglaciaire Riss-Wurm. Le grès friable qui constitue la majeure partie du gravier, ne se rencontre pas sur le plateau sableux voisin. Il a dû s'être formé pendant l'époque interglaciaire dans un niveau aujourd'hui disparu.

Les strates de limonite contemporaines au dépôt font penser à des concrétions provoquées par l'eau de source très ferrugineuse circulant dans ces terrains glauconieux.

Absents sur tout le plateau, les galets de silex n'existent qu'en petite quantité sur une butte témoin voisine (cote 72), seul endroit où existe encore un loess rubéfié. D'après de nombreux auteurs, ces galets de silex, souvent rouges, proviendraient de cordons littoraux tertiaires.

Le silex du cailloutis proviendraient donc du démantèlement du sol interglaciaire à galets tertiaires résiduels. Leurs cupules de gel seraient dues au froid sévissant au Riss. La présence d'argile grise très grasse peut aussi s'expliquer par le démantèlement d'argile yprésienne actuellement disparue de la région de Vitry.

Les dépôts 10a et 10b doivent être contemporains. Par moment apparaît dans les sables une stratification entre-croisée.

Après un dépôt de loess d'une trentaine de cm, une période particulièrement froide et sèche ouvre des fentes de dessiccation jusqu'au cailloutis. Au dégel, les fentes se referment en emprisonnant un peu de loess. Postérieurement, un bloc de grès glissa du talus en amont, en coupant la couche de loess dont la partie superficielle s'écoula d'une trentaine de cm vers l'aval, après l'impact, en produisant des injections du substratum sableux dans le loess. La déformation des fentes de gel atteste un écoulement de la partie inférieure (3) de quelques centimètres seulement, avec formation de festons et de couches contournées. Les granules de craie déposés sur les premières formations de loess proviennent probablement du versant erayeux opposé (transport observé par fort vent à Arras).

La nature des dépôts indique qu'un cours d'eau devait descendre du plateau sableux dans la dépression en cours de comblement, car Ladrière (1) signale une défense d'*Elephas primigenius* et des

outils moustériens retouchés dans une formation de loess au niveau du canal.

En conclusion, le chenal quaternaire constitue un repère important pour dater le relief dans les collines de sables tertiaires qui s'étendent entre la Scarpe et la Sensée. Il met en évidence les différentes phases du début de la période froide du Würm :

- 1 : période très humide : creusement du chenal, cailloutis.
- 2 : période froide humide : sables fentillés.
- 3 : période froide très sèche : première phase de l'apport éolien : 0,30 m de loess, grandes fentes de dessiccation ; dégel intense : solifluxion, descente du bloc de grès, injections reprise de l'apport éolien, loess avec terrier (peut-être spermophile ?).

FORMATIONS RÉCENTES.

A l'occasion de la construction du gazoduc de Hollande qui traverse la vallée de la Scarpe, une coupe a pu être suivie et relevée, dont différents points vont être décrits :

en B : 2 m de sable glauconieux constituent un dépôt de pente, alors que sur les hauteurs la glauconie a été limonitisée. La base de ces sables, à stratification très régulière, contient des granules gréseux.

De la cote 55, ce dépôt peut être suivi jusqu'à la route C : il repose constamment sur des sables glauconieux en place.

T1 : 0,20 m : Sable tourbeux qui contient en B des « tegulae », tuiles romaines datant du haut empire (cote 42).

L : 0,60 m argile brune.

en C : commence une grande dépression creusée dans les sables remaniés.

T.N. : 0,10 m : tourbe probablement d'âge néolithique.

C : 1,50 m : craie lacustre blanchâtre contenant des planorbes et limnées. Cette formation est plus ou moins marneuse ou sableuse, suivant les endroits. La surface en est ravinée par des rigoles et des petits chenaux à fonds plats, de 0,60 m de profondeur et de plusieurs mètres de large.

T : 0,50 m : tourbe très fine, tapisse les fonds de ces chenaux qui sont ensuite comblés par une marne beige terreuse, renfermant une multitude de coquillages fins et brisés dans lesquels on peut reconnaître des limnées.

en D : marne blanche, dont la hauteur totale est inconnue, mais supérieure à 2 m. A 1 m du sommet, mince niveau de sable glauconieux dans lequel apparaissent des pieds de roseaux surmontés d'une marne à tiges herbacées.

A.S. : 1,80 m : argile sableuse très grasse ayant l'apparence d'un « loess ancien » contenant des fragments de tiges de roseaux ayant servi de point de départ à des concrétions de limonite.

en F : rive nord, au-dessus de la craie sénonienne :

G : environ 0,30 m de graviers de craie légèrement roulés, mal cimentés par une pâte argilo-calcaire blanche, avec de petits galets de silex noirs.

T.N. : 0,10 m : tourbe néolithique. Cette tourbe pure est constituée de feuilles, d'écorces et de fragments ligneux, ces derniers ne dépassant pas un diamètre de 0,10 m et une longueur de 0,30 m.

Comme en C, le fond de la dépression contenant la marne blanche remonte rapidement.

en E : la marne lacustre est surmontée par :

1 m de sable tourbeux contenant des vestiges d'une villa gallo-romaine du II^e siècle. Sur 30 m, la couche archéologique sépare le sable tourbeux en deux parties sensiblement égales : T1 et T2. Sur la coupe, on peut remarquer que le sol instable a nécessité l'établissement de fondations en blocs de craie reposant sur un lit de tuiles brisées datant du Haut Empire Romain. Vers le canal, la surface du premier dépôt renferme des coquilles d'escargots et des morceaux de terre cuite écrasés attestant un sol remanié par les cultures.

T1 : ce premier dépôt contient plusieurs couches riches en pupes, c'est aussi la seule formation où l'on rencontre des coquilles d'unio et des fragments de branches roulées d'environ 0,10 m de long.

T2 : cette formation ne contient que de rares planorbis. Il s'étend jusqu'à la voie ferrée où il comble des cavités d'extraction de craie avec de la tourbe pure.

L : limons de crues déposés par le débordement des eaux.

ESSAI D'INTERPRÉTATION ET DE DATATION.

Le dépôt de pente n'a pu être daté (dp). Il est toutefois antérieur au néolithique. Comme dans la plupart des vallées de notre région, la tourbe pure doit remonter au néolithique et la marne blanche à l'âge du fer : dernier millénaire avant J.C. (2). Le lac s'assécha plus d'un siècle avant notre ère,

laissant le niveau de la marne à Biache à la cote 42,5.

Après une période de ravinement suivie d'un dépôt de près de 1 m de sable tourbeux, jusqu'à la cote 43, les hommes s'installèrent dès le début du premier siècle (tessons de céramique datables de La Tène III) et peut-être même un peu avant. Depuis lors, la vallée se recouvre littéralement de petites exploitations. A Biache, où aucune formation ne recouvre le sable tourbeux, les ornières des chemins sont remplies de tegulae brisées provenant du dépierrage des champs. La villa de Vitry fut construite vers le II^e siècle, après la destruction d'un habitat situé à proximité et dont les vestiges se retrouvent dans ses fondations. La montée rapide des eaux jusqu'à la cote 40 permettait le dépôt d'un nouveau sable tourbeux qui n'a pu être daté avec précision mais qu'on pourrait faire correspondre à la transgression du Dunkerquien ainsi qu'au conglomérat de la Deûle et des affluents de l'Escaut. On y trouve des tegulae et des pièces de monnaie en bronze toutes antérieures au IV^e siècle (3).

Le contact latéral du dépôt argileux (AS) avec les autres terrains n'a pu être observé. Comme cette formation n'est pas surmontée par la tourbe gallo-romaine, elle constitue probablement le comblement d'un chenal ou d'un canal médiéval.

Comme le dépôt argileux (AS), le limon de crues n'est plus en rapport avec les formations latérales comme précédemment mais avec le loess, très développé en amont. Il est donc postérieur au changement de lit de la Scarpe (XII^e siècle) mais antérieur au XV^e siècle dont on retrouve des tessons de céramique à la surface.

En conclusion : la description des dépôts récents permet d'établir un parallélisme entre les dépôts des différentes vallées de notre région. L'existence de la montée des eaux au III^e siècle dans une zone basse, aux pieds même des collines de l'Artois est particulièrement intéressante. L'inondation des grandes étendues très fertiles (tourbe anté Romaine) dut bouleverser complètement le peuplement, l'économie et les communications.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) LADRIÈRE (1888). — *S.G.N.*, XV, p. 109-112.
- 2) LADRIÈRE (1888). — *S.G.N.*, XV, p. 235.
- 3) GOSSELET J. (1903). — Esquisse géologique du Nord de la France. *S.G.N.*, 4, p. 410-412.



Présence de Chitinozoaires dans le Siluro-Dévonien charrié du Pas-de-Calais

par R. RAUSCHER (*) (**)

(Planche X)

Sommaire. — Le Siluro-Dévonien du Pas-de-Calais étudié à partir des sondages de Bouvigny 2 et de Noulette a livré de nombreux Chitinozoaires. Ceux-ci ne sont localisés que dans le faciès gris foncé de la base des sondages. Douze genres ont été reconnus, ils datent ce faciès Silurien supérieur.

Summary. — The Siluro-Devonian from North France is studied in the boreholes Bouvigny 2 and Noulette. The last ones contain many Chitinozoa which only occur in the dark grey facies of the bottom of the boreholes. Twelve genera were identified. They date the bottom of boreholes Upper Silurian.

Le Siluro-Dévonien charrié du Pas-de-Calais a été l'objet d'une récente mise au point dans cette revue (1).

Ce Siluro-Dévonien comprend trois faciès successifs : gris foncé à la base, gris, puis vert et rouge au sommet.

Nos connaissances actuelles sur ces trois niveaux peuvent être résumées ainsi :

— le faciès gris foncé de la base, daté Ludlowien moyen par la macrofaune, correspond à un dépôt de mer peu profonde, en fond de baie, avec un faible apport continental ;

— le faciès gris est attribué au Ludlowien supérieur (3) ou au Gédinnien (2). Il représente une accumulation importante de dépôts terrigènes remaniés par les courants côtiers ;

— le faciès vert et rouge est du Gédinnien. Les apports terrigènes trop importants ne sont plus remaniés par les courants côtiers ; la baie est comblée.

(*) Laboratoire de Géologie et de Paléontologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg, 1, rue Blessig, 67-Strasbourg.

(**) Ce travail a été fait en collaboration avec M^{lle} Nicole LUTTENAUER (Diplôme d'Etudes supérieures soutenu le 29 mai 1967 à la Faculté des Sciences de Strasbourg).

Le Siluro-Dévonien pose donc essentiellement un problème stratigraphique, celui de la limite exacte du Silurien et du Dévonien.

Il était intéressant au départ d'essayer de résoudre ce problème par une étude palynologique et notamment par celle des Chitinozoaires.

I. — Matériel étudié.

L'étude porte sur deux sondages (fig. 1 et 2) mis à notre disposition par M. J. Chalard (*), Ingénieur principal, Chef des Etudes géologiques au Service géologique central des H.B.N.P.C.

Un premier échantillonnage a été effectué mètre par mètre sur le sondage de Bouvigny 2 ; il intéresse 23 m de faciès gris foncé (686 à 663 m), 31 m de faciès gris (662 à 631 m) et quelques prélèvements dans le faciès vert et rouge.

Une deuxième série d'échantillons a été prélevée tous les mètres sur la partie inférieure du sondage de Noulette ; celle-ci comporte la totalité du faciès gris foncé (896 à 789 m) et une dizaine de mètres de faciès gris (789 à 779 m).

Au total, cent soixante-six échantillons ont été prélevés et soumis aux techniques habituelles en

(*) Nous tenons tout particulièrement à remercier M. J. CHALARD pour l'envoi de ce matériel et pour l'intérêt qu'il porte aux recherches de notre Laboratoire.

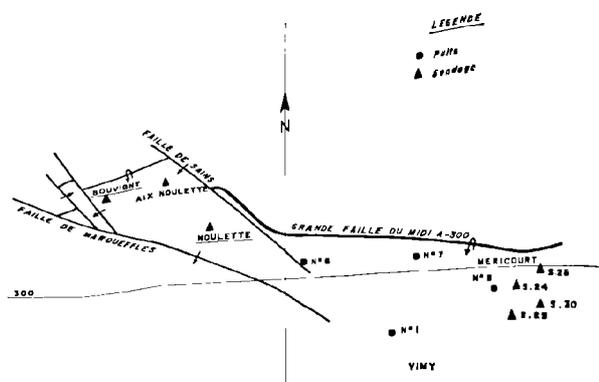


FIG. 1. — Situation géographique des sondages étudiés avec traces de la Faille du Midi reprise à la cote — 300. D'après Dollé et Legrand (1).

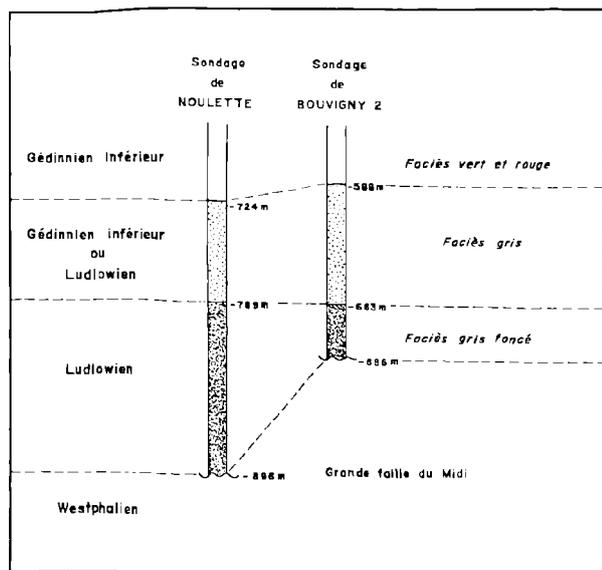


FIG. 2. — Coupe verticale des sondages de Noulette et de Bouvigny 2. D'après Dollé et Legrand (1).

vue de l'extraction des Chitinozoaires. Un traitement parallèle de préparations de spores et d'Acri-tarches a été effectué, l'étude de ces microfossiles fera l'objet d'une étude ultérieure.

II. — Les Chitinozoaires des sondages de Bouvigny 2 et de Noulette.

Quatre-vingt-dix-huit échantillons ont livré des Chitinozoaires dans des proportions très variables.

Les niveaux fertiles se situent tous dans le faciès gris foncé.

Il s'agit de Chitinozoaires très carbonisés, donc opaques, à silhouette nette mais très fragile.

Pour leur détermination, nous avons adopté la classification générique de Ph. Taugourdeau (1966) (20). Etant donné l'extrême précision des diagnoses spécifiques proposées et l'état du matériel, nous sommes arrêtés à une détermination générique, exception faite de certaines formes spécifiques caractéristiques.

a) INVENTAIRE DES FORMES.

Genre *ANCYROCHITINA* EISENACK 1955 (13)
(Pl. X, fig. 1-7)

Ce genre groupe des formes à col et panse bien individualisés. La panse conique à sphérique porte des appendices en nombre variable, de formes et de tailles diverses.

C'est le genre le mieux représenté dans nos préparations.

Neuf espèces différentes ont été reconnues :

- A. ancycra* (EIS.)
- A. diablo* (EIS.)
- A. diablo paucicornis* DEF.
- A. fragilis* EIS.
- A. fragilis brevis* TAUG. et JEK.
- A. fragilis regularis* TAUG. et JEK.
- A. moldavica* BÉJU et DANET
- A. primitiva* EIS.
- A. spinosa* (EIS.).

De nombreuses formes n'ont pas pu être attribuées à des espèces précises.

genre *ANGOCHITINA*
(EISENACK) TAUGOURDEAU 1966 (20)
(Pl. X, fig. 8-9)

Ce sont des Chitinozoaires à col et panse bien distincts et couverts de poils.

Nous avons observé :

- A. comosa* TAUG. et JEK.
- A. filosa* EIS.
- A. longicolla* EIS.

Genre *BURSACHITINA* TAUGOURDEAU 1966 (20)
(Pl. X, fig. 10-12)

Comme son nom l'indique, ce genre caractérise des Chitinozoaires bursiformes dont la longueur est voisine de la largeur.

Plusieurs types appartenant à ce genre ont été reconnus : *B. bohémica* (EIS.), *B. (?) globosa* (TAUG. et JEK.), *B. lagenomorpha* (EIS.) ; leur état de conservation est le plus souvent trop défavorable pour une détermination.

Genre *CALPICHITINA*
WILSON et HEDLUND 1964 (23)

(Pl. X, fig. 13-14)

Ce sont des Chitinozoaires non coloniaux à panse presque sphérique plus large que haute.

Genre *CYATHOCHITINA*
(EISENACK) SCHALLREUTER 1963 (16)

(Pl. X, fig. 15)

La panse conique ou en cloche de ces Chitinozoaires forme avec le fond une carène aiguë.

Ils sont bien représentés dans nos préparations et s'apparentent tous plus ou moins au type *C. kuckersiana* EIS.

Genre *EREMOCHITINA*
TAUGOURDEAU et DE JEKHOVSKY 1960 (21)

(Pl. X, fig. 16)

Ces Chitinozoaires coloniaux ont une forme générale allongée tels *E. (?) cingulata* (EIS.) et *E. (?) erratica* (EIS.) observés en quelques exemplaires.

Genre *EUCONOCHITINA* TAUGOURDEAU 1966 (20)
(Pl. X, fig. 17-18)

Ce genre est caractérisé par sa forme conique à contours rectilignes. Nous avons reconnu des formes plus ou moins proches de l'espèce-type : *E. conulus* (EIS.).

Genre *FUNGOCHITINA* TAUGOURDEAU 1966 (20)
(Pl. X, fig. 19-22)

Sont regroupées dans ce genre des espèces isolées de *Conochitina* et *Sphaerochitina*. Leur panse est plus ou moins aplatie en champignon.

Signalons la présence de *F. fungiformis* (EIS.) et de formes voisines de *F. collinsoni* (DUNN) et *F. nodulosa* (COLL. et SCOTT.).

Genre *HOEGISPHAERA* STAPLIN 1961 (17)
(Pl. X, fig. 23-24)

Il s'agit de formes sphériques sans col à pseudostome réduit et à bouche fermée par un opércule.

Plusieurs exemplaires ont été observés dans le sondage de Noulette : ils se rapprochent par leur forme discoïde de *H. lenticularis* BOUCHÉ.

Genre *ILLICHITINA*
(COLLINSON et SCHWALB) SCHALLREUTER 1963 (16)
(Pl. X, fig. 25)

Groupant des Chitinozoaires de silhouettes très variées, ce genre est caractérisé par un rebord arrondi que la panse forme avec le fond.

De très nombreux spécimens ont été livrés par les deux sondages ; certains s'apparentent aux *I. dispar* (BENOIT et TAUG.) et *I. infundibuliformis* (TAUG. et JEK.) ; de nombreux spécimens ne répondent pas aux diagnoses proposées.

Genre *LAGENOCHITINA* EISENACK 1931 (9)
(Pl. X, fig. 26)

Ce genre présente une très grande variabilité : la panse est ovoïde à subsphérique, le col plus ou moins long, l'épaule plus ou moins marqué. Il en résulte que de très nombreuses formes échappent aux diagnoses spécifiques, ce qui pourrait justifier la création d'espèces nouvelles et aboutirait à un morcellement inutile du genre.

Nous pouvons signaler parmi les nombreux *Lagenochitina* de ces deux sondages, des formes du type *L. elegans* BÉJU et DANET.

Genre *SPHAEROCHITINA*
(EISENACK) TAUGOURDEAU 1966 (20)

(Pl. X, fig. 27-29)

Ce sont des Chitinozoaires à panse sphérique et col subcylindrique long. Les formes les plus fréquemment observées sont des *S. sphaerocephala* EIS. et des *S. sphaerocephala macrostoma* BÉJU et DANET.

b) RÉPARTITION VERTICALE DES GENRES (fig. 3).

L'étude des Chitinozoaires du sondage de Noulette met en évidence deux associations nettement tranchées :

- une association inférieure (— 896 m à — 812 m) où dominent des formes globuleuses des genres *Bursachitina* et *Hoegisphaera* ;

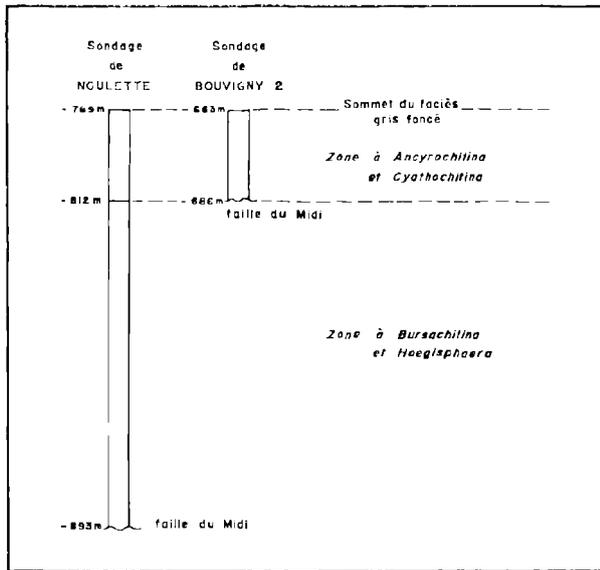


FIG. 3. — Répartition verticale des genres de Chitinozoaires dans le faciès gris foncé.

- une association supérieure (— 812 m à — 789 m) essentiellement constituée d'*Ancyrochitina* et *Cyathochitina*. Cette association caractérise les 23 m supérieurs du faciès gris foncé de Noulette. Or le faciès gris foncé du sondage de Bouvigny 2, tronqué par la faille du Midi, ne présente que cette épaisseur de 23 m. Comme dans le sondage de Noulette, ces 23 m sont caractérisés par des *Ancyrochitina* et des *Cyathochitina*. Si on parallélise les deux sondages, on constate que dans

Bouvigny 2 la faille du Midi se situe juste au niveau où apparaît l'association à *Ancyrochitina* et *Cyathochitina*. A défaut d'autres données, on ne peut évidemment pas expliquer pourquoi la faille se situe juste à l'endroit où les microfaunes se renouvellent.

Conclusions.

A la suite de cet inventaire des Chitinozoaires et compte tenu des problèmes que pose le Siluro-Dévonien du Pas-de-Calais, quelques remarques s'imposent :

— l'association observée comparée à d'autres décrites dans diverses régions : en Europe du Nord (9, 10, 11, 12, 13, 14, 15), en Europe centrale (4), en France (7, 8, 18, 22), en Espagne (6) et au Sahara (5, 19, 21, 22) a un âge silurien supérieur, ce qui confirme les résultats de la Macropaléontologie ;

— toutefois, la présence de Chitinozoaires seulement dans le faciès gris foncé n'apporte pas de solution au problème stratigraphique que pose le Siluro-Dévonien (limites Silurien et Gédinnien) ;

— un fait est à signaler dans l'étude des Chitinozoaires de ces deux sondages : ces microfossiles y ont une distribution très irrégulière ; à des niveaux très riches succèdent des passées presque stériles.

Bien que nos connaissances sur l'écologie des Chitinozoaires soient fort peu avancées, on peut émettre l'hypothèse selon laquelle ces variations quantitatives résulteraient de celles du milieu marin. En effet, DOLLÉ et LEGRAND (1) décrivent le faciès gris foncé comme un dépôt en mer peu profonde avec des apports continentaux peu importants. On peut donc concevoir que ce milieu marin littoral soumis à des influences continentales intermittentes devienne plus ou moins propice à la présence de Chitinozoaires. Les apports continentaux devenant plus importants dans les faciès supérieurs du Siluro-Dévonien, on expliquerait de la même façon l'absence de Chitinozoaires dans ces niveaux.

* * *

BIBLIOGRAPHIE

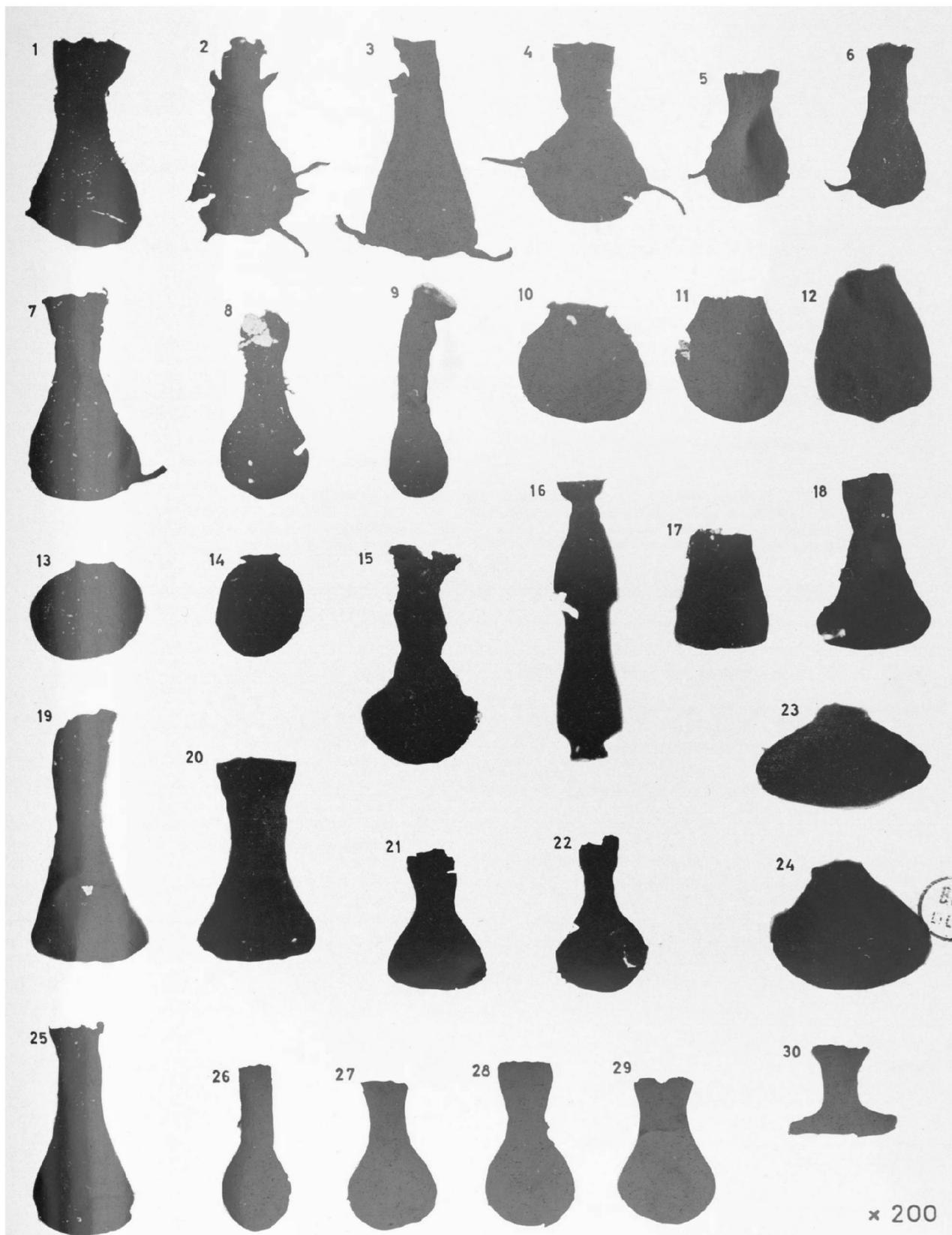
Concernant le Siluro-Dévonien :

1. - DOLLÉ P. et LEGRAND F. (1966). — Quelques observations sur le Siluro-Dévonien charrié du Pas-de-Calais. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXVI, pp. 143-151, 2 Pl., Lille.
2. - GOSSELET J., BARROIS Ch., LERICHE M., CRÉPIN A., PRUVOST P. et DUBOIS G. (1912-1920). — Description de la faune siluro-dévonienne de Liévin. *Mém. Soc. géol. Nord*, t. VI, vol. 2, fasc. 1-2, Lille.
3. - LERICHE M. (1903). — Note préliminaire sur une faune d'Ostracodermes récemment découverte à Pernes (Pas-de-Calais). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXII, pp. 191, Lille.
4. - BÉJU D. et DANET N. (1962). — Chitinozoaires siluriens de la Platforma moldovencasca si Platforma moezica. *Petrol si Gaze*, vol. 13, 12, pp. 527-536, 2 Pl., Bucarest.
5. - BOUCHÉ P.M. (1965). — Chitinozoaires du Silurien s.l. du Djado (Sahara nigérien). *Rev. Micropal.*, vol. 8, 3, pp. 151-164, 3 Pl., Paris.
6. - CRAMER F.H. (1964). — Microplankton from three Palaeozoic formations in the province of Leon (NW Spain). *Leidse geol. Meded.*, vol. 30, pp. 255-361, 24 Pl., Leyde.
7. - DEFLEANDRE G. (1942). — Sur les microfossiles des calcaires siluriens de la Montagne Noire, les Chitinozoaires (EISENACK). *C. R. Acad. Sci., Paris*, t. 215, pp. 286-288.
8. - DEFLEANDRE G. (1944). — Microfossiles des calcaires siluriens de la Montagne Noire. *Ann. Paléont.*, t. XXXI, pp. 41-75, 3 Pl., Paris.
9. - EISENACK A. (1931). — Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs I. *Palaeontol. Zeitschr.*, t. 13, pp. 74-118, 5 Pl., Berlin.
10. - EISENACK A. (1932). — Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs II. *Palaeontol. Zeitschr.*, t. 14, pp. 257-277, 2 Pl.
11. - EISENACK A. (1934). — Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs III, und neue Mikrofossilien des böhmischen Silurs I. *Palaeontol. Zeitschr.*, t. 16, pp. 52-76, 2 Pl.
12. - EISENACK A. (1937). — Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs IV. *Palaeontol. Zeitschr.*, t. 19, pp. 217-243, 2 Pl.
13. - EISENACK A. (1955). — Chitinozoen, Hystrichosphären und andere Mikrofossilien aus dem Beyrichia-Kalk. *Senck. leth.*, t. 36, 1-2, pp. 157-188, 5 Pl., Frankfurt-am-Main.
14. - EISENACK A. (1955). — Neue Chitinozoen aus dem Silur des Baltikums und dem Devon der Eifel. *Senck leth.*, t. 36, 5-6, pp. 311-319, 1 Pl.
15. - EISENACK A. (1964). — Mikrofossilien aus dem Silur Golands Chitinozoen. *Neues Jb. Geol. und Palaeont., Abh.*, t. 120, 3, pp. 308-342, Pl. 26-30, Stuttgart.
16. - SCHALLREUTER R. (1963). — Neue Chitinozoen aus ordovizischen Geschieben und Bemerkungen zur Gattung *Illichitina*. *Paläont. Abh.*, t. 1, 4, pp. 391-405, 2 Pl., Berlin.
17. - STAPLIN F.L. (1961). — Reef-controlled distribution of Devonian microplankton in Alberta. *Palaeontology*, vol. 4, 3, pp. 392-424, 4 Pl., Londres.
18. - TAUCOURDEAU Ph. (1961). — Chitinozoaires du Silurien d'Aquitaine. *Rev. Micropal.*, vol. 4, 3, pp. 135-154, 6 Pl., Paris.
19. - TAUCOURDEAU Ph. (1962). — Association de Chitinozoaires sahariens du Gothlandien supérieur (Ludlowien). *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7^e sér., 4, pp. 806-808, Paris.
20. - TAUCOURDEAU Ph. (1966). — Les Chitinozoaires. Techniques d'études, morphologie et classification. *Mém. Soc. géol. Fr.*, N. S., t. XLV, 104, 64 p., 4 Pl., Paris.
21. - TAUCOURDEAU Ph. et JEKHOWSKY B. DE (1960). — Répartition et description des Chitinozoaires siluro-dévoniens de quelques sondages de la CREPS, de la CFPA et de la SN Repal au Sahara. *Rev. Inst. fr. Pétrole*, vol. XV, 9, pp. 1199-1260, 12 Pl., Paris.
22. - TAUCOURDEAU Ph. et JEKHOWSKY B. DE (1964). — Chitinozoaires siluriens de Gotland; comparaison avec les faunes sahariennes. *Rev. Inst. fr. Pétrole*, vol. XIX, 7-8, pp. 845-870, 4 Pl.
23. - WILSON L.R. et HEDLUNG R.W. (1964). — *Calpichitina scabiosa*, a new Chitinozoan from the Sylvan shale (Ordovician) of Oklahoma. *Okl. geol. notes*, t. 24, 7, pp. 161-164, 1 Pl., Norman.

* * *

EXPLICATION DE LA PLANCHE X
(Grossissement x 200)

- | | |
|---|---|
| FIG. 1- 7. — <i>ANCYROCHITINA</i> EISENACK. | FIG. 19- 22. — <i>FUNGOCHITINA</i> TAUGOURDEAU. |
| FIG. 8- 9. — <i>ANGOCHITINA</i> (EISENACK) TAUGOURDEAU. | FIG. 23- 24. — <i>HOEGISPHAERA</i> STAPLIN. |
| FIG. 10- 12. — <i>BURSACHITINA</i> TAUGOURDEAU. | FIG. 25 — <i>ILLICHITINA</i> (COLLINSON et SCHWAB)
SCHALLREUTER. |
| FIG. 13- 14. — <i>CALPICHITINA</i> WILSON et HEDLUND. | FIG. 26 — <i>LAGENOCHITINA</i> EISENACK. |
| FIG. 15 — <i>CYATHIOCHITINA</i> (EISENACK) SCHALL-
REUTER. | FIG. 27- 29. — <i>SPHAERŒCHITINA</i> (EISENACK) TAU-
GOURDEAU. |
| FIG. 16 — <i>EREMOCHITINA</i> TAUGOURDEAU et DE
JEKHOWSKY. | FIG. 30 — Chitinozoaire indéterminé. |
| FIG. 17- 18. — <i>EUCONOCCHITINA</i> TAUGOURDEAU. | |



Sur la présence de *Lepidodendropsis africanum* LEJAL, 1967 dans le Famennien du Finistère

par Claude BABIN (*) et Annie LEJAL (**)
(Planche XI)

Résumé. — Pour la seconde fois, un fragment de végétal est récolté dans les schistes kërabitumineux de Porsguen (Famennien II) en Plougastel-Daoulas (Finistère). Le matériel est décrit et comparé à diverses autres formes. Cet échantillon est, en définitive, rapporté à *Lepidodendropsis africanum* LEJAL, 1967 décrit dans la flore viséenne du Djado (Sahara oriental).

Cette récolte s'intègre parfaitement dans le cadre des conceptions récentes concernant la paléogéographie du Dévonien supérieur dans le domaine armoricain.

Summary. — A second piece of plant has been found in the kerabituminous shales of Porsguen (Famennian II) in Plougastel-Daoulas (Finistère). This specimen is described here and it is compared with others various patterns. Finally, this sample is assigned to *Lepidodendropsis africanum* LEJAL, 1967 of visean flora of Djado (eastern Sahara).

This discovery perfectly gets in the actual ideas concerning upper Devonian paleogeography in Armorican area.

Les schistes kërabitumineux du Famennien II du Finistère ont fait l'objet de plusieurs publications récentes (Babin, 1963 a, 1963 b, 1966). Il suffit de rappeler qu'il s'agit d'une formation relativement peu puissante mais dont l'épaisseur n'est pas appréciable avec exactitude ; le comportement tectonique très aberrant de ce matériel particulièrement incompetent ne permet jamais d'établir une succession lithologique de plus de quelques mètres.

Cet ensemble kërabitumineux à nodules plus ou moins pyriteux, est exposé dans les falaises de plusieurs axes synclinaux en rade de Brest. Le gisement le plus intéressant reste néanmoins celui de la grève de Porsguen en Plougastel-Daoulas. Cet affleurement a déjà livré, par ses nodules essentiellement, une faune précédemment analysée dans laquelle il convient de citer :

— des Mollusques Bivalves :

- Posidonia venusta* (MÜNSTER), 1840
- Buchiola retrostriata* (VON BUCH), 1832
- Buchiola prumiensis* (STEININGER), 1853
- Buchiola costulata*, BABIN, 1966
- Plethomytilus* sp.

— des Mollusques Céphalopodes :

- Lobobactrites* sp. aff. *ellipticus* (FRECH, 1897),
BABIN & CLAUSEN, 1966.
- Tornoceras* (*Aulatornoceras*) *auris* (QUENSTEDT),
1849.
- Tornoceras* (A.) *keysertlingi* MÜLLER, 1956.
- Lobotornoceras* cf. *bilobatum* WEDEKIND, 1908.
- Cheiloceras* sp.

Cette faune indique à la fois qu'il s'agit d'un ensemble du Famennien II et que le dépôt en fut marin. L'un de nous (C. B.) cependant avait indiqué, dès 1963, qu'il paraissait abusif de lui attribuer un caractère bathyal comme le firent les anciens auteurs (Barrois, 1889 ; Collin, 1912) ; l'analyse paléoécologique incitait à y voir, au contraire, des dépôts de faible profondeur, précontinentaux. La découverte d'un premier fragment de végétal déterminé *Protolapidodendron* sp. par l'une de nous (A. L.) paraissait conforme avec cette dernière hypothèse (Babin & Plusquellec, 1965). Une nou-

(*) Laboratoire de Paléontologie, Fac. Sc. Brest.

(**) Laboratoire de Paléobotanique, Fac. Sc. Paris.

velle récolte due à M. Bernicot (*), nous fournit un autre fragment de végétal assez remarquablement conservé dans un nodule. Nous croyons utile de le présenter ici.

MATÉRIEL :

Echantillon n° 427, coll. Labor. Paléontologie, Faculté des Sciences de Brest.

DESCRIPTION :

Cet échantillon est l'empreinte d'une tige de Lycophyte légèrement aplatie et incurvée d'un côté. Cette tige devait mesurer environ 3 à 4 cm de diamètre. Sa section est ici ovale, mais ceci est sans doute dû à la compression.

Ce spécimen comporte une zone incurvée sur une hauteur de 2,5 cm. La partie de la tige la mieux conservée mesure 65 mm de longueur et 45 mm de largeur. On y observe des verticilles alternés de coussinets foliaires disposés en files verticales.

Chaque coussinet mesure 7 mm de hauteur et 0,9 mm dans sa plus grande largeur. Il présente une forme rhomboïdale. Les *caudae* supérieures et inférieures sont très effilées et les deux bords latéraux sont légèrement convexes. Dans la moitié supérieure de chaque coussinet, on observe un bombement ovale qui correspond à la cicatrice foliaire. La plage supérieure est excessivement réduite. La plage inférieure est parcourue par un sillon médian, issu de la cicatrice foliaire, qui se prolonge jusqu'à l'extrémité de la *cauda* inférieure. Sur certaines cicatrices foliaires, on trouve dans leur moitié supérieure, une cicatricule vasculaire ponctiforme. On n'observe pas de ligule ni de parichnos. Les coussinets sont verticalement et horizontalement distants de 1,6 à 2 mm les uns des autres. L'écorce qui les sépare est lisse et forme un bourrelet ondulé qui épouse le contour des coussinets. Le rapport de la largeur de chaque coussinet à sa hauteur est ici de 0,9/7 soit 0,13.

AFFINITÉS.

Cette tige de Lycophyte d'origine famennienne, apparemment dépourvue de ligule, nous permet de la considérer comme faisant partie de l'ordre des Protolépido-dendrales. Des coussinets à *caudae*

effilées dans le prolongement vertical les unes des autres se rencontrent chez *Lepidodendron veltheimii* STERNBERG, 1825, du Carbonifère inférieur, mais cette espèce possède une ligule et des coussinets en disposition hélicoïdale, ce qui l'éloigne de notre échantillon.

Cet aspect protolépido-dendroïde se retrouve dans les genres *Protolépido-dendron* POTONIE & BERNARD, 1904, du Dévonien inférieur et moyen et *Prolepido-dendron* ARNOLD, 1939, du Dévonien supérieur de Pennsylvanie où les coussinets sont rhomboïdaux en disposition verticillée. Ces deux genres assez voisins ont des coussinets contigus et des cicatrices foliaires peu nettes, ce qui diffère de cette empreinte où ils sont espacés avec une cicatrice foliaire distincte. Les feuilles n'ont pas été conservées sur ce spécimen, elles sont divisées chez le *Protolépido-dendron*, et simples, munies d'un limbe, chez le *Prolepido-dendron*.

La disposition en files verticales des coussinets rhomboïdaux rapprocherait cet échantillon du genre *Protolépido-dendropsis* GOTHAN & ZIMMERMANN, 1937. Ce genre a été trouvé dans le Dévonien supérieur de Silésie ; ses coussinets foliaires sont dépourvus de parichnos, ils sont séparés entre eux par des bourrelets d'écorce ondulés. Ceci est semblable à ce que nous observons sur notre empreinte mais la

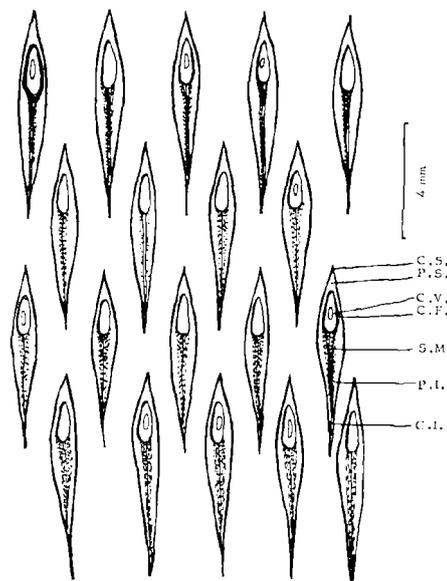


FIG. 1. — C.I. : cauda inférieure ; C.F. : cicatrice foliaire ; C.S. : cauda supérieure ; C.V. : cicatricule vasculaire ; P.I. : plage inférieure ; P.S. : plage supérieure ; S.M. : sillon médian.

(*) Nous remercions vivement M. Bernicot du Relecq-Kerhuon qui a fait don de son échantillon au Laboratoire de Paléontologie de Brest.

disposition des coussinets est hélicoïdale pour le *Protolapidodendropsis* et la forme de la *cauda* supérieure de chaque coussinet est arrondie, cela diffère de ce que nous observons sur notre spécimen.

Cette empreinte de tige présente aussi quelques analogies avec le genre *Sublepidodendron* (NATHORST) ILLMER 1927, du Carbonifère inférieur du Spitzberg. L'aspect général des coussinets rhomboïdaux à *caudae* effilées est le même. La disposition est ici hélicoïdale alors qu'elle est verticillée sur notre tige et les cicatrices foliaires sont différentes. Le genre *Sublepidodendron* ne montre pas de vraies cicatrices foliaires individualisées comme dans le cas de notre échantillon, la partie médiane du coussinet est parcourue par un sillon issu d'un arc foliaire en forme de V renversé caractéristique du genre. Sur notre échantillon, les cicatrices foliaires sont ovoïdes.

Des coussinets rhomboïdaux en disposition verticillée sont plutôt caractéristiques du genre *Lepidodendropsis* LUTZ, 1933. Ce genre a été trouvé dans le Carbonifère inférieur de Geigen bei Hof en Bavière. L'auteur l'a défini comme « Plantes fossiles semblables au *Lepidodendron*, avec des coussinets foliaires étroits, de forme allongée, rectangulaire à vaguement fusiforme, du type *Sublepidodendron* NATHORST, qui se composent d'un coussinet principal et d'un coussinet secondaire. La cicatrice foliaire est indistincte et on n'observe ni ligule ni parichnos. La disposition des coussinets est verticillée ou hélicoïdale. On observe des lignes longitudinales plus ou moins accusées entre les coussinets. Les feuilles sont le plus souvent subulées ».

Ce genre est particulièrement fréquent au Carbonifère inférieur, mais il semble qu'il ne soit pas limité à cet étage, car on connaît quelques espèces au Dévonien supérieur.

Cet échantillon provenant du Famennien de Porsguen, il est intéressant de le comparer aux espèces déjà connues à cet étage :

Lepidodendropsis arborescens SZE, 1952,

Lepidodendropsis dzungariensis SZE, 1961.

Lepidodendropsis arborescens SZE, 1952, a été trouvé dans le Dévonien moyen du Yun-nan central et dans le Dévonien supérieur de Hupei en Chine. Les figurations que donne Sze (1952, Pl. VI, fig. 1 et 1a) nous montrent une tige de 2 à 3 cm de diamètre ramifiée dichotomiquement. Elle porte des coussinets rhomboïdaux disposés en verticilles alternés et en files verticales. Chaque coussinet

mesure 1,5 mm de longueur et 1 mm de largeur. On n'observe pas de cicatrice. Les coussinets ne sont pas contigus mais laissent entre eux une bande d'écorce. Ceci se rapproche un peu de ce que nous rencontrons sur l'échantillon du Finistère. Ce dernier montre quelques différences concernant les dimensions des coussinets, la forme de leurs *caudae* et la présence d'une cicatrice foliaire.

Lepidodendropsis dzungariensis SZE, 1961, a été trouvé dans le Dévonien supérieur du Sinkiang (Chine). Les coussinets de ces échantillons paraissent assez grands, ils mesurent 8 à 12 mm de longueur et 3,5 à 5 mm de largeur. A la Pl. II (fig. 4, 4a et 5) de Sze (1961), on constate que les coussinets sont contigus et en disposition pseudo-verticillée. La cicatrice foliaire est circulaire. Cette espèce est voisine de *Lepidodendropsis fenestrata* JONGMANS, 1940, et de *L. schurmanni* JONGMANS du Carbonifère inférieur d'Égypte et elle ressemble aussi un peu à *L. cyclostigmatoides* GOTHAN & DARRAH, 1937, de la flore du Pocono. La disposition pseudo-verticillée et la forme des coussinets dont les *caudae* sont nettement plus courtes et les dimensions différentes, sont des caractères qui ne correspondent pas à ce que nous observons sur notre spécimen du Dévonien supérieur.

Cet échantillon de Porsguen présente une morphologie voisine de celle des espèces déjà décrites au Dévonien supérieur. C'est un *Lepidodendropsis* dont les caractères se rapprochent plutôt d'une espèce décrite dans le Carbonifère inférieur du Djado (Sahara oriental) : *Lepidodendropsis africanum* LEJAL, 1967. L'espèce-type de *L. africanum* provient du Viséen du Blaka (Djado). C'est une empreinte de tige couverte de coussinets foliaires rhomboïdaux mesurant 7 mm de longueur et 3 mm de largeur. Ces coussinets sont disposés en verticilles et en files verticales. Les *caudae* sont effilées. La cicatrice foliaire située dans la moitié supérieure du coussinet, près de son apex, présente une forme rhomboïdale arrondie, elle est prolongée par un sillon médian qui parcourt toute la plage inférieure jusqu'à l'extrémité de la *cauda*. Latéralement, les coussinets sont séparés par un bourrelet d'écorce de 1,5 à 2 mm d'épaisseur, légèrement strié longitudinalement. On n'observe aucune trace de ligule ni de parichnos. Notre échantillon présente donc de grandes analogies avec cette espèce. Les coussinets mesurent la même hauteur mais leur largeur est très inférieure. Cette différence est sans doute due à une variation de la croissance en épaisseur de la tige selon l'âge et selon le niveau où se situe

notre fragment dans la plante. La distance latérale qui sépare les coussinets est la même. Les coussinets présentent la même morphologie. Il semble donc que cet échantillon corresponde à la diagnose de cette espèce : « Empreinte constituée de verticilles alternés de coussinets foliaires rhomboïdaux disposés en files verticales, séparés les uns des autres par des bourrelets ondulés d'écorce légèrement striée longitudinalement. Chaque coussinet porte à son apex une cicatrice foliaire et sa plage inférieure est parcourue par un sillon médian longitudinal et par deux sillons latéraux plus courts. Pas de parichnos visibles, ni de ligule ». Seules la largeur des coussinets et l'ornementation de la plage inférieure sont différentes. Notre exemplaire ne montre pas de sillons latéraux de part et d'autre du sillon médian postérieur, l'étréouesse du coussinet justifie cette absence d'ornementation. Cet échantillon peut donc être rapporté à *Lepidodendropsis africanum* LEJAL, 1967.

Conclusion.

Lepidodendropsis africanum a été décrit dans la flore viséenne du Blaka dans le Djado (Sahara oriental). Cette espèce coexistait avec *Archaeosigillaria vanuxemi* KIDSTON, 1901, et *Lepidosigillaria whitei* KRAUSEL & WEYLAND, 1949, qui ont été rencontrés à l'origine dans le Dévonien supérieur de l'Etat de New-York. Cela est conforme au fait

qu'il y a, semble-t-il, peu de différence entre les flores à Lycophytes du Dévonien supérieur et du Carbonifère inférieur. Il est donc intéressant de rencontrer *Lepidodendropsis africanum* dans le Famennien du Finistère.

Cette récolte vient, en outre, s'insérer parmi les arguments qui militent en faveur d'un dépôt proxicontinental pour les sédiments du Famennien II. Il est intéressant, enfin, de noter que l'absence de parichnos sur cet échantillon est conforme à la faible fréquence — statistiquement démontrée — de ces organes chez de nombreuses Lycophytes du Dévonien supérieur et du Carbonifère inférieur. Ceci tendrait à prouver que les plantes vivaient dans un milieu beaucoup plus sec que celui qui leur a été habituellement attribué. On est, dès lors, enclin à tenter des rapprochements avec divers résultats récemment obtenus par ailleurs. L'attribution au Dévonien et même, *pro parte*, au Néodévonien, des sédiments rubéfiés des départements de la Manche. Doubinger & Poncet, 1964, par exemple, suggèrent la proximité d'aires continentales soumises, peut-être, à des climats alternés avec des saisons sèches (Millet, 1964, pp. 190-192). Ainsi, par des observations variées mais concordantes, nos conceptions relatives à la paléogéographie et à la paléoclimatologie des régions armoricaines durant le Dévonien, quoique très indigentes encore, se précisent progressivement.

BIBLIOGRAPHIE

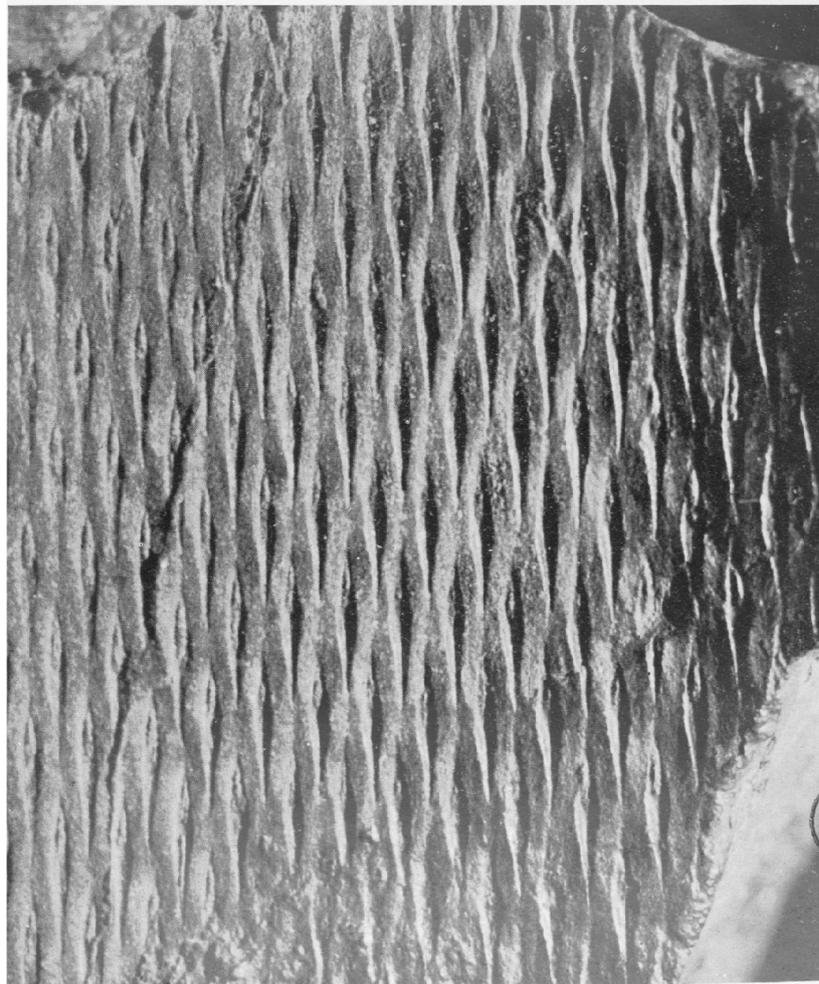
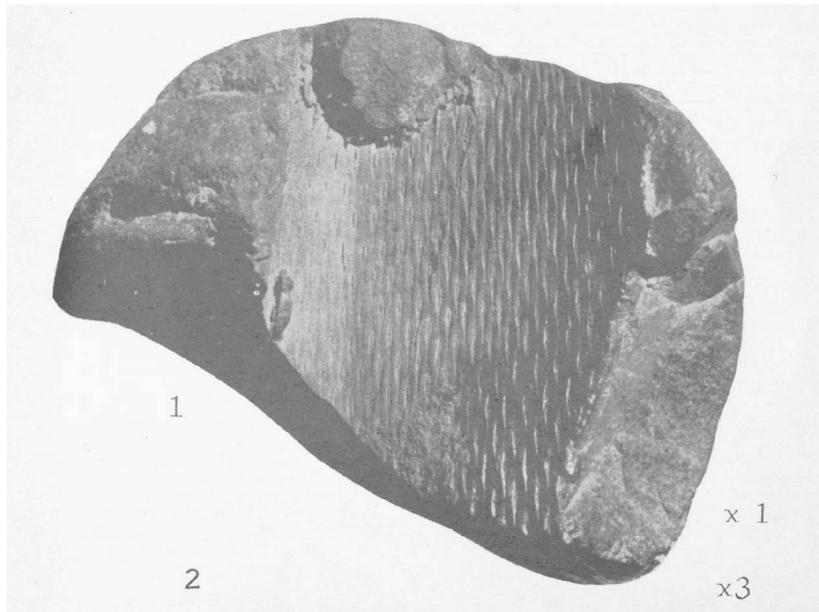
- BABIN C. (1963 a). — Faciès et faune malacologique du Famennien de Porsguen (Finistère). *Bull. Soc. géol. minér. Bret.* (1961), fasc. 1-2, pp. 65-102, 5 Pl.
- BABIN C. (1963 b). — Sur la validité de deux localités-types du Dévonien du Finistère. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, pp. 129-130.
- BABIN C. (1966). — Mollusques Bivalves et Céphalopodes du Paléozoïque armoricain. Etude systématique. Essai sur la phylogénie des Bivalves. Esquisse paléocécologique. Impr. Comm. Adm., Brest, 471 p., 18 Pl.
- BABIN C. et CLAUSEN C.D. (1967). — Une nouvelle forme du groupe de *Lobobactrites ellipticus* (FRENCH, 1897) dans le Famennien de Porsguen (Finistère). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 87, pp. 17-19, 1 Pl.
- BABIN C. et PLUSQUELLEC Y. (1965). — Sur la profondeur des mers dévoniennes dans l'Ouest du Finistère. Congrès A.F.A.S. Rennes, 1964. *Bull. Soc. géol. minér. Bret.* (1962-1963), pp. 1-8, 1 Pl.
- BARROIS C. (1889). — Note sur l'existence du terrain Dévonien supérieur à Rostellec (Finistère). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 16, pp. 132-142.
- CHAIGNER G., BOUREAU Ed. (1967). — *Traité de paléobotanique*, tome II, Lycophyta, pp. 434-802, fig. 310-510, 1 tabl. Masson édit. Paris.
- COLLIN L. (1913). — Etude de la région dévoniennne occidentale du Finistère. Thèse, Paris. Impr. Bourgeon, Brest, 470 p.
- DANZÉ-CORSIN P. (1958). — Précisions au sujet des genres *Sublepidodendron* (NATHORST) HIRMER et *Lepidodendropsis* LUTZ. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 247, (13), pp. 950-952.
- DANZÉ-CORSIN P. (1960). — Sur les flores viséennes du Maroc. *C.R. Somm. Séances Soc. Géol. Fr.*, 5, p. 95, Paris.
- DANZÉ-CORSIN P. (1960). — Les conglomérats du bas Oued Bou-Regreg et la flore du Carbonifère inférieur du Djebel Bakach, région de Rabat (Maroc). *Trav. Inst. Scient. Chérif., série Géol. et géographie physique* (8), pp. 1-62, Pl. 1-8.
- DANZÉ-CORSIN P. (1965). — Flore du Carbonifère inférieur du Djado et de l'Ennedi. *Publ. Centre Rech. Zones Arides*. C.N.R.S., série géologie (6), pp. 189-225, Pl. 1-4.

- GOTHAN W. et ZIMMERMANN F. (1937). — Weiteres über die alt-oberdevonische Flora von Bögendorf-Liebi-chau bei Waldenburg. *Jb. Preus. Geol. L.A.*, 57 S., pp. 478-506, Berlin.
- JONGMANS W.J. et VAN DER HEIDE S. (1953). — Contribution à l'étude de la faune et de la flore du Carbonifère inférieur de l'Égypte. *Congr. Géol. Intern.*, C.R. 19^e session, Alger, Section III, vol. 1, pp. 65-70.
- JONGMANS W.J. et VAN DER HEIDE S. (1955). — Flore et faune du Carbonifère inférieur d'Égypte. *Meded. von de Geol. Stichting.*, 9^e série, n° 8, pp. 65-73, Pl. 8-12.
- LEJAL A. (1967). — Etude des Sublepidodendraceae du Djado (Sahara oriental). *The Paleobotanist*. Lucknow (India) (sous presse).
- LUTZ J. (1933). — Zur Kulmflora von Geigen bei Hof. *Paleontographica*, 78 B, pp. 114-157, Pl. 25-27.
- MILLOT G. (1964). — Géologie des argiles. Masson et Cie édit., Paris, 499 p.
- READ C.B. (1955). — Formations and Price Sandstone in Parts of Pennsylvania, Maryland, West Virginia and Virginia. *Geol. Survey Prof. Paper* 263, Floras of Pocono, pp. 25-27, Pl. 18-20.
- SCHWARZBACH (1963). — *Climates of the Past.*, 328 p., Edit. Rhodes Fairbridge.
- SCHWEITZER H.J. (1965). — Über *Bergeria mimerensis* und *Protolepidodendropsis pulchra* aus dem Devon Westspizbergens. *Paleontographica*, 115 B (4-6), pp. 117-138, Pl. 32-39.
- SEWARD A.C. (1932). — Carboniferous plants from Sinai. *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, t. 88, pp. 350-357, Pl. 21-22.
- SZE H.C. (1952). — Upper Devonian plants from China. *Acta Scientia Sinica*, 1, pp. 166-192.
- SZE H.C. (1961). — On some Devonian plants from Dzungaria Basin Northwestern, Sinkiang. *Acta Scientia Sinica*, 10 (2), pp. 209-224.

* * *

EXPLICATION DE LA PLANCHE XI

- FIG. 1. — Ensemble de l'échantillon : empreinte d'un fragment de tige de *Lepidodendropsis africanum* dans un nodule. Famennien II. Grève de Porsguen en Plougastel-Daoulas (Finistère).
- FIG. 2. — Détail montrant l'aspect des coussinets foliaires et de l'écorce qui les sépare.



Les micro- et mégaspores du Faisceau de Dusouich dans le Groupe de Lens (H. B. N. P. C.)

par S. LOBOZIAK et R. COQUEL

(Planche XII)

Sommaire. — Ce travail consiste en l'étude de la microflore contenue dans les charbons du faisceau de Dusouich du Groupe de Lens (H.B.N.P.C.). Les observations ont révélé une association palynologique s'apparentant à celle des séries sous-jacente (partie supérieure du faisceau d'Ernestine) et sus-jacente (faisceau d'Edouard). Deux espèces nouvelles de microspores *Camptotriletes varius* et *Angulisporites magnus* ont été décrites.

Summary. — This work consists in the study of the Microflora contained in the seams of the Faisceau de Dusouich from the Groupe de Lens (H.B.N.P.C.). The observations show a palynological association in relation with that of the upper part of the Faisceau d'Ernestine and that of the Faisceau d'Edouard. Two new species of microspores are described: *Camptotriletes varius* and *Angulisporites magnus*.

Le faisceau de Dusouich, troisième terme de l'assise de Bruay du Bassin Houiller du Nord et du Pas-de-Calais, n'a jusqu'à présent fait l'objet d'aucune analyse palynologique.

Ce faisceau, qui présente une épaisseur variant entre 185 et 250 m, n'est connu que dans la partie centrale et occidentale du bassin. Il est limité à la base par le tonstein Talence et au sommet par le tonstein Ulric. Il comprend environ une dizaine de couches de houille d'épaisseur supérieure à 1 m.

S'il nous a été possible d'en obtenir une série géologique pratiquement complète dans les groupes de Lens (secteur de Lens-Liévin) et du Centre (secteur d'Hénin-Liétard), tous les charbons rencontrés ne se sont malheureusement pas montrés macérables. C'est ainsi qu'en ce qui concerne les échantillons appartenant au second groupe, leur attaque par les réactifs oxydants n'a permis d'extraire aucun microfossile. Aussi notre travail d'investigation n'a porté que sur les seuls prélèvements du Groupe de Lens (fig. 1), lesquels ont été effectués à la fosse 6 de Liévin pour les veines et passées immédiatement sus-jacentes au tonstein Talence (environ 35 m de terrain), à la fosse 7 d'Avion pour les couches de la partie moyenne

(environ 50 m de terrain) (*), ainsi qu'à la fosse 3 de Lens pour celles de la partie supérieure (environ 105 m de terrain).

I. — Etude qualitative.

La macération a été réalisée par la méthode de Zetzsche et Kälén pour l'extraction des mégaspores et par la liqueur de Schulze (4 g de $KClO_3 + 28$ à 30 cc de HNO_3) pour celle des microspores. Dans la majorité des cas, les spores et grains de pollen recueillis se sont montrés relativement abondants et bien conservés. Seul le macérat obtenu à partir de l'échantillon moyen de la veine Louis, à la suite de l'attaque chloronitrique, a révélé une population sporologique peu importante et fortement altérée. C'est pourquoi nous avons fait subir à cet échantillon un traitement préalable qui a consisté à faire bouillir, durant 4 heures, 2 g de charbon dans 200 cc de H_2O_2 à 130 volumes (**).

(*) Seule la veine Amé n'a pu être atteinte dans aucun travail actuel du fond.

(**) Le temps de la macération proprement dite effectuée à la suite de cette opération préliminaire a été réduit de 3 heures à 30 minutes.

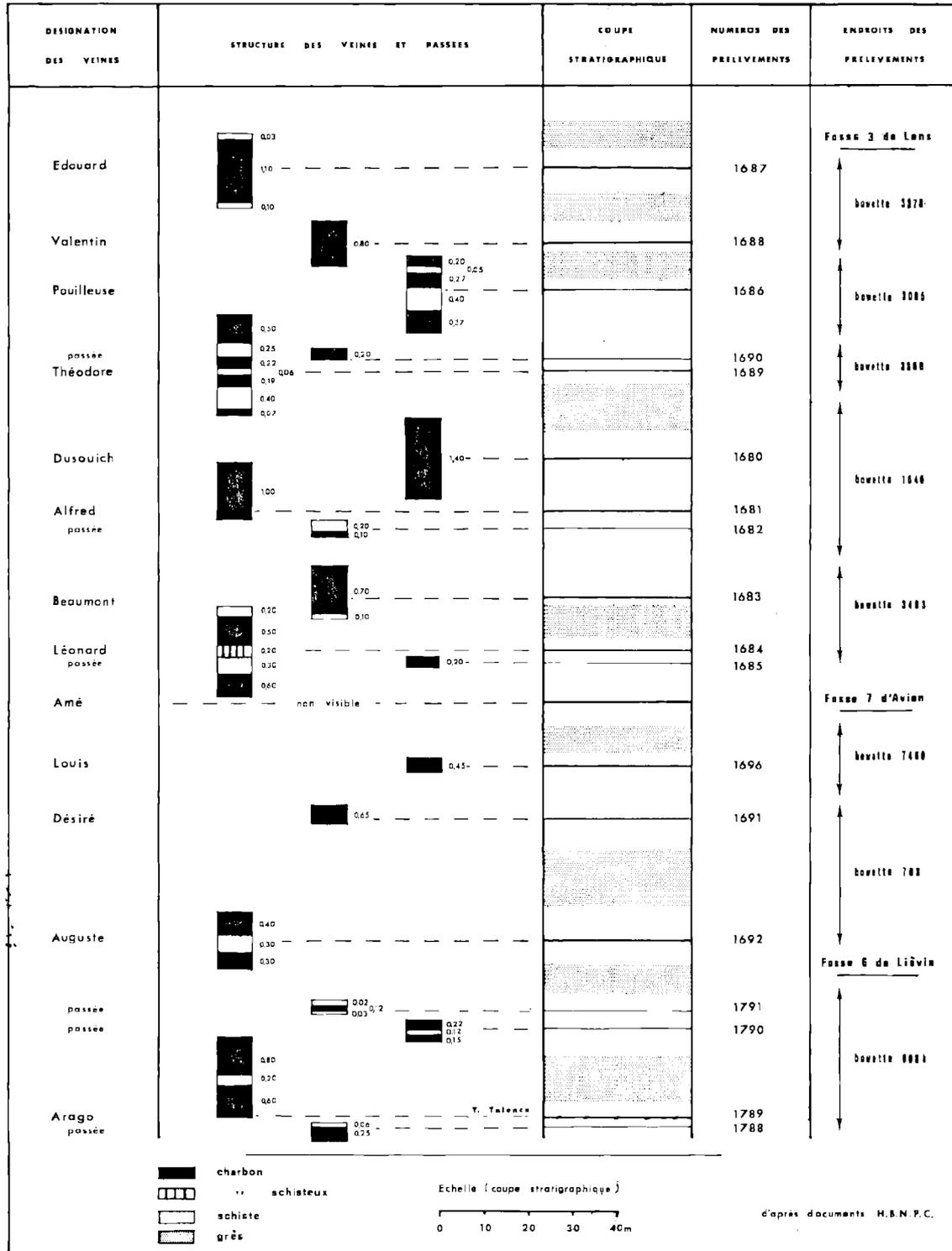


FIG. 1. — Groupe de Lens. Coupe stratigraphique.

Les formes recueillies ont été rangées dans la classification publiée en 1960 par R. Potonié et à laquelle nous avons apporté quelques modifications tirées pour la plupart de la classification proposée en 1962 par P. Corsin, J. Danzé, J. Carette et J.P. Laveine (*). Nous les citons dans la liste donnée ci-dessous. Seules les espèces nouvelles ou peu signalées jusqu'à présent dans les charbons du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais font l'objet d'une étude un peu plus détaillée.

Anteturma SPORITES II. POTONIÉ

Turma MONOLETES IBRAHIM

Subturma AZONOMONOLETES LUBER

Infraturma LAEVIGATOMONOLETI
DYB. et JACH.

Genre LAEVIGATOSPORITES IBRAHIM

- L. vulgaris* IBRAHIM.
L. desmoinesensis (WILS. et COE) SCH., WILS. et BENT.
L. medius KOSANKE.
L. minimus (WILS. et COE) SCH., WILS. et BENT.
L. latus KOSANKE (Pl. XII, fig. 6).
L. maximus (LOOSE) POT. et KR.

Infraturma SCULPTATOMONOLETI
DYB. et JACH.

Genre PUNCTATOSPORITES IBRAHIM

- P. minutus* IBRAHIM.
P. rotundus BHARADWAJ.
P. granifer POT. et KR. (Pl. XII, fig. 1).

Genre THYMOSPORA WILS. et VENK.

- T. obscura* (KOS.) WILS. et VENK. (Pl. XII, fig. 5).

Thymospora obscura (KOSANKE) WILS. et VENK.
(Pl. XII, fig. 5)

DESCRIPTION : Ces microspores, de taille comprise entre 24 et 34 microns, ont un contour ovale. La fente monolète, généralement peu visible, fait les 3/4 de la longueur de la spore. L'exine est couverte de granules et verrues irrégulièrement disposés.

(*) A partir de cette classification, certains noms de genres ont vu leur terminaison modifiée. Nous estimons cependant qu'il est préférable de ne pas poursuivre cette tentative et nous respecterons le principe de la règle d'antériorité.

Genre SPINOSPORITES ALPERN

- S. spinosus* ALPERN.

Genre TORISPORA (BALME) ALP., DOUB. et HORST

- T. securis* (BALME) ALP., DOUB. et HORST (Pl. XII, fig. 2 et 3).
T. cf. verrucosus (Pl. XII, fig. 4).

Subturma ZONOMONOLETES LUBER

Genre SPECIOSOSPORITES POT. et KR.

- S. laevigatus* ALPERN.
S. minor ALPERN.
S. minutus ALPERN.

Turma TRILETES REINSCH

Subturma AZONOTRILETES LUBER

Infraturma LAEVIGATI (BEN. et KIDST.)
POT. et KR.

Genre LEIOTRILETES (NAUMOVA) POT. et KR.

- L. adnatoides* POT. et KR.
L. adnatus (KOSANKE) POT. et KR.
L. convexus (KOSANKE) POT. et KR.
L. sphaerotriangularis (LOOSE) POT. et KR.
L. subadnatoides BHARADWAJ (Pl. XII, fig. 7).

Leiotriletes subadnatoides BHARADWAJ
(Pl. XII, fig. 7)

DESCRIPTION : Ce sont des microspores de taille comprise entre 15 et 29 microns, à contour équatorial triangulaire à côtés rectilignes à légèrement convexes. L'exine, peu épaisse, est lisse à finement infraponctuée. La marque trilète présente des branches rectilignes atteignant au moins les 2/3 du rayon de la spore.

Genre CALAMOSPORA SCH., WILS. et BENT.

- C. mutabilis* (LOOSE) SCH., WILS. et BENT.
C. pedata KOSANKE.
C. brevirostrata KOSANKE.
C. liquida KOSANKE.

Genre PUNCTATISPORITES (IBR.) POT. et KR.

- P. punctatus* IBRAHIM.
P. obesus (LOOSE) POT. et KR.

Genre LAEVIGATISPORITES (IBR.) POT. et KR.

- L. reinschi* IBRAHIM.

Genre *PSEUDOVALVISISPORITES* LACHKAR

P. flavus (STACH et ZERNDT) LACHKAR.
P. nigrozonalis (STACH et ZERNDT) LACHKAR.

Infraturma GRANULATI DYB. et JACH.

Genre *GRANULATISPORITES* IBRAHIM

G. parvus (IBR.) POT. et KR.
G. piroformis LOOSE.
G. minutus POT. et KR.

Genre *CYCLOGRANISPORITES* POT. et KR.

C. aurus (LOOSE) POT. et KR.
C. microgranus BHARADWAJ.
Cyclogranisporites sp. (Pl. XII, fig. 911).

Cyclogranisporites sp.
(Pl. XII, fig. 9-11)

DESCRIPTION : Ces microspores, de taille variant entre 40 et 70 microns, présentent un contour équatorial circulaire à ovale. L'exine, relativement épaisse pour une espèce de ce genre, est couverte de petits granules (1 micron de diamètre) peu espacés. La marque trilète, bien visible, présente de longues branches rectilignes qui dépassent souvent les 2/3 du rayon de la spore. Les lèvres épaisses sont légèrement surélevées ; leur développement se montre assez variable sur un même individu (Pl. XII, fig. 11). Sur certains exemplaires, le grand développement des lèvres (Pl. XII, fig. 10) fait que la marque trilète semble bordée par un kyrtome, de telles formes s'apparentant alors aux *Ahrensispорites granulatus* BARTH.

Infraturma NODATI DYB. et JACH.

Genre *TUBERCULATISPORITES* (IBR.)
P.M. CORS., LOB. et SOY.

T. breviaculeatus (NOWAK et ZERNDT) POT. et KR.
T. tuberosus IBRAHIM.
T. brevispiculus (SCHOPF) POT. et KR.

Genre *TRILETISPORITES* (POT.) POT. et KR.

T. tuberculatus (ZERNDT) POT. et KR.

Infraturma APICULATI (BEN. et KIDST.) POT.

Genre *PLANISPORITES* (KNOX) POT. et KR.

P. spinulistratus (LOOSE) POT. et KR.
P. granifer (IBR.) KNOX (Pl. XII, fig. 12).

Genre *APICULATISPORIS* POT. et KR.

A. aculeatus (IBR.) POT. et KR. (Pl. XII, fig. 8).
A. latigranifer (LOOSE) IMGRUND.

Genre *ANAPICULATISPORITES* POT. et KR.

A. minor BLITT. et WILL.
A. jugatispinosus LAVEINE.

Genre *PUSTULATISPORITES* POT. et KR.

P. pustulatus POT. et KR.

Genre *LOPHOTRILETES* (NAUMOVA) POT. et KR.

L. gibbosus (IBR.) POT. et KR.
L. mosaicus POT. et KR.
L. microsactosus (LOOSE) POT. et KR.
L. commissuralis (KOSANKE) POT. et KR.
L. pseudaculeatus POT. et KR.
L. insignitus (IBR.) POT. et KR.

Genre *ACANTHOTRILETES* (NAUMOVA)
POT. et KR.

A. microspinosus (IBR.) POT. et KR.

Genre *SCHOPFITES* KOSANKE

S. colchesterensis KOSANKE (Pl. XII, fig. 13).

Schopfites colchesterensis KOSANKE
(Pl. XII, fig. 13)

DESCRIPTION : Ce sont des microspores d'environ 60 microns de diamètre et à contour équatorial circulaire à ovale. Leur ornementation est différente sur les deux faces. La face distale, fortement sculptée, porte des ornements variés (tubercules, verrues, etc.), tandis que la face proximale est ponctuée à granulée. Les surfaces de contact sont bien délimitées et la marque trilète nette.

Genre *APICULATISPORITES* (IBR.)
P.M. CORS., LOB. et SOY.

A. densiornatus DANZ., LEV.-CAR. et LOB.
A. doubingeri DANZ., LEV.-CAR. et LOB.
A. pseudogiganteus (SELOSSE) P.M. CORS., LOB. et SOY.
A. subfuscus (WICHER) DANZ., LEV.-CAR. et LOB.

Genre *COLISPORITES* POT. et KR.

C. bulbosus (HORST) POT. et KR.

Infraturma VERRUCATI DYB. et JACH.

Genre *VERRUCOSISPORITES* (IBR.)
SMITH et coll.

V. verrucosus (IBR.) SMITH et coll.

Infraturma BACULATI DYB. et JACH.

Genre *RAISTRICKIA* (SCH., WILS. et BENT.)
POT. et KR.

R. superba (IBR.) SCH., WILS. et BENT.
R. rubida KOSANKE (Pl. XII, fig. 14).
R. fibrata (LOOSE) SCH., WILS. et BENT.

Infraturma MURORNATI POT. et KR.

Genre *MICRORETICULATISPORITES* (KNOX)
POT. et KR.

M. nobilis (WICHER) KNOX.

Genre *DICTYOTRILETES* (NAUMOVA) POT. et KR.

D. bireticulatus (IBR.) POT. et KR.
D. minor NAUMOVA.

Genre *CAMPTOTRILETES* NAUMOVA

C. bucculentus (LOOSE) POT. et KR.
C. varius nov. sp. (Pl. XII, fig. 15-20).

Camptotriletes varius nov. sp.
(Pl. XII, fig. 15-20)

La passée au-dessus de la veine Théodore a révélé la présence, en de très faibles proportions, d'un type de spore à ornementation réticulée qui semble constituer un groupe morphologique homogène, dans lequel nous allons brièvement décrire quelques-uns des spécimens figurés (Pl. XII, fig. 15-20) en partant de la forme la plus ornementée.

Pl. XII, fig. 15. — Cette microspore à contour circulaire montre une forte ornementation constituée de murailles plates et larges (6 à 10 microns) délimitant des lumières et des stries imparfaites, étroites et allongées (jusqu'à 10 microns de long). L'exine est très épaisse (5 à 7 microns). La paroi de la spore étant abîmée, la marque trilète n'apparaît pas avec netteté. La taille est d'environ 100 microns.

Pl. XII, fig. 16. — Cet individu, légèrement plus grand que le précédent (105 microns), présente les mêmes caractères. Cependant l'exine est plus mince (3-4 microns) et les murailles plus basses. L'étroitesse des lumières et des stries fait que cette exine semble en quelque sorte fissurée. La marque trilète, avec ses longues branches rectilignes et ses lèvres développées, est bien visible.

Pl. XII, fig. 18 et 19. — Ici les murailles sont encore plus basses et deviennent peu distinctes. Il

en est de même pour les stries qui demeurent étroites et allongées.

Pl. XII, fig. 20. — Quant à la dernière forme de ce type ici figurée, la plus petite de toutes, elle montre des murailles larges, très plates et à peine discernables. Elles délimitent des stries peu accusées, étroites et allongées. La marque trilète, avec ses longues branches rectilignes, atteint les 2/3 du rayon de la spore.

Toutes ces spores rencontrées dans un même niveau paraissent appartenir à une même espèce qui, jusqu'à présent, n'a pas été décrite dans la littérature et pour laquelle nous donnons la diagnose suivante (holotype : Pl. XII, fig. 16).

DIAGNOSE : « Microspores trilètes à contour équatorial circulaire à subcirculaire. Exine épaisse, portant des murailles plates et larges (jusqu'à 8 microns), parfois très peu visibles, délimitant de petites lumières et stries imparfaites, étroites et allongées (jusqu'à 10 microns de long et 3 microns de large). Tout au plus 35 ares sur le pourtour. Marque trilète souvent très nette, à longues branches rectilignes atteignant au moins les 2/3 du rayon de la spore. Lèvres bien développées. Taille 70 à 110 microns ».

Subturma ZONOTRILETES WALTZ

Infraturma CINGULATI POT. et KLAUSS

Genre *LYCOSPORA* SCH., WILS. et BENT.

L. micropapillata (WILS. et COE) SCH., WILS. et BENT.
L. pusilla (IBR.) SCH., WILS. et BENT. (Pl. XII, fig. 22).
L. pellucida (WICHER) SCH., WILS. et BENT.
L. parva KOSANKE.
L. brevis PHARADWAL.
L. granulata KOSANKE (Pl. XII, fig. 23).

Genre *CALLISPORITES* BUTT. et WILL.

C. cingulatus (ALPERS) LAVERNE.

Genre *WESTPHALENSISPORITES* ALPERS

W. irregularis ALPERS.

Genre *DENSOSPORITES* (BERRY) BUTT. et COLL.

D. annulatus (LOOSE) SCH., WILS. et BENT.
D. cf. coronarius.
D. faunus (IBR.) POT. et KR.

D. lobatus KOSANKE.
D. sphaerotriangularis KOSANKE.
D. spinosus DYB. et JACH.
D. cf. spinosus.

Genre *CINGULIZONATES* (DYB. et JACH.)
BUTT. et coll.

C. tuberosus DYB. et JACH.

Genre *CRISTATISPORITES* (POT. et KR.)
BUTT. et coll.

C. indignabundus (LOOSE) POT. et KR.
C. solaris (BALME) BUTT. et coll.
C. connexus POT. et KR.

Genre *CRASSISPORA* BHARADWAJ

C. ovalis BHARADWAJ.
C. kosankei (POT. et KR.) BHARADWAJ.

Genre *ANGULISPORITES* BHARADWAJ

Angulisporites magnus nov. sp. (Pl. XII, fig. 21).

Angulisporites magnus nov. sp.
(Pl. XII fig. 21)

Holotype: Pl. XII, fig. 21.

DIAGNOSE: « Microspores à contour équatorial triangulaire à côtés nettement convexes et à sommets arrondis. Granulum dense recouvrant toute l'exine. Cingulum peu épais, scindé en deux zones d'égale importance et de largeur voisine de celle du rayon du corps central. Marque trilète à branches rectilignes bien visibles sur le corps central. Taille: 60 à 90 microns. »

DISCUSSION: Cette espèce se distingue de *A. splendidus* BHARADWAJ par son cingulum nettement plus développé.

REMARQUE: *A. magnus* nov. sp. a été observée dans plusieurs veines et passées du faisceau de Dusouich, dans des proportions toujours infimes. Dans la plupart des cas, la partie externe du cingulum est corrodée, certains spécimens se révélant d'ailleurs dépourvus de cette zone externe.

Infraturma ZONATI POT. et KR.

Genre *CIRRATRIRADITES* WILS. et COE

C. saturni (IBRAHIM) SCH., WILS. et BENT.

Genre *REINSCHIOSPORA* SCH., WILS. et BENT.

R. triangularis KOSANKE.

Genre *TRIANGULATISPORITES* POT. et KR.

T. triangulatus (ZERNDT) POT. et KR.
T. zonatus (IBR.) POT. et KR.
T. regalis (IBR.) POT. et KR.
T. tertius POT. et KR.

Genre *ZONALESPORITES* (IBR.) POT. et KR.

Z. brasserti (STACH et ZERNDT) POT. et KR.

Genre *SUPERBISPORITES* POT. et KR.

S. superbus (BARTLETT) POT. et KR.
S. dentatus (ZERNDT) POT. et KR.

Subturma AURITOTRILETES POT. et KR.

Infraturma AURICULATI (SCHOPF) POT. et KR.

Genre *TRIQUITRITES* (WILS. et COE)
SCH., WILS. et BENT.

T. arcuatus WILS. et COE.
T. tribullatus (IBR.) SCH., WILS. et BENT.
T. triturgidus (LOOSE) SCH., WILS. et BENT.
T. sculptilis BALME.
T. exiguus WILS. et KOS.
T. tripartitus ALPERN.
T. desperatus POT. et KR.

Genre *VALVISISPORITES* (IBR.) POT. et KR.

V. auritus (ZERNDT) BHARADWAJ.
V. appendiculatus (KOW-MASL.) POT. et KR.

Subturma AURITOLAGENOTRILETES
P. CORS., CAR., DANZÉ et LAV.

Genre *EXPANSISPORITES* (LOBOZIAK)
LOB. et SOY.

E. westphalensis (BHARADWAJ) LOBOZIAK.

Subturma LAGENOTRILETES POT. et KR.

Genre *LAGENOISPORITES* POT. et KR.

L. rugosus (LOOSE) POT. et KR.

Subturma CYSTITRILETES
P. CORS., CAR., DANZÉ et LAV.

Genre *CYSTOSPORITES* SCHOPF

C. giganteus (ZERNDT) DIJKSTRA.
C. varius (WICHER) DIJKSTRA.

Subturma OPERCULATITRILETES LAVEINE

Genre *VESTISPORA* (WILS. et HOFF.)
WILS. et VENK.

- V. lucida* (BUTT. et WILL.) POT.
V. costata (BALME) BHARADWAJ.
V. cancellata (DYB. et JACH.) WILS. et VENK.
V. cf. foveosa (Pl. XII, fig. 24).
V. fenestrata (KOS. et BRCK.) WILS. et VENK.
V. velensis (BHARAD.) WILS. et VENK.
V. irregularis (KOS.) WILS. et VENK.

Anteturma POLLENITES R. POTONIÉ

Turma SACCITES ERDTMAN

Subturma MONOSACCITES (CHITALEY)
POT. et KR.

Infraturma ALETESACCITI LESCHIK

Genre *FLORINITES* SCH., WILS. et BENT.

- F. pellucidus* (WILS. et COE) WILS.
F. pumicosus (IBR.) SCH., WILS. et BENT.
F. mediapudens (LOOSE) POT. et KR.
F. millotti BUTT. et WILL.
F. junior POT. et KR. (Pl. XII, fig. 25).
F. minutus BHARADWAJ.

Infraturma TRILETESACCITI LESCHIK

Genre *ENDOSPORITES* WILS. et COE

- E. ornatus* WILS. et COE.
E. globiformis (IBR.) SCH., WILS. et BENT.
E. zonatis (LOOSE) KNOX.

Subturma DISACCITES COOKSON

Infraturma DISAOCITRILETI LESCHIK

Genre *ALISPORITES* DAUGHERTY

Alisporites sp.

Genre *PITYOSPORITES* SEWARD

Pityosporites sp. (Pl. XII, fig. 26).

Les grains de pollen que nous plaçons dans ce genre ont été reconnus dans quelques niveaux. Ils présentent un corps central lisse et 2 sacs infraréticulés rejetés sur le côté distal.

Subturma POLYSACCITES COOKSON

Genre *ALATISPORITES* IBRAHIM

- A. pustulatus* IBRAHIM.
A. cf. punctatus (Pl. XII, fig. 27).

Turma PPLICATES R. POTONIÉ

Subturma PRAECOLPATES POT. et KR.

Genre *SCHOFFIPOLLENITES* POT. et KR.

S. ellipsoïdes (IBR.) POT. et KR.

II. — Répartition.

Pour chaque échantillon, il a été fait une étude quantitative à la fois des mégaspores et des microspores (tabl. A et B).

En ce qui concerne les mégaspores, celles-ci ont été recueillies en assez faible quantité. Aussi, afin d'en avoir une représentation valable, nous avons été dans l'obligation d'effectuer plusieurs comptages de chacun des niveaux envisagés.

Si nous consultons le tableau A, il s'avère que ces spores de grande taille peuvent être, au point de vue de leur répartition et de leur importance numérique, divisées en quatre catégories. En effet, nous notons :

- les mégaspores à représentation permanente et importante,
- les mégaspores à présence relativement continue mais peu abondante,
- les mégaspores à apparitions massives mais de courtes durées,
- les mégaspores accessoires.

Dans la première catégorie sont à ranger essentiellement : *Triangulatisporites tertius* et *T. zonatus* que l'on retrouve dans toutes les couches (à l'exception de la passée au toit de la veine Théodore) et généralement dans des proportions importantes.

Dans la seconde catégorie entrent les mégaspores, telles que *Laevigatisporites reinschi*, *Triangulatisporites triangulatus*, *Superbisporites superbus*, *Valvisisporites auritus* et *Cystosporites giganteus* que l'on rencontre dans un nombre relativement élevé de prélèvements, mais dont la présence n'ap-

REPARTITION DES MEGASPORES																																
NUMEROS DES PRELEVEMENTS	DESIGNATION DES VEINES	L. reinichi	P. nigrozonalis	P. flavus	T. breviaculeatus	T. tuberosus	T. brevispiculus	T. tuberculatus	A. densicornatus	A. doubingeri	A. pseudogiganteus	A. subspinus	C. bulbosus	T. triangulatus	T. zonatus	T. regalis	T. tertius	Z. brasseri	S. superbus	S. dentatus	V. auritus	V. appendicularis	V. augustae	E. westphalensis	L. rugosus	C. giganteus	C. varius	S. ellipsoïdes	Indéterminés	Nombre d'échantillons	TOTAL	
		1687	Edouard	8	.	22	.	1	.	3	.	14	.	.	3	2	.	1	2	54
1688	Valentin	3	.	2	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	7	.	9	.	2	.	2	1	12	.	.	2	14	.	5	3	62
1686	Paullense	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	15	.	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	50
1690	poisse	.	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	17	1	1	7	.	12	4	1	50
1689	Théodore	23	2	.	.	1	3	2	8	4	.	3	.	4	29	6	32	.	.	4	.	.	.	.	.	1	.	4	11	8	137
1680	Dasouich	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	3	.	3	.	1	53	5	.	.	.	.	.	.	.	3	1	69
1681	Alfred	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6	.	20	.	1	32	.	.	.	.	.	19	1	.	1	1	84
1682	poisse	9	.	.	.	.	.	1	3	.	.	.	.	.	5	.	17	.	.	.	.	.	.	.	24	.	.	.	4	2	63
1683	Baumant	2	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	1	13	.	5	.	.	.	5	6	3	3	12	1	.	1	4	2	59
1684	Leonard	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	.	6	.	1	19	7	2	5	.	1	3	1	.	6	2	57
1685	poisse	1	.	.	3	.	1	.	10	1	5	1	1	.	1	.	4	.	4	28	2	.	.	.	1	.	1	.	3	1	67	
.	Amé
1696	Louis	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	1	11	.	13	.	10	3	.	.	.	.	.	8	.	.	2	2	51
1691	Désiré
1692	Auguste
1791	poisse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	19	.	6	.	.	1	.	5	.	1	22	.	2	3	1	60	
1790	poisse	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	11	.	.	.	.	.	.	22	.	.	8	.	1	4	2	53	
1789	Arago	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15	6	17	.	2	.	1	.	1	.	1	.	2	.	4	4	51	
1788	poisse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	30	1	34	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	70

TABLEAU A

porte que peu de données particulièrement utiles à la connaissance du faisceau.

Dans la troisième catégorie il convient de placer *Pseudovalvisporites flavus*, *Superbisporites dentatus*, *Lagenoisporites rugosus*, *Cystosporites varius* et *Schopfipollenites ellipsoïdes* qui montrent une présence discontinue, avec des apparitions généralement massives et brutales et des disparitions tout aussi soudaines.

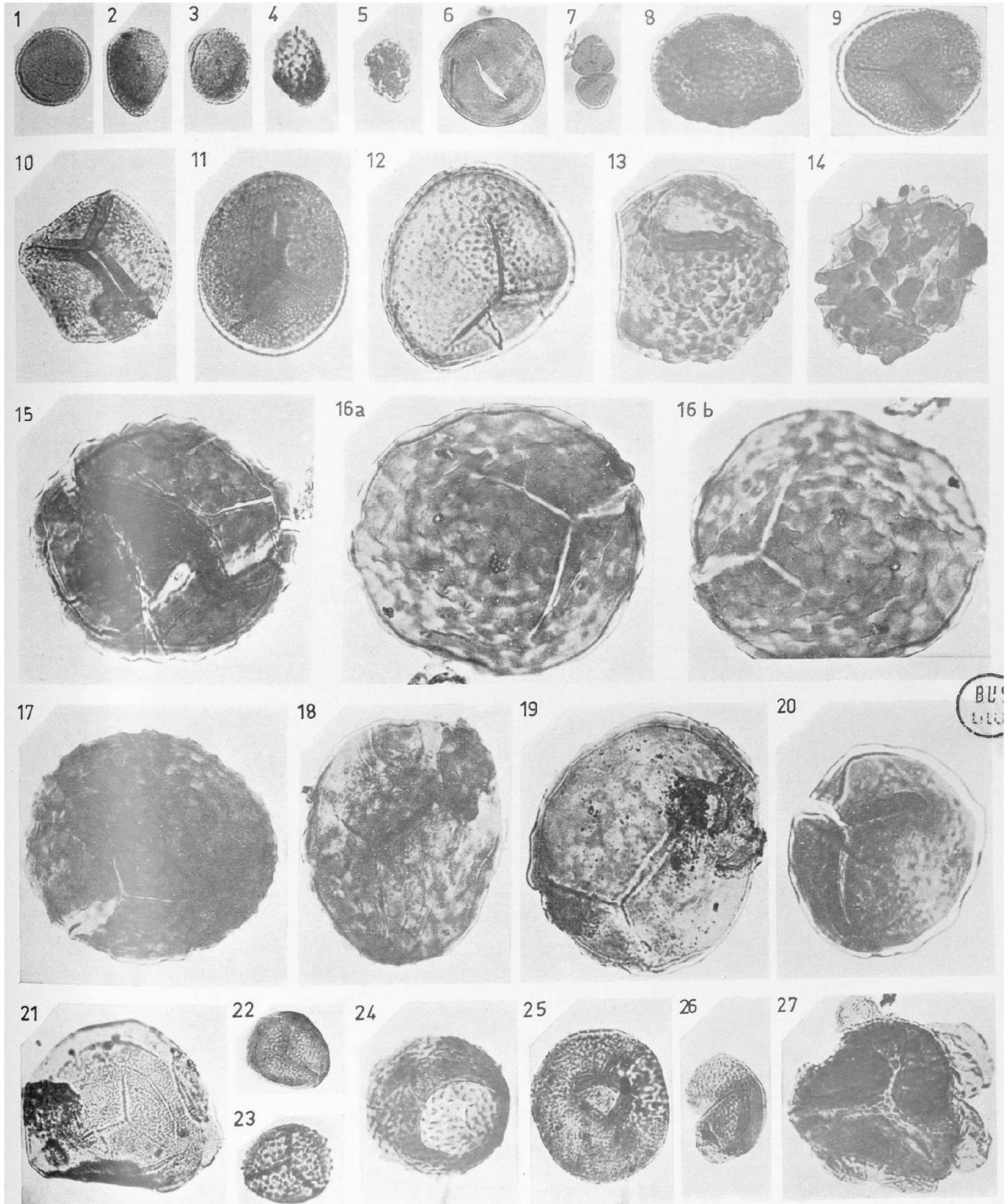
Enfin, dans la quatrième catégorie s'intègrent *Pseudovalvisporites nigrozonalis*, *Tuberculatisporites breviaculeatus*, *T. tuberosus* et *T. brevispiculus*, *Trilectisporites tuberculatus*, *Apiculatisporites densicornatus*, *A. doubingeri*, *A. pseudogiganteus* et *A. subspinus*, *Colisporites bulbosus*, *Valvisporites appendicularis* et *Expansisporites westphalensis* recueillies très occasionnellement et qui constituent le cortège des mégaspores accessoires.

Les microspores, par contre, se sont révélées plus abondantes. Dans la plupart des cas, l'analyse d'une lame a suffi à la détermination de 500 individus.

L'examen du tableau B montre une répartition plus soutenue de ces microfossiles. Les fluctuations y sont moins accentuées et nous n'assistons pas, comme dans le cas des mégaspores, à des disparitions momentanées aussi brutales. Par leur importance quantitative, les microspores peuvent également être scindées en quatre catégories :

— la catégorie des microspores à forte population et à variation verticale relativement faible, dans laquelle entrent les *Laevigatosporites* et *Lycospora*,

— la catégorie des microspores qui montrent de fortes fluctuations verticales avec des maximums de fréquence de courte durée et qui comprend : *Torispora securis*, les *Punctatosporites* et les *Densosporites*,



		REPARTITION DES MICROSPORES																																			
NUMEROS DES PRELEVEMENTS	DESIGNATION DES VEINES																																				
		Laevigatosporites	Punctatosporites	Thymospora	Torispora	Speciososporites	Leiotritiles	Calamospora	Punctatisporites	Granulatisporites	Cyclorhynchisporites	Planisporites	Apiculatisporis	Angulatisporites	Pustulatisporites	Lophotritiles	Acanthalitrites	Schopfia	Verrucosporites	Raisfricha	Micromerulidhisporites	Dietyonitres	Cemplotritiles	Lycospora	Callisporites	Westphalensisporites	Densosporites	Cingulizonates	Cristatisporites	Crassispora	Cirratiradites	Reinschaspore	Triquitritiles	Vestispora	Florinites	Endosporites	Alatisporites
1687	Edouard	115	4	0	4	3	18	13	9	9	3	0	1	1	6	0	0	2	2	0	0	0	223	0	0	12	0	0	3	4	0	9	3	30	11	0	
1688	Valentin	53	6	5	45	3	15	14	3	7	2	1	1	0	4	0	0	0	1	0	0	270	0	0	4	0	0	7	3	0	13	0	35	8	0		
1686	Pauilleuse	85	22	1	15	1	9	7	12	2	1	0	3	0	1	0	0	1	0	0	0	2	197	0	1	98	2	0	3	8	0	6	1	21	1	0	
1690	passée	44	15	1	2	4	7	1	0	2	2	2	0	4	1	1	0	0	0	0	0	8	369	0	3	1	0	1	0	13	1	2	7	0	0		
1689	Théodore	78	36	0	28	7	10	10	4	8	1	0	5	0	4	0	0	1	1	1	1	185	1	1	4	0	0	7	8	0	28	4	53	5	0		
1680	Dusouich	84	25	0	1	0	16	7	9	8	1	2	6	2	2	0	0	0	0	0	2	113	0	1	185	0	3	4	0	4	2	18	3	0	0		
1681	Alfred	89	32	1	8	0	13	9	6	5	3	0	1	2	0	3	0	0	0	0	2	200	0	0	76	0	4	9	1	11	2	20	3	0	0		
1682	passée	67	11	2	28	2	31	14	8	10	3	0	11	0	3	0	0	2	0	0	2	201	0	2	10	0	2	6	1	15	8	37	6	0	0		
1683	Beaumont	114	32	1	27	4	24	10	4	10	2	2	1	0	3	1	0	2	0	0	2	199	0	0	8	0	2	4	1	10	1	20	16	0	0		
1684	Léonard	84	57	1	60	0	14	14	4	3	1	2	1	0	2	0	0	2	0	0	0	193	0	0	62	0	1	5	2	14	1	10	10	8	1	0	
1685	passée	46	12	0	34	0	22	6	2	5	1	0	6	0	2	0	0	3	0	0	0	180	0	1	125	0	7	19	4	5	0	12	8	0	0		
	Amé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1696	Louis	40	7	0	8	0	34	5	7	5	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	241	0	0	84	0	5	28	7	0	1	15	0	0	0		
1691	Désiré	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1692	Auguste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1791	passée	19	36	2	31	3	4	2	1	1	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	340	0	1	8	0	1	2	0	21	0	19	4	0	0	0	
1790	passée	48	13	0	3	0	6	14	2	1	5	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	328	0	2	2	0	3	0	18	1	18	15	0	0	0	0	
1789	Arago	78	167	0	90	0	9	5	6	4	2	1	0	0	3	0	0	5	2	6	0	16	0	0	80	0	0	3	0	14	1	9	1	0	0		
1786	passée	48	210	3	110	1	10	4	1	1	0	4	0	1	0	0	0	2	1	0	0	21	0	0	40	0	2	4	0	6	6	16	8	0	0		

TABLEAU B

— la catégorie des microspores que l'on retrouve un peu partout, dans des proportions toujours modestes, telles que les *Leiotritiles*, *Calamospora*, *Punctatisporites*, *Granulatisporites*, *Apiculatisporis*, *Crassispora*, *Cirratiradites*, *Triquitritiles*, *Florinites* et *Endosporites*.

— et enfin la catégorie des microspores très irrégulièrement reconnues et parmi lesquelles nous pouvons citer, entre autres, les *Thymospora*, *Speciososporites*, *Cingulizonates*, *Cristatisporites*, *Angulatisporites* et *Vestispora*.

En résumé, l'association palynologique du faisceau de Dusouich est caractérisée par :

— l'abondance au point de vue des mégaspores, de *Triangulatisporites tertius* et *T. zonatus*, *Superbisporites dentatus* et *Lagenosporites rugosus* (ces deux espèces à présence discontinue n'étant pas toutefois représentées dans tous les niveaux) et, du point de vue des microspores, des *Lycospora*, *Laevigatosporites*, *Densosporites*, *Punctatosporites* et *Tori-*

spora securis (ces trois dernières formes présentant dans ce faisceau de fortes fluctuations verticales).

— la présence moindre mais néanmoins réelle de *Pseudovalvisporites flavus*, *Valvisporites auritus*, *Cystosporites giganteus* et *Schopfiipollenites ellipsoides* parmi les mégaspores, et des *Florinites*, *Speciososporites*, *Vestispora fenestrata* et *V. velensis*, ainsi que de *Thymospora obscura* parmi les microspores.

III. — Comparaison avec les séries sous- et sus-jacentes.

Si nous comparons les résultats obtenus dans cette étude avec les données acquises pour la série sous-jacente (voir S. Loboziak, à paraître), il apparaît que l'association palynologique du faisceau de Dusouich s'apparente à celle de la partie supérieure de celui d'Ernestine. Les quelques différences qui y apparaissent sont la présence un peu plus soutenue des formes monoètes verruqueuses, la régression encore un peu plus accentuée de *Cingulizonates*

tuberosus qui n'a été reconnue qu'en 2 exemplaires dans la veine Pouilleuse, et l'extinction de *Zonalesporites brasserti* recueillie pour la dernière fois dans la veine Arago.

De même, la comparaison de nos résultats avec les observations faites pour la série sus-jacente, c'est-à-dire le faisceau d'Edouard (2), montre également une organisation sporologique pratiquement similaire. Toutefois il faut noter, dans la population du faisceau d'Edouard, une présence et une diversification plus accentuées des *Thymospora*, en particulier nous avons pu y remarquer l'apparition de *T. perverrucosa* et la présence de *T. verrucosa* déjà signalée mais en un seul exemplaire dans la veine 13 (3) du Groupe d'Auchel-Bruay (faisceau d'Ernestine). *Densosporites anulatus* y marque une régression très nette, alors que *Valvisporites appendiculatus*, *Cingulizonates tuberosus*, *Cristatisporites solaris* et *C. connexus* n'y sont plus représentés.

IV. — Conclusions.

L'étude palynologique des veines et passées prélevées dans le Groupe de Lens (secteur Lens-Liévin)

des Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, nous a donné la possibilité de dresser un inventaire des mégaspores et microspores des charbons du faisceau de Dusouich, parmi lesquelles deux espèces *Camptotriletes varius* et *Angulisporites magnus*, jusqu'à présent non signalées dans la littérature, ont été proposées.

L'association reconnue dans ce faisceau se caractérise par l'abondance de *Triangulatisporites tertius* et *T. zonatus*, *Superbisporites dentatus* et *Lagenosporites rugosus* chez les spores de grande taille et, des *Lycospora*, *Laevigatosporites*, *Densosporites*, *Punctatosporites* et de *Torispora securis* chez celles de petite taille, de même que par la présence de *Pseudovalvisporites flavus*, *Valvisporites auritus*, *Cystosporites giganteus* et *Schopfipollenites ellipsoïdes* du point de vue des mégaspores et, des *Florinites*, *Speciososporites*, de *Vestispora fenestrata* et *V. velensis*, ainsi que de *Thymospora obscura* du point de vue des microspores.

Cette association est sensiblement équivalente à celle des séries immédiatement sous-jacente (partie supérieure du faisceau d'Ernestine) et sus-jacente (faisceau d'Edouard) au faisceau de Dusouich.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- 1) CORSIN P., CARETTE J., DANZÉ J. et LAVEINE J.P. (1962). — Classification des spores et des pollens du Carbonifère au Lias. *C. R. Ac. Sc.*, T. 266, pp. 3062-3065.
- 2) LIABEUF J.J. et LOBOZIAK S. (1968). — Etude palynologique de quelques couches de charbon du faisceau d'Edouard (Bassin du Nord et du Pas-de-Calais). *Ann. Soc. Géol. Nord*, T. LXXXVIII, pp. 25-32, Pl. III et IV.
- 3) LOBOZIAK S. (à paraître). — Les micro- et mégaspores de la partie occidentale du Bassin Houiller du Nord de la France. Applications stratigraphiques dans l'étude de plusieurs sondages. Thèse d'Etat, Lille.
- 4) POTONIÉ R. (1960). — Synopsis der Gattungen der *Sporae dispersae*. III. Teil: Nachträge *Sporites*, Fortsetzung *Pollenites* mit Generalregister zu Teil I-III. *Beih. Geol. Jb.*, H. 39, pp. 1-189, Pl. I-IX.

* * *

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII (*)

- FIG. 1. — *Punctatosporites granifer* POT. et KR.
1690-20, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 2. — *Torispora securis* (BALME) ALP., DOUB. et
HORST.
1690-10, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 3. — *Torispora securis* (BALME) ALP., DOUB. et
HORST.
1689-3, Lens, Fosse 3 de Lens, Veine Théodore.
- FIG. 4. — *Torispora* cf. *verrucosus*.
1791-L.c., Lens, Fosse 6 de Liévin, 2^e Passée au
toit de la Veine Arago.
- FIG. 5. — *Thymospora obscura* (KOS.) WILS. et VENK.
1789-L.c., Lens, Fosse 6 de Liévin, Veine Arago.
- FIG. 6. — *Lacvigatosporites latus* KOSANKE.
1690-12, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 7. — *Leiotriletes subadnatoides* BHARADWAJ.
1686-L.c., Lens, Fosse 3 de Lens, Veine Pouil-
leuse.
- FIG. 8. — *Apiculatisporis aculeatus* (IBR.) POT. et KR.
1689-4, Lens, Fosse 3 de Lens, Veine Théodore.
- FIG. 9. — *Cyclogranisporites* sp.
1690-23, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 10. — *Cyclogranisporites* sp.
1690-21, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 11. — *Cyclogranisporites* sp.
1690-13, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 12. — *Planisporites granifer* (IBR.) KNOX.
1690-25, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 13. — *Schopfites colchesterensis* KOSANKE.
1690-2, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 14. — *Raistrickia rubida* KOSANKE.
1690-22, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 15. — *Camptotriletes varius* nov. sp.
1690-3, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 16a. — *Camptotriletes varius* nov. sp., holotype.
1690-4, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 16b. — *Camptotriletes varius* nov. sp., holotype
1690-4, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 17. — *Camptotriletes varius* nov. sp.
1690-5, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 18. — *Camptotriletes varius* nov. sp.
1690-6, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 19. — *Camptotriletes varius* nov. sp.
1690-7, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 20. — *Camptotriletes varius* nov. sp.
1690-8, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 21. — *Angulisporites magnus* nov. sp., holotype.
1690-9, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 22. — *Lycospora pusilla* (IBR.) SCH., WILS. et BENT.
1690-L.c., Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 23. — *Lycospora granulata* KOSANKE.
1690-14, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 24. — *Vestispora* cf. *foveosa*.
1690-19, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 25. — *Florinites junior* POT. et KR.
1690-17, Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 26. — *Pityosporites* SEWARD.
1690-L.c., Lens, Fosse 3 de Lens, Passée au toit
de la Veine Théodore.
- FIG. 27. — *Alatisporites* cf. *punctatus*.
1684-L.c., Lens, Fosse 3 de Lens, Veine Léonard.

(*) Les clichés ont été effectués au Laboratoire de Paléobotanique par A. Leblanc. Tous les spécimens figurés sont au grossissement 500.

Règles à observer dans la Rédaction et la Présentation des Manuscrits ainsi que dans leur correction (*)

Présentation des manuscrits

Les manuscrits (en double exemplaires) rédigés en termes clairs et précis, doivent être remis dactylographiés à double interligne, sans surcharges, ni ratures et entièrement tapés en caractères ordinaires. Ils comportent au total, au maximum 26 pages de 27 lignes composées chacune de 75 caractères (y compris évidemment les illustrations, les interlignes et les blancs pour détacher les titres). Au delà de cette limite, les frais d'impression sont à la charge de l'auteur, sauf avis contraire du Conseil.

1) TITRE.

En tête se trouve le titre suivi du nom de l'auteur avec, en note infrapaginale, le nom et l'adresse complète de l'Institution ou l'Organisme dont cet auteur fait partie.

2) SOMMAIRE.

Puis vient obligatoirement un sommaire concis qui donne les résultats essentiels du travail. Il est limité à 5% de la longueur de l'article.

Immédiatement en dessous un sommaire de 50 à 200 mots en langue anglaise.

3) TEXTE.

Pour le texte, quelques recommandations :

— L'ensemble du texte est fourni en caractères ordinaires. Seuls les noms destinés à être imprimés en italique doivent être soulignés.

— L'usage de l'italique est presque exclusivement réservé aux noms de fossiles. Le nom spécifique de tout fossile cité (dont l'initiale est en minuscule) doit être suivi du nom de l'auteur qui a créé l'espèce.

— Les noms d'étages prennent une majuscule sauf s'ils sont employés comme adjectifs.

— Les points cardinaux sont indiqués par les symboles N S E et W non suivis de points ; les points intermédiaires sont indiqués par les majuscules juxtaposées sans point, ni tiret (NNE, SSW) ; dans l'indication d'une direction les points extrêmes sont séparés par un tiret (N-NE, NW-SW).

— Rappelons en ce qui concerne les nombres qu'aucun point ne sépare les tranches de 3 chiffres et que dans l'écriture d'un nombre comportant des décimales, on place la virgule immédiatement entre la partie entière et la partie décimale.

— Les symboles des unités s'écrivent sans point et ne prennent pas la marque du pluriel ; parmi les symboles le plus fréquemment utilisés : mm (millimètre), cm (centimètre), dm (décimètre), m (mètre), km (kilomètre), l (litre), g (gramme), kg (kilogramme), m/s (mètre seconde), μ (micron), mn (minute).

— Par contre, les mots abrégés sont suivis d'un point (s.l. = sensu lato, s. str. = sensu stricto. fig. = figure, p. = page, M. = Monsieur).

— En ce qui concerne les notes infrapaginales, elles sont numérotées par ordre d'apparition dans le texte.

— Références bibliographiques.

L'ensemble des références bibliographiques constitue la liste bibliographique qui fait immédiatement suite au texte. Ces références qui seront numérotées alphabétiquement donneront dans l'ordre :

Numéro d'ordre, nom de l'auteur et initiale du prénom, année de parution entre parenthèses, titre complet de l'article. Indications bibliographiques, c'est-à-dire titre du périodique, tomes (avec t. = tome ou vol. = volume, suivi éventuellement de fasc. = fascicule), pages (pp. début et fin), planches et figures.

Exemple : 14) Lutz J. (1933). — Zur Culmflora von Geigen. *Palaeontographica*, vol. LXXVIII, fasc. B, pp. 114-157, Pl. XV-XIX, fig. 8-15.

Dans le texte, il suffira donc d'indiquer les rappels numériques et non plus l'ensemble des noms d'auteurs avec l'année de la publication.

(*) Ces règles ont été adoptées lors de la séance du Conseil de la S.G.N. du 7 Février 1968.

4) ILLUSTRATIONS.

a) *Planches photographiques.*

Les planches photographiques ont une justification maximum de 160 x 215 mm (cadre intérieur). Elles seront numérotées au crayon puisque l'on numérote simultanément l'ensemble des planches photographiques d'un même fascicule. Par contre toutes les indications à l'intérieur du cadre doivent être parfaitement faites car la S.G.N. n'utilise plus que le procédé simili. Autant que possible, les photographies qui composent une planche sont numérotées en chiffres arabes en haut et à gauche tandis que le grossissement est indiqué en bas à droite.

Il est préférable, afin d'obtenir une meilleure reproduction, de fournir des maquettes confectionnées avec des photographies tirées sur papier mat.

b) *Figures dans le texte.*

Les dessins au trait doivent être fournis à l'encre de Chine sur papier bristol ou calque blanc, éventuellement plus grands pour les figures définitives (tenant compte alors, pour la grosseur du trait, de la réduction adoptée qui ne doit pas être supérieure à 1/2).

Les figures qui constitueront une page complète ne doivent pas dépasser la justification : 160 x 200 mm (soit rapport $l/L = 4/5$), celles qui n'occuperont pas toute la surface auront une largeur de 80 ou 160 mm.

Les croquis doivent comporter une échelle graphique ainsi qu'un tableau des figurés avec numéros de rappel, mais aucune indication de légende ni de numérotation.

c) *Explication des planches et figures.*

Ces légendes doivent être fournies avec le texte.

— L'explication des planches suit la liste bibliographique. Elle comporte l'ensemble des explications succinctes de chaque figure (FIG. 1. —).

— L'ensemble des légendes de figures sera dactylographié sur une même page et non fourni sous forme de feuillets isolés pour chacune des figures. Lors de l'impression, chaque explication est par la suite remise sous les figures correspondantes.

Correction des manuscrits

Les auteurs reçoivent une épreuve de leurs communications, accompagnée de leur manuscrit ainsi que d'un bon à tirer. Aucune correction importante du texte de la part de l'auteur ne peut être envisagée alors. L'ensemble (épreuve corrigée, manuscrit et bon à tirer) doit être renvoyé au Délégué aux publications avant la date limite fixée par ce dernier sur le bon à tirer, faute de quoi les épreuves seront considérées comme acceptées par les auteurs et seules les principales corrections seront faites au Secrétariat.

Tirés à part

Quand une communication comporte des planches, il est indispensable de connaître le nombre de tirés à part désirés au moment même du dépôt des documents. Celui-ci sera donc à indiquer obligatoirement en titre du manuscrit.

Quand il n'y a pas de planches, il suffit d'envoyer le bon de commande de tirés à part en même temps que les épreuves corrigées.

— « » —

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome LXXXVIII

1968

4^{me} trimestre

VOLUME PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
LILLE

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1968 —

<i>Président</i>	M. A. DALINVAL
<i>Premier Vice-Président</i>	M. J. PROUVOST
<i>Vice-Présidents</i>	M. A. BOUROZ M. G. WATERLOT
<i>Secrétaire</i>	M. J. PAQUET
<i>Secrétaire-adjoint</i>	M. J.P. LAVEINE
<i>Trésorier</i>	M. l'Abbé TIEGHEM
<i>Déléguée aux Publications</i>	M ^{me} Paule M. CORSIN
<i>Archiviste-bibliothécaire</i>	M. G. COURTY
<i>Conseillers</i>	M. P. CELET M. P. CORSIN M. P. DOLLÉ M. A. BONTE M ^{me} S. DEFRETIN M ^{lle} D. BRICE

A N N A L E S
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
publiées avec le concours du Centre national de la Recherche scientifique

Société fondée en 1870 et autorisée par arrêtés en date des 3 Juillet 1871 et 28 juin 1873

Secrétariat : **Société Géologique du Nord**
Sciences de la Terre, Boîte Postale 36, 59 Lille-Gare
Tél. 79.20.44 ou 79.21.94 — C.C.P. Lille 5.247

Compte rendu de l'activité de la Société

SEANCE ORDINAIRE DU 4 DECEMBRE 1968

PRÉSIDENCE DE MONSIEUR A. DALINVAL, PRÉSIDENT

Après l'adoption du procès-verbal de la séance du 6 Novembre, Monsieur A. DALINVAL fait part de l'élection de Monsieur le Professeur J. PROUVOST, Premier Vice-Président de la Société, comme Fellow de la Société Minéralogique d'Amérique.

Puis, conformément aux statuts, la Société fait procéder au tour indicatif pour l'élection du Premier Vice-Président pour l'année 1969. Les résultats en sont les suivants :

M. J. GANTOIS	7 voix
M. J. DERCOURT	3 voix
M. A. BONTE	2 voix
M. J. BOUTRY	1 voix
M. J. DANZÉ	1 voix
M. P. DOLLÉ	1 voix
M. J.P. LAVEINE	1 voix
M. J. SOMMÉ	1 voix

Communications orales

- B. ALPERN et P. MOREL. - Examen, dans le cadre du Bassin Houiller lorrain, des possibilités stratigraphiques de la géochimie.
- P. DOLLÉ. — Compte Rendu de l'excursion organisée lors de la réunion extraordinaire de la S.G.N. du 6 Octobre 1968.
- J. BOUTRY, P. DOLLÉ et G. TIÉGHEM. — Précisions sur le Quaternaire des carrières d'Elnes et d'Hallines.
- J. DANZÉ. — Failles satellites de la faille d'Hydroquent (Massif primaire du Boulonnais).

Communications écrites

- L. VOISIN. — Observations sur les formations superficielles aux Marquisades de Saint-Nicolas (Ardennes).
- F. THIÉBAULT. — Etude préliminaire des séries épimétamorphiques du Taygete septentrional (Péloponnèse méridional - Grèce).

Un nouveau genre de structure ligneuse de type gymnospermien : *Embergerixylon* nov. g. (*)

par Yves LEMOIGNE (**)

(Planches XIII et XIV)

Sommaire. — L'étude d'échantillons de bois provenant, les uns du Jurassique supérieur des Hautes-Alpes, les autres du Jurassique supérieur - Crétacé inférieur du Nord (Wealdien de Féron-Glageon), nous conduit à distinguer un nouveau genre de structure ligneuse de type gymnospermien : *Embergerixylon* nov. g. ; structure qui se différencie de toutes les structures ligneuses actuellement connues surtout par le fait que les trachéides sont longues et septées.

Récemment nous avons rapporté au genre compréhensif *Dadoxylon* ENDLICHER, deux structures ligneuses particulières pour lesquelles nous avions estimé, au moment, devoir distinguer deux espèces nouvelles :

— l'une, *Dadoxylon alpinum*, établie d'après des échantillons de bois provenant du jurassique supérieur de la Duranee (Hautes-Alpes) (1) ;

— l'autre, *Dadoxylon arduennense*, établie d'après de nombreux échantillons de bois provenant du wealdien de Féron-Glageon (Nord) (2).

C'est en nous basant essentiellement sur la disposition araucarienne des ponctuations aréolées ornant les parois radiales des trachéides que nous avons classé ces bois dans le genre *Dadoxylon* ENDLICHER, tout en remarquant la particularité que représentait le fait que toutes les trachéides soient septées,

c'est-à-dire cloisonnées transversalement plusieurs fois (***) .

L'étude comparée de ces deux catégories d'échantillons, d'une part entre eux et, d'autre part, avec toutes les autres structures ligneuses actuellement connues, nous conduit à distinguer un nouveau genre de structure ligneuse que nous dénommons *Embergerixylon* nov. g. (en hommage à Monsieur le Professeur Louis Emberger, Membre Correspondant de l'Institut) et dont nous donnons la diagnose suivante :

Embergerixylon nov. g.

Bois secondaire homoxylé, à zones d'accroissement peu marquées, à trachéides longues, toutes septées et dont les parois radiales sont pourvues

(*) Cette communication a été présentée par son auteur lors de la séance du 6 novembre 1968.

(**) Faculté des Sciences de Lyon, Département de Biologie Végétale, 43, Boulevard du 11 Novembre 1918, 69 - Villeurbanne.

(***) Nous rappellerons que le genre compréhensif *Dadoxylon* ENDLICHER réunit des structures ligneuses de type araucarien mais que l'on ne peut rapporter à des genres précis faute de savoir à quelles plantes appartiennent ces bois (en l'absence de données morphologiques sur les feuillages et sur les fructifications correspondants).

de punctuations aréolées en disposition de type araucarien : monosériées et sériées ou, plus rarement, bisériées-alternées (la disposition bisériée-alternée s'intercalant entre des punctuations monosériées sur une hauteur variable et une ou plusieurs fois pour une même trachéide) ; nombreux rayons parenchymateux homogènes de hauteur variable, le plus souvent unisériés, parfois bi, tri ou tétra-sériés (surtout lorsque le développement vertical des rayons est grand) ; punctuations des champs de croisement de type araucarien.

Remarques.

— Ces bois à trachéïdes *toutes septées* n'ont jamais été observés avec des axes feuillés ou des appareils reproducteurs en connexion permettant de préciser leur appartenance systématique, aussi le genre *Embergerixylon* doit-il être considéré, dans l'état actuel de nos connaissances, comme un genre forme (ou genre compréhensif).

— Ces bois, qui proviennent de plantes arborescentes, *semblent* avoir une répartition limitée au Jurassique et Crétacé inférieur. S'agit-il de bois de Gymnospermes du groupe des Coniférales ? Nous ne pouvons pas l'affirmer, toutefois nous remarquerons que, d'un point de vue général, cette structure ligneuse à trachéïdes *toutes septées* est très originale en comparaison des autres structures ligneuses connues chez les Coniférales. Nous pouvons nous demander si ce caractère anatomique singulier était lié à des conditions de milieu particulières ou bien s'il correspondait à une donnée phylogénétique. Appartiennent-ils à un groupe de Gymnospermes qui ne serait plus représenté dans la flore actuelle ? Peut-être serait-il bon de rapprocher le genre *Embergerixylon* du groupe des Caytoniales, dont les restes fossiles (appareils reproducteurs) (*) sont, eux aussi, connus seulement au Jurassique-Crétacé.

(*) Les feuillages décrits sous l'appellation générique de *Sagenopteris* sont considérés comme étant, vraisemblablement, des feuillages de Caytoniales.

— L'existence de septa dans les trachéïdes est un caractère très intéressant à considérer en regard des travaux de E.C. Jeffrey (3) (1925-1927) pour ce qu'il suppose être l'origine du parenchyme vertical, les trachéïdes septées étant considérées, par lui, comme des formes d'évolution intermédiaires entre les trachéïdes et le parenchyme ligneux vertical. E.C. Jeffrey estime que le parenchyme vertical n'étant pas connu dans les bois du Paléozoïque mais apparaissant dans certaines formes du Jurassique à zones d'accroissement bien tranchées, l'origine de celui-ci est liée à l'établissement de zones climatiques différenciées : certaines initiales de trachéïdes du bois final étant cloisonnées transversalement (septées) peuvent conserver leur cytoplasme et évoluer en cellules de parenchyme...

Nous remarquerons tout d'abord, qu'au Paléozoïque les saisons s'exprimaient déjà très nettement comme en témoigne la zonation du bois et aussi de l'écorce secondaires des troncs des Lépidophytales arborescentes du Permo-Carbonifère (4). D'autre part, dans le genre *Embergerixylon* les trachéïdes sont *toutes septées* et cela n'est pas, du moins nous le pensons, en rapport avec la différenciation phylogénétique du parenchyme ligneux vertical ; il s'agit très vraisemblablement d'une particularité anatomique propre à un phylum.

Conséquence.

La distinction du nouveau genre *Embergerixylon* nous amène à modifier les deux appellations spécifiques suivantes :

— *Dadoxylon alpinum* Y. LEMOIGNE (1) qui devient désormais : *Embergerixylon alpinum* (Y. LEMOIGNE) Y. LEMOIGNE.

— *Dadoxylon arduennense* Y. LEMOIGNE (2) qui devient désormais : *Embergerixylon arduennense* (Y. LEMOIGNE) Y. LEMOIGNE.

* * *

ETUDES CITEES

- 1) Y. LEMOIGNE (1966). — Sur une nouvelle espèce de Coniférale jurassique provenant des « Terres Noires » du Bassin de la Durance (*Dadoxylon alpinum* nov. sp.). *Bull. Soc. Géol. de France*, (7), VIII, p. 393-397. Pl. VI et VII.
- 2) G. DEMARCO et Y. LEMOIGNE (1967). — Nouvelle espèce de *Dadoxylon* à trachéïdes septées provenant du wealdien de Féron-Glageon (Nord). *Bull. Soc. Géol. de France*, (7), IX, p. 53-56, Pl. V.
- 3) E.C. JEFFEY (1927). — The anatomy of woody plants, 478 p. The origin of parenchyma in geological time. *Proc. nat. Acad. Sc.*, vol. II, p. 106-110.
- 4) Y. LEMOIGNE (1966). — Les tissus vasculaires et leur histogénèse chez les Lépidophytales arborescentes du Paléozoïque. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, Paris, 12^e série, t. VII, p. 445-474.
- (1967). — Le cortex et son histogénèse chez les Lépidophytales arborescentes du Paléozoïque. *Ann. Sc. Nat. Bot.*, Paris, 12^e série, t. VIII, fasc. 4, p. 747-776.

. . .

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE XIII

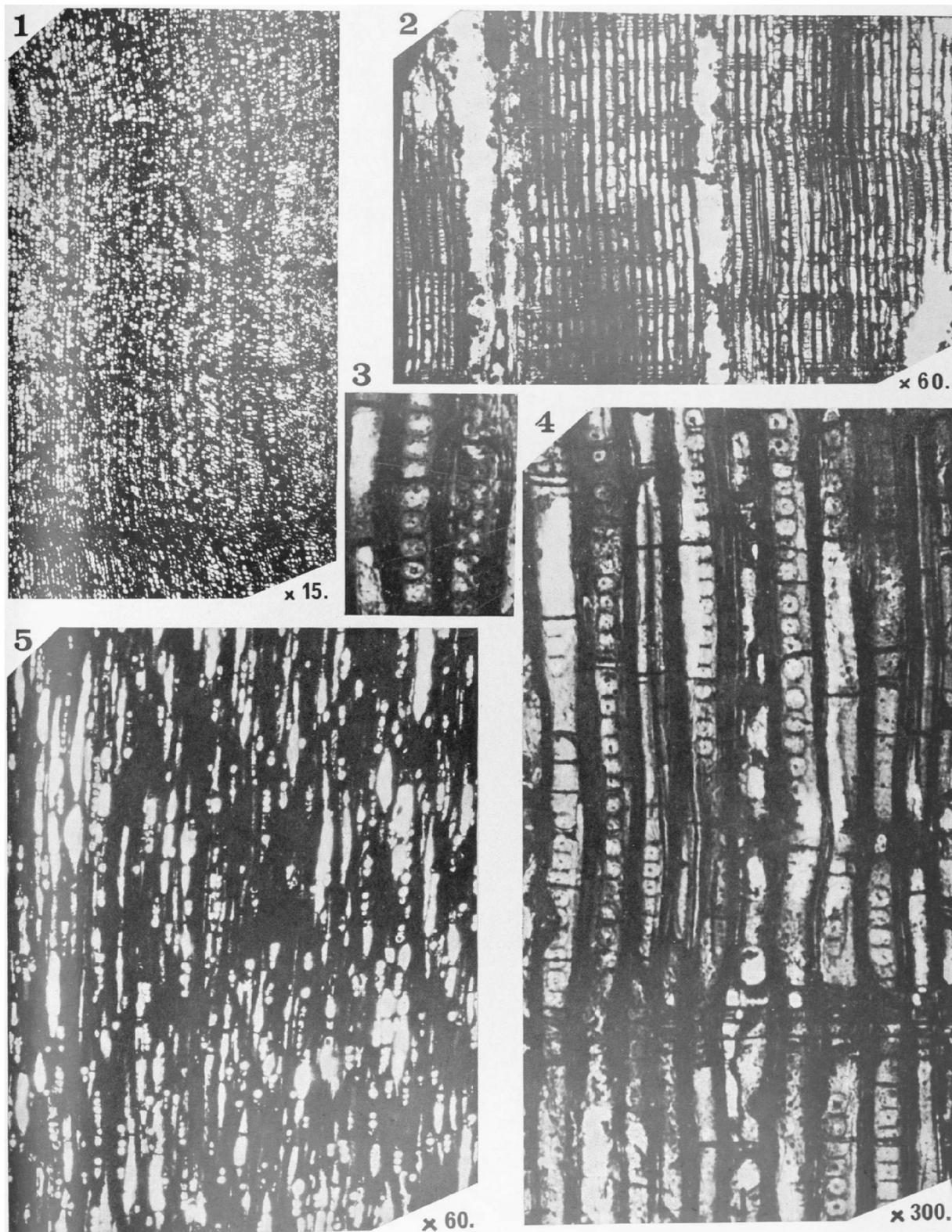
Embergerixylon alpinum Y. LEMOIGNE

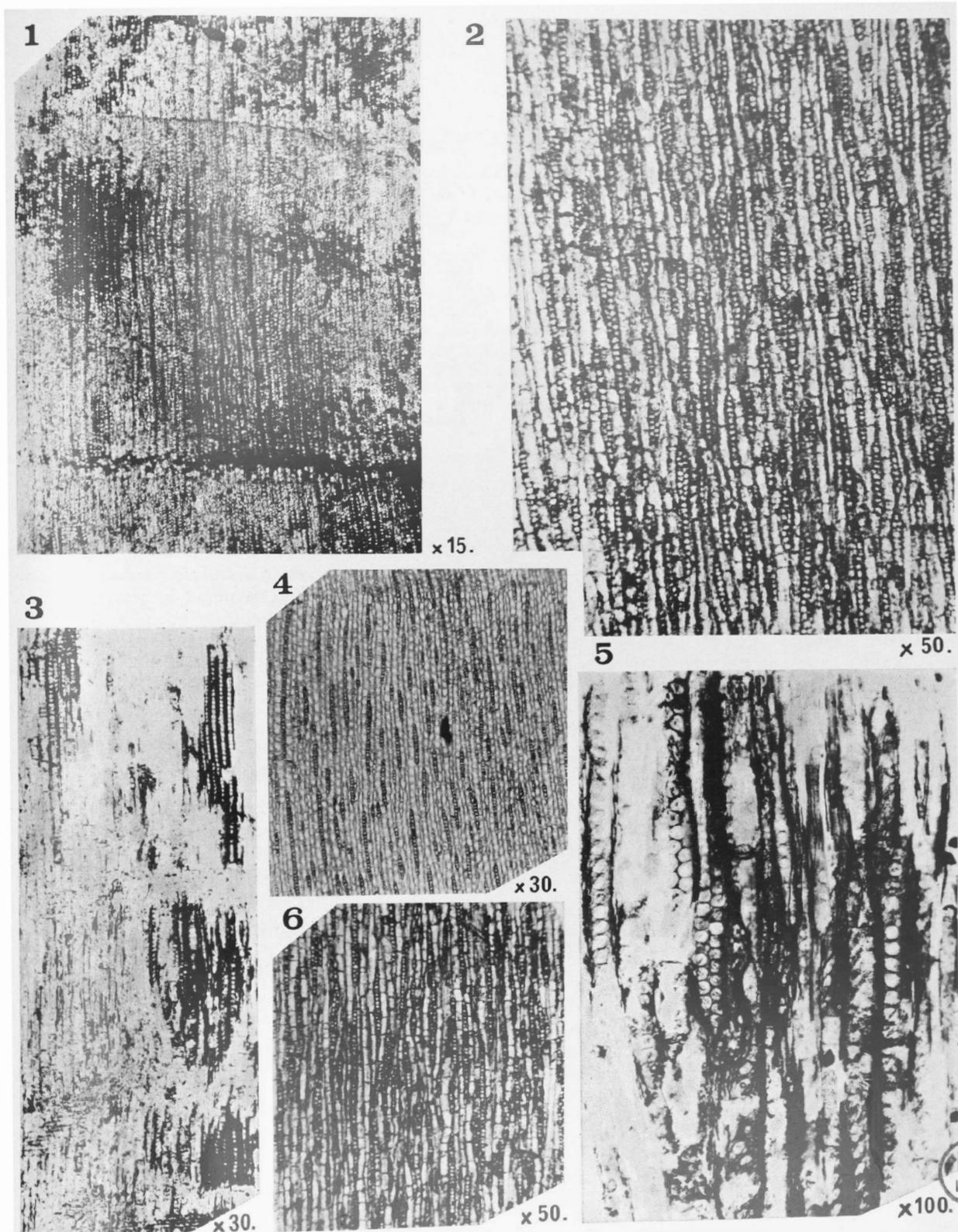
- FIG. 1. — Coupe transversale dans un fragment de bois secondaire, x 15.
On remarquera que la zonation du bois est peu apparente.
- FIG. 2. — Plan ligneux radial, x 60.
Trachéïdes longues et septées dont les parois radiales sont ornées de ponctuations aréolées serrées les unes contre les autres.
- FIG. 3. — Dispositions unisériée et bisériée des ponctuations (dispositions de type araucarien).
- FIG. 4. — Plan ligneux radial, x 300.
Trachéïdes septées et à ponctuations aréolées unisériées.
- FIG. 5. — Plan ligneux tangentiel, x 60.
Sont visibles : les septa des trachéïdes et les traces des nombreux rayons unisériés.

PLANCHE XIV

Embergerixylon arduennense Y. LEMOIGNE

- FIG. 1. — Plan ligneux transversal, x 15.
- FIG. 2. — Plan ligneux tangentiel, x 50.
Remarquer les cloisons transversales (septa) dans toutes les trachéïdes ainsi que les traces des nombreux rayons parenchymateux.
- FIG. 3. — Plan ligneux radial, x 30.
- FIG. 4. — Coupe oblique presque orthogonale à l'axe, x 30.
Cette coupe permet de constater que les rayons parenchymateux ont un développement radial variable et toujours inférieur à la largeur du cerne.
- FIG. 5. — Plan ligneux radial, x 100.
Dispositions unisériée et bisériée-alternée des ponctuations aréolées sur les parois radiales des trachéïdes (dispositions de type araucarien).
- FIG. 6. — Plan ligneux tangentiel, x 50.





Caractères histologiques du bois secondaire du *Brachyphyllum desnoyersii* (BRONGNIART) DE SAPORTA (*)

par Yves LEMOIGNE (**)

(Planche XV)

Sommaire. — L'étude anatomique de fragments de rameaux avec structures conservées inclus dans des nodules et d'un bel échantillon de bois minéralisé provenant des carrières d'Étrochey (Côte d'Or), nous a permis de préciser les caractères des différents plans ligneux du bois secondaire du *Brachyphyllum desnoyersii* (BRONGNIART) de Saporta ; ceux-ci sont de type araucarien.

Dans les carrières d'Étrochey (Côte d'Or), les niveaux du Callovien livrent de nombreux fragments de rameaux, avec structures conservées, dont les caractères morphologiques sont ceux du *Brachyphyllum desnoyersii* (BRONGNIART) DE SAPORTA ; plus précisément, ces fragments sont inclus dans des nodules silicifiés interstratifiés dans une couche argileuse surmontant le niveau des calcaires durs exploités.

L'étude anatomique des divers fragments, et surtout d'un bel échantillon de bois minéralisé découvert par Mademoiselle Hélène Rat lors d'une excursion géologique organisée par l'Association des Géologues du Bassin de Paris, en avril 1968, nous a permis de préciser les caractères des trois plans ligneux du bois secondaire du *Brachyphyllum desnoyersii* (BRONGNIART) DE SAPORTA :

1) *Plan ligneux transversal* (Pl. XV, fig. 1 et 2) : bois homoxylé zoné ; la largeur des cernes est très variable : de 0,8 mm à 18 mm, ce qui peut être interprété comme témoignant de conditions de végétation très variables ; nombreuses traces de rayons ; trachéïdes à parois relativement minces.

(*) Cette communication a été présentée par son auteur lors de la séance du 6 novembre 1968.

(**) Département de Biologie Végétale, Laboratoire de Paléobotanique et Botanique, Faculté des Sciences de Lyon, 43, Boulevard du 11 novembre 1918, 69-Villeurbanne.

2) *Plan ligneux tangentiel* (Pl. XV, fig. 3 et 4) : deux catégories d'éléments :

— des trachéïdes, parfois septées, à faces tangentielles non ponctuées,

— de nombreux rayons ligneux homogènes, larges et peu développés en hauteur ; chacun d'eux est formé par une seule file verticale de 2 à 5 cellules ; il n'y a pas de trace de formations sécrétrices (canaux ou cellules) ni de parenchyme vertical.

3) *Plan ligneux radial* (Pl. XV, fig. 5 et 6) :

— les faces radiales des trachéïdes sont ornées de ponctuations aréolées, à pore rond, serrées, de 0,02 mm de diamètre, n'occupant pas toute la largeur des trachéïdes ; ces ponctuations sont généralement unisériées et serrées les unes contre les autres, s'écrasant plus ou moins aux contacts, parfois un espace, étroit, peut séparer deux ponctuations consécutives ; dans quelques trachéïdes nous avons observé des ponctuations en disposition bisériée-alternée (cf. partie inférieure gauche de la figure 7).

— les éléments des rayons ont des ponctuations de champ de croisement en disposition et de type araucariens : par champ il y a 4 à 8 ponctuations à pore elliptique disposées en 2 ou 3 rangées superposées avec alternance d'une rangée à l'autre.

Aucune trace d'éléments sécréteurs et de parenchyme vertical n'a été observée.

Remarques.

— Le bois secondaire du *Brachyphyllum desnoyersii* a des caractères d'affinité araucarienne : disposition des ponctuations sur les faces radiales des trachéïdes, ponctuations des champs de croisement, absence de parenchyme vertical et de formations sécrétrices.

— Les dimensions de l'échantillon exceptionnel (22 cm × 2 cm × 11,5 cm) découvert par Mademoiselle Hélène Rat, compte tenu également de la courbure des cernes, permettent de penser que celui-ci provient d'un arbre dont le tronc avait au moins 20 cm de diamètre, aussi est-il possible de considérer que les *Brachyphyllum* devaient être des arbres de grande taille.

— Sous l'appellation générique de *Brachyoxyylon*, Jeffrey a défini, en 1909, une structure ligneuse fossile offrant des caractères similaires à ceux du genre *Araucarioxyylon* avec des traces plus ou moins marquées d'un type mixte dans les ponctuations radiales mais différant d'*Araucarioxyylon* par la présence de canaux sécrétrices verticaux d'origine traumatique.

Plusieurs espèces ont été rapportées au genre *Brachyoxyylon*, dont les principales sont :

— *Brachyoxyylon (Telephragmoxyylon) brachyphyllloïdes* (TORREY, 1921 - KRAÜSEL, 1949) dont les échantillons ont été trouvés : dans le Crétacé du Texas (TORREY, 1921), dans le Jurassien moyen de Tunisie (BOUREAU, 1952), et dans des couches de l'Air en Sahara central (VEILLET - BARTOSZEWKA, 1954) dont le caractère particulier est le fait que les trachéïdes du bois final sont septées (précisément ces trachéïdes septées permettraient de distinguer le genre *Telephragmoxyylon* où Torrey avait rangé l'espèce).

— *Brachyoxyylon notable* HOLLICK et JEFFREY, 1909, du Crétacé inférieur des Etats-Unis. L'absence totale de septa dans les trachéïdes et le fait que les rayons soient unisériés en font une espèce particulière.

— *Brachyoxyylon woodworthianum* TORREY, 1923, du Crétacé des Etats-Unis, dont la particularité est d'avoir des rayons bisériés.

— *Brachyoxyylon japonicum* KRAÜSEL, 1949, de l'Hauterivien Barrénien de Mosé, au Japon, qui possède des rayons tétra-sériés.

Conclusion.

Le bois secondaire de *Brachyphyllum desnoyersii* offre des caractères d'affinité araucarienne mais

ne présente aucune trace de canaux sécrétrices ou autre formation sécrétrice même d'origine traumatique (il est d'ailleurs anormal que des formations d'origine traumatique puissent être prises en considération pour l'établissement d'une diagnose !). Nous le rapportons au genre *Brachyoxyylon* avec l'appellation spécifique *Brachyoxyylon desnoyersii* dont le caractère particulier est le faible développement en hauteur des rayons qui sont, par ailleurs, larges, compte tenu que ce bois est « lié » à des données morphologiques précises (*).

(*) Les axes feuillés rapportés au genre *Brachyphyllum* BRONGNIART portent des feuilles en ordre spiralé à coussinet de contour rhomboïdal ou hexagonal, très épaisses, de forme pyramidale ou sub-conique, à partie libre du limbe n'excédant pas la largeur du coussinet. L'étude de la cuticule des feuilles révèle que les stomates sont répartis sur tout le coussinet foliaire et sur la face inférieure de la feuille (ils semblent absents à la face supérieure), ils sont disposés en rangées longitudinales convergeant vers l'apex de la feuille ; ils sont du type haplochéile, monocycliques ou amphicycliques à cellules subsidiaires larges, toutes semblables, formant une couronne de 4 à 6 cellules autour des cellules de garde.

A. Brongniart a décrit le *Brachyphyllum desnoyersii* sous l'appellation *Mamillaria Desnoyersii* en retenant les caractères suivants : «...Le moule produit par les tiges montre que leur surface était entièrement couverte de tubercules à base hexagone, formant des sortes de pyramides obtuses à arêtes quelquefois très marquées. Ces tubercules sont disposés en séries longitudinales très régulières et l'on voit que ces séries ne sont pas tout à fait parallèles à l'axe de la tige, mais forment une sorte de spirale très allongée. Dans les tiges les plus petites, ces tubercules paraissent terminés supérieurement par un sommet arrondi, sans aucune cicatrice, mais dans les plus grosses on voit toujours que leur sommet était creusé d'une fossette hémisphérique... ».

De Saporta, tout en reprenant la description de Brongniart, retient comme principaux caractères spécifiques : «...feuilles mamelonnées en pyramide courte, assises sur une base plus ou moins hexagone et terminées supérieurement par une cicatrice déprimée en forme de fossette, d'autant plus prononcée que les feuilles sont plus âgées et plus larges. Cette fossette se rapporte sans doute à la glandule qui se montre à la face dorsale des feuilles dans la plupart des *Brachyphyllum*. Ici seulement, les feuilles affectent la forme de protubérances obtuses, même dans leur jeune âge, et elles se changent promptement en un écusson à convexité plus ou moins saillante dont la glandule, à la fin déprimée, occupe le sommet. Il est donc bien certain que le *Mamillaria desnoyersii* est un véritable *Brachyphyllum* qui ne diffère des autres espèces du genre que par l'exagération des caractères qui servent à distinguer celui-ci... Le *Brachyphyllum desnoyersii* s'éloigne beaucoup de tous les Conifères connus et s'écarte même des autres *Brachyphyllum* par l'apparence trappue, rigide et presque nue des branches principales et secondaires... ».

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

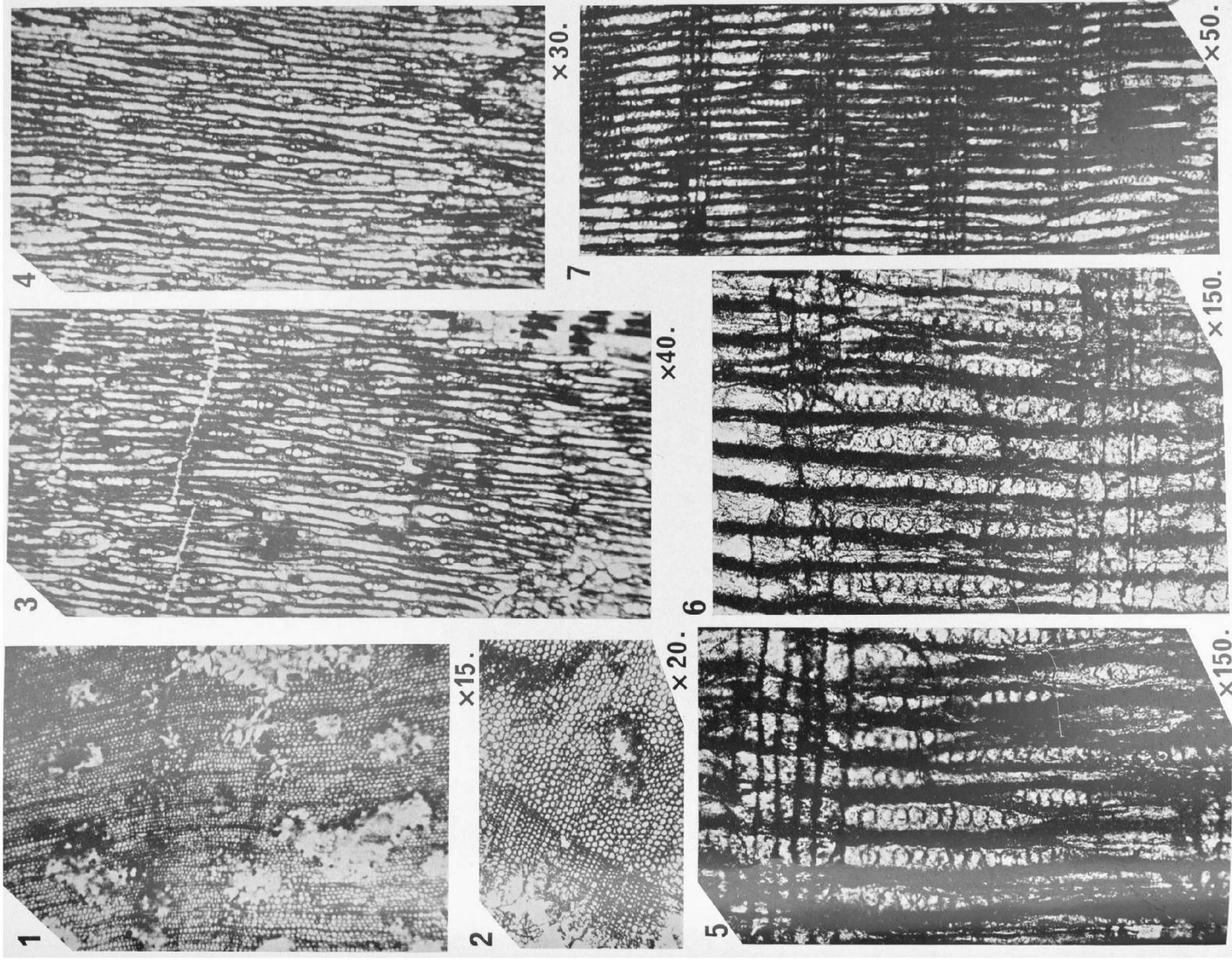
- 1) BRONGNIART A. (1825). — Note sur les végétaux fossile de l'Oolithe à Fougères de Mangers. *Ann. Sc. Nat.*, t. IV.
- 2) BRONGNIART A. (1828). — Prodrôme d'une histoire des végétaux fossiles.
- 3) DE SAFFORTA (1884). — Paléontologie Française ou description des fossiles de la France. 2^e série : Végétaux, Terrain Jurassique, t. III, Paris.
- 4) LEMOIGNE Y. et THIERRY J. (1968). — La paléoflore du jurassique moyen de Bourgogne. *Bull. Soc. Géol. France*.

* * *

EXPLICATION DE LA PLANCHE XV

- FIG. 1. — Plan ligneux transversal : 3 cernes, de largeurs inégales, sont visibles.
(lame n° Br. 1/1, Coll. Y. Lemoigne, Lab. Paléob. Fac. Sc. Lyon). Gr. x 10.
- FIG. 2. — Plan ligneux transversal.
(lame n° Br. 2/1, Coll. Y. Lemoigne, Lab. Paléob. Fac. Sc. Lyon). Gr. x 20.
- FIG. 3 et 4. — Plan ligneux tangentiel.
(lames n° Br. 3/1 et Br. 4/1, Coll. Y. Lemoigne, Lab. Paléob. Fac. Sc. Lyon). Gr. x 40 et Gr. x 30.
- Deux catégories d'éléments visibles :
- des trachéïdes, parfois avec septa transversaux ;
 - des rayons larges, homogènes et unisériés (2 à 5 cellules en hauteur).
- FIG. 5, 6 et 7. — Plan ligneux radial.
(lames n° Br. 5/1, Br. 6/1 et Br. 7/1, Coll. Y. Lemoigne, Lab. Paléob. Fac. Sc. Lyon). Gr. x 150, Gr. x 150, Gr. x 50.

La parois radiales des trachéïdes sont pourvues de ponctuations aréolées, serrées les unes contre les autres, unisériées ou quelquefois (cf. partie inférieure gauche de la fig. 7), bisériées-alternées. Les ponctuations des éléments des rayons sont peu visibles.



De quelques commensaux de Cœlentérés paléozoïques (*)

par Yves PLUSQUELLEC (**)
(Planche XVI)

Sommaire. — La révision des genres *Camptosalpinx* SOKOLOV et *Streptindytes* CALVIN à l'aide du matériel type permet d'apporter des précisions sur ces deux formes et de montrer en particulier que *Camptosalpinx* est dépourvu de paroi propre tandis que chez les *Streptindytes* elle est présente.

Un nouveau genre, commensal d'un Chaetetidé givétien, est décrit : *Torquaysalpinx* nov. gen. C'est une forme munie de planchers et possédant une paroi propre calcaire.

Enfin, il est proposé de classer les commensaux des Cœlentérés paléozoïques en *Incertae sedis*.

Summary. — The revision of the type material of the two genera *Camptosalpinx* SOKOLOV and *Streptindytes* CALVIN brings out some precisions about those « worms », and shows that *Streptindytes* has a wall of its own, which, is lacking in *Camptosalpinx*.

Moreover a new genera, commensal of a givetian Chaetetide is here described : *Torquaysalpinx* nov. gen. owing tabulae and a calcareous wall.

We suggest that the commensal of the paleozoic Coelenterata are to be classed in *Incertae sedis*.

La révision du type de *Phragmosalpinx* SOKOLOV effectuée à l'occasion de l'étude de ce genre dans les Tabulés et les Stromatoporoïdes du Dévonien armoricain (1966) m'a amené également à examiner quelques autres commensaux de Cœlentérés paléozoïques et à proposer un nouveau genre. Le but de cette note est de décrire cette nouvelle forme et d'apporter quelques précisions sur les genres *Camptosalpinx* SOKOLOV et *Streptindytes* CALVIN.

Si l'indépendance vis-à-vis de la nature de l'hôte ne fait aucun doute pour certains commensaux — par exemple *Streptindytes*, *Hicetes* — il n'en est pas de même pour des formes comme *Phragmosalpinx*, *Chaetosalpinx*. J'en ai déjà discuté (9) en essayant d'apporter des arguments nouveaux pour montrer leur nature commensale, je n'y reviens pas ici.

Un problème important est celui de la position systématique de tout cet ensemble de commensaux des Cœlentérés paléozoïques, j'en discuterai à la fin

(*) Cette communication a été présentée par M^{lle} D. BRICE lors de la séance du 6 novembre 1968.

(**) Laboratoire de Paléontologie, Faculté des Sciences de Brest.

de cette note ; mais je pense que, dans l'état actuel des connaissances concernant ces organismes, il reste préférable de les considérer comme *Incertae Sedis*.

INCERTAE SEDIS

Genre *CAMPTOSALPINX* SOKOLOV 1948

ESPÈCE TYPE : *Camptosalpinx sibiriensis* SOKOLOV 1948.

Camptosalpinx sibiriensis SOKOLOV 1948

(Pl. XVI, fig. 5-6 ; texte-fig. 1-2)

RÉVISION DU TYPE.

— MATÉRIEL : 4 lames minces taillées dans une colonie de « *Parafavosites* » *germana* BASSLER, n° 108 959, Collection Smithsonian Institution, U.S. National Museum, Washington.

— SÉRIE TYPE : Ensemble des sections présenté en coupe transversale et longitudinale ; le choix d'un lectotype dans celle-ci paraît sans intérêt particulier.

— *Locus typicus* : « River Kotui, 1 mile from mouth Coldy River, Khatanga area, Siberia ».

— *Stratum typicum* : Silurien.

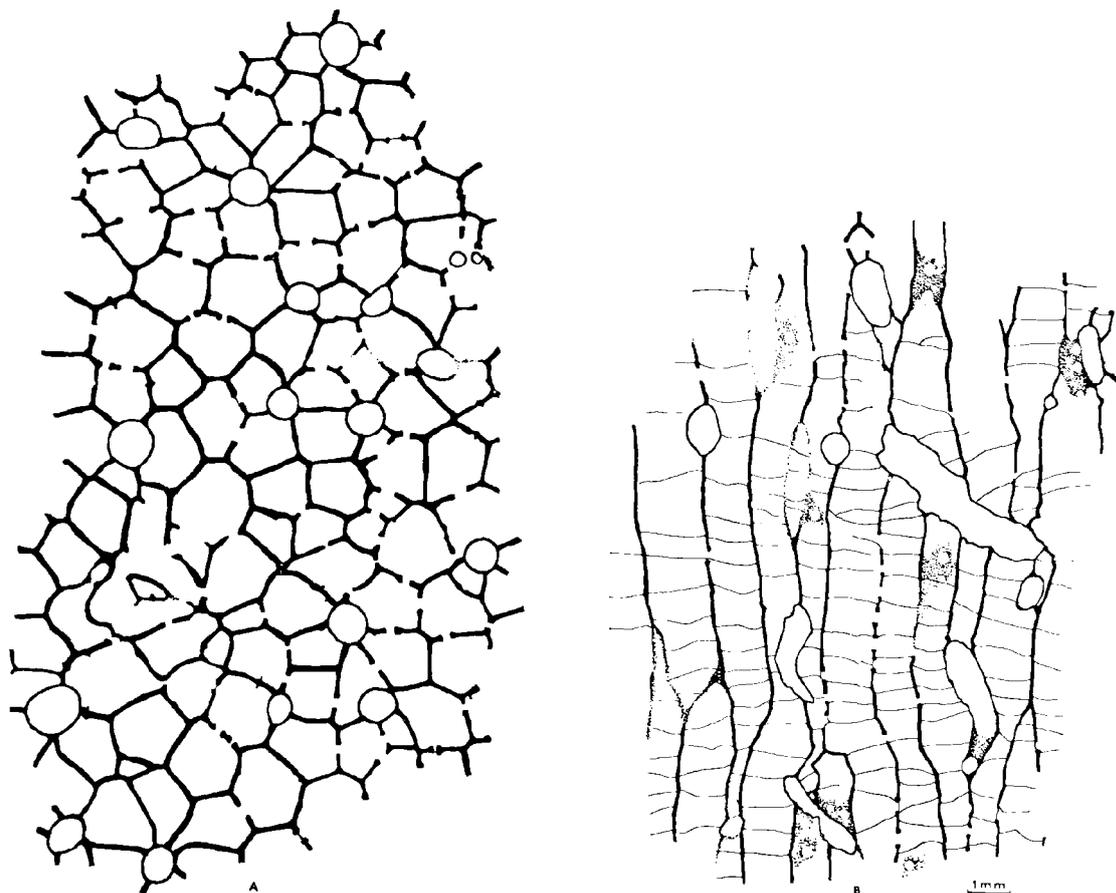


FIG. 1. — *Camptosalpina sibiriensis* Sokolov 1948 (U.S. Nat. Mus. Smithsonian Inst. n° 108959), rivière Kotui, Khatanga, Sibérie.

A. coupe transversale. - B. coupe longitudinale.

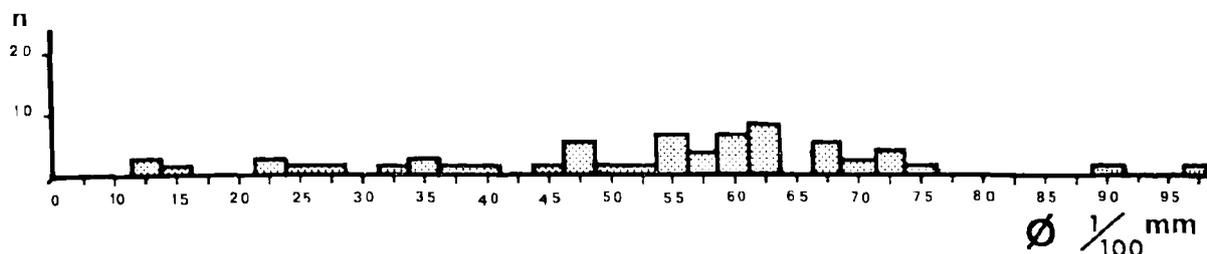


FIG. 2. — *Camptosalpina sibiriensis* Sokolov 1948. Matériel type. Histogramme des diamètres du tube.

Sokolov désigne comme espèce-type les commensaux logeant dans une colonie de « *Parafavosites germana* » figurée par Bassler en 1944 (fig. 9, 10, 11). J'ai obtenu en prêt le matériel type grâce à l'obligeance de F.J. Collier et j'ai pu également y tailler deux nouvelles lames minces.

DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.

Sections transversales. Les tubes des commensaux apparaissent sous forme d'espaces circulaires ou ovales situés généralement aux points de jonction de plusieurs corallites ; leur structure est du même

type que celle du genre *Phragmosalpinx* : il semble que le commensal ait scindé la muraille du Tabulé au niveau de la lamelle médiane (ligne noire) et ait provoqué une boursofflure de la stéréozone donnant naissance à un canal de section circulaire. Les sections ovales sont dues à la position souvent oblique des tubes par rapport aux corallites.

Dans sa diagnose de *Camptosalpinx*, Sokolov attribue aux commensaux la possession d'« une paroi plus ou moins indépendante ». L'examen des lames minces ne confirme pas à mon avis la présence d'une paroi propre. Toutefois, la plupart des sections transversales présentent une formation qui peut être prise pour une tunique calcaire sécrétée par le commensal. Il s'agit d'une mince couche de calcite, sans microstructure visible, épaisse d'environ 1/100 de mm, qui borde irrégulièrement le logement du « Ver » et qui peut parfois disparaître. Certaines coupes montrent que cette lame calcaire correspond, en réalité, à la moitié de la lamelle médiane (« intramural cenozone » de Swann) de la paroi du Favosité hôte.

On observe au contact d'une muraille commune à 2 corallites et d'un tube de commensal, que la stéréozone enveloppe ce dernier et qu'il y a continuité entre la lamelle médiane et la tunique tapisant l'intérieur du tube ; il s'agit donc de la même structure (Pl. XVI, fig. 6).

Cette disposition est bien conforme à la microstructure des Tabulés car on voit dans certaines formes, comme les *Thamnopora*, que la lamelle médiane est « potentiellement » partagée en deux (communication personnelle de J. Lafuste). Les commensaux écartent donc la muraille au niveau de la suture des deux parties de la lamelle médiane.

Au contact avec l'espace de section circulaire actuellement rempli de calcite, il n'y a que la paroi d'un corallite, c'est-à-dire une lame claire (= 1/2 lamelle médiane) d'épaisseur variable, et une stéréozone. Cet aspect des coupes transversales dépend donc essentiellement des caractères microstructuraux des Favosités ; si les *Camptosalpinx* s'installent chez des formes dont la lamelle médiane est plus ou moins virtuelle, réduite à un alignement de granules (ex. *Favosites goldfussi*), la morphologie de la région colonisée sera différente. Le seul caractère systématique à retenir est l'absence de paroi propre chez le commensal.

SECTIONS LONGITUDINALES.

Les tubes présentent un aspect sinueux, traduisant leur indépendance vis-à-vis de la muraille ; on

observe même sur les coupes longitudinales des sections presque circulaires indiquant des portions de tube à trajet horizontal.

Aucun commensal n'offre de plancher.

MENSURATIONS.

L'histogramme (fig. 2) indique que le diamètre des tubes est généralement compris entre 0,45 mm et 0,75. L'absence de sections sériées ne permet pas de connaître la longueur des tubes.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES.

Le genre le plus voisin est *Chaetosalpinx* SOKOLOV qui se rapproche de *Camptosalpinx* par l'absence de paroi propre, mais ce dernier s'en différencie par le trajet capricieux du tube.

Ces deux genres restent donc très voisins, et seule une étude portant sur un matériel abondant permettrait d'avancer des arguments pour discuter de la validité du genre.

POSITION STRATIGRAPHIQUE ET GÉOGRAPHIQUE.

L'espèce n'est actuellement connue que par le matériel type. Silurien de Sibérie.

Genre *STREPTINDYTES* CALVIN 1888

ESPÈCE TYPE : *Streptindytes acervulariae* CALVIN 1888.

Streptindytes acervulariae CALVIN 1888

(Pl. XVI, fig. 7-9)

RÉVISION DU TYPE.

— MATÉRIEL : 1 fragment d'*Acervularia davidsoni* montrant 3 échantillons de *Streptindytes*, n° 4000 State University of Iowa. Geological Collections. (Collection Shimek).

— SÉRIE TYPE : Aucun holotype n'étant désigné, je considère que les 3 échantillons du matériel original constituent la série type.

— *Locus typicus*. « Robert's Ferry » Johnson county Iowa.

— *Stratum typicum*. Cedar Valley, Dévonien moyen (Hamilton).

DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.

En plus de l'échantillon figuré par Clarke qui est considéré comme le matériel type, un autre fragment d'*Acervularia* (n° 4003) présente un commensal malheureusement peu démonstratif.

Sections transversales. Le matériel type montre une section transversale rappelant, du point de vue

morphologique, celle des Gastéropodes. On y observe très nettement une paroi propre (Pl. XVI, fig. 8) dont les relations avec le squelette du Tétracoraliaire sont assez floues, les septes semblant venir buter contre la paroi du « Ver » qui n'est pas entourée par les formations squelettiques du Cœlentéré.

Sections longitudinales. Le tube, à une seule ouverture, dépourvu de plancher, augmente de diamètre régulièrement et montre un enroulement en hélice à tours jointifs. Un des tubes (Pl. XVI, fig. 9) expose sa paroi propre, celle-ci bien mise en évidence par sa couleur jaunâtre, est épaisse d'environ 0,15 mm et semble constituée de calcite.

Sur l'autre tube (Pl. XVI, fig. 7) qui ne se présente pas en section mais plutôt décortiqué, on observe une striation longitudinale assez discrète dont il est malaisé de savoir si elle se trouve sur la paroi externe du « Ver » ou sur le moule interne.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES.

Ce genre possède des caractères bien tranchés, il ne peut être confondu qu'avec *Torquaysalpinx* *nov. gen.* (voir plus loin).

Streptindytes compactus CLARKE 1908, appartient bien au genre *Streptindytes* par les caractères suivants : présence d'une paroi propre, tube augmentant progressivement de diamètre et enroulé en hélice conique, absence de planchers. L'espèce est caractérisée par son tour caréné.

Streptindytes concanatus CLARKE 1908, dont les types semblent perdus (?) ne paraît pas appartenir à ce genre, l'enroulement s'effectuant en hélice cylindrique et non conique. Le manque de données sur la présence ou l'absence de paroi propre ne permet pas de discuter des relations de cette forme avec le genre *Streptindytes*.

Pour les mêmes raisons, les formes désignées par les auteurs soviétiques, *Streptindytes* sp. SOKOLOV (1962), *Streptindytes* sp. KRAVTSOV 1965 ne doivent pas appartenir à ce genre. Kravtsov donne quelques précisions - difficiles à interpréter - sur la paroi (?) du commensal qui semble peu différenciée et constituée « de la substance même du squelette des coraux » (p. 126, ligne 31).

Streptindytes chaetetiæ OKULTCH 1936 pourrait appartenir au genre sous lequel l'espèce a été décrite, mais rien dans la description ne permet de l'affirmer et le type déposé au « Museum of comparative zoology » à Harvard semble perdu...

RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE ET GÉOGRAPHIQUE.

Le genre n'est — à ma connaissance — représenté de façon certaine que dans le Dévonien moyen de l'Iowa U.S.A.

Genre *TORQUAYSALPINX* *nov. gen.*

Derivatio nominis : de Torquay, localité du Devon (G.B.) et de « Salpinx » suffixe créé par Sokolov pour désigner les commensaux des Cœlentérés.

ESPÈCE TYPE : *Torquaysalpinx sokolovi* *nov. sp.*

DIAGNOSE : Commensal de Tabulés dont le tube à une seule ouverture, enroulé en hélice plus ou moins cylindre, possède une paroi propre calcaire. Présence de planchers. Tube à section circulaire.

RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE ET GÉOGRAPHIQUE.
Dévonien moyen de Torquay, Devon, G.B.

Torquaysalpinx sokolovi *nov. sp.* (Pl. XVI, fig. 1-4, texte-fig. 3-5)

Derivatio nominis : espèce dédiée à B. Sokolov.

HOLOTYPE : éch. 1046 e1. Coll. Laboratoire Paléontologie Fac. Sc. Brest.

PARATYPES : éch. 1046 i1, 1046 i2. Coll. Laboratoire Paléontologie Fac. Sc. Brest.

Locus typicus : Torquay, Devon G.B.

Stratum typicum : Dévonien moyen probablement Givétien inf.

MATÉRIEL : Nombreuses sections dans une colonie de Chaetétidé.

DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS.

Sections transversales. Ces sections, sensiblement circulaires quand elles sont bien orientées, montrent la paroi propre du tube du commensal et parfois les planchers. Elles ont un intérêt restreint.

Sections longitudinales.

Morphologie générale : Sur les sections longitudinales du Chaetétidé hôte, les tubes de commensal présentent des aspects assez variables étant donné leur relative indépendance vis-à-vis du Cœlentéré.

Il semble que le tube soit enroulé en hélice cylindrique à tours non jointifs et qu'il présente de légères variations de diamètre dans la plupart des cas, depuis l'apex jusqu'à l'ouverture. Toutefois, ces deux caractères n'ont peut-être pas une valeur générale et sont parfois difficiles à mettre en évidence. Il est très commun, en effet, de rencontrer des fragments de sections ayant la forme générale d'un haricot fortement convexe.

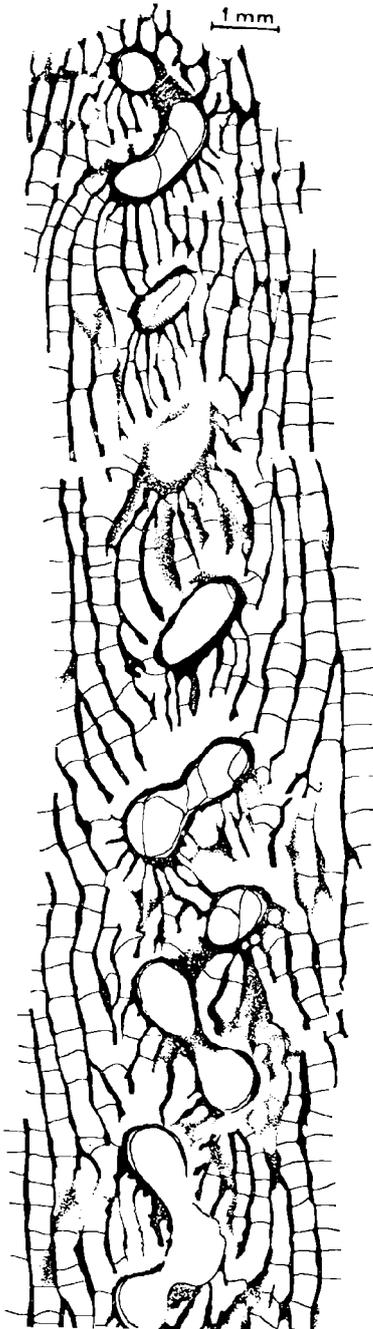


FIG. 3. — *Torquaysalpinx sokolovi* nov. sp.
(Fac. Sc. Brest. Lab. Pal. n° 1046 e1) Torquay,
Devon, G.B., Givétien inf. HOLOTYPE.

Coupe longitudinale montrant l'enroulement
en hélice cylindrique du tube, la paroi propre
(sans figuré) et les planchers. Le Chaetetidé
est en noir.

D'autre part, quelques spécimens montrent un enroulement en hélice conique (Pl. XVI, fig. 1).

— *Les planchers* : Relativement nombreux, les planchers, plans, concaves ou convexes, pouvant présenter des déformations importantes, sont généralement insérés obliquement sur la muraille du tube. Ils sont rarement incomplets.

— *La paroi* : La paroi, d'épaisseur variable jusqu'à 0,05, dans un même tube de commensal, se présente sous forme d'une couche gris-clair s'opposant à la couleur jaunâtre de la muraille du Chaetetidé.

Au contact des deux structures existe souvent une zone diffuse assez fortement pigmentée en brun noir, la face interne de la paroi du tube présente également parfois des granulations sombres.

La microstructure est très mal conservée, comme celle du Chaetetidé — et quelques rares sections seulement permettent de s'en faire une idée approximative. Cette microstructure est apparemment lamelleuse ; les lamelles sont disposées obliquement par rapport à la lumière du tube et elles donnent à la face externe de celui-ci un aspect en dents de scie irrégulières (fig. 5).

Cette microstructure en lamelles disposées obliquement n'est pas sans rappeler celle des tubes des Serpuliens.

Mensurations.

Le diamètre externe des tubes (c'est-à-dire incluant l'épaisseur de la muraille) s'établit en général entre 0,70 et 0,75 mm. Du fait de la disposition irrégulière des planchers, il semble que la mesure de leur écartement soit sans intérêt.

Longueur maximum (observée) des tubes : 19 mm.

Biologie : L'étude des relations existant entre le tube du « Ver » et le Chaetetidé permet d'apporter quelques précisions sur la biologie du commensal. Le fait que les structures du Cœlentéré ne se fassent pas recouper à l'emporte-pièce indique qu'il ne s'agit pas d'un organisme perforant.

Bien au contraire, tout au long du trajet des tubes de *Torquaysalpinx*, on observe des déformations des structures du Chaetetidé. En coupe longitudinale, les murailles de l'hôte s'infléchissent parfois très fortement en direction du « Ver » qui crée un traumatisme assez considérable dans le développement harmonieux du Chaetetidé.

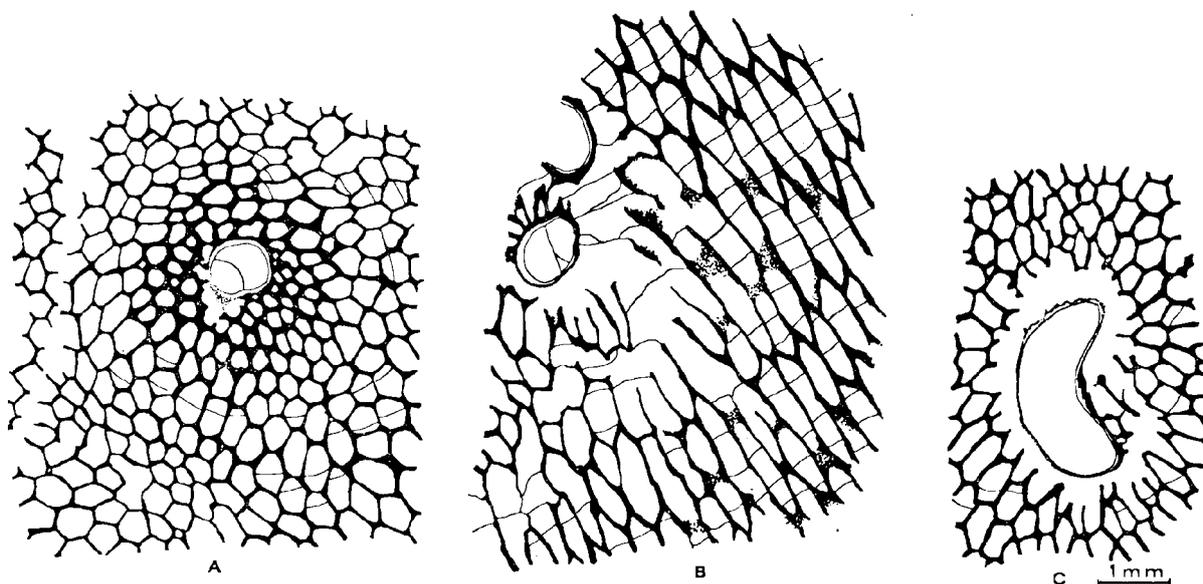


FIG. 4. — *Torquaysalpinx sokolovi* nov. sp. Torquay, Devon, G.B., Givétien inf. (Coll. Fac. Sc. Brest. Lab. Pal.).
 — A (éch. n° 1046 l1) Section transversale, remarquer la diminution de taille des corallites ainsi que l'épaississement de la paroi du Chaetetidé autour du commensal.
 — B (éch. n° 1046 d1) Section oblique, remarquer les perturbations causées par la présence du commensal, dans la croissance du Chaetetidé, en particulier le développement anormal des planchers.
 C (éch. n° 1046 a1) Section transversale, montrant une certaine inhibition du développement des murailles de Chaetetidé autour du commensal.

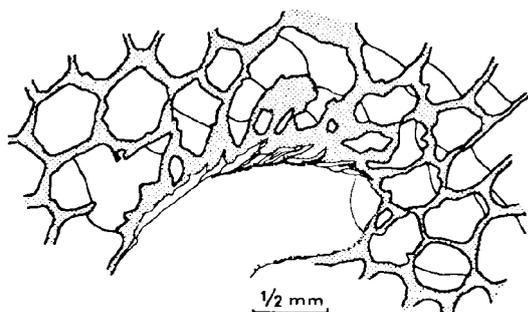


FIG. 5. — *Torquaysalpinx sokolovi* nov. sp. (Fac. Sc. Brest. Lab. Pal., n° 1046 h). Torquay, Devon, G.B., Givétien inf. Section montrant la microstructure en lamelle de la paroi du commensal. Chaetetidé en pointillé.

Très souvent, des perturbations importantes apparaissent dans l'édification des murailles au voisinage du « Ver ». La croissance de ces murailles se trouve inhibée, et il se développe autour du commensal une zone d'allure cicatricielle avec de nombreux planchers de taille anormale.

Une autre réaction liée à la présence du commensal se manifeste par une multiplication active des corallites accompagnée d'une diminution de

leur taille et d'un épaississement de leur muraille (fig. 4 a).

Cette dernière remarque, bien que non générale, est importante car elle montre bien que l'épaississement des murailles est lié, comme chez les Tabulés (Favositidés en particulier), à des conditions de vie défavorables. Dans le cas des Favositidés, il s'agit vraisemblablement de difficultés en relation avec des variations climatiques saisonnières. Dans le cas présent, il s'agit de conditions défavorables localisées, liées à la présence du commensal ; ces causes différentes aboutissent néanmoins à des résultats morphologiques identiques.

En résumé, toutes ces réactions du Chaetetidé vis-à-vis de son commensal montrent bien que la croissance des deux organismes se fait simultanément et que l'association est du type commensalisme.

Dans le cas de *Torquaysalpinx*, les réactions de l'hôte sont beaucoup plus importantes que dans le cas des *Phragmosalpinx* ou *Camptosalpinx*. Il est difficile de savoir si ces comportements différents sont dus aux modes de défense spécifiques de l'hôte

ou aux capacités inductrices du commensal. Dans ce dernier cas, une certaine tendance parasitaire serait manifeste.

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES. La présence d'une paroi propre permet de rapprocher *Torquaysalpinx* de *Streptindytes* qui s'en différencie aisément par l'absence de planchers.

RÉPARTITION STRATIGRAPHIQUE ET GÉOGRAPHIQUE. *Torquaysalpinx sokolovi* nov. sp. est connue actuellement dans un seul gisement de la Cornouailles anglaise : calcaires du Givétien inférieur de « Triangle point », Torquay, Devon.

Conclusions : affinités zoologiques des commensaux des Cœlentérés paléozoïques.

L'importante question de la position systématique des commensaux des Cœlentérés paléozoïques reste obscure du fait de l'absence de données sur les parties molles et de la disparition de ces formes de la faune actuelle. Il suffit pour s'en convaincre de consulter l'« Osnovi paleontologii » où les commensaux précités sont classés parmi les *Sipunculoides* et le « Treatise on Invertebrate Paleontology » où les mêmes genres sont classés parmi les *Serpulidae* !

J'ai discuté (9) de la question systématique du genre *Phragmosalpinx* et placé celui-ci avec réserves dans les *Sipunculoides*. Une discussion analogue pourrait s'appliquer aux genres *Camptosalpinx* et *Chaetosalpinx*. Le genre *Torquaysalpinx* semble présenter une microstructure en lamelles qui nécessite une comparaison avec la microstructure des *Serpulidés*.

Des coupes effectuées chez les *Serpulidés* actuels ou fossiles montrent la présence de trois couches : externe, moyenne et interne ; cette dernière, facultative (?), possède une microstructure variable. Les couches externes et moyennes sont constantes.

— La couche interne est constituée chez *Serpula vermicularis* (actuel) par une couche prismatique fibreuse ; chez *Pomatoceros* sp. de l'Oxfordien de Villers-sur-Mer, elle montre une microstructure granulaire qui n'est peut-être pas originelle ; enfin, chez *Serpula heliciformis* du Kimeridgien, elle est absente.

— La couche moyenne est formée de lamelles disposées obliquement par rapport à l'axe du tube. Chez *Serpula vermicularis*, ces lamelles apparaissent fibreuses ; il s'agit donc de pseudolamelles.

La couche moyenne est fortement imprégnée d'une matière jaunâtre en lumière naturelle, en très

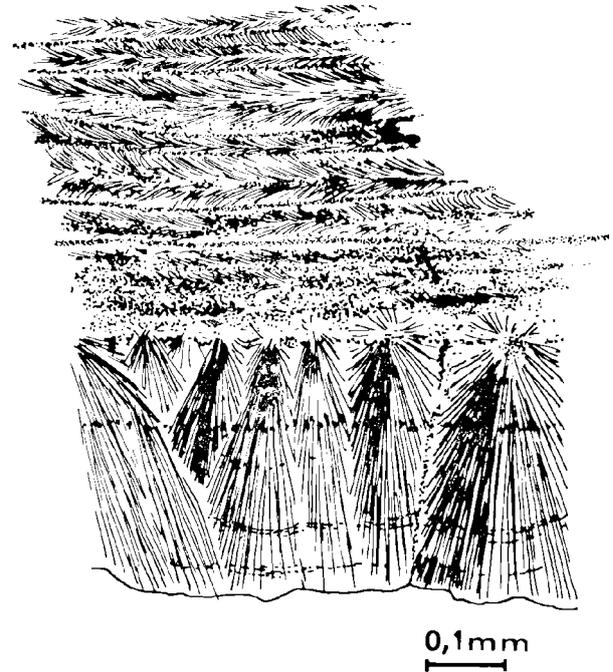


FIG. 6. — *Serpula vermicularis* LINNÉ (Fac. Sc. Brest, Labo. Pal. n° 1053 a). Rade de Brest, Actuel. Section transversale montrant la couche prismatique fibreuse interne et une partie de la couche moyenne en pseudo-lamelles. La couche externe plus ou moins lacuneuse n'est pas figurée. Lumière polarisée.

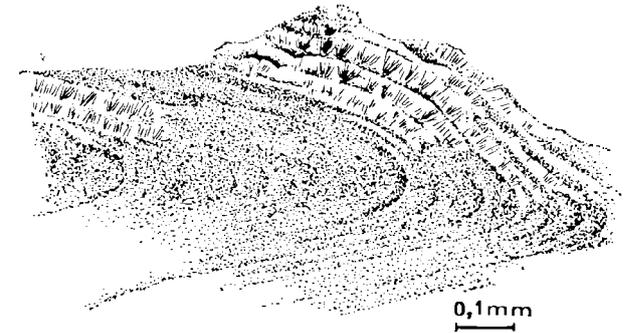


FIG. 7. — *Serpula heliciformis* (Fac. Sc. Brest, Labo. Pal. n° 1051 a). Vauclaus, Doubs. Kimeridgien. Section longitudinale montrant le repliement de la couche moyenne et les bouquets de fibres de la couche externe. Lumière polarisée.

fines aiguilles, probablement organique, qui peut masquer complètement la microstructure de cette couche. Près de son bord externe, la couche moyenne se replie très fortement et s'effiloche dans la couche externe.

— La couche externe présente, entre des traînées de matière organique d'aspect floconneux prolongeant la couche moyenne, des bouquets de fibres.

— *Torquaysalpinx* offre une microstructure constituée de lamelles insérées obliquement par rapport à l'axe du tube. Mais il est impossible de préciser s'il s'agit de vraies ou de pseudolamelles ; on n'observe ni le repliement caractéristique des lamelles, ni la couche externe fibreuse.

On ne peut donc rapprocher le genre *Torquaysalpinx* des Serpuliens.

La présence de planchers chez certains commensaux n'est pas incompatible, par contre, avec leur attribution aux Serpuliens puisque des planchers existent chez des formes libres comme *Ditrupa subtorquata* (MUNST.) (7).

En conclusion, les comparaisons que l'on peut tenter entre les formes actuelles et les commensaux des Cœlentérés primaires ne sont jamais satisfaisantes. Il y a généralement ni incompatibilités totales ni similitudes complètes pour pouvoir attribuer les commensaux paléozoïques à tel ou tel groupe zoologique. La solution raisonnable, au moins provisoirement, consiste donc à laisser les commensaux de ces Cœlentérés en *Incertae Sedis*.

COMMENSAUX des TABULES et STROMATOPOROÏDES

CLEF DICHOTOMIQUE

TUBE A UNE OUVERTURE.

Section circulaire :

— Présence d'une paroi propre.

Pas de planchers

— tube en hélice spirale à tours jointifs *Streptindytes*

Planchers présents

— enroulement en hélice plus ou moins cylindrique *Torquaysalpinx*

— Absence de paroi propre.

Présence de planchers

— tube droit ou en hélice cylindrique *Phragmosalpinx*

Pas de planchers

— tube droit *Chaetosalpinx*

— tube très contourné *Camptosalpinx*

Section étoilée :

4 à 5 rayons *Asterosalpinx*

3 rayons *Actinosalpinx*

TUBE A DEUX OUVERTURES.

— Absence de paroi propre *Hicetes*

* * *

BIBLIOGRAPHIE

- 1) CALVIN S. (1888). — On a new genus and new species of tubicolar Annelida. *The American Geologist*, vol. 1, pp. 24-28.
- 2) BASSLER R.S. (1944). — *Parafavosites* and Similar Tabulate corals. *Jour. of Paleontology*, vol. 18, n° 1, pp. 42-49, 29 fig.
- 3) CLARKE J.M. (1908). — The beginning of dependant life. *New York State Mus. Ann. Rep.* 61, I, Mus. Bull. 121, pp. 146-196, 4 fig., Pl. I-XIII.
- 4) CLARKE J.M. (1921). — Organic dependance and disease. Their origin and significance. *New York State Mus. Bull.*, n° 221-222, pp. 1-113, 105 fig.
- 5) HOWELL B.F. (1962). — Worms in MOORE: Treatise on Invertebrate paleontology, W 144 - W 177.
- 6) KRAVTSOV A.G. (1965). — Kommensalism u kolonialnykh tchetvyrekhlutchevykh korallov. *Paleontologicheskij jurnal*, n° 2, pp. 126-128, 2 fig.
- 7) MÜLLER A.H. (1963). — Kammerung in Serpuliden röhren (Annelida, Polychaeta) der Oberen Kreide. *Geologie*, vol. 12-10, pp. 1194-1203, 2 fig., Pl. I-III.
- 8) OKULITCH V.J. (1936). — *Streptindytes chaeteticæ* a new species of « Parasitic » Annelid found on *Chaetetes radians*. *Amer. Midland Naturalist*, vol. 17, pp. 983-984, 2 fig.

- 9) PLUSQUELLEC Y. (1968). — Commensaux des Tabulés et Stromatoporoides du Dévonien armoricain. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, T. LXXXVIII, 2, pp. 47-56, fig. 1-6, Pl. V.
- 10) SCHMIDT W.J. (1955). — Die Tertiären Würmer Österreichs. *Osterr. Akad. der Wissenschaften, Math. Natur. Klasse, Denkschriften*, vol. 109-7, pp. 1-121, 32 fig., Pl. I-VIII.
- 11) SCRUTTON C.T. (1968). — Colonial Phillipsastracidae from the Devonian of South East Devon, England. *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Geol.)*, vol. 15, n° 5, pp. 181-281, 21 fig., Pl. I-XVIII.
- 12) SOKOLOV B.S. (1948). — Kommensalism u Favositid. *Izvestija Akad. Nauk SSSR, ser. Biol.* n° 1, pp. 101-110, 10 fig.
- 13) » (1962). — Vermes in Orlov: *Osnovy Paleontologii*, tome II, pp. 435-464, 46 fig., Pl. I-V.
- 14) » (1962). — Ob odnom rasprostranennom kommensaliste devonskikh Favositid. *Paleontologičeskij žurnal*, n° 2, pp. 45-48, 1 fig.
- 15) SWANN D.H. (1947). — The *Favosites alpenensis* lineage in the middle Devonian travers group of Michigan. *Contr. Mus. Paleont. Univ. Michigan*, vol. VI, n° 9, pp. 235-318, 1 fig., Pl. I-XVIII.
- 16) WRIGLEY A. (1950). — The difference between Calcareous tubes of Vermetids and Serpulids.

. . .

LEGENDE DE LA PLANCHE XVI

FIG. 1 à 4. — *Torquaysalpina sokolovi* nov. gen. nov. sp.
Givétien inf. de Torquay, Devon. G.B.
(n° 1046 Coll. Lab. Pal. Fac. Sc. Brest).

FIG. 1. — Ech. 1046 i 1 ; x 35. Section longitudinale, l'orientation du tube du commensal peut sembler mauvaise mais l'étude de la croissance du Chaetetidé oblige à cette disposition.

FIG. 2. — Ech. 1946 i 2 ; x 35. Section montrant les planchers et la paroi propre du « Ver ».

FIG. 3. — Ech. 1046 i 2 ; x 25. Section à petit diamètre correspondant sans doute au début de la croissance d'un tube.

FIG. 4. — Ech. 1046 i 3 ; x 25. Section montrant les planchers, la paroi propre du « Ver » et, assez nettement en bas et à droite du tube, un liseré noir au contact du Chaetetidé et de la paroi du commensal.

FIG. 5 et 6. — *Camptosalpina sibiriensis* Sokolov 1948
Silurien de Sibérie, Rivière Kotui.
(n° 108959 U.S. Na. Mus. Smith. Inst. Washington).

FIG. 5. — Coupe transversale. Remarquer l'absence de paroi propre au commensal et les deux éléments de la muraille du Favositidé ; stéréozone et demi « cœnozone intramurale ». x 100.

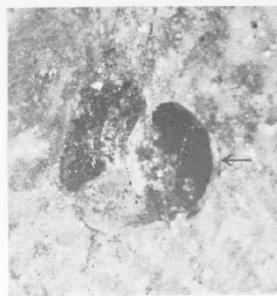
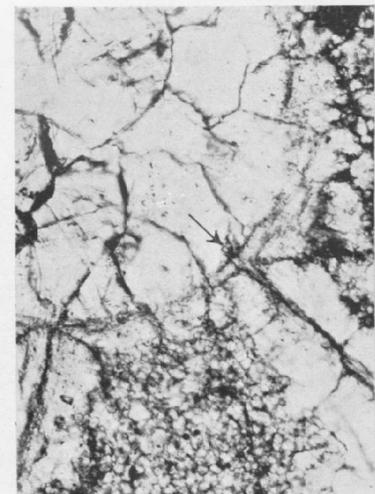
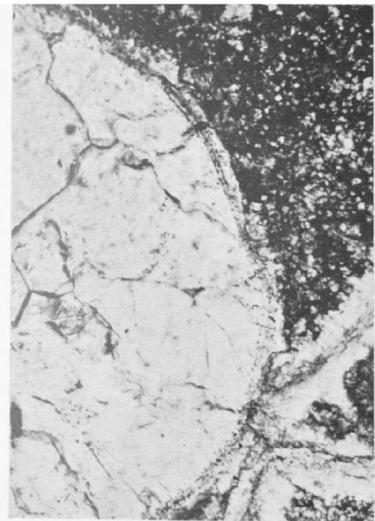
FIG. 6. — Coupe transversale montrant l'épanouissement autour de la cavité du commensal de la cœnozone intramurale. x 100.

FIG. 7 à 9. — *Streptindytes acervularia* CALVIN 1888.
Dévonien moyen de l'Iowa.
(n° 4000 State Univ. of Iowa, Geol. Coll.).

FIG. 7. — Cassure montrant la morphologie générale du tube ; ce spécimen correspond au plus grand des échantillons de la fig. 18 in CLARKE 1921. x 3.

FIG. 8. — Cassure longitudinale mettant généralement en évidence la paroi propre du commensal. x 8.

FIG. 9. — Cassure longitudinale mettant également en évidence la paroi propre du commensal. (Echantillon correspondant au deuxième spécimen de la fig. 18 de Clarke). x 8.



Quelques précisions sur le quaternaire des carrières d'Elnes et d'Hallines

par DGM BOUTRY (*), P. DOLLÉ (**) et G. TIÉGHEN (***)

(Planches XVII et XVIII)

Sommaire. — Les sédiments quaternaires des carrières d'Elnes et d'Hallines, situés sur le cours de l'Aa, de part et d'autre de Lumbres, montrent de grosses irrégularités. A Hallines, on voit surtout des irrégularités dues à des phénomènes de dissolution et de cryoturbation affectant cailloutis et loess. A Elnes, plus proche du fond de la vallée, le quaternaire semble plus régulier et plus compact. Mais il est encore trop tôt pour faire une synthèse et pour situer dans le temps, avec précision, ces deux formations l'une par rapport à l'autre.

Summary. — Quaternary sediments of the quarries of Elnes and Hallines placed both side of Lumbres on the river Aa shows great irregularities. At Hallines it is seen irregularities occasionated by dissolution of the chalk. At Elnes, nearer the bottom of the valley, quaternary sediments are more regular and more thick. At now it is not yet possible to place and correlate the two quarries one about the other.

Après les commentaires sur l'excursion de la Société Géologique du Nord du 6 octobre dernier, nous voudrions présenter quelques observations supplémentaires sur deux zones particulières : la carrière de la Salviam à Hallines et la carrière de la Briqueterie Coquempot à Elnes.

Ces observations sont encore fragmentaires, les études paléontologiques, palynologiques et sédimentologiques étant en cours. Les résultats définitifs seront communiqués dans une note ultérieure.

Position géographique.

1) Carrière de la Salviam, commune de Hallines.

Située sur la rive gauche de la vallée de l'Aa (coordonnées Lambert, zone Nord : $x = 591,1$; $y = 335,2$), cette carrière s'ouvre à mi-pente entre le Bois de l'Ermitage, culminant à la cote + 119 et établi lui-même sur un cailloutis et le fond du thalweg de l'Aa qui coule au droit de la carrière à une altitude voisine de la cote + 25.

Ouvert à une altitude moyenne de + 57 environ, le front de la carrière se déroule sur plusieurs

centaines de mètres, mais d'une façon irrégulière et non rectiligne suivant une direction approximativement SE-NW.

C'est une exploitation de cailloutis, destiné autrefois à du ballast qui actuellement, lavé et concassé, sert de matériau de construction. Activement extrait ces dernières années, son gisement semble actuellement en voie d'épuisement ; seules quelques alvéoles sont encore en exploitation, le reste de la carrière étant progressivement rempli par des matériaux provenant de réfection de routes.

2) Carrière Coquempot, commune d'Elnes.

Cette carrière est ouverte également sur la rive gauche de l'Aa, mais plus près cette fois du thalweg : la rivière coule à environ 10 m plus bas que le fond de la carrière, au droit de celle-ci, se situe cependant à une altitude voisine de celle d'Hallines : + 53 (coordonnées Lambert : $x = 585,5$; $y = 331,8$). L'exploitation en est beaucoup plus concentrée, aussi ne peut-on plus voir maintenant des coupes observées il y a trois ou quatre ans, un hangar ayant été édifié après remblais aux endroits de ces coupes.

L'extraction dans cette carrière a un double but : dans la partie inférieure, production de matériaux de construction à partir des cailloutis lavés et concassés ; dans la partie supérieure, loess et

(*) Abbaye St-Paul de Wisques - 62.

(**) Ingénieur-Géologue. Hénin-Liétard - 62.

(***) Institut professionnel. Armentières - 59.

lehm servant à faire des briques cuites dans un four voisin.

La distance qui sépare ces deux carrières est, en suivant le fond de la vallée, de 8,5 km environ, la différence d'altitude du cours de l'Aa étant d'environ 23 m sur cette distance.

Position géologique.

Situées à des positions différentes par rapport au thalweg, les deux carrières ont aussi un contexte géologique différent.

La carrière d'Hallines est située sur la craie blanche du Sénonien supérieur C₇ à *Micraster coranguinum*. A chaque point où elle est visible, cette craie est profondément altérée. Sa surface est très irrégulière et tapissée par un enduit d'argile brun noir ou violacé. Directement au-dessus reposent les sédiments quaternaires : cailloutis et loess, cartographiés : a1a et a1b.

Il est très difficile, sinon impossible, de donner une coupe synthétique de cette carrière en raison des irrégularités très grandes dans les formations quaternaires surmontant cette craie, par endroits simplement dissociée par dissolution, à d'autres endroits dissociée et solifluée par les actions combinées de la dissolution et de la cryoturbation.

Les irrégularités de la surface de la craie sont transmises aux formations quaternaires : cailloutis et loess. Ce dernier peut parfois faire complètement défaut : le cailloutis est surmonté « en discordance » par le limon actuel A, plus ou moins épais.

Par contre, la carrière Coquempot montre, quand l'exploitation est allée suffisamment profondément, la craie blanche et grise du Turonien supérieur C^{6c} à *micraster breviporus*. L'observation de cette craie est assez rare. Comme elle est de plus imperméable, le fond de la carrière à ce niveau est généralement rempli d'eau.

Sur cette craie reposent des cailloutis, assez réguliers dans l'ensemble et le plus souvent grossièrement stratifiés. Leur épaisseur totale est comprise entre 2 et 3 m. Ils sont cartographiés a1a.

Sur les cailloutis se sont déposés les sédiments fins du loess et du lehm sur une épaisseur de 5 à 6 m. Ces horizons sont cartographiés a1b.

Au-dessus, l'ensemble est coiffé par les limons des pentes dont l'épaisseur peut varier de 0,20 à 0,60 m, cartographiés A.

Essai d'analyse stratigraphique.

Du fait de l'exploitation intensive de ces dernières années, et comme nous l'avons dit plus haut de l'irrégularité des sédiments quaternaires, il est très difficile de suivre, même dans les endroits bien repérés, une coupe stratigraphique à quelques mois d'intervalle. Aussi les éléments que nous donnons ne sont-ils valables que dans les endroits où l'exploitation s'est arrêtée.

Pour la carrière d'Hallines, nous décrivons trois types d'observation :

1) Poche de dissolution simple. La surface de la craie est irrégulière, mais sa stratification semble conservée. L'argile plastique noire ou violacée colle à la surface de la craie, son épaisseur peut varier de quelques centimètres au double décimètre. Le cailloutis est irrégulier, sans stratification bien définie, assez lessivé à sa base. La partie supérieure du cailloutis, à éléments arrondis ou anguleux, est plus argileuse et plus cohérente. Souvent la partie supérieure du cailloutis est au contact de la terre arable. Un peu de loess rubéfié est visible de part et d'autre de l'intumescence du cailloutis (fig. 1, Dom Boutry, août 1966).

2) Poche de dissolution compliquée par de la cryoturbation. Dans ce cas, la partie supérieure de la craie présente encore plus d'irrégularités. L'enduit d'argile plastique sombre est toujours présent, mais la craie sous-jacente est dissociée et réduite à l'état de granules. Certaines masses de craie, détachées de leur substratum, semblent remonter, à travers le cailloutis, en gardant l'argile sombre à leur partie supérieure.

La disposition des éléments du cailloutis ne montre plus de stratigraphie horizontale ou oblique, et à certains endroits on commence à voir un alignement sub-vertical des grands axes des galets de silex. Il devient ainsi très malaisé de distinguer si le cailloutis est plus argileux au sommet qu'à la base. A la partie verticale de ses observations, la partie supérieure du cailloutis est érodée par la terre arable actuelle, et il ne subsiste que très peu de loess de part et d'autre de ces remontées (fig. 2, Dom Boutry, mars 1966).

3) Poche de dissolution cryoturbée avec conservation de loess.

Cette observation a pu être faite dans une des dernières alvéoles de la carrière (partie NW) (fig. 3, Dom Boutry, octobre 1968). On peut voir à cet

endroit le résultat de la dissolution : surface tourmentée de la craie avec enduit d'argile plastique sombre — auquel s'ajoutent les effets de la cryoturbation : « Flammes » de craie détachées de leur base et entourées de galets de silex ronds, à patine rouge sombre gélifiée, disséminés sans ordre.

Mais quand on s'éloigne de cette partie centrale et qui semble soulevée, on observe de bas en haut :

un cailloutis grossier : éléments parfois dépassant 0,10 m, mais lavé : pauvre en argile et, de ce fait, peu cohérent et facilement éboulé.

un cailloutis non lavé, argileux, dont les éléments mal calibrés ont des dimensions semblables à celles du cailloutis lavé.

une bande sableuse — de 0,08 à 0,15 m — jaune, légèrement argileuse, mal calibrée avec des éléments dépassant le millimètre.

un cailloutis rubéfié : les éléments sont enduits d'une argile plastique rougeâtre qui cimente les galets de silex roulés ou cassés et anguleux. Épaisseur 0,10 à 0,30 m.

un cailloutis fin, sableux et argileux, éléments mous dépassant souvent 0,05 m. Épaisseur 0,20 à 0,40 m.

une deuxième bande de cailloutis rubéfié avec de l'argile rouge plastique comme liant.

un loess blanc, légèrement calcareux, rubéfié à la base. Au contact du cailloutis supérieur lui aussi rubéfié. Épaisseur moyenne : 0,5 m.

puis un loess jaune fin, sableux, sur 1 m environ.

A la surface du loess jaune, un mince lit argileux, épais de quelques millimètres à 2 centimètres, renferme par endroits des fragments de galets de silex plus ou moins roulés mais dont les dimensions ne dépassent pas 1-2 cm.

Un lit de 0,1 m de loess sableux renfermant de nombreuses particules noires, 1 à 2 mm de diamètre, peut-être oxyde de manganèse (analyse en cours).

Sur 0,5 m, on voit ensuite un loess roux apparemment non stratifié et contenant encore à sa partie inférieure des granules noirs mais en quantité moindre que dans le loess sableux immédiatement inférieur.

Sur 0,8 m du loess de teinte dominante claire, mais en doublets constitués de lits alternativement plus sombres et plus clairs, légèrement compactés, donnant à l'ensemble un aspect irrégulier et légèrement rubané.

Enfin, sous le sol végétal, épais à cet endroit de 0,2 à 0,3 m, on peut voir 0,60 m de loess roussâtre renfermant de nombreux galets de silex roulés. L'aspect de ce dernier est cependant nettement différent de celui des cailloutis situés sur la craie ; les galets de silex, isolés les uns des autres, sont complètement enrobés par le loess sableux et argileux.

Une telle succession n'est visible qu'en de très rares points de l'ensemble de l'exploitation. La conservation exceptionnelle de cette série de loess peut résulter : soit de la formation d'une poche de dissolution de la craie plus vaste (probablement un

enfouissement plus grand de sa partie centrale), entraînant les dépôts de loess plus profondément ; soit de la distance plus faible de la crête du thalweg ayant protégé en cet endroit les assises du loess d'une érosion extérieure.

L'irrégularité du fond de la carrière, les différences de profondeur du substratum crayeux, rarement atteint (la présence de craie altérée compliquant le lavage du cailloutis avant cassage) et enfin le comblement actuel de cette zone, ne nous ont pas permis, même pendant plusieurs années d'observations, de suivre le contact craie cailloutis, qui nous aurait permis de donner une explication plus certaine de la présence du loess à cet endroit.

Si l'irrégularité dans la stratigraphie des dépôts quaternaires est grande à Hallines, elle est beaucoup moindre à Elnes, et quoique fluctuante encore, elle permet cependant de dresser une coupe synthétique plus précise. Il ne faut pas oublier toutefois que les valeurs numériques repérées au moment où la coupe a été relevée ne sont valables dans l'absolu que pour cette coupe, étant susceptibles de varier dans l'espace, au fur et à mesure de l'avancement de l'exploitation. Il faut donc s'attacher plus à la succession stratigraphique qu'à des valeurs numériques exactes concernant ces successions rythmées ou non de très faible épaisseur.

Nous décrivons également la coupe d'Elnes en commençant par la base :

Dans les cas les plus favorables, on peut voir sur 1 m environ de puissance, le cailloutis inférieur, grossier, roulé, de teinte dominante rousse, fortement argileux et renfermant au contact de la craie turonienne une marne calcaire. Ce contact est rarement accessible parce que rarement atteint, l'exploitation négligeant la base du cailloutis à cause de la présence de la marne argileuse difficilement lavable, et aussi de la présence d'une nappe aquifère presque permanente située au niveau de base du cailloutis quaternaire, dans cette carrière (fig. 4, Dom Boutry, mars 1966).

Le cailloutis inférieur est surmonté par une épaisseur de 0,15 à 0,20 m de sable fin et argileux de couleur gris bleuté.

Sur 1 à 1,2 m, le cailloutis moyen présente un classement bi-modal : de gros éléments de dimensions supérieures au décimètre sont disséminés dans des silex plus petits : dimensions inférieures à 0,05 m, le plus souvent anguleux, cassés et très peu roulés. Ce cailloutis ne renferme qu'une proportion de ciment argilo-sableux assez faible.

Le cailloutis moyen est séparé du cailloutis supérieur par un complexe pouvant soit être isolé soit se répéter 2 ou 3 fois de la base au sommet par :

environ 3 cm de sables et gravier à peu près purs : sables, grains de quartz et petits éclats de silex plus ou moins roulés de 0,2 à 0,5 cm.

5 cm de sable argileux irrégulièrement stratifié, montrant de nombreuses figures de compaction, présentant parfois de petites lentilles de sable quartzueux blanc presque pur.

5 cm de sable de lessivage fluvial à granulométrie grossière : 0,2 à 0,4 cm contenant de fréquents débris ou coquilles de mollusques. Ces fossiles, après lavage et triage, confiés à Monsieur l'Abbé Puissegur, Professeur au Petit Séminaire de Flavigny-sur-Ozerain (Côte d'Or) ont été déterminés (*) :

<i>Limax</i> sp.	2
<i>Trichia (trichia) hispida</i> L.	325
<i>Pupilla (pupilla) muscorus</i>	120
<i>Columella Columella</i> V. MART.	5
<i>Columella Columella</i> BENZ.	7
<i>Succinea (hydrotopa) elegans</i> RINO	2
<i>Succinea (succinella) oblonga</i> DRAP	309
<i>Anisus (Anisus) leucostomus</i> MILLET	3
<i>Pisidium amnicum</i> MULLER	4 valves
<i>Pisidium</i> sp.	8
<i>Pisidium casertanum</i>	2
<i>Helicase</i> sp.	2 fragments
<i>Galba</i> sp.	1
Fragment molaire <i>Arvicola</i>	1
Fragments de grosses espèces	1
Dents de petits rongeurs	

Fossiles du Jurassique, dents de poissons, brachiopodes, non encore identifiés.

Le cailloutis supérieur n'a que 0,3 m de puissance moyenne. Il montre une assez grande abondance d'éclats de silex bleutés. Il y a été trouvé quelques éléments d'industrie humaine : éclats du type Levallois. Le cailloutis est constitué par des éléments relativement fins, dépassant rarement 0,1 m de dimensions maximales. Un peu d'argile cimente les éléments de ce cailloutis.

A sa partie supérieure, le cailloutis supérieur montre de nombreuses traces de rubéfaction matérialisée par une argile rougeâtre servant de liant et un encroûtement de sels de manganèse sur les silex roulés.

Immédiatement sur le cailloutis, 0,3 m de loess rougeâtre avec des lentilles de sable fluvial plus clair, pratiquement sans argile. Sur 0,6 m, on voit alors des figures de compaction, des figures de charge et peut-être aussi de cryoturbation dans un sédiment constitué en majeure partie par du loess sableux renfermant des lentilles irrégulières argileuses et suivi de petites poches de sable roux avec quelques tests : succinidées, trichia, pupilla.

Sur ce dépôt caractérisé par ses figures sédimentaires repose un loess jaune clair devenant progressivement régulier, la limite avec le sédiment inférieur suivant les irrégularités des figures décrites. Le loess jaune clair est constitué par un très grand nombre de doublets montrant une alternance millimétrique ou infra-millimétrique de sédiments plus clairs et plus sableux légèrement

plus grossiers : 120 à 150 μ de dimensions moyennes contenant d'avantage de matrice argileuse : limonite. Cette formation, de 1 m de puissance, est devenue très régulière à son sommet qui est pratiquement rectiligne.

Sur environ 1 m, un loess plus sombre et apparemment plus compact que celui sur lequel il repose, rubéfié à sa partie supérieure sur 0,1 à 0,2 m apparemment irrégulier, puis roux violacé sur 0,1 à 0,2 m avec quelques petits grains de silex concassés et dont les dimensions dépassent rarement 5 mm. A la base de cette zone, les doublets sont très difficiles à observer.

La formation suivante, épaisse de 1,6 m environ, repose sur la précédente par une limite irrégulière et peu tranchée. Elle est constituée par un loess jaune roux avec des doublets d'épaisseur centimétrique, finement ondulés, avec des figures de compaction et de clivage à la base, s'emboîtant dans la formation inférieure : 0,3 m de loess panaché dont la stratification et les rythmes sont difficilement observables. Le panachage semble provoqué par des lessivages qui ont concentré l'oxyde de fer irrégulièrement vers le bas, plutôt que par des rythmes sédimentaires compliqués par des figures de compaction.

1,7 m de lehm argileux à granulométrie plus fine : quartz inférieurs à 50 microns. Ce ciment argileux coloré par la limonite est beaucoup plus abondant. A l'air libre cette dernière assise se fendille rapidement par temps sec, tandis qu'elle est beaucoup plus glissante par temps humide, ce qui rend la différence beaucoup plus apparente avec les types de loess sous-jacents qui restent plus cohérents et plus perméables.

L'ensemble de cette superposition est couronné par environ 0,3 m de terre arable.

Conclusions.

Dans l'état actuel des recherches il semble que les deux formations d'Hallines et d'Elnes ne se soient pas élaborées dans les mêmes conditions et ne soient pas absolument contemporaines.

A Hallines, nous sommes en présence d'une moyenne terrasse établie sur un karst en activité et qui a continué son activité après le dépôt et du cailloutis et du loess qui le recouvre. De plus, l'ensemble a été repris par les actions périglaciaires qui, à certains endroits, ont remonté la partie profonde du cailloutis, entraînant avec lui des fragments de craie. Il serait intéressant d'observer par photo aérienne, et il est dans nos projets de le faire, si les pointements de cailloutis dessinent à la surface du sol, là où ils ont été conservés par l'exploitation de la carrière, une répartition en polygones de gel périglaciaire.

Là où il est conservé, le loess montre des sols rouges attestant son ancienneté. Cet ensemble est antérieur à la glaciation Würm et peut-être même appartiendrait-il à une phase de l'interglaciaire Mindel-Riss. Par contre, à Elnes, ces phénomènes

(*) Nous sommes heureux de remercier vivement Monsieur l'Abbé Puissegur pour l'aide précieuse qu'il nous a apportée en déterminant ces fossiles.

périglaciaires sont plus modestes, établis sur un cailloutis de fond de vallée, donc plus récent, lui-même surmontant une craie turonienne légèrement différente par son comportement de la craie sénonienne d'Hallines.

Ce qui est remarquable à Elnes, c'est la coupe de loess qui montre son évolution de la base au

sommet. Les figures de compaction sont bien visibles et montrent une pérennité de conditions de dépôt assez remarquable. Une étude granulométrique détaillée des différents constituants des niveaux de loess est en cours. Il semble dès à présent qu'on puisse dater cette formation comme post-würmienne : Würmien II ou Würmien III.

BIBLIOGRAPHIE

- A. BONTE (1954). — Poches de dissolution. Argile de décalcification et grès mamelonnés dans la région d'Arras. *Ann. S.G.N.*, LXXIV, p. 67-85.
- (1955). — La signification du Diluvium de l'Artois. *Ann. C.G.N.*, LXXV, p. 160-173.
- (1957). — L'épaisseur de la craie solifluée dans le Nord de la France. *Ann. S.G.N.*, LXXVII, p. 8-10.
- J. BOUTRY, P. DOLLÉ (1968). — Le Quaternaire de la vallée de l'Aa. *Ann. S.G.N.*, LXXXVIII, p. 18-23.
- A. BRIQUET (1921). — Sur l'origine du Pas de Calais. *Ann. S.G.N.*, XLVI, p. 141-157.
- V. COMMONT (1912). — Le Quaternaire du Nord de la France, de la vallée du Rhin et de la Belgique. *Ann. S.G.N.*, XLI, p. 12-52.
- (1913). — Le limon gris à succinées du Quaternaire du Nord de la France. *Ann. S.G.N.*, XLII, p. 247-248.
- J. GOSSELET (1912). — Notes d'excursion sur la feuille de St-Omer. Cantons d'Hucqueliers - Fauquembergues - Lumbres. Elnes, p. 203 ; Hallines, p. 205 ; Wisques, p. 221. *Ann. S.G.N.*, XLI, p. 171-223.
- R. PAEPE (1965). — Evolution morphologique de la plaine de la Lys et des monts de Flandre. *Bull. Soc. Belge Géol. Paléontol. Hydrol.*, T. LXXIV, fasc. 2, pp. 1 à 8.
- (1938). — Séquences litho-stratigraphiques du Pléistocène Supérieur. Datation au C.14. *Bull. Soc. Belge Géol. Paléontol. Hydrol.*, T. LXXVI, fasc. 3, pp. 172-182.
- Ph. PINCHEMEL (1956). — Observations sur l'argile à silex et le diluvium de l'Artois à propos de la communication de M. A. Bonte. *Ann. S.G.N.*, LXXVI, p. 9-13.

* * *

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE XVII

Carrière de la Saltiam - Hallines

FIG. 1. — Poche de dissolution simple. Photo Dom Boutry, août 1966.

Au centre, pilier de craie (A) entouré à sa partie supérieure d'argile de décalcification de teinte sombre (B). Le cailloutis à peu près homogène (C) forme bombement autour du pilier de craie. Peu de loess (D) difficilement identifiable de part et d'autre du cailloutis. La terre arable (E) de faible épaisseur recouvre l'ensemble.

FIG. 1. — Poche de dissolution + cryoturbation. Photo Dom Boutry, mars 1966.

En (A) 2 pointements de craie surmontés par l'argile de décalcification (B). Le cailloutis (C) irrégulier, monte jusqu'à la terre arable (E) pratiquement inexistant à cet endroit. On peut voir sur place les éléments du cailloutis redressés jusqu'à la verticale (C') comme s'ils avaient été poussés du fond vers la surface. Le contact avec le loess rougeâtre (D) est irrégulier et également sub-vertical.

FIG. 3. — Poche de dissolution + cryoturbation. Photo Dom Boutry, octobre 1966.

A la base de l'exploitation, la craie (A), broyée en petits éléments mal consolidés, montre des « Flammes » isolées de leur base. Certains de ces restes ne montrent que très peu d'argile de décalcification (B). Le cailloutis (C) est apparemment mieux stratifié sauf à la gauche de la photo où il semble redressé. A la partie inférieure du cailloutis, deux niveaux rubéfiés (B1 et B2) séparés par une bande sableuse (S). Le loess blanc rubéfié à la base (D) commence à apparaître au sommet du cailloutis. La coupe de loess décrite dans le texte se situe à gauche de la photographie. Il existe ici une faible épaisseur de loess entre le sommet du cailloutis et la terre arable (E).

PLANCHE XVIII

Carrière Coquempot - Elnes

FIG. 4. — Ensemble du loess. Photo Dom Boutry, juin 1968.

G — terre arable
F — loess argileux (fendillé par dessiccation à l'air)
E — loess panaché
D — loess jaune roux rubané
C — loess sombre
B — loess jaune clair
A — loess 2 figures de compaction.

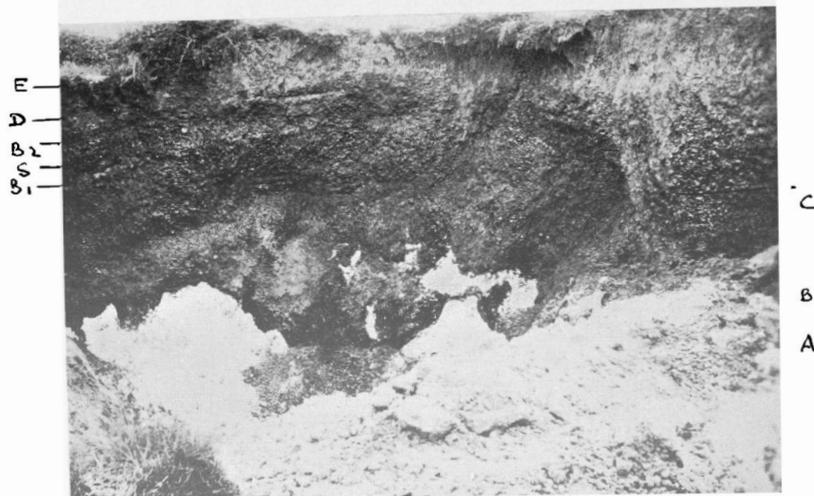
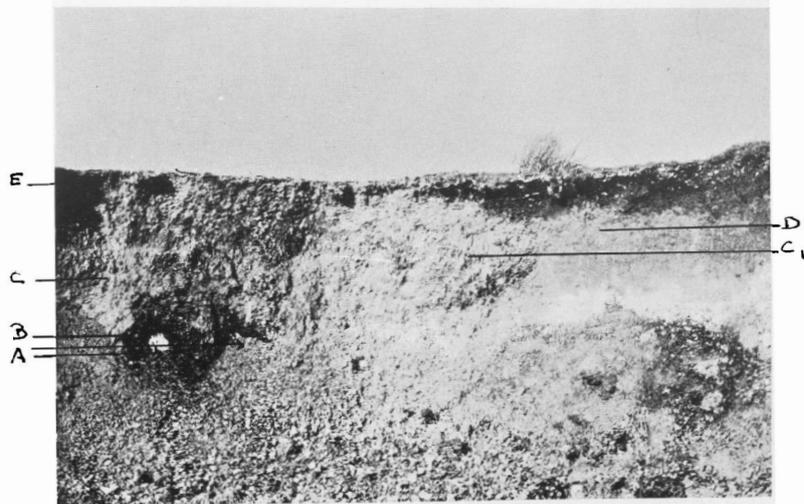
FIG. 5. — Détail de D. Photo Dollé, septembre 1965. Nombreux doublets centimétriques ou plus épais, irréguliers et légèrement compactés.

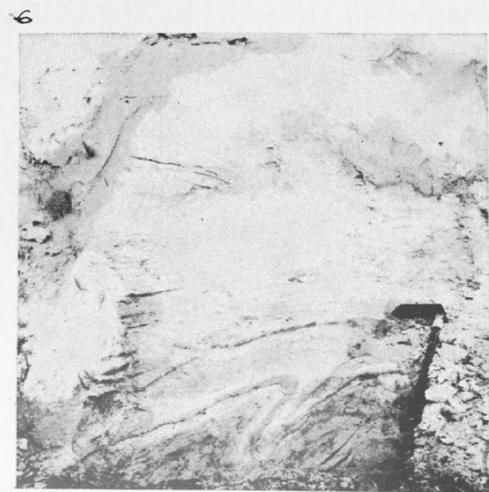
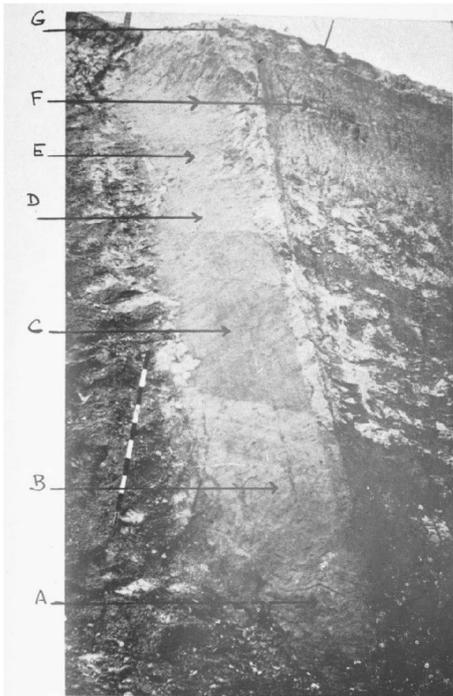
FIG. 6. — Détail de A. Photo Dom Boutry, août 1966. Figure de compaction doublée d'une figure de cryoturbation qu'il ne faut pas confondre avec une fente en coin où les sédiments de la partie supérieure pénètrent dans les sédiments inférieurs à la faveur d'une coupure brutale sans qu'il y ait déformation dans la stratification.

FIG. 7. — Ensemble du talus de loess (L) de A à G de la photo 4 avec le haut du cailloutis supérieur rubéfié (C³). Photo Dom Boutry, février 1966.

FIG. 8. — Ensemble du cailloutis. Photo Dom Boutry, août 1965.

R — Remblai actuel.
C³ — Cailloutis supérieur rubéfié au sommet (visible également sur la photo 7).
S² — Complexe sablo-argileux avec coquilles de lamellibranches, de gastéropodes, dents de rongeurs, etc.
C² — Cailloutis moyen à classement bi-modal, renfermant un éclat de silex taillé de type Levallois, prélevé in situ (L).
S¹ — Lit de sable marno-argileux.
C¹ — Cailloutis inférieur grossier, rubéfié au sommet. La base de ce cailloutis est masquée par la nappe aquifère située sur la craie turonienne.





La faille d'Hydrequent et ses failles satellites (massif primaire du bas-Boulonnais)

par J. DANZÉ

Résumé. — Des points de détail : nombre et extension longitudinale des failles satellites de la faille d'Hydrequent viennent corroborer l'hypothèse de la sub-horizontale de cette dernière et préciser son amplitude.

Summary. — Some recent observations on « satellite » faults corroborate the last hypothesis about the Hydrequent fault which would be the western ending of the Barrois fault, known in the Nord-Pas-de-Calais coal basin.

The Hydrequent fault appears like a flat and important accident with many flat relative faults.

La structure générale du massif primaire du Boulonnais s'est avérée, à la suite des différentes études dont elle a fait l'objet, particulièrement complexe. On y retrouve les trois types de failles : effondrement, charriage, décrochement qui ont été reconnus à la fois dans les travaux miniers et en surface.

Du premier type, on a essentiellement la grande faille de Ferques qui traverse régulièrement le massif d'Ouest en Est ; bien connue des « houilleurs » boulonnais, elle fut décrite par Gosselet (4) puis par Rigaux (11) qui ne lui donnèrent d'ailleurs pas de nom, et ensuite étudiée de près par Olry (8).

Les failles de charriage, primitivement considérées comme des failles d'effondrement (Gosselet, 1873) plus ou moins pentées, ont trouvé leur interprétation exacte grâce aux observations d'Olry (7, 8) et de Gosselet (5, 6). Leur nature a été précisée en 1921 par P. Pruvost et G. Delépinc (9). Enfin, récemment, A. Bouroz (1) a proposé une synthèse structurale du primaire du Boulonnais et a indiqué les rapports existant entre ce bassin et le bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais, rapports qui avaient été esquissés par Olry dès 1904 (8).

En plus de ces failles d'effondrement ou de charriage, il existe tout un système de failles d'effondrement à faible rejet (failles de Loquinghen et d'Elinghen) et de failles de décrochement, sensiblement perpendiculaires à la faille de Ferques et qui ont été particulièrement étudiées par Robinson (2) dans le dévonien situé au nord de cette faille.

LA FAILLE D'HYDREQUENT

I. — Observations anciennes.

Située dans la partie méridionale du massif primaire, cette faille met en contact des assises dévoniennes supérieures renversées (compartiment Sud) et du calcaire carbonifère (compartiment Nord).

Elle fut repérée dans la partie est du massif primaire dès les premiers travaux d'exploitation du charbon et elle y reçut le nom de faille du sud n° 2 (Olry, 7, 8). Mais, alors que la faille sous-jacente (faille du Haut Banc, appelée en cet endroit faille du sud n° 1 et faille du nord) était presque immédiatement reconnue comme une faille plate ou, plus exactement en dôme et que, à son sujet, la présence d'un charriage ou recouvrement était admise, on considéra assez longtemps la faille du sud n° 2 comme une faille d'effondrement. C'est ainsi qu'elle fut figurée par Gosselet en 1873 (4) et 1899 (5). Le terme « faille d'Hydrequent » fut introduit par Gosselet en 1903 (6) dans la description de la coupe montrée par le fonçage d'un puits de mine à Ferques. Il en fait alors une faille de charriage, admettant que, grâce à elle et à une autre faille, inférieure, (faille du Haut Banc) « les divers étages dévonien, carbonifère, houiller ont grimpé les uns sur les autres par suite de poussées successives venant du sud » (6, p. 132). Dans le même travail, Gosselet raccorde cette faille à celle, visible en surface dans « les grandes carrières de MM. Hénaux et de M. Lambert ». Dans cette dernière, la faille

est « fort redressée, presque verticale et ne présente rien de particulier » alors que dans la première carrière on pouvait voir le remplissage de la faille par des couches qu'il décrit de façon précise. La nature de ces couches l'amène à conclure que la faille est le résultat de plusieurs mouvements successifs. Cependant, Gosselet ne raccorde pas cet accident à l'un de ceux de même ordre observés dans la partie est du bassin et c'est Olry (8) qui, le premier, mit en corrélation les deux zones et assimila la faille du sud n° 2 à la faille d'Hydrequent. Il la considère comme une faille de charriage pentée à environ 30° sud et envisage en outre la possibilité de l'existence de failles autres que les failles du sud n° 1 et 2. D'autre part, étudiant l'âge relatif des différentes failles du massif, il constate que la faille d'Hydrequent a été recoupée par les petites failles d'effondrement de Loquinghen et d'Élinghen qui l'ont « remontée » à deux reprises vers le nord. En outre, la présence d'un diverticule de calcaire carbonifère s'insérant dans le massif dévonien charrié par la faille d'Hydrequent (affleurement du moulin des Combles à Rinxent) amène Olry à faire subir au contour de cette faille deux rebroussements successifs et inverses, ce qui fait obligatoirement penser que, en cet endroit, le pendage de la faille ne pouvait être important.

Des précisions complémentaires relatives à la nature de la faille d'Hydrequent sont apportées en 1921 par P. Pruvost et G. Delépine (9) qui, l'étudiant en affleurement dans les tranchées de la grande carrière de la Vallée Heureuse, remarquent un petit massif compris entre la faille principale et une faille secondaire, assez semblable au remplissage de faille signalé par Gosselet (6). Des arguments paléontologiques leur permettent de dater ce massif et, en le comparant avec certains terrains traversés par le sondage de la Vallée Heureuse, ils aboutissent à le considérer comme l'échelon manquant encore dans l'échelle stratigraphique du carbonifère boulonnais. Ce massif provient alors d'une zone profondément enfouie. En plus, cette observation leur permet de décomposer la tectonisation hercynienne en périodes de charriage par jeu d'écailles, puis d'effondrements. La faille d'Hydrequent est intégrée à cet ensemble ; telle qu'elle était alors observée dans la carrière de la Vallée Heureuse, elle se présentait avec une inclinaison apparente de 45°. Mais P. Pruvost et G. Delépine signalent également l'existence de failles satellites autres que celle limitant le massif cité plus haut. Ces failles affectent uniquement la partie du massif de calcaire carbonifère située sous la faille d'Hydrequent

(massif du Haut Banc) et au voisinage immédiat de cette faille.

Une première faille satellite est observée sur la face Est de la carrière de la Vallée Heureuse : elle recoupe un niveau dolomitique précis, le niveau de marbre Macarné à *Lithostrotion martini*, en la déplaçant de quelques mètres. Une deuxième faille est visible dans la tranchée de chemin de fer, au Nord de la carrière de Basse Normandie. Ces différents phénomènes sont matérialisés sur la coupe établie par P. Pruvost et G. Delépine.

A. Bouroz (1) interprète la faille d'Hydrequent de façon légèrement différente. En effet, cet auteur s'efforce essentiellement d'arriver à une vue d'ensemble de la structure du bassin boulonnais.

Les coupes sérieées qu'il figure montrent que, ainsi qu'il l'a déjà été établi par les différents auteurs, la faille d'Hydrequent s'enfonce vers le sud selon un pendage moyen de 20°. Cependant, dans le secteur situé au sud de la grande carrière de la Vallée Heureuse, la forme en sinuséide de cette faille d'Hydrequent amène A. Bouroz à penser qu'elle ne s'enfonce pas immédiatement dans le sous-sol mais reste plate, sub-horizontale pendant qu'elle subit ses deux rebroussements successifs. Elle ne prend son pendage définitif qu'après avoir dépassé cette zone, c'est-à-dire un peu avant de recouper pour la dernière fois (d'est en ouest) la voie ferrée. Cette interprétation illustre de façon encore plus parfaite la théorie du charriage en écaille en donnant au massif du Haut Banc (entre faille d'Hydrequent et faille du Haut Banc) une importance beaucoup plus grande que celle admise jusqu'à présent, résultat du déplacement vers le sud du point de convergence des failles d'Hydrequent et du Haut Banc. On arrive donc à la notion d'un ensemble de failles plates, à la surface ondulée, entourant un massif montrant lui-même deux ondulations de large amplitude reposant sur un deuxième massif (massif de Ferques *p.p.*) où, du nord au sud, ont été reconnus un synclinal (d'Élinghen) puis un anticlinal (d'Hardinghen) et où l'on est amené à supposer la présence d'un deuxième synclinal (de Rinxent). Notons enfin que A. Bouroz rapproche la faille d'Hydrequent de la faille Barrois du bassin Nord-Pas-de-Calais et la faille du Haut Banc de la faille Pruvost.

II. — Observations actuelles.

L'idée que l'on peut avoir actuellement de la faille d'Hydrequent est donc bien précise : faille

plate dans son secteur nord, s'enfonçant progressivement vers le sud selon un pendage de sensiblement 20°, accompagnée de failles satellites et transportant des terrains dévoniens renversés sur un massif de calcaire carbonifère ondulé (massif du Haut Banc).

L'examen détaillé des carrières exploitant le calcaire carbonifère et le marbre dans la région d'Hydrequent permet d'apporter des éléments complémentaires à la connaissance de cette faille.

Dans la carrière de Basse Normandie, sur la face Nord de la carrière et également dans la tranchée du chemin de fer, la faille satellite signalée plus haut est toujours visible. On ne peut observer son raccordement avec la faille principale qui n'affleure pas en cet endroit et doit se trouver à une très faible distance au sud ouest de la carrière. Cette faille secondaire, inclinée à 20° vers le sud-ouest est située au-dessus du niveau de marbre Macarné et presque parallèle à celui-ci. Elle transporte du calcaire Lunel au-dessus de la fine bande de ce même calcaire qui surmonte le niveau Macarné, celui-ci étant stratigraphiquement considéré comme la base du Lunel. Elle montre en outre une particularité : les couches transportées sont fortement plissées dans la zone la plus proche de la faille d'Hydrequent et elles forment des crochons, plus ou moins relevés, allant même jusqu'au pli vertical. Mais cette zone de plissement est de relativement faible importance car, à environ 150 m au nord-est du passage supposé de la faille d'Hydrequent, les bancs charriés reprennent une allure régulière et « emboîtent » parfaitement les niveaux du massif du Haut Banc. On pourrait interpréter cet aspect général comme le résultat d'un glissement régulier, de petite amplitude, ne perturbant pratiquement pas la régularité des couches transportées, suivi d'un arrêt de déplacement avec blocage, puis d'une compression de la base de l'écaille provoquant le fort glissement de cette zone, sans répercussion sensible sur la partie frontale.

Dans la grande carrière de la Vallée Heureuse, à l'entrée principale et sur la face est de l'ancien front de taille, au lieu-dit la Poudrière, se trouve une autre faille secondaire, figurée par P. Prouvost et G. Delépine (9). Cette faille, au pendage apparent de 30° vers le sud-ouest, traverse obliquement le complexe dolomitique Macarné et transporte donc du calcaire carbonifère inférieur sur du Lunel, mais son rejet est extrêmement faible, de l'ordre de 5 m. Les couches supérieures à la faille n'ont pas été plissées et conservent une allure régulière. Il s'agit

donc là simplement d'un glissement oblique, de très faible importance, ne provoquant pas de tectonisation de la zone déplacée.

Sur le front nord-est de la même carrière, on observe actuellement une importante anomalie dans l'allure générale des couches rencontrées. C'est le calcaire Lunel moyen et supérieur qui est exploité en cet endroit. Les niveaux de ce calcaire sont assez réguliers dans leur ensemble et ils ont un pendage réel de 7° vers une direction comprise entre 20 et 30° est. Mais, sur une longueur de 200 m mesurée en haut du front de taille, ces niveaux sont recoupés par une « poche » constituée par des couches de calcaire sub-verticales. Ce calcaire a un aspect particulier, totalement différent de celui des autres lits connus jusqu'à présent.

C'est un calcaire sub-bréchiforme, très fortement fissuré par des fentes le plus souvent rectilignes et sensiblement parallèles, de largeur variant entre 0,1 et 7 mm et même plus, de longueur comprise entre quelques millimètres et plusieurs centimètres et formant deux systèmes obliques à environ 70° l'un par rapport à l'autre. Les fentes sont remplies par de la calcite cristalline, irrégulièrement imprégnée de sels ferreux. La fissuration peut s'accroître à un point tel que les fentes se multiplient et s'élargissent et provoquent l'isolement d'éléments anguleux dont la dimension principale varie entre 5 et 60 mm. Ces éléments sont toujours repris dans une pâte de calcite additionnée de sels de fer et ils confèrent à la roche une allure de brèche qui n'est pas sans rappeler celle des brèches de filon. La permanence de la présence des sels ferreux sur toute la hauteur du gisement peut être interprétée comme le résultat du pendage sub-vertical des couches, qui a facilité la circulation des eaux souterraines chargées de fer (surtout si, comme on le supposera plus loin, elles avaient traversé auparavant des niveaux de schistes dévoniens, très riches en éléments ferrugineux). Le calcaire qui a été ainsi remanié présente au polissage un aspect voisin de celui du Lunel supérieur.

La « poche » a la forme d'un trapèze renversé. large de 200 m à sa partie supérieure, de sensiblement 80 m à sa partie inférieure (c'est-à-dire au fond de la carrière, qui ne correspond sans doute pas au fond réel de la poche) et haut de 40 m (hauteur du front de taille). Elle semble découpée à l'emporte-pièce dans le massif de Lunel. La ligne de contact entre les deux formations est nette et simple sur le côté ouest de la poche. Oblique à 30°

sur l'horizontale, elle descend régulièrement tout en montrant cependant de faibles ondulations, puis elle se redresse pour devenir parallèle au fond de carrière à environ 10 m au-dessus de celui-ci et remonte vers l'est selon une pente apparente d'environ 30°. Mais, dans la zone est, cette ligne de contact est doublée par une autre, qui lui est inférieure de près de 20 m et se relève plus brutalement que la précédente.

Comme il l'a été déjà dit, dans la partie centrale, c'est-à-dire à l'intérieur de la première ligne de contact, les couches sont verticales et, dans la zone supérieure, elles montrent une certaine tendance à s'incliner en prenant un pendage sud-ouest de l'ordre de 85°. A l'est, entre les deux lignes, les assises sont, dans leur ensemble, encore verticales mais elles montrent cependant quelques faibles plissements secondaires.

Quant aux couches encaissantes, à l'ouest, elles sont régulièrement superposées et inclinées jusqu'à la ligne de contact avec la « poche » qui les entame de façon très brutale. En dessous de la première ligne de contact, elles sont masquées par des éboulis. A l'est, sous la deuxième ligne de contact, l'allure est plus complexe. En effet, tandis que, sur à peu près 20 m de haut à partir du fond de la carrière, les couches sont régulières comme dans la zone ouest, la partie supérieure est plissée en formant, semblerait-il au premier abord, un pli couché contre la ligne anormale. En fait, il apparaît que, à la suite d'une compression tangentielle agissant essentiellement dans la zone supérieure, certains niveaux, vers le milieu du front de taille, ont été décollés des couches sous-jacentes et sont venus s'insérer en coin sous les couches supérieures, en les relevant alors que, dans le même temps, elles étaient rabattues sur elles-mêmes. Ce mouvement n'affecte qu'une zone limitée à une quarantaine de mètres. Il ne s'agit donc pas, à proprement parler, d'un pli couché mais plus simplement d'une lèvre de faille.

En effet, ces différentes constatations amènent à penser que l'on est ici en présence d'un fragment d'écaïlle transporté par une faille satellite de la faille d'Hydrequent. Cette faille devait avoir une surface nettement gauche et l'écaïlle qu'elle transportait être assez importante puisqu'elle ne s'est pas simplement déposée sur les terrains sous-jacents mais les a franchement et irrégulièrement entaillés, provoquant des compressions et la formation de lèvres de failles caractéristiques. Il semble encore plus logique de supposer que l'écaïlle était surmon-

tée par une certaine épaisseur de schistes dévoniens appartenant au massif charrié par la faille principale. On a donc une faille satellite d'un type très différent de celui des failles de cet ordre déjà décrites. Tout d'abord, l'importance du transport apparent est de plus de 1 km si l'on se réfère à l'affleurement de la faille d'Hydrequent au sud de la grande carrière, et de 2,5 km si l'on se reporte à l'affleurement principal, c'est-à-dire le plus méridional, de cette faille. Ce transport a permis à l'écaïlle de dépasser vers le nord le dôme anticlinal du massif du Haut Banc et de venir entamer le flanc nord de cet anticlinal. D'autre part, en plus de l'irrégularité de sa surface inférieure, qui l'amène à se manifester de façon très locale et sous forme de « poche », cette écaïlle n'était sans doute pas très large puisqu'elle n'a été signalée en aucun autre endroit.

Compte tenu de l'orientation de la portion du front de taille sur laquelle elle est remarquée : 70° ouest, du caractère de ses lèvres est et ouest et de la direction des couches constituant le massif du Haut Banc : 110 à 120° est, on peut conclure que cette faille a été provoquée par une poussée venant du sud-ouest. L'importance du transport ainsi que l'allure des couches constituant l'écaïlle à l'endroit où elles sont observées montrent que la poussée était considérable et prolongée puisqu'elle a abouti à laisser des assises en position verticale à certainement bien plus de 2,5 km de leur origine. Cependant, si l'on se reporte aux observations citées dans la première partie de cette étude, on voit que la nature de la faille d'Hydrequent concorde parfaitement avec ce genre de phénomène. En effet, si cette faille est plate dans sa partie septentrionale, elle favorise le glissement à grande distance de compartiments plus ou moins importants : c'est le cas du fin et irrégulier massif de dévonian reposant sur le carbonifère entre Rinxent et Hydrequent, c'est aussi le cas de l'écaïlle de calcaire carbonifère étudiée ici et dont la présence confirme cette théorie. En plus, la violence du mouvement est déjà prouvée par le fait que le dévonian charrié est en position renversée. Il devient donc tout à fait normal qu'une écaïlle de calcaire carbonifère puisse se retrouver très loin sur le flanc nord de l'anticlinal du Haut Banc, avec des couches verticales, en formant une micro-klippe, et il est également normal de supposer que le charriage principal se prolongeait jusqu'en cet endroit. Ceci apporte donc une notion nouvelle dans la tectonique du bassin primaire du boulonnais, à savoir que le massif d'Hydrequent a complètement recouvert le massif du Haut Banc, à la façon dont

celui-ci recouvre lui-même la partie effondrée du massif de Ferques. En plus, l'allure du fragment d'écaïlle observé laisse à penser que l'ensemble du massif charrié devait avoir une extension dépassant largement l'affleurement actuel de la faille de Ferques.

Selon toute vraisemblance, cette écaïlle est, de même que le massif du Haut Banc, recoupée par la faille de Ferques.

Légèrement à l'ouest de l'écaïlle et à peu près à 100 m de celle-ci, on note la présence d'une zone plus ou moins fracturée avec des blocs éboulés qui pourrait représenter le prolongement de la faille satellite figurée en F''' par P. Pruvost et G. Delépine (9) (fig. 1). Cette zone n'est pas franchement délimitée et, en outre, elle ne doit avoir qu'un très faible rejet car, de chaque côté, les banes ne semblent pratiquement pas perturbés. Il pourrait s'agir d'un petit décrochement mais certainement différent de celui qui, entre la carrière de la Vallée Heureuse et la carrière Napoléon, provoque une remontée de la faille de Ferques vers le Nord (accident figuré hypothétiquement sur les cartes d'Olry (7, 8) au niveau des anciennes fosses Frémicourt et récemment confirmé par l'avancement des travaux dans la carrière Napoléon ; vu son rejet, il devrait d'ailleurs affecter également la faille d'Hydrequent, au même titre que les failles de Locquinghen et d'Elinghen).

Enfin, toujours dans la grande carrière de la Vallée Heureuse et à l'entrée de celle-ci, il ne faut pas oublier la faille secondaire située contre la faille d'Hydrequent, toujours visible en affleurement, et qui a ramené un lambeau de dolomie et de calcschistes tournaisiens coincés entre le massif dévonien et le calcaire carbonifère du Haut Banc.

Dans la carrière Joinville, située à l'ouest et tout contre la carrière de la Vallée Heureuse, il est possible de jalonner le passage de la faille d'Hyd-

quent, sous laquelle se trouve une zone de calcaire carbonifère assez confuse qui doit correspondre à une faille satellite de faible amplitude.

III. — Conclusions.

Ces différentes observations permettent de préciser la nature de la faille d'Hydrequent qui se présente plutôt sous l'aspect d'un système de failles entourant une fracture principale que comme une faille simple (*).

Le premier fait à retenir est la très grande amplitude de ce système qui, ainsi qu'il vient de l'être démontré, a recouvert la totalité du massif du Haut Banc.

L'importance du pli, son renversement, la portée du charriage ont amené la formation de nombreuses failles satellites qui sont de deux catégories :

1) Failles de charriage satellites.

Ce sont des failles qui ont accompagné la faille principale pendant tout ou partie de son action et provoqué de réels charriages locaux. Exemples :

- a - la faille qui a contribué à ramener en surface les niveaux profonds du tournaisien ;
- b - la faille qui a permis le transport de la klippe étudiée plus haut.

2) Failles de « contre-coup ».

Elles sont situées à l'intérieur du massif du Haut Banc et, résultat de l'ébranlement dû au charriage du massif d'Hydrequent, elles ont amené des

(*) Ceci oppose la faille d'Hydrequent à celle du Haut Banc qui, bien connue en surface à l'est du bassin et en profondeur grâce aux travaux miniers, n'a jamais montré une telle complexité. On ne lui connaît en effet aucune faille corollaire. Vraisemblablement, elle doit cependant être entourée de quelques accidents secondaires mais dont l'importance est si faible qu'ils ont échappé à l'observation.

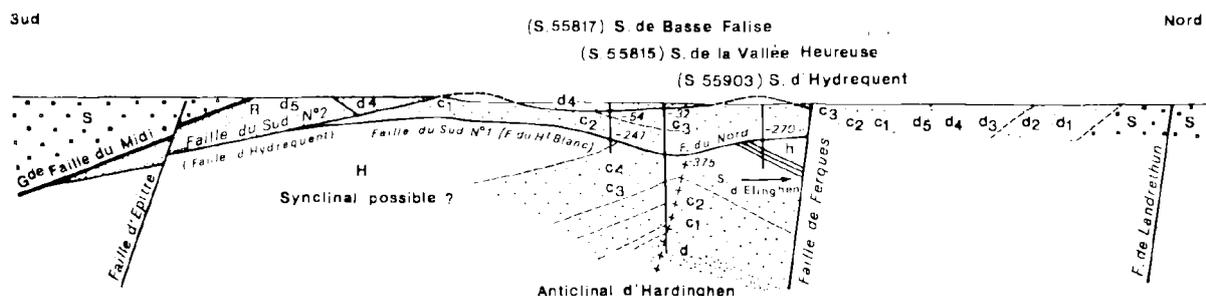


FIG. 1. — Coupe N.S. à l'ouest du bassin (d'après A. Bourzo, modifiée). Echelle 1/40.000.

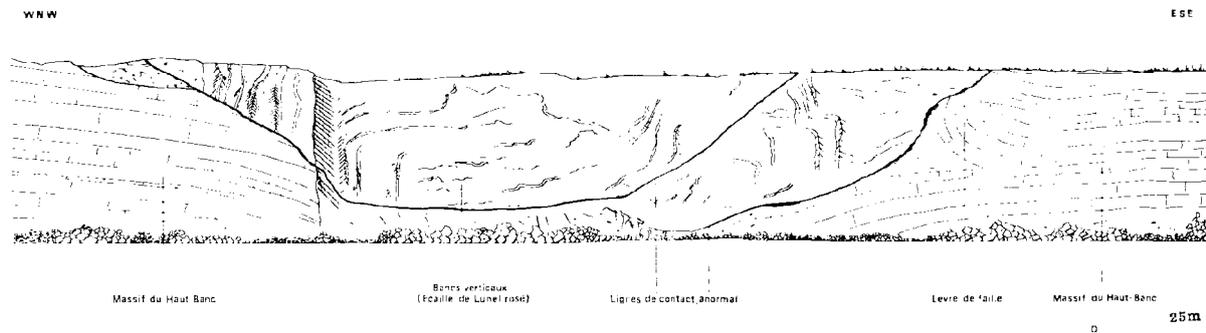


FIG. 2. — Faille de charriage satellite dans la carrière de la Vallée Heureuse.

déplacements locaux de petits éléments. Ce ne sont pas des charriages à proprement parler. Exemples :

- a - la faille vue dans la grande carrière de la Vallée Heureuse, traversant le niveau Maearné,
- b - la faille secondaire vue à la carrière de Basse Normandie. L'allure des terrains situés au-dessus de cette faille confirme l'ancienne présence d'un massif épais et sus-jacent. En effet, ces terrains évoquent la forme prise par un coin qui ne peut plus s'enfoncer alors qu'il continue à subir une poussée : son extrémité s'ondule légèrement tandis que la base est fortement plissée.

On voit donc que la faille d'Hydrequent constitue un des plus importants sinon le plus important accident tectonique connu dans le Boulonnais. Assimilée primitivement à une faille d'effondrement,

il faut maintenant la considérer comme une grande faille de charriage dont la portée et l'importance ont pu être précisées par l'étude des failles satellites qui l'accompagnent. La faille d'Hydrequent a été rapprochée de la faille Barrois du bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais par A. Bouroz (1) car, tous deux, ces accidents sont les premiers charriages importants au Nord de la grande faille du Midi et tous deux ils ont transporté des massifs en position renversée. Un autre argument pourrait maintenant être ajouté à cette hypothèse : l'importance des failles de charriage satellites relevées autour de la faille d'Hydrequent, que l'on retrouve également près de la faille Barrois, notamment à l'est de Douai. L'éloignement de ces deux points diminue évidemment beaucoup l'intérêt de ces observations mais elles n'en constituent pas moins une confirmation parfaite de la théorie émise par A. Bouroz.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BOUROZ A. (1962). — Contribution à l'étude de la structure du bassin houiller du Boulonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXII, p. 27.
- 2) DERVILLE H. (1931). — Les marbres du calcaire carbonifère en Bas Boulonnais. Thèse.
- 3) DUTERTRE A.P. (1929). — Le dinantien du Boulonnais. Esquisse stratigraphique. *Ann. Musée géol. Boulonnais*, fasc. 7.
- 4) GOSSELET J. (1873). — Etude sur le terrain carbonifère du Boulonnais. *Mém. Soc. Sci., Agric. et Arts de Lille*, 3^e série, 11^e vol.
- 5) GOSSELET J. (1899). — Aperçu général sur la géologie du Boulonnais. *XXVIII^e Congrès Ass. Franç. Avanc. Sci.*, Boulogne-sur-Mer.
- 6) GOSSELET J. (1903). — La faille d'Hydrequent. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXII, p. 131.
- 7) OLY A. (1903). — Travaux d'exploitation et de recherche dans le bassin houiller du Boulonnais. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XV, n^o 100.
- 8) OLY A. (1904). — Topographie souterraine du bassin houiller du Boulonnais ou bassin d'Hardinghen. *Et. Gît. Min. Fr.*, Paris.
- 9) PRUVOST P. et DELÉPINE G. (1921). — Observations sur la faille d'Hydrequent et sur les couches de base du carbonifère dans le Bas-Boulonnais. *Bull. Soc. géol. France*, 4^e série, t. XXI, p. 189.
- 10) PRUVOST P. et PRINGLE J. (1923). — A synopsis of the geology of the Boulonnais. *Proc. Geol. Assoc.*, t. XXXV, p. 29.
- 11) RIGAUD E. (1889-1892). — Notice géologique sur le Bas-Boulonnais. *Mém. Soc. Acad. de Boulogne*, t. XIV, Boulogne-sur-Mer.
- 12) ROBINSON J.W. (1921). — The devonian of Ferques (lower Boulonnais). *Quart. Journ. of the geol. Soc.*, t. LXXVI, part 3, n^o 303, p. 228.

Examen, dans le cadre du bassin houiller lorrain, des possibilités stratigraphiques de la géochimie

par B. ALPERN (*) et P. MOREL (*) (**)

(Planche XIX)

Résumé. — A partir de 47 échantillons et de 1040 analyses, nous avons tenté — à titre préliminaire — de tester les possibilités stratigraphiques de la géochimie dans le cadre du bassin houiller sarro-lorrain qui a l'avantage, avec ses prolongements méridionaux, de présenter une coupe de plus de 8 000 m allant du Namurien supérieur à la base du Permien. Les indications recueillies au cours de ce travail, du fait des dispersions latérales et intrazonales considérables, sont négatives dans l'ensemble, bien que moins défavorables pour Ni, Co, Cu, Pb que pour les autres éléments retenus : Sr, Ba, Ti, V, Mn, Cr, Mo, Ag, Sn, Zn, Cd.

Summary. — From 47 samples and 1040 analysis we have tried — as a preliminary research — to test the stratigraphical possibilities of geochemistry in the Sarro-Lorraine coalfield which has the advantage to present, with its southern prolongations, a series of more than 8 000 m from the upper namurian to the lower permian. The results of this work are in general negative because of the considerable lateral and intrazonal scattering of the values.

They are nevertheless more favourable for Ni, Co, Cu, Pb than for the other elements which have been analysed : Sr, Ba, Ti, V, Mn, Cr, Mo, Ag, Sn, Zn, Cd.

Introduction.

L'examen des possibilités stratigraphiques de la géochimie trouve un cadre très favorable dans le bassin houiller sarro-lorrain. Celui-ci correspond en effet à deux étages géologiques, Westphalien supérieur et Stéphaniens, dans sa partie exploitée et à la presque totalité du Carbonifère productif si l'on inclut les sondages de Pont-à-Mousson et Gironville forés respectivement à 50 km et 100 km environ dans le prolongement Sud-Ouest du bassin.

On dispose donc au total d'une coupe stratigraphique de plus de 8 000 m d'épaisseur correspondant grosso modo à une période géologique de près de 40 millions d'années et au cours de laquelle les sources minérales de l'approvisionnement sédimen-

taire se sont probablement modifiées du fait des surrections tectoniques. Par ailleurs une zonation palynologique précise, tout au moins dans la partie exploitée et de ce fait bien connue, offre un cadre stratigraphique solide pour l'intégration des données géochimiques.

Le but de cette étude est très précisément de répondre à la question suivante :

— *Chacune des zones stratigraphiques successives du bassin houiller lorrain présente-t-elle un faciès géochimique spécifique ?*

La réponse à cette question conditionne en effet directement les possibilités d'application de la géochimie à la stratigraphie en général et à la corrélation des couches en particulier.

La résolution de ce problème comporte un double aspect :

— celui de la connaissance de l'évolution verticale donc chronologique du faciès géochimique ;

(*) Ingénieur au CERCHAR, Verneuil-en-Halatte (Oise).

(**) Une partie de ce travail a été effectuée avec l'aide financière de la Haute Autorité de la C.E.C.A. que nous remercions ici.

— celui de la connaissance de la *variation latérale* de ce même faciès, à petite et à grande échelle.

Un total de 47 échantillons moyens représentatifs provenant de sondages ou de veines en exploitation ont été analysés à cet effet pour 15 éléments : Mn, Ni, Cu, Ti, Ba, Pb, Mo, Co, Sr, V, Cr, Ag, Sn, Cd, Zn.

I. — Mode opératoire.

La méthode utilisée est inspirée, dans ses lignes générales, de celle mise au point à Nancy par Messieurs Roubault, de la Roche et Govindaraju, du C.R.P.G. (Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques).

Les dosages portent sur 15 éléments choisis en fonction de leur fréquence d'apparition dans les spectres d'analyse qualitative des charbons.

Dans le but d'obtenir une pré-concentration de ces éléments, les dosages sont effectués sur les cendres des échantillons obtenues par incinération au four à moufle à 450° C/15 h.

A. - MÉTHODE D'ANALYSE.

1) Préparation des étalons.

Ceux-ci sont préparés à partir d'oxydes purs de Johnson-Mattheys. On constitue d'abord une matrice à partir d'éléments majeurs de concentrations similaires à celles d'une cendre moyenne d'un charbon courant.

C'est-à-dire en % :

SiO₂ - 53, Al₂O₃ - 24, Fe₂O₃ - 10, MgO - 4,
CaO - 5, Na₂O - 1, K₂O - 3,

On pèse 850 mg de cette matrice et on prélève une fraction d'environ 150 mg à laquelle on ajoute séparément des quantités de 10 mg de chacun des quinze éléments choisis et qui sont : Ag, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti, V et Zn.

L'introduction dans la matrice se fait par malaxage au mortier de carbure de tungstène pendant autant de fois 20 mn qu'il y a d'éléments à ajouter. Après introduction de tous les éléments, la matrice est incorporée à raison d'une partie pour une partie de mélange jusqu'à épuisement des 850 mg, toujours par broyage au mortier pendant 20 mn.

Lorsque cette opération est terminée, on a une matrice qui contient 1 % ou 10 000 ppm de chacun des éléments choisis.

On obtient des étalons de concentrations inférieures par dilutions successives ($\sqrt{10}$) dans la matrice, telles que 3160-1000-316-100 et 31,6 ppm. L'homogénéité de l'étalon primaire (1 %) et de chacune des autres dilutions est vérifiée avant passage à chaque dilution inférieure en effectuant une dispersion sur 15 spectres.

2) Préparation des échantillons.

Les cendres des échantillons sont homogénéisées par agitation au broyeur Dangoumeau dans un flacon de polyéthylène contenant une bille de plexiglass et sont ensuite mélangées à du graphite en poudre dans les conditions indiquées dans le mode d'excitation.

3) Mode d'excitation.

L'excitation des étalons et des échantillons se fait sur un mélange contenant une partie d'échantillon ou d'étalon plus neuf parties de carbone 208 (Carbone-Lorraine) pour les concentrations comprises entre 3160 et 316 ppm. Pour les concentrations inférieures, on utilise une partie d'échantillon ou d'étalon pour une partie de carbone.

Le carbone en poudre contient du germanium qui sert d'étalon de référence.

Le mélange est excité dans le cratère d'une électrode de graphite pur, dite de « Scribner » (qualité 208 de Carbone-Lorraine), la contre-électrode taillée à 60°, également en carbone 208, est montée sur le statif du spectrographe ARL-2M à réseau.

Les conditions de l'excitation sont les suivantes :

Étincelle émise par la High Precision Source de A.R.L. - tension 940 V - intensité 1,2 A - capacité 20 μ F - résistance 150 Ohms - self résiduelle 50 μ H - durée d'excitation 30 s.

Le film récepteur est traité dans les conditions normalisées.

Les courbes d'étalonnage sont obtenues en portant la densité optique des raies analytiques en fonction de la concentration de l'élément.

B. - PRÉCISION DES RÉSULTATS D'ANALYSES.

Dans les conditions décrites ci-dessus, Cd et Zn ne sont pas détectés au-dessous de 100 ppm ; en revanche, Ag, Ba, Co, Pb, Sr et V sont décelables et dosables à la concentration de 10 ppm et probablement en dessous.

Pour de telles teneurs, et en ce qui concerne notre laboratoire, nous avons pensé que les poussières atmosphériques pourraient fausser les mesures et qu'il faudrait envisager une excitation sous atmosphère contrôlée, nécessitant une chambre d'excitation spéciale.

Dans le but d'évaluer la précision de nos analyses nous avons effectué la mesure de l'écart-type sur un échantillon du charbon n° 50 de la veine 2 de Cuvette. Le nombre de mesures n'est pas très élevé mais permet d'avoir une idée de la précision, exprimée en ppm.

Elément	n	\bar{x}	S	S %
Mn	12	2065	146,2	7,1
Ti	12	1650	55,9	3,4
Ni	12	275	31,6	11,5
Cu	12	142	15,8	11,1
Pb	12	127	10,8	8,5
V	12	38	1,6	4,1
Mo	12	54	2,8	5,2
Co	12	48	3,3	6,9
Cr	12	44	2,6	5,9
Ba	12	1380	101,3	7,4
Sr	12	1590	162,9	10,9
Ag	12	< 31,6	indéterminé	
Sn	12	< 31,6	indéterminé	

où : n : nombre de mesures
 \bar{x} : moyenne arithmétique en ppm
 S : écart-type = $\sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{n - 1}}$
 S % : écart-type relatif.

TABLEAU A

Dans le tableau B nous comparons les divers résultats obtenus dans quelques laboratoires spécialisés pour certains éléments d'un échantillon de granite GR en provenance du C.R.P.G. de Nancy.

Elément	Laboratoire					
	A	B	C	D	E	F
Ba	1400	1100	2450	950	850	775
Be	8	6	2,5	5,6	4	n.d.
Co	< 20	10	6	10	15	< 31,6
Cr	120	110	105	100	15	52
Cu	380	270	325	440	n.d.	410
Ni	89	60	35	68	25	44
Se	n.d.	8	6,5	7	n.d.	n.d.
Sr	750	510	355	570	330	368
V	190	70	145	57	30	35
Yb	3	16	2	1,5	3	n.d.

n.d. = non dosé.
 A - Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques de Nancy.
 B - U.S. Geological Survey, Etats-Unis.
 C - California Institute of Technology, Etats-Unis.
 D - Pennsylvania State University, Etats-Unis.
 E - Geological Survey, Tanganika.
 F - Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France, Creil.

TABLEAU B
 (d'après K. Govindaraju. Pub. G A M S - 4-1963).

Les tableaux donnés ci-dessus montrent que la dispersion est assez importante pour certains éléments. Cependant les moyennes des concentrations établies par la méthode CERCHEAR sont comprises dans la fourchette des moyennes obtenues par cinq grands laboratoires spécialisés.

La précision des mesures est comparable à celle obtenue par d'autres méthodes. Une amélioration du seuil de détection pourrait probablement être atteinte par un aménagement de la chambre d'excitation.

II. — Résultats.

Nous considérerons successivement :

— les variations *latérales* de la composition géochimique ;

— les variations *verticales* de cette même composition. En effet, ces dernières ne peuvent être éventuellement utilisées pour la stratigraphie que si l'on connaît suffisamment les premières.

A - VARIATIONS LATÉRALES.

1) Variations latérales globales.

Les variations latérales de la composition géochimique d'une veine de houille — choisie comme

unité élémentaire de sédimentation — sont le reflet des variations des facteurs et des conditions paléogéographiques.

Par ailleurs, une veine de houille représente tout de même, du fait de la compaction supérieure à celle des autres sédiments qu'elle subit, une durée non négligeable. Aux variations spatiales s'ajoutent éventuellement des variations temporelles auxquelles il faudra prendre garde.

Pour cette étude nous avons choisi, en liaison avec le Service Géologique des Houillères de Lorraine qui a effectué les prélèvements, les veines 10 et 15 de Cuvelette. Ces veines qui ont fait l'objet, au niveau 593 (fig. 1) :

- dans la veine 10, de 6 prélèvements répartis sur 780 m au sud du puits Cuvelette,
- de 8 prélèvements répartis sur 1610 m au nord de ce puits,
- dans la veine 15, de 3 prélèvements répartis sur 310 m au sud du puits,
- de 5 prélèvements répartis sur 1630 m au nord.

Au total, on disposait donc pour cette étude :

- de 14 échantillons répartis sur environ 7000 m pour la veine 10,
- de 8 échantillons répartis sur un peu moins de 7000 m pour la veine 15.

Ces deux veines, distantes de 120 m environ, font partie de la zone palynologique SL2.

Les résultats des analyses sont donnés dans les tableaux C et D ci-après. Pour chaque élément on a calculé la moyenne (\bar{x}) et l'écart-type S (v. formule dans I.B.).

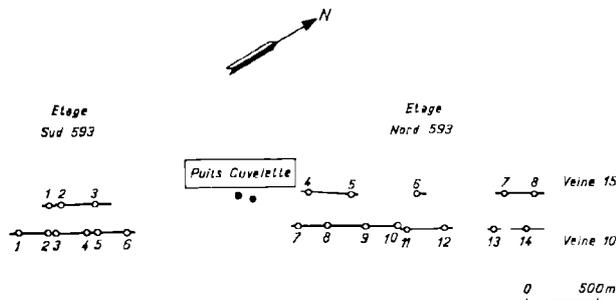


FIG. 1. — Etude des variations latérales. Position des prélèvements.

Dans chaque cas, si on applique à S le coefficient de Student relatif aux événements peu nombreux pour définir l'intervalle de confiance de la moyenne : $t(95\%) = 2,14$ pour $n = 14$ et $t(95\%) = 2,36$ pour $n = 8$, on constate que l'intervalle ainsi défini est le plus souvent égal ou supérieur à la moyenne elle-même.

Si on adopte pour figurer la variation de ces éléments une représentation graphique logarithmique, on constate (fig. 2) que les deux veines ne peuvent se distinguer l'une de l'autre et que presque partout la veine 10 présente des variations beaucoup plus importantes que la veine 15. Au total, les variations latérales de la composition géochimique d'une même veine peuvent être qualifiées de considérables, sur une distance pourtant relativement modeste de 7 km.

Ce préalable à l'exploitation stratigraphique des résultats géochimiques se termine donc par une note pessimiste puisqu'on peut considérer que les variations stratigraphiques, pour être utilisables,

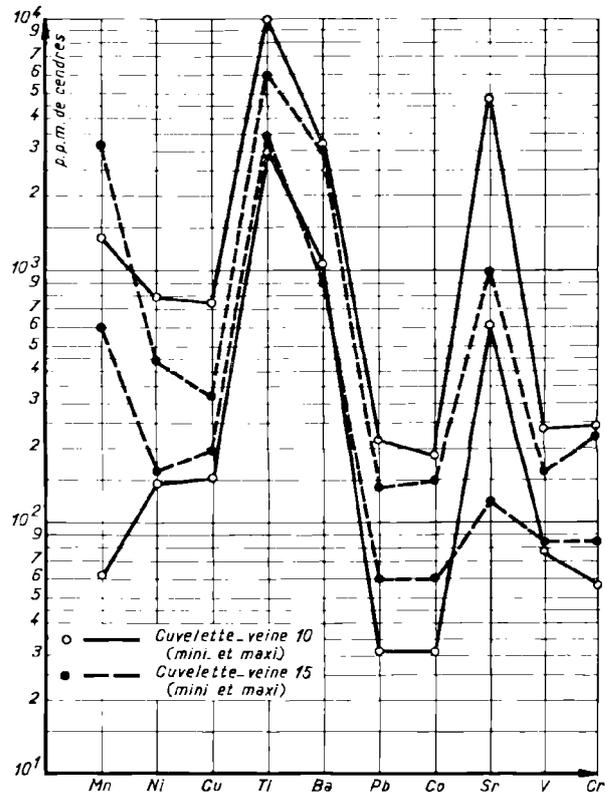


FIG. 2. — Variations latérales dans une veine de houille.

Ech. N°	Cendres %	Mn	Ni	Cu	Ti	Ba	Pb	Mo	Ag	Co	Sr	V	Cr
1	8,4	513	143	275	6700	1456	109	<31,6	<31,6	61	1146	124	122
2	10	569	170	160	>10000	1900	<100	»	»	44	1353	130	130
3	11,4	1360	141	178	4600	1100	157	»	»	<31,6	987	103	126
4	10,5	988	<31,6	216	4100	1330	149	»	»	<31,6	1100	<31,6	55
5	10,5	210	141	445	5883	3663	124	»	»	48	1490	77	65
6	10,2	476	175	203	3000	1736	200	»	»	86	2116	110	102
7	13,1	124	160	230	>10000	>3160	82	»	»	139	4800	219	195
8	16,6	<31,6	130	200	8300	2700	<31,6	»	»	<31,6	1900	155	165
9	7,5	234	380	330	7000	3160	149	»	»	183	1700	163	164
10	10,9	244	179	152	6300	1450	119	»	»	143	1000	110	125
11	17,5	70	197	266	10000	1500	97	»	»	89	1550	236	230
12	13,6	638	125	214	>10000	1240	93	»	»	<31,6	618	106	124
13	7,9	1400	400	267	6100	2200	141	»	»	123	6300	118	125
14	6,5	420	780	750	19000	>3160	177	»	»	181	2900	227	241
Moyenne X		521	225	278	7284	2126	124			87	2068	136	141
S		444	187	156	2555	870	44			56	1606	59	54
2,14 S		950	420	333	5468	1860	94			120	3437	126	115

TABLEAU C. — Variations latérales - Cuvelette, Veine 10.

Ech. N°	Cendres %	Mn	Ni	Cu	Ti	Ba	Pb	Mo	Ag	Co	Sr	V	Cr
Secteur Sud 533													
1	10,7	1000	210	210	3400	1000	130	36	<31,6	62	850	120	195
2	10,8	975	240	240	4300	1100	140	35	»	77	1000	130	145
3	11,5	3220	160	210	3800	1070	115	<31,6	»	70	650	85	125
Secteur Nord 533													
4	4,1	750	450	316	4600	3190	105	<35	»	150	165	104	100
5	9,3	650	300	316	4700	1350	120	31,6	»	130	165	155	135
6	16,0	600	186	190	6000	1200	60	31,5	»	65	420	160	220
7	12,0	1300	290	316	4300	900	140	31,6	»	125	145	140	150
8	9,5	2600	230	290	4300	1050	115	31,6	»	110	120	100	85
Moyenne X		1384	258	261	4425	1337	115			98	438	124	144
S		975	91	54	763	725	26			34	353	27	25
2,36 S		2301	215	127	1800	1711	61			80	833	63	59

TABLEAU D. — Variations latérales - Cuvelette, Veine 15.

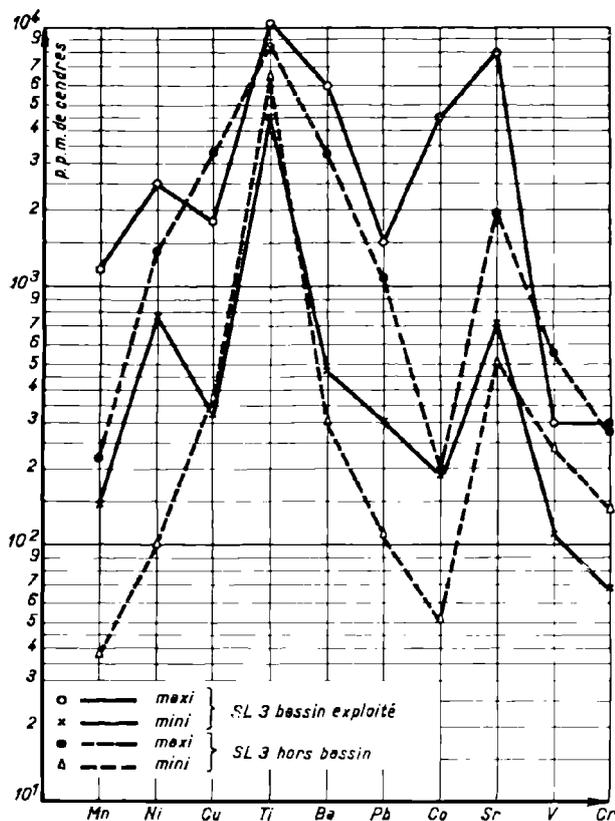


FIG. 3. — Variations paléogéographiques de grande amplitude.

devront toujours être supérieures aux variations latérales.

2) Variations liées à la constitution pétrographique.

Les variations présentées par les bancs ou lits successifs d'une même veine de charbon constituent un cas particulier des variations verticales. Ayant considéré à priori chaque veine comme une unité élémentaire de temps, c'est pourtant ici que nous aborderons — d'ailleurs très brièvement — ce point.

Il est établi à l'heure actuelle qu'une veine de houille traduit le plus souvent par sa composition un certain cycle d'éléments qui se marque par une séquence particulière de constituants pétrographiques et d'associations de spores.

Grosso modo on a souvent (25) (3) :

Vitrite	→ transition →	Durite	→ transition →	Vitrite
Lycospora	→ transition →	Densosporites	→ transition →	Lycospora

Comme on sait par ailleurs (5) que les éléments rares se trouvent principalement concentrés dans l'hétérocollinite, l'un des constituants de la Vitrite (voir planche ci-jointe), on peut supposer :

— qu'une certaine séquence existe également pour la composition géochimique,

— que l'absence d'un des éléments de la séquence pétrographique, par exemple par disparition latérale, affectera le faciès géochimique moyen.

Des fractionnements par liqueurs denses sur les veines 10 et 15 de Cuvelette (tableau E) ont permis d'établir :

— que Sr, Ni, Cu, Mo, Co, Cr et dans une moindre mesure Ba et V sont liés à la phase organique du sédiment et se concentrent dans sa fraction légère ($d < 1,25$),

— que Mn est au contraire lié à la fraction inorganique et se concentre dans la fraction lourde ($d > 1,50$) tandis que les autres éléments ne montrent pas de tendances très nettes.

C'est donc aux éléments de la première série qu'il faudra s'attacher plus particulièrement si l'on cherche à exploiter de préférence les éléments concentrés par les plantes et donc liés à la phase organique des veines de houille.

3) Variations paléogéographiques de grande amplitude.

Changeons d'échelle et tentons d'avoir une idée des variations géographiques latérales de grande amplitude. Nous disposons pour cela de la même zone stratigraphique SL3, connue dans la partie exploitée du bassin et hors de celle-ci dans le secteur de Gironville, une centaine de km au Sud-Ouest. Nous constatons (fig. 3) que toutes les valeurs obtenues se chevauchent sauf à la limite pour le cobalt plus faible à Gironville que dans la partie exploitée du Bassin.

B - VARIATIONS VERTICALES.

En toute rigueur, l'étude de la variation de la composition géochimique en fonction de la stratigraphie doit se faire autant que possible sur une même verticale. Ceci élimine donc de notre ensemble les résultats relatifs aux échantillons provenant de la partie non exploitée du bassin qui cumulent à la fois les variations latérales et les variations verticales.

Ech. N°	Nature	Cendres %	Mn	Ni	Cu	Ti	Ba	Sn	Pb	Mo	Ag	Co	Sr	V	Cr
1	d < 1,25	2,0	50	850	1250	4600	400	< 100	50	35	< 31,6	530	7300	160	50
	d > 1,50	18,3	500	109	218	5350	1160	< 100	68	< 31,6	< 31,6	45	700	115	120
2	d < 1,25	2,6	140	600	630	6500	3154	< 100	104	39	< 31,6	400	7385	192	200
	d > 1,50	21,5	1046	32	88	5800	1158	< 100	37	< 31,6	< 31,6	35	446	114	110
3	d < 1,25	2,3	152	1304	717	3780	1300	< 100	160	56	< 31,6	230	5000	117	152
	d > 1,50	21,8	1050	41	115	5500	1200	< 100	90	< 31,6	< 31,6	< 31,6	500	50	69
4	d < 1,25	2,6	115	730	1154	5310	230	< 100	130	38	< 31,6	215	2850	215	220
	d > 1,50	15,4	1900	97	312	298	600	< 100	200	< 31,6	< 31,6	37	337	116	113
5	d < 1,25	3,2	125	500	94	4700	9280	< 100	144	31,6	< 31,6	119	6190	125	156
	d > 1,50	18,6	204	166	188	3650	1200	< 100	193	< 31,6	< 31,6	54	1060	129	118
6	d < 1,25	3,8	184	338	473	8500	842	< 100	526	31,6	< 31,6	210	> 10000	105	184
	d > 1,50	24,0	929	121	217	4100	2000	< 100	210	< 31,6	< 31,6	50	2450	75	100
7	d < 1,25	3,5	< 31,6	826	714	4000	1028	< 100	114	31,6	< 31,6	194	7200	140	230
	d > 1,50	23,3	95	64	137	> 10000	1800	< 100	55	< 31,6	< 31,6	35	1950	154	130
8	d < 1,25	3,1	32	740	680	5200	4300	< 100	130	31,6	< 31,6	31,6	8290	130	190
	d > 1,50	33,9	100	38	144	5800	1318	< 100	44	< 31,6	< 31,6	< 31,6	900	150	132
9	d < 1,25	2,2	< 31,6	1272	955	6900	3770	< 100	90	32	< 31,6	545	1590	136	45
	d > 1,50														
10	d < 1,25	2,5	32	128	640	5500	1870	< 100	160	40	< 31,6	560	1680	160	160
	d > 1,50	24,0	220	70	133	4000	758	< 100	95	< 31,6	< 31,6	33	450	133	129
11	d < 1,25	2,3	87	435	1385	6480	6730	< 100	260	130	< 31,6	478	1780	304	478
	d > 1,50	43,9	44	116	84	6700	1230	< 100	48	< 31,6	< 31,6	< 31,6	4400	129	130
12	d < 1,25	2,4	33	708	850	6665	7375	< 100	125	41	< 31,6	125	2625	208	208
	d > 1,50	21,5	548	42	110	620	1200	< 100	53	< 31,6	< 31,6	< 31,6	1300	100	50
13	d < 1,25	1,5	133	5460	1066	9460	6460	< 100	267	67	< 31,6	266	4300	200	334
	d > 1,50	12,8	1120	258	226	4000	1030	< 100	1150	< 31,6	< 31,6	39	400	190	190
14	d < 1,25	1,8	< 31,6	1440	1920	7000	4000	< 100	277	55	< 31,6	500	2660	277	555
	d > 1,50	17,0	70	< 31,6	53	5000	1450	< 100	31,6	< 31,6	< 31,6	< 31,6	970	35	47

TABLEAU E. — Rôle du fractionnement densimétrique sur la constitution géochimique. Résultats en ppm par rapport aux cendres du charbon.

— dans la zone 0 toutes les valeurs sont faibles (< 500 ppm),

— dans les zones 1, 2 et sommet de 3, les valeurs sont très fluctuantes et on enregistre un maximum au sommet de SL₁ (1650 ppm),

— au-dessous, les valeurs décroissent à peu près régulièrement sans fluctuations importantes.

Les indices caractéristiques du manganèse sont :

Valeurs limites	1650 - 37
Valeurs limites (exploitation)	1650 - 55
Moyenne : \bar{X}	595
Ecart-type vertical : S_v	457
S_v/S_1	457/975 = 0,4

Les variations latérales étant plus élevées que les variations verticales, nous dirons que la « susceptibilité stratigraphique » de cet élément soit 0,4 est particulièrement faible.

Nickel. — Les fluctuations de cet élément sont importantes dans toute la série stratigraphique.

Les indices caractéristiques du nickel sont :

Valeurs limites	3700 - 100
Valeurs limites (exploitation)	3700 - 141
Moyenne : \bar{X}	1132
Ecart-type vertical : S_v	844
S_v/S_1	844/187 = 4,5

L'indice de susceptibilité stratigraphique, nettement supérieur à 1, paraît favorable.

Cuivre. — L'évolution verticale de cet élément semble pouvoir se caractériser par 3 pics nets séparant des zones de valeurs faibles.

Les indices caractéristiques du cuivre sont :

Valeurs limites	3160 - 100
Valeurs limites (exploitation)	3160 - 100
Moyenne : \bar{X}	927
Ecart-type vertical : S_v	884
S_v/S_1	884/156 = 5,7

Là encore, la susceptibilité stratigraphique paraît élevée, cependant nous verrons ci-après quelles réserves il faut faire à ce propos.

Titane. — La courbe évolutive ne présente rien de remarquable dans la partie exploitée, les valeurs montrant une forte dispersion. Par contre, on note une décroissance nette des teneurs dans le prolongement méridional du bassin.

Les indices caractéristiques du titane sont :

Valeurs limites	> 10 000 - 1500
Valeurs limites (exploitation)	> 10 000 - 3000
Moyenne : \bar{X}	6151
Ecart-type vertical : S_v	2210
S_v/S_1	2210/2255 = 0,9

Il ressort de ces indices que la susceptibilité stratigraphique du titane est très faible.

Barium. — L'évolution de Ba semble pouvoir se caractériser par un cycle simple culminant légèrement à la veine 27 de Cuvelette. Au-dessus de ce point on note une décroissance régulière et sans fluctuations. Au-dessous, la décroissance est un peu plus irrégulière (St-Charles) mais cependant nette.

Les indices caractéristiques du barium sont :

Valeurs limites	6000 - 260
Valeurs limites (exploitation)	6000 - 260
Moyenne : \bar{X}	1992
Ecart-type vertical : S_v	1508
S_v/S_1	1508/870 = 1,7

La susceptibilité stratigraphique du barium est moins défavorable que dans le cas précédent, elle demeure cependant assez basse.

Plomb. — La courbe évolutive présente de grandes variations sauf dans les zones 1, 2 et le sommet de 3 où les valeurs restent basses. On peut noter le point maximum à St-Charles 2 (358 m).

Les indices caractéristiques du plomb sont :

Valeurs limites	1500 - 32
Valeurs limites (exploitation)	1500 - 32
Moyenne : \bar{X}	533
Ecart-type vertical : S_v	338
S_v/S_1	338/44 = 7,7

Cette susceptibilité stratigraphique élevée résulte de variations verticales considérables mais désordonnées donc peu utilisables (base de la zone 3) et de variations latérales très faibles.

Molybdène. — Les valeurs sont toutes groupées dans la tranche 50 - 100 ppm sauf en deux points : Ste-Fontaine (558 m) et Gironville (4017 m).

Valeurs limites	316 - 31
Valeurs limites (exploitation)	215 - 31
Moyenne : \bar{X}	70
Ecart-type vertical : S_v	45
S_v/S_1	S_1 non mesuré

Cobalt. — Un point singulier se détache de la courbe évolutive par ailleurs très régulière :

Echelle stratigraphique		Zone palynologique	Echantillons	cendres %	Mn	Ni	Cu	
Bassin en exploitation	Westphalien	Stéphanien	SL 0	V. Illinger (Reisbach)	7,4	200	640	1400
				La Houve - V. Schwalbach	4,4	55	1100	390
				La Houve - V. Robert	7,5	60	316	100
			SL 1	Faulquemont - V. 1	2,1	1650	1850	3160
				La Houve - V. Théodore	3,1	365	600	450
				La Houve - V. C	3,6	920	1450	500
		Faulquemont - V. 8		3,7	440	920	450	
		Faulquemont - V. 18		5,5	100	295	280	
		SL 2	Merlebach - V. 7	2,1	1150	2450	560	
			Cuvelette - V. 10		660	880	390	
					519	225	281	
			Cuvelette - V. 15		(60-1360)*	(141-780)	(152-750)	
		SL 3	32/33 | 31	Cuvelette - V. 27	3	140	820	430
				Ste-Fontaine - V. U 150	3,2	1000	1200	320
			33	St-Charles 2 - 358 m	1,2	550	3700	1800
				Ste-Fontaine - 472 m TB Lach	1,2	1200	1050	3160
				St-Charles 2 - 516 m	4,6	400	830	1300
				St-Charles 2 - 561 m	3,7	500	1150	1250
Ste-Fontaine - 558 m TB Lach	3,1			370	880	1550		
Ste-Fontaine - 339 m TB Ouest ...	4,6			600	2300	880		
Ste-Fontaine - 125 m TB Ouest ...	5,2			230	860	560		
SL 3	33			Gironville - 1164 m	9,5	37	1300	450
		Pont-à-Mousson - 1223 m	4,5	210	400	480		
		Pont-à-Mousson - 1445 m	15,4	100	100	365		
		Gironville - 3111,50 m	7,6	180	1100	3160		
Westph. A Namurien		Gironville - 4017 m	2,9	190	1050	830		
		Gironville - 5006-5009 m	4,2	350	1000	1400		

* minimum et maximum.

TABLEAU F. — Répartition des éléments mineurs dans divers horizons charbonneux

St-Charles 2 à 358 m. En dehors du bassin exploité les valeurs descendent au-dessous de 100 ppm.

Valeurs limites	4350 - 32
Valeurs limites (exploitation)	4350 - 32
Moyenne: \bar{X}	542
Ecart-type vertical: S_v	922
S_v/S_1	$922/56 = 16,5$

Nous obtenons ici la valeur la plus élevée de susceptibilité stratigraphique.

élevée. Les valeurs au-dessus de ce point sont basses et stables, par contre au-dessous elles sont un peu plus variables et culminent hors bassin à Gironville (4017 m).

Valeurs limites	> 10 000 - 160
Valeurs limites (exploitation)	8 200 - 160
Moyenne: \bar{X}	1298
Ecart-type vertical: S_v	1669
S_v/S_1	$1669/1606 = 1,0$

Strontium. — Le même niveau de St-Charles 2 à 358 m se caractérise là encore par une teneur très

La courbe de Sr ne semble au total pouvoir être utilisée que par ses points singuliers.

Ti	Ba	Pb	Mo	Co	Sr	V	Cr	Ag	Sn
3500	360	560	74	200	290	160	155	< 31,6	< 100
8000	340	1200	112	475	360	220	185	»	»
6000	320	500	65	160	160	300	280	»	»
5300	260	300	31	1250	1250	108	90	»	»
7600	1300	520	88	215	560	225	305	»	»
3700	1200	500	60	305	820	250	205	»	»
4700	1350	550	50	315	1500	190	161	»	»
> 10000	2400	410	53	53	480	310	315	»	»
5400	1320	600	110	760	570	160	145	»	»
3700	2200	380	115	170	620	130	116	»	»
7284	2126	124	< 31,6	87	1663	136	140	»	»
(300 > 10000)	(1100-3160)	(31,6-208)		(31,6-183)	(618-4800)	(77-236)	(55-241)		
4487	1337	115	< 31,6	98	438	124	144	»	»
(3400-60000)	(900-3100)	(60-140)		(62-150)	(120-1000)	(85-160)	(85-220)		
10000	6000	350	44	310	1000	240	305	»	»
4500	3500	330	< 31,6	520	1300	115	105	»	»
9600	3500	1500	95	4350	8200	110	140	»	»
4800	2750	380	90	440	1300	135	68	»	»
5100	470	400	< 31,6	190	1000	115	78	»	»
4600	4800	1000	130	220	1900	160	135	»	»
5500	1700	470	215	285	1000	250	200	»	»
5400	2400	800	64	900	2100	320	150	»	»
> 10000	2200	310	46	180	760	280	205	»	»
8300	620	1050	< 31,6	185	500	540	210	»	»
6400	3160	110	33	63	1250	285	145	»	»
8000	300	350	56	52	5300	250	140	»	»
6500	1000	260	74	130	1900	375	270	»	»
4700	1150	500	316	40	10000	780	225	»	»
1500	4200	255	< 31,6	< 31,6	1700	125	44	»	»

du houiller lorrain. Résultats en ppm des cendres obtenues à 450° C pendant 15 heures.

Vanadium. — Les valeurs, toutes groupées autour du niveau 200 ppm dans la partie supérieure de la coupe, s'élèvent régulièrement vers le bas et atteignent leur maximum au même niveau que Mo et Sr, à Gironville 4017 m.

Valeurs limites	780 - 77
Valeurs limites (exploitation)	320 - 77
Moyenne : \bar{X}	192
Écart-type vertical : S_v/S_1	$\frac{72}{72/59} = 1,2$

Les valeurs de V permettraient à la rigueur de distinguer l'exploitation des prolongements méridionaux du bassin.

Chrome. — La courbe évolutive ne présente pas de phénomènes remarquables.

Valeurs limites	315 - 44
Valeurs limites (exploitation)	315 - 55
Moyenne : \bar{X}	173
Écart-type vertical : S_v/S_1	$\frac{74}{54} = 1,4$

En résumé, on peut tirer de ces résultats (voir tableau G) que 4 éléments sur 13 ont une susceptibilité stratigraphique supérieure à 4, c'est-à-dire que leur évolution chronologique est nettement plus forte que leur variation géographique latérale.

Éléments en ppm de cendres											
	Mn	Ni	Cu	Ti	Ba	Pb	Mo	Co	Sr	V	Cr
Variation latérale	Maximum	780	750	10000	3100	208		183	1000	236	241
	Minimum	600	152	3000	900	31		31	120	77	55
Cuvelette V10 ou V15	Ecart-type	187	156	2355	870	44		56	1606	59	54
Variation verticale totale	Maximum	1650	3160	10000	6000	1500	316	4350	10000	780	315
	Minimum	37	100	1500	260	32	31	32	160	77	44
Variation verticale bassin exploité	Maximum	1650	3160	10000	6000	1500	215	4350	8200	320	215
	Minimum	55	141	3000	260	32	31	32	160	77	31
\bar{x}		595	927	6151	1992	538	70	542	1298	192	70
Ecart-type		477	844	2210	1508	338	45	922	1669	72	45
S_e/S_l	0,4	4,5	5,7	0,9	1,7	7,7		16,5	1,0	1,2	1,4

TABLEAU G. — Susceptibilité d'utilisation stratigraphique des éléments.

Etage	Éléments en ppm des cendres classées par densité										
	Sr	Ba	Ti	V	Mn	Cr	Ni	Co	Cu	Mo	Pb
SL ₀	270	340	5833	226	105	207	685	278	630	84	753
$\Delta 1^*$	393	990	284	19	665	3	575	188	270	19	273
SL ₁	863	1830	6117	207	770	204	1260	466	900	65	480
$\Delta 2^*$	44	557	960	77	84	71	806	348	589	6	274
SL ₂	907	1887	5157	130	854	133	454	118	311	50	206
$\Delta 3^*$	1155	1172	454	60	300	21	967	704	933	24	409
SL ₃ *	2062	3035	6611	190	554	154	1421	822	1250	83	615
$\Delta 1$	0,4	1,1	0,1	0,3	0,7	<0,1	2,0	3,3	1,7	—	6,2
S _{lat.}											
$\Delta 2$	<0,1	0,6	0,4	1,3	<0,1	1,3	4,3	6,2	3,8	—	6,2
S _{lat.}											
$\Delta 3$	0,7	1,3	0,2	1,0	0,3	0,4	5,2	12,6	6,0	—	9,3
S _{lat.}											
$\Delta 1$							0,6	0,1	0,3	0,3	0,7
S ₃ **							0,8	0,3	0,7	0,1	0,7
$\Delta 2$								0,7			
S ₃							1,0	0,7	1,1	0,4	1,0
$\Delta 3$											
S ₃											

TABLEAU H. — Evolution des compositions géochimiques par zone biostratigraphique.
* Ecart des teneurs moyennes d'un élément donné dans deux zones biostratigraphiques consécutives.
** S₃. Dispersion des valeurs à l'intérieur d'une même zone (SL₀).

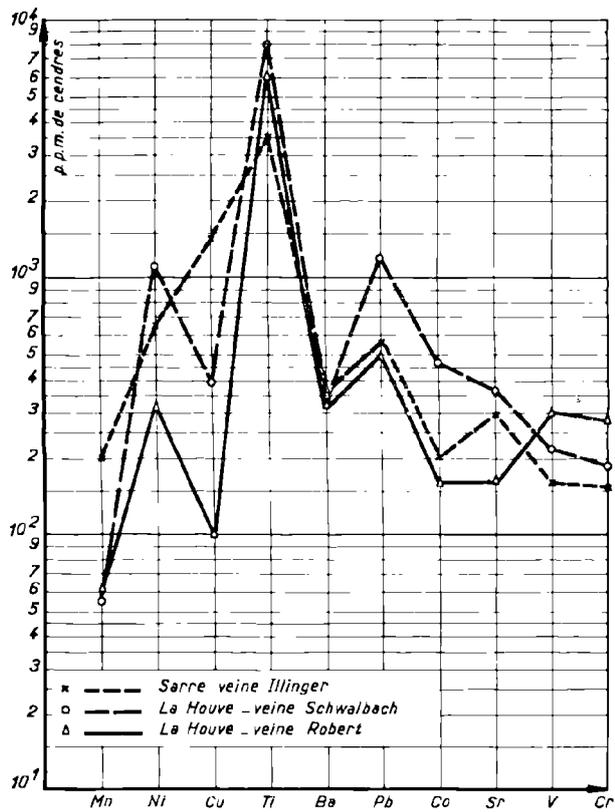


FIG. 5. — Constitution géochimique de la zone SL 0.

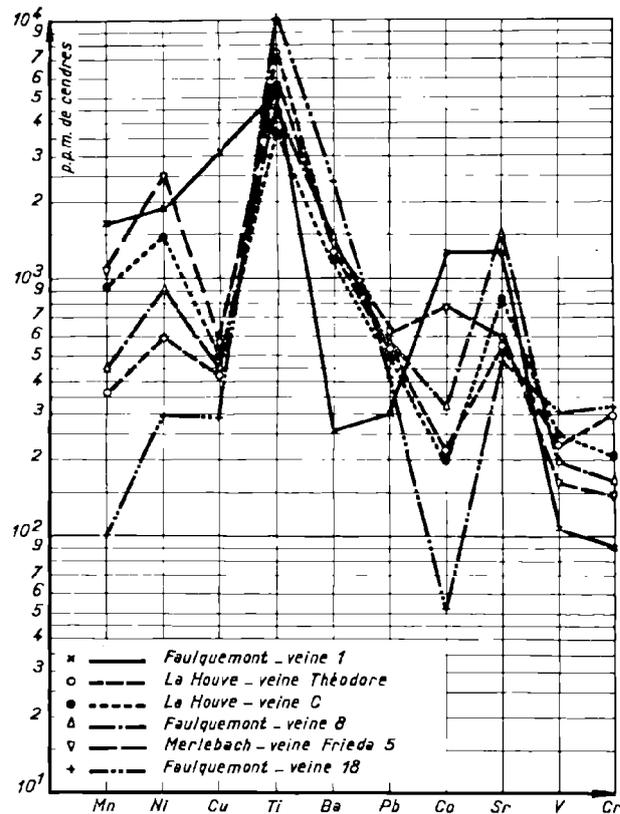


FIG. 6. — Constitution géochimique de la zone SL 1.

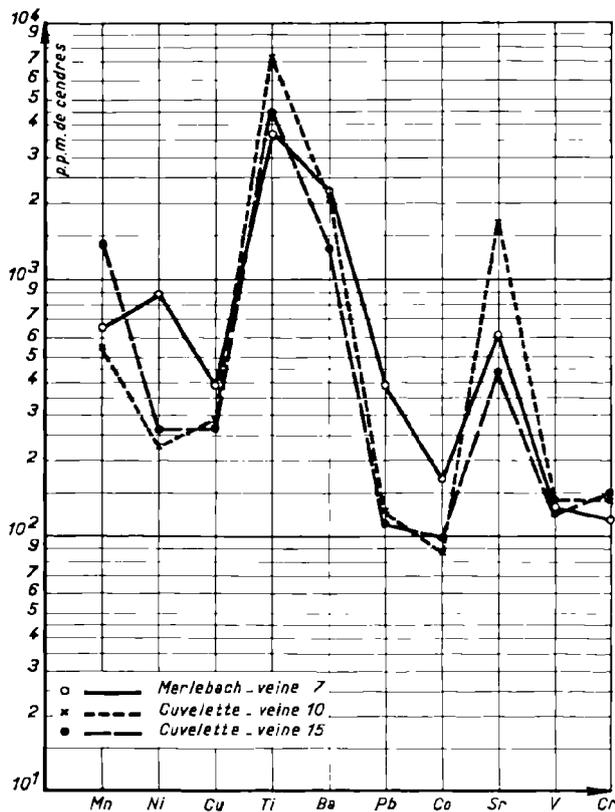


FIG. 7. — Constitution géochimique de la zone SL 2.

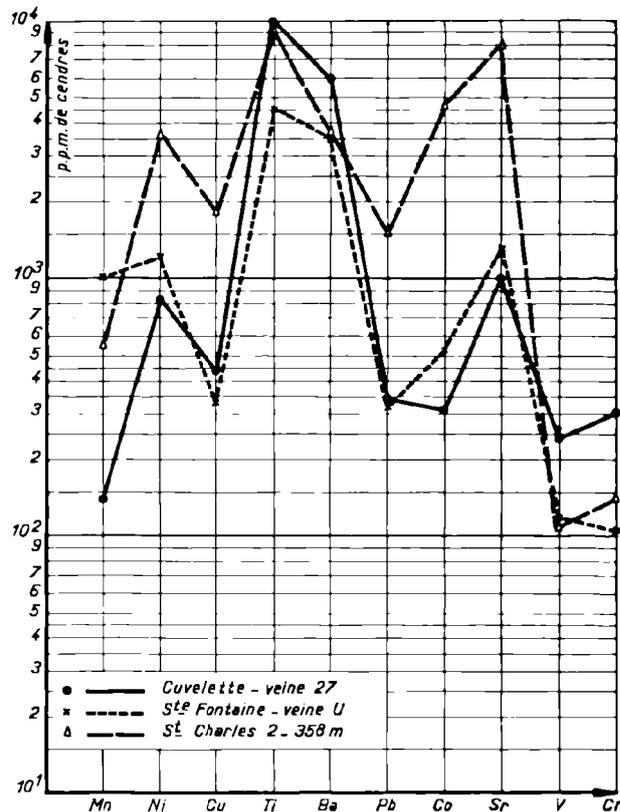


FIG. 8. — Constitution géochimique des sous-zones SL 31 et SL 32/33.

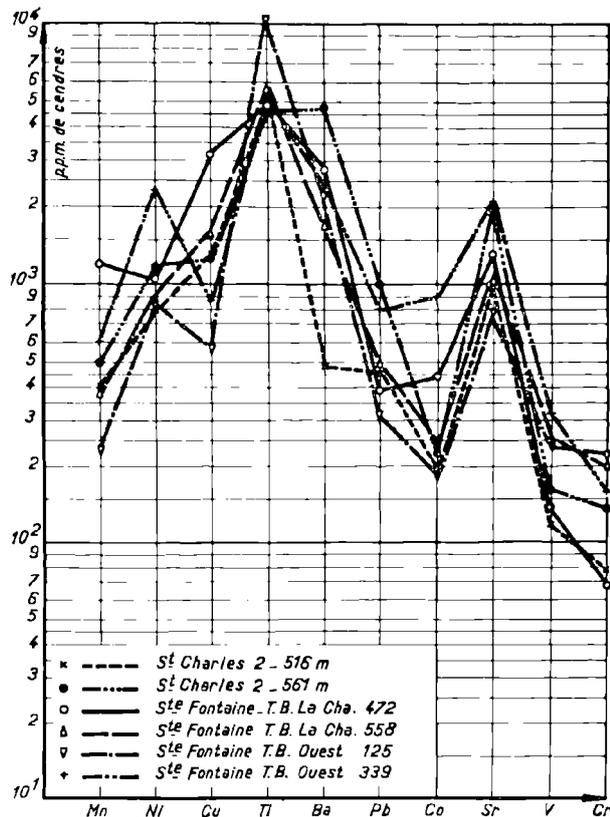


FIG. 9. — Constitution géochimique de la sous-zone SL 33 (Exploitation).

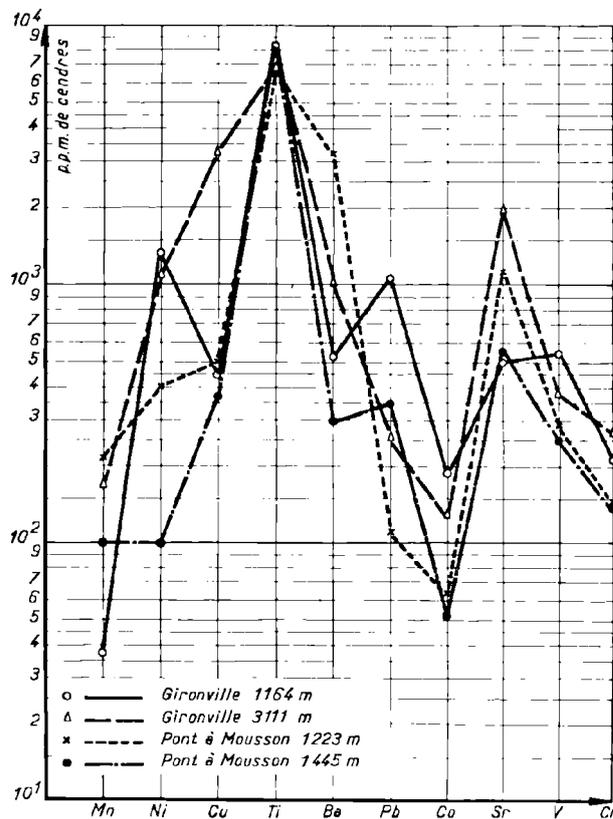


FIG. 10. — Constitution géochimique de la sous-zone SL 33 (Hors bassin).

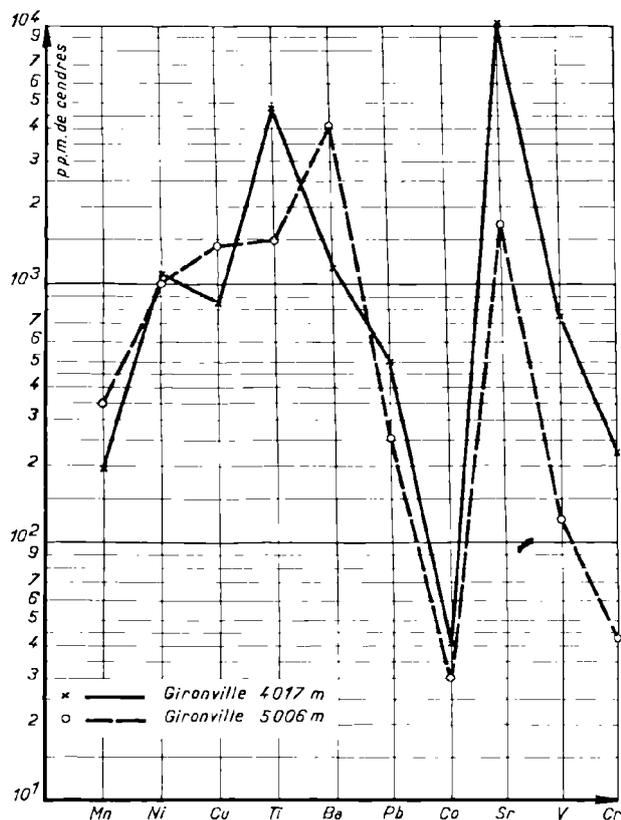


FIG. 11. — Constitution géochimique des veines de Gironville profond.

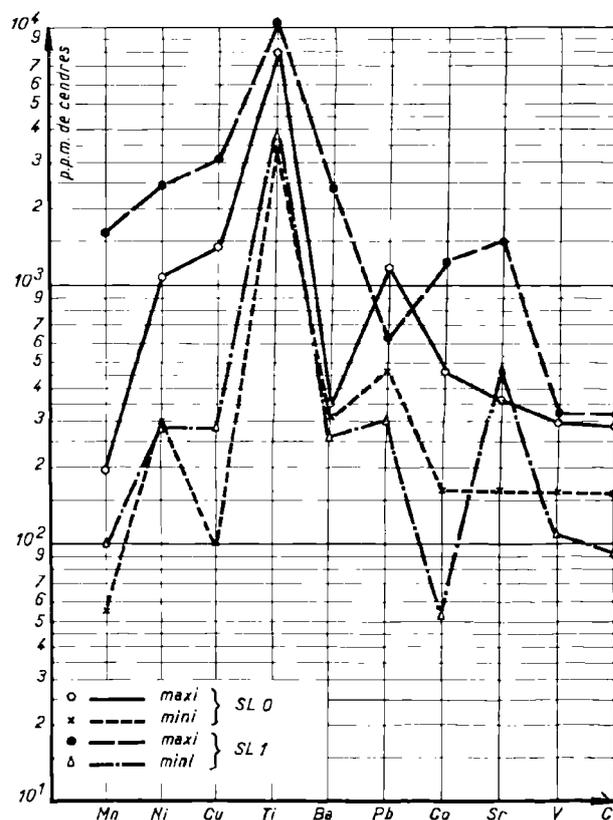


FIG. 12. — Comparaison des compositions géochimiques des zones consécutives SL 0 - SL 1.

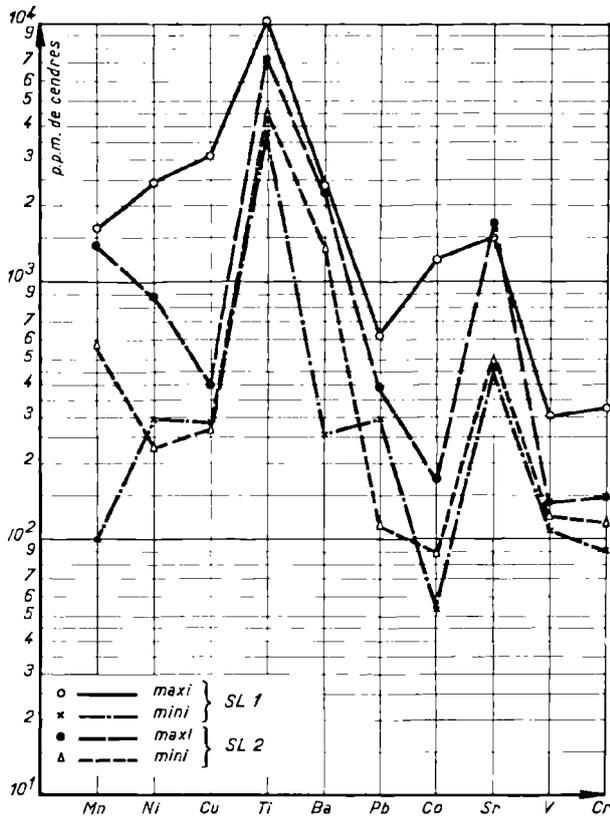


FIG. 13 — Comparaison des compositions géochimiques des zones consécutives SL 1 - SL 2.

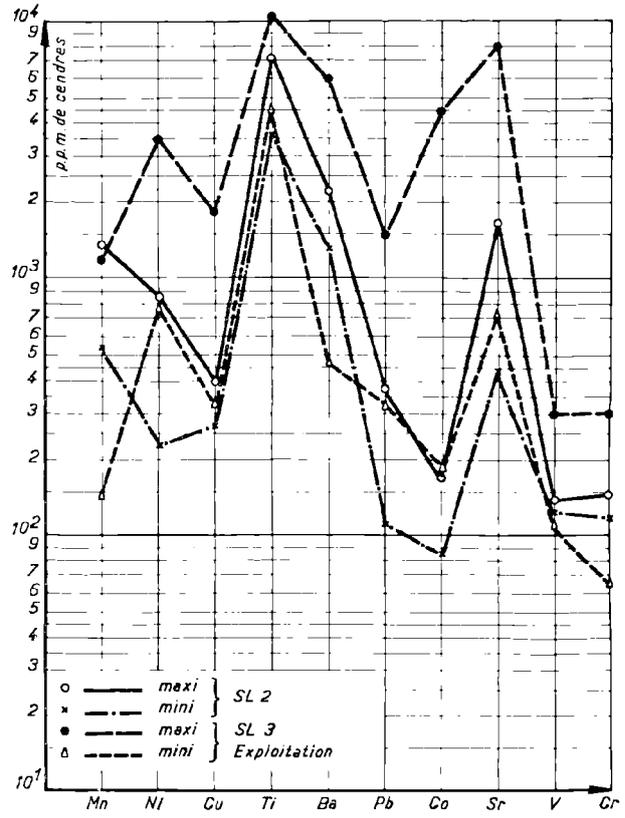


FIG. 14. — Comparaison des compositions géochimiques des zones consécutives SL 2 - SL 3.

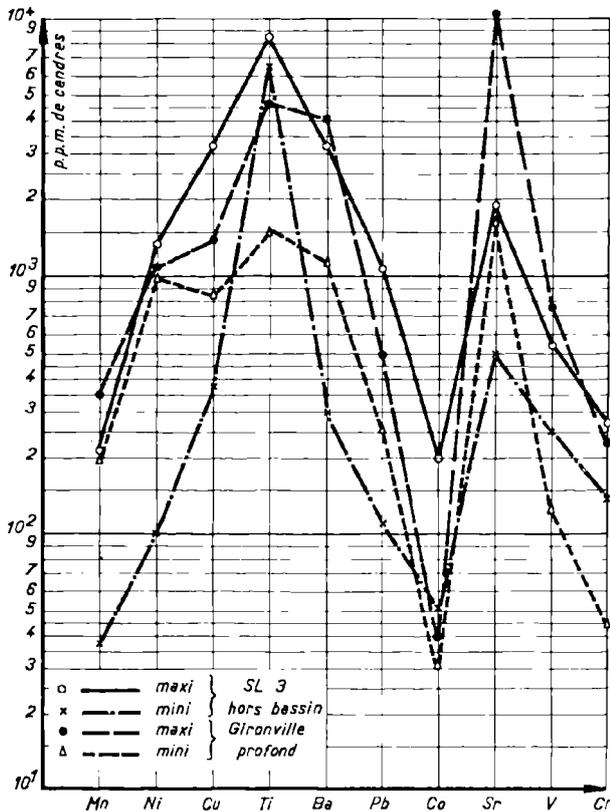


FIG. 15. — Comparaison des compositions géochimiques des zones SL 3 et Gironville profond.

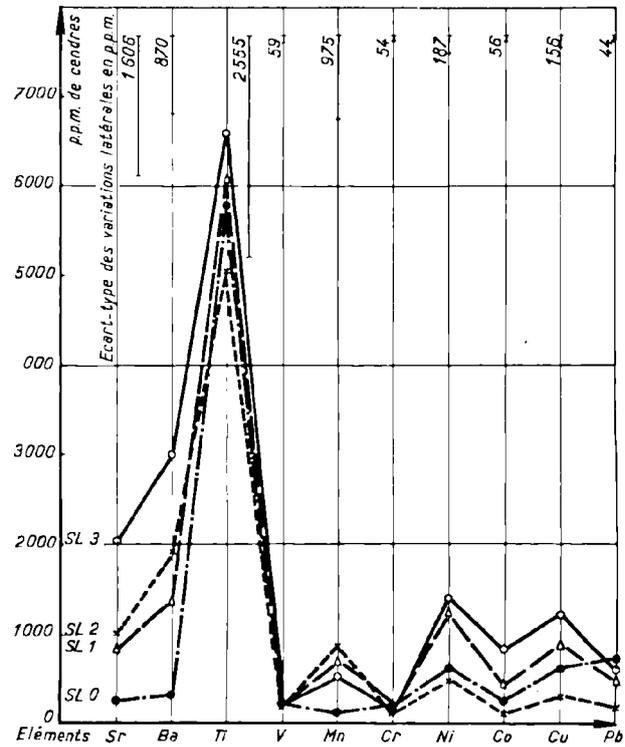


FIG. 16. — Synthèse des données géochimiques par zone stratigraphique.

Cependant, la variabilité verticale d'un élément n'est intéressante que si elle s'inscrit dans une *évolution* permettant de distinguer les zones stratigraphiques entre elles. Si la variation verticale provient en majeure partie de la dispersion à l'intérieur d'une même zone, elle perd tout intérêt stratigraphique.

2) Evolution verticale par zone.

Si nous considérons alors chacune des zones successives reconnues dans le bassin lorrain en suivant l'ordre descendant, nous pouvons tracer les figures 5 à 11.

A l'aide de ces courbes, il devient possible de comparer chacune des zones avec n'importe laquelle des autres, cependant il n'est guère intéressant de pouvoir distinguer le Stéphanien sarrois (fig. 5) du Namurien de Gironville profond (fig. 11).

Il est plus intéressant au contraire de tenter de séparer, à partir des données géochimiques, deux zones stratigraphiques *immédiatement voisines*.

C'est ce que nous avons essayé de faire dans les figures 12 à 15. Nous constatons :

— que rien ne permet de distinguer les deux zones SL_0 et SL_1 qui encadrent le conglomérat de Holz, ancienne limite Westphalien-Stéphanien (fig. 12) ;

— qu'il en est de même pour les zones SL_1 et SL_2 (fig. 13) ;

— qu'il en est encore de même pour le couple SL_2 - SL_3 (fig. 14) qui présente lui aussi des recouvrements pour tous les éléments sauf à la limite pour Co plus faible dans SL_2 que dans SL_3 .

Ces résultats négatifs étant établis, nous avons cependant cherché à voir si les zones stratigraphiques pourraient se distinguer par le biais des moyennes.

Nous avons donc, dans le tableau II, établi la moyenne par zone palynologique successive et divisé la différence pour un même élément pris dans deux zones consécutives :

— par l'écart-type latéral d'une veine, d'une part ;

— par l'écart-type vertical calculé dans une même zone (en l'occurrence la zone SL_3), d'autre part.

Nous avons en outre tracé la courbe des moyennes par zone stratigraphique et figuré sur la verticale de chaque élément l'importance de la variation latérale correspondante (fig. 16).

Il ressort de cette figure que seuls Ni, Co, Cu, Pb présentent des moyennes par zones significativement différentes compte tenu de l'écart-type latéral, et surtout pour les couples SL_2 - SL_3 .

Cependant si, pour ces 4 éléments, on considère l'écart des moyennes entre deux zones consécutives par rapport cette fois à la dispersion verticale intrazonale (zone 3), on obtient des rapports inférieurs à 1 ou très proches de 1 témoignant donc d'une susceptibilité d'utilisation stratigraphique très faible.

Si nous nous tournons alors vers les valeurs accidentelles : maxima de St-Charles 2 à 358 m et Gironville 4017 m par exemple, leur utilisation éventuelle à des fins de *repérage* stratigraphique est très problématique car il est impossible d'affirmer a priori que d'autres valeurs accidentelles élevées ne se rencontreraient pas dans les veines intercalaires non inventoriées au cours de ce travail.

En résumé, et bien que le nombre d'essais effectués soit trop faible pour permettre une conclusion catégorique, nous tirons de cette recherche préliminaire destinée à sonder les possibilités stratigraphiques de la géochimie dans le cadre d'un bassin houiller, une indication dans l'ensemble nettement négative.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) ABERNETHY R.F. et GIBSON F.H. (1963). — Rare elements in Coal (Examen de 34 éléments). Information Circular n° 8163 du Bureau of Mines. U.S. Dept of the Interior.
- 2) ALEXANIAN C. (1958). — Le germanium dans les charbons français : Revue de l'Industrie Minière. Colloque International de Pétrologie Appliquée des Charbons (15 juillet 1958), p. 61-63.
- 3) ALPERN B., LABELUF J.J., NAVALE G.K.B. (1964). — Beziehungen zwischen palynologischen und petrographischen Zonenfolgen in den Steinkohlenflözen. *Fortschr. Geol. Rheindl. u. Westf.*, 12, 303-316, Krefeld déc. 1964.
- 4) ALPERN B., LABELUF J.J. (1967). — Considérations palynologiques sur le Westphalien et le Stéphanien. Propositions pour un parastratotype. *C. R. Acad. Sc. Fr.*, 265, n° 12, p. 840-843 (sept. 1967).

- 5) ALPERN B., QUESSON A. (1960). — Etude par autoradiographie de la répartition des cendres de charbons activés. *Bull. Soc. Franç. Minér. Crist.*, vol LXXIX, 449-463.
- 6) BOUSKA V., HAVLENA V. et SULCEK Z. (1963). — Géochimie et Pétrologie des charbons du Cénomanién en Bohême et Moravie. Sesit 8, Roenik 73, Rozpravy Ceskoslovenski Academie Ved. Praha.
- 7) BRANDENSTEIN M., JANDA I. et SCHROLL E. (1960). — Rare elements in Austria coals and bituminous rocks. *Mineral u. Petrog. Mitt.*, v. 7, p. 260-285.
- 8) BRINKMANN et DEGENS (1956). — Die Geochemische Verteilung einiger Elemente in Ruhrkarbon. *Naturwiss.*, 43, p. 56.
- 9) CLARK M.C. et SWAINE D.J. (1962). — Trace elements in coal. 1° New South Wales Coals. 2° Origin, mode of occurrence and economic importance (juillet 1962). Technical Communication 45, Commonwealth of Australia.
- 10) DEGENS E.T. (1958). — Geochemische Untersuchungen zur Faziesbestimmung im Ruhrkarbon und Saarkarbon. *Glückauf*, 12 April 1958, p. 513-520.
- 11) DEUL M. et ANFL C.S. (1956). — The occurrence of Minor Elements in Ash of Low Rank Coal from Texas, Colorado, North Dakota and South Dakota. *U.S. Geol. Survey. Bull.* n° 1036 H, p. 155-172.
- 12) GIBSON F.H. et SELVIG W.A. (1944). — Rare and uncommon chemical elements in coal. *U.S. bureau of Mines. Tech. Paper* 669, 23 pages.
- 13) GOLDSCHMIDT V.M. (1935). — Rare elements in coal ashes. *Indus. and Eng. Chemistry*, v. 27, p. 1100-1102.
- 14) HAUGHT O.L. (1954). — Occurrence and distribution of minor elements in coal. *Univ. Missouri Section Mines and Met. Tech. Ser.*, n° 85, p. 17-24.
- 15) HORTON L. et AUBREY K.V. (1950). — The distribution of Minor Elements in vitrain. Three vitrains from Barnsley Seam. *J. Soc. Chem. Ind.*, vol. 69, supp. n° 1, p. 841-848.
- 16) INAGAKI (1951). — Spectroscopic analysis of inorganic matters in coal. I: *Coal Research Inst. Jour.* (Japan), v. 2, p. 229-234.
- 17) KUHL J. et ZIOLKOWSKI J. (1954). — Rare elements in upper silesian coal. *Przegląd Gorniezy*, n° 5, p. 180.
- 18) LEUTWEIN F. et ROSLER H.J. (1956). — Geochemical Investigations of Paleozoic and Mesozoic Coals in Central and Eastern Germany. *Freiberg Forsch.*, C 19, p. 1-196.
- 19) LOPEZ DE AZCONA J.M. et PUIG A.C. (1948). — The minor elements of the ashes of Asturian Coals. *Bol. Inst. Geol. y Minero Espana*, v. 60, p. 391-400.
- 20) MUKHERJEE B. (1950). — Detection of rare earths in the ashes of Indian coals. *Fuel*, vol. 29, n° 11, p. 264-266.
- 21) OKA, KANNO, AYUSAWA et HAGA (1955). — Rare elements in bituminous coal and lignite. *Bull. Research Inst. Mineral Dressing and Metallurgy, Tohoku Univ.*, vol. 11, p. 17-28.
- 22) ORTE M.U. (1953). — Trace elements in some German mineral coals. *Chemie der Erde*, v. 16, p. 237-294 (en allemand).
- 23) SHAKHOV F.N. et EFFENDI M.E. (1946). — Géochimie des charbons du Bassin de Kuznetsk. *C. R. Acad. Sc. URSS*, vol. 51, p. 139.
- 24) SIMPSON E.S. (1914). — The rare metals and their distribution in Western Australia. *Western Australia Geol. Survey, Bull.* 59, Mine Dept. 35, p. 31-56.
- 25) SMITH A.H.V. (1962). — The palaeoecology of carboniferous peats based on the miospores and petrography of bituminous coals. *Proc. Yorkshire Geol. Soc.*, 33, 4, 432-474, Leeds 1962.
- 26) ZUBOVIC P., STADNICHENKO T. et SHEFFEY N.B. (1960). — Comparative abundance of the Minor Elements in Coal from different parts of the United States. Relation of Minor Element content of Coal to possible source Rocks. B. 82 - B.84. The association of some minor elements with organic and inorganic phases of coal. B. 84 - B. 87. *U.S. Geol. Survey. Prof. Paper* 400 B, Washington.
- 27) ZUBOVIC P., STADNICHENKO T. et SHEFFEY N.B. (1961). — Minors elements in american coals. Geochemistry of Minor Elements in Coals of the Northern Great Plains Coal Province. *U.S. Geol. Survey, Bull.* 1117-A, 58 pages, Washington.

* * *

LEGENDE DE LA PLANCHE XIX

FIG. 1. — Charbon de Ste-Fontaine (Lorraine).
Objectif 25 X à immersion d'huile.

On observe au centre un lit vertical de collinite homogène (homocollinite). De part et d'autre se trouvent des lits de clarites à microspores et ciment de collinite hétérogène (hétérocollinite).

FIG. 2. — Charbon de Ste-Fontaine (Lorraine).

Après attaque de 10 secondes dans une solution diluée de $H_2SO_4 + KMnO_4$.

Le lit vertical de collinite homogène révèle une structure cellulaire dans la partie attaquée. Il s'agit donc d'un tissu végétal complètement gélifié (cryptotélinite).

FIG. 3. — Charbon de La Houve (Lorraine).

Macrophotographie. Objectif de 100 mm.

FIG. 4. — Autoradiographie de la même plage que 3, après 279 heures d'irradiation à la pile atomique.

Exposition 117 heures, 79 jours après l'irradiation.

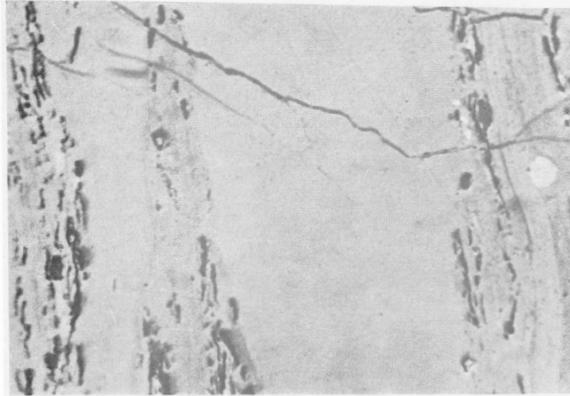
Les éléments inorganiques artificiellement activés se marquent par des points blancs tous localisés dans l'hétérocollinite.

FIG. 5) - Charbon de Ste-Fontaine (Lorraine).

Microscopie électronique, méthode de la double réplique (Aluminium-Carbène).

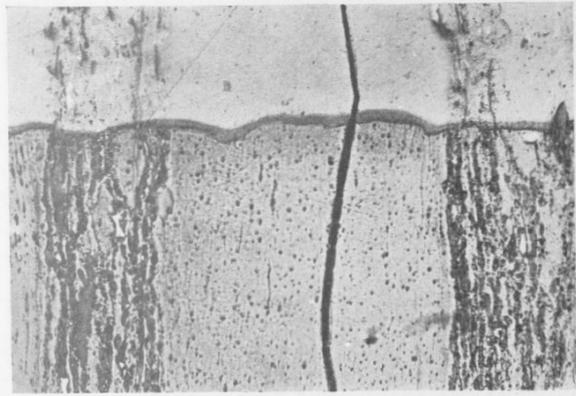
Le ciment des microspores présente un aspect granulaire soulignant la constitution hétérogène de l'hétérocollinite.

après attaque chimique



1_

0.1mm



2_

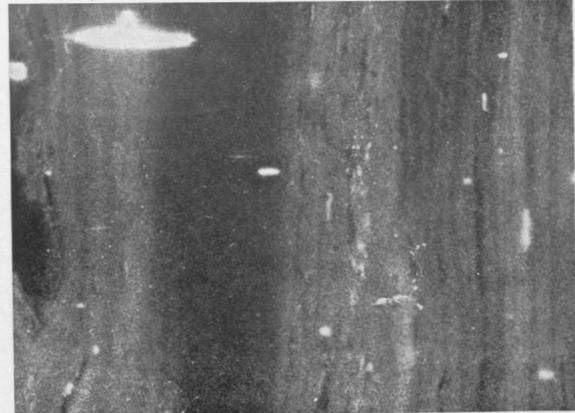
0.1mm

autoradiographie après irradiation



3_

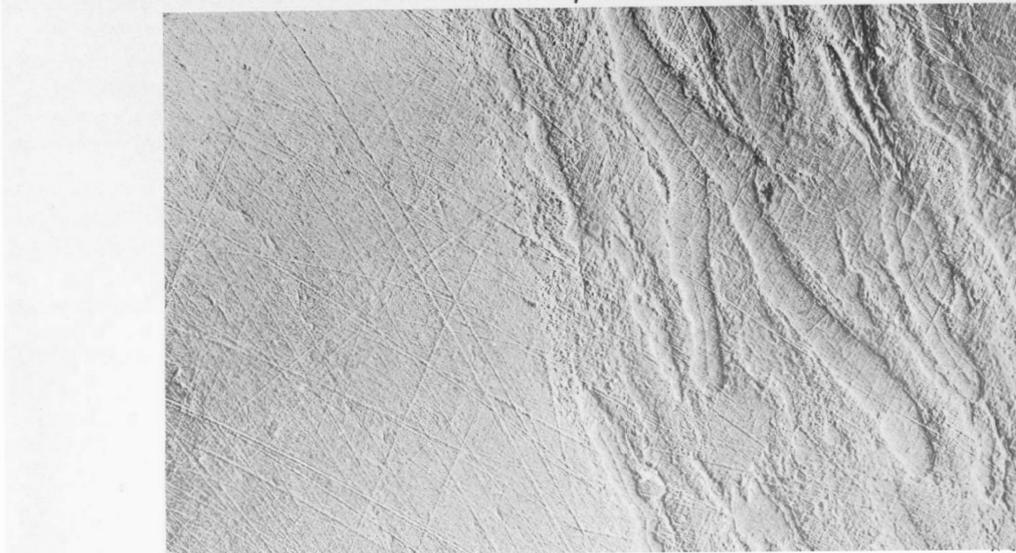
1cm



4_

1cm

microscopie électronique



5_

1μ



Observations sur les formations superficielles aux Marquisades de Saint-Nicolas (Ardennes)

par L. VOISIN (1)

Sommaire. — Le Plateau des Marquisades, au sud de Revin, semble avoir, plus que toute autre région de l'Ardenne occidentale, conservé de belles traces de remaniements périglaciaires.

Peut-être cette partie du massif ancien a-t-elle été relativement protégée contre les solifluxions quaternaires par une couverture sableuse dont il reste encore des vestiges importants.

Summary. — The Plateau des Marquisades, near Revin (in the Ardennes) has retained some shreds of sandy covering of the tertiary period whose disposition shows the action of deep topping.

This table-land has also kept manifest reworked periglacial forms in the superficial deposits.

Les travaux effectués pour le compte de l'Électricité de France, par l'entreprise Bertholdi de Longwy, dans les Marquisades de St-Nicolas, ont permis, en 1967 et 1968, de se faire une idée relativement précise sur les dépôts superficiels qui couronnent le plateau de part et d'autre de l'ancien chemin des Mazures à Revin.

Ces travaux ont consisté en l'ouverture d'un bon kilomètre de tranchées, puis dans un second temps, en élargissements partiels de ces tranchées. De ce fait, la couverture argilo-sableuse a été largement éventrée. Les observations sont toujours restées cependant épisodiques car les éboulements ont très vite masqué, malgré un boisage rapide, les coupes pratiquées sur quatre mètres de hauteur.

De fréquentes visites faites au fur et à mesure de l'avancement des travaux m'ont permis de dégager les faits suivants :

L'altération profonde du système primaire.

Cette altération est particulièrement importante dans la partie centrale et méridionale du chantier, c'est-à-dire au sud de la borne portant la cote 401 sur l'ancien chemin (Feuille Roeroi, 7-8 au 1/25.000).

(1) Laboratoire de Géographie physique. Institut de Géographie, Nancy.

Les schistes noirs à pyrite reviniens y sont transformés en un épais manteau argileux dans lequel sont noyés de nombreux fragments de grès quartzites. Cette altération peut pourrir la roche en place, comme l'ont révélé les sondages, jusqu'à plus de trente mètres de profondeur.

Vers le Sud sont surtout étalées des argiles noires, tandis qu'au centre se voient plutôt des altérites blanchâtres à kaolin qui vont en s'aminçissant vers le Nord pour ne plus tapisser que de place en place, sous le sol actuel, la tranche des schistes à grandes lames coupantes, mieux conservés dans les hauteurs qui surplombent Revin. Tout se passe donc comme si la masse des argiles claires et foncées régularisait le plateau aux environs de quatre cents mètres, masquant presque complètement les variations profondes qui caractérisent la limite roche saine/altérite.

La conservation de la couverture sableuse.

Elle est plus importante qu'il ne paraissait jusqu'à présent. Certes, la présence de sables quartzeux, fins était connue aux Marquisades et une poche de grande taille y fut autrefois exploitée en sablière, mais les travaux de l'année 1967 ont révélé la présence de plusieurs autres zones sableuses se relayant vers le Sud à partir de la borne 401 en

ponctuant de couleurs vives la surface des argiles. Il m'a paru simple de noter l'allure de ces accumulations sableuses en les ramenant à deux types essentiels :

1) *Les placages résiduels en petite nappe plus ou moins déformée.*

Ainsi apparaissent les restes sableux sur la figure 1. Le lambeau recoupé par la tranchée n'excède pas deux mètres d'épaisseur et se trouve limité aux extrémités par deux protubérances argileuses noires. Des schistes, très altérés mais en place, se voient au centre de la figure. Dans le détail, il convient de noter les dislocations qui hachent la couche sableuse et sont autant de petites failles.

Le sable repose sur un cailloutis qui peut atteindre un mètre d'épaisseur et être divisé par une mince couche de sable. Ce cailloutis n'est pas lité, les fragments de grès-quartzites et de quartz laiteux s'y entassent en désordre. Leur accumulation résulte vraisemblablement du tri par entraînement des particules argileuses qui les enrobaient primitivement.

2) *La disposition en poches.*

C'est la plus fréquente. Il s'agit souvent, dans la surface étudiée, de poches relativement profondes et étroites, assez exigües (fig. 2). Il n'est pas d'ailleurs exclu que la seconde disposition puisse dériver de la première en s'y juxtaposant dans un même ensemble, mais ce n'est pas vérifié.

L'examen de ces poches permet tout d'abord de retrouver le cailloutis de base déjà signalé sous

les placages moins déformés. Dans le cas de la figure 2, ce cailloutis souligne d'une frange claire le contact avec les argiles noires encaissantes et permet de bien voir l'allure renversée du flanc Nord de la poche. Vers l'intérieur de celle-ci, le cailloutis passe rapidement à un remplissage de sable fin, blanc, quartzeux, interrompu par une ligne de plaquettes gréseuses en voie de dissociation, puis à un sable teinté d'une forte rubéfaction entrecoupée de zébrures claires, enfin, au cœur même de la poche, un noyau argilo-sableux assez dur englobant des cailloux anguleux épars, se distingue par sa couleur brunâtre mais non terreuse (7 5 Y R 7/7, code Munsell).

L'étude granulométrique de la fraction sableuse faite sur quatre prélèvements permet de confondre en un même ensemble le sable blanc et la couche rubéfiée (2-2) représentables par une seule courbe (fig. 3), tandis que se distinguent nettement la base et le cœur de la poche par une fraction sableuse très mal classée (1-3).

Les remaniements de la couverture.

Leur étude est sans doute la partie de ce travail qui comporte le plus d'éléments nouveaux car, jusqu'à présent, aucune coupe bien dégagée n'a mis en lumière les relations sable-argile dans la couverture du plateau.

Les sables, en nappe ou en poche, sont littéralement encastrés dans la masse argileuse et deux explications principales peuvent être données à ce sujet :

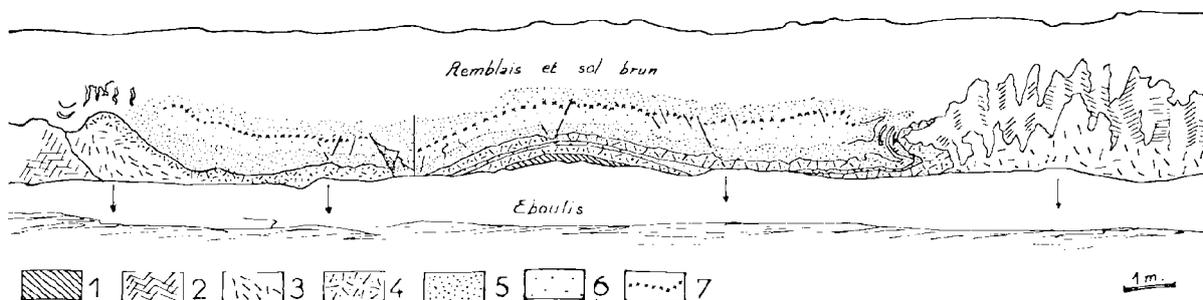


FIG. 1. — Lambeau sableux résiduel entre deux protubérances argileuses.

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1) Schistes altérés en place. | 5) Sable rubéfié. |
| 2) Argile noire. | 6) Sable blanc. |
| 3) Argile grise à plaquettes. | 7) Plaquettes altérées rubéfiées. |
| 4) Cailloutis de base. | |

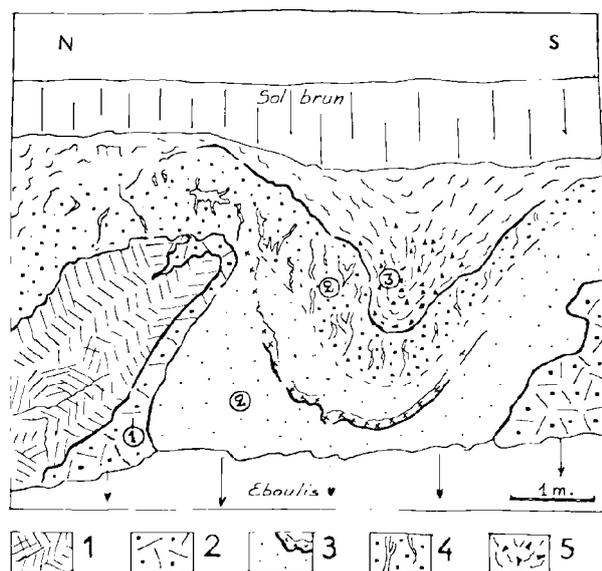


Fig. 2. — Poche sableuse étroite résultant du soutirage.

- 1) Masse d'argile noire compacte à plaquettes.
- 2) Cailloutis de base.
- 3) Sable fin, blanc, avec lit de plaquettes en voie de désagrégation.
- 4) Sable rubéfié à zébrures blanches.
- 5) Formation centrale brunâtre à cailloutis épars.

N.B. — Les numéros correspondent, sur la figure, aux échantillons prélevés et établissent le rapport avec les courbes granulométriques de la figure 3.

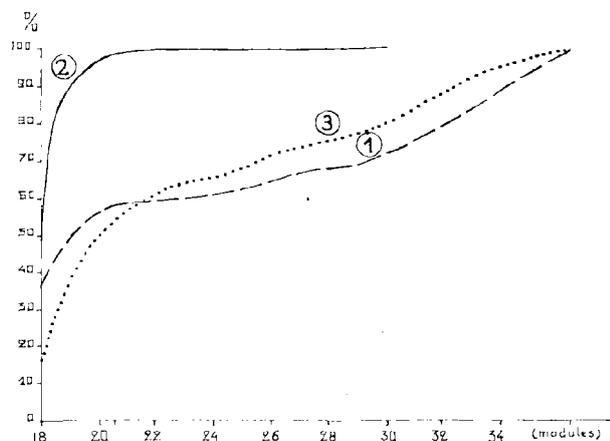


FIG. 3. — Courbes granulométriques cumulatives.

1) La première découle de l'examen de la fig. 2. Il est en effet remarquable que l'axe de cette poche soit incliné vers le Nord d'environ 35°, alors que le pendage des schistes sous-jacents, repéré à proximité immédiate est de 50° Sud. Ceci élimine la possibilité d'une altération différentielle avec descente progressive des sables dans une série de couches plus fragiles car, dans ce cas, l'axe de la poche serait orienté approximativement comme le pendage des couches. Il est donc plausible de retenir l'exploitation par les eaux agressives d'une zone de perméabilité en grand, très probablement un passage de faille ou une fissure importante en position inverse par rapport au pendage. L'épaississement très net du cailloutis de base dans le fond de la poche témoigne en faveur d'un soutirage localisé et efficace car il semble évident que l'épaississement du cailloutis est fonction directe de la quantité d'argile évacuée.

L'allure incurvée et emboîtée des différentes parties visibles sur la coupe résulte également du soutirage qui a facilité, en créant la poche, la conservation d'un fragment de couverture sableuse tout d'abord (2), puis d'un complexe brunâtre argilo-sableux mal classé (3), dont la couleur permet de supposer qu'il s'agit d'un reste de sol ancien, selon toute vraisemblance pré-würmien, le tout enfin étant couronné par le sol brun actuel, assez épais, et dont la base incurvée légèrement prouve la persistance des effets de soutirage jusqu'à l'époque actuelle.

En somme, sans qu'il soit question bien entendu de faire intervenir des phénomènes majeurs de dissolution, il y a une certaine analogie entre une telle poche et les cavités à remplissage wealdien-albien encastrées dans le Bathonien de la Thiérache, par exemple. Dans le cas des Marquisades, le mécanisme fondamental est l'entraînement des particules argileuses par les eaux de percolation concentrées sur un plan de faille et capables, de ce fait, d'évacuer les produits fins d'altération jusqu'aux sources situées à flanc de coteau. Les conduits ne se sont pas bouchés dans la mesure où ils étaient suffisamment larges et parce que les argiles entraînées contenant un très grand nombre de paillettes de muscovite, sont très peu plastiques, ne font avec l'eau qu'une pâte mal liée dans laquelle toutes les particules restent très mobiles. Naturellement, ces infiltrations actives ont été conditionnées elles-mêmes par l'enfoncement des vallées et ne constituent donc qu'un phénomène relativement récent.

L'altération des schistes sous la couverture sableuse semble, par contre, beaucoup plus ancienne, si l'on en juge par la profondeur qu'elle a atteinte et par la kaolinisation particulièrement prononcée aux épontes des filons de diabase, eux-mêmes réduits à une bouillie rouge-brique. Il semble difficile de rapporter une telle destruction au Quaternaire et beaucoup plus normal de la faire remonter à la seconde moitié du Tertiaire.

Il n'est pas inutile non plus de souligner, au cœur de la poche, la conservation d'éléments de sol ancien. C'est un fait assez rare en Ardenne pour qu'il soit signalé. La position de ces restes permet de reconstituer approximativement l'allure de la surface au moment de la formation du sol, et en supposant qu'il s'agisse bien d'un sol pré-würmien, de fixer à trois ou quatre mètres au plus l'ablation würmienne et post-würmienne en cet endroit du plateau.

D'autres poches étaient visibles sur les parois des tranchées, l'une d'elles ayant perdu tout son sable blanc et ne conservant plus que les parties rubéfiées. La grande poche centrale, la plus importante sans conteste dans les limites du chantier et qui figure sur la carte géologique (Rocroi. 1/50 000) à la cote 397, retenait également l'attention avant les éboulements hivernaux. L'accumulation sableuse y dépasse certainement la dizaine de mètres d'épaisseur et les travaux n'en ont pas atteint la base. Là aussi, la descente en poche à la suite d'un soutirage important est évidente, soulignée par la disposition incurvée vers le bas d'un lit de galets roulés qui coiffent sans transition les sables fins micacés blancs. Les galets sont eux-mêmes surmontés d'un mélange de gravier et de sable fin remanié, le tout en stratification entrecroisée.

Cette grande poche, ou du moins son contenu, a donc été enrichie par un apport de type fluvial dont l'agent transporteur fut fixé avant le creusement des vallées actuelles dans une zone où s'amorçait une dépression. Tout ceci reste en accord avec l'idée d'une dislocation assez importante sous la poche sableuse.

Il faut noter enfin que toutes les poches vues jusqu'à présent sont associées aux zones d'argile noire. Sauf découverte toujours possible, les masses d'argile blanche n'en contiennent pas. Je suis tenté de voir dans cette répartition la conséquence d'un comportement différent des deux ensemble argileux vis-à-vis des eaux de percolation, mais cette idée est loin d'être vérifiée car, d'après les premières

recherches, les propriétés mécaniques des argiles noire et blanche paraissent très semblables :

— Limite de plasticité : indéterminable dans les deux cas.

— Limite de liquidité : argile noire 31,4 %, blanche 35,6 %.

La liaison argile noire-poches de sable reste donc à éclaircir.

2) La seconde explication de l'encastrement des sables dans les argiles est à rechercher dans l'importance des remaniements périplaciaires qui ont affecté la couverture meuble. A part les masses solifluées sur les flancs des vallées et le head à cailloux dressés couronnant parfois les hautes terrasses, il est assez rare en Ardenne occidentale de retrouver de belles traces de remaniements remontant aux grandes périodes froides ; le décapage récent des hauteurs les a fait disparaître.

Aux Marquisades, les argiles à plaquettes ont littéralement crevé la mince couverture sableuse qui subsistait au Würm et ont giclé vers la surface, entraînant dans un mouvement ascensionnel et des contournements spectaculaires, le cailloutis de base. Les plaquettes gréseuses et les fragments schisteux en positions désordonnées témoignent du mouvement. Ce dernier est particulièrement sensible aux deux extrêmes du placage sableux reproduit par la figure 1.

Dans le détail, les zones à kaolin n'ont pas échappé aux actions du froid et un second ensemble de formes ayant, semble-t-il, pris naissance à moindre profondeur s'y inscrit sous le sol brun forestier actuel (fig. 4).

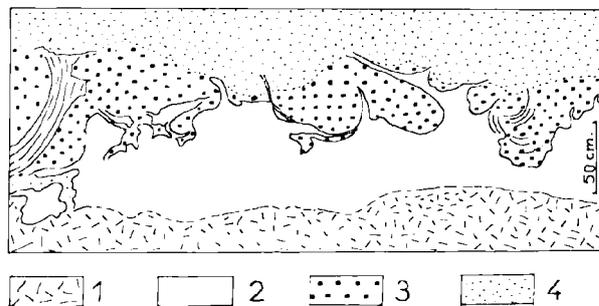


FIG. 4. — Figures de cryoturbation à la partie supérieure des argiles blanches.

- 1) Cailloutis de base épais.
- 2) Argile blanche.
- 3) Horizon rouge argilo-sableux.
- 4) Passages orangés vers le sol brun forestier.

Des formations argilo-sableuses rougeâtres sont, à ce niveau, interrompues par des langues argileuses blanches dont l'allure générale indique la prédominance des interpénétrations verticales sur les mouvements horizontaux.

Il ne semble guère y avoir, dans la région, d'autres endroits ayant conservé avec une telle netteté des figures périglaciaires de ce type. Leur maintien sur le Plateau des Marquisades témoigne, comme je l'ai noté plus haut à propos des sols anciens conservés dans les poches, de la faible ablation qui a sévi en cet endroit après le Würm.

Ceci est d'autant plus étonnant que ce plateau est encadré par un système de vallées profondes : Meuse, Fau, Pile, et que, au delà de la Meuse, vers le nord-est, sur le Mont Malgré-tout et vers la Croix-Seaille, rien d'analogue ne se retrouve jusqu'à plus ample information. C'est, au delà de la Meuse, le domaine des altérites argileuses récentes à illite dominante excédant rarement le mètre d'épaisseur et surmontées, dans les dépressions, de tourbes ne remontant pas au delà de la période atlantique.

L'explication la plus simple consiste à admettre, pour comprendre la préservation sensible des Marquisades, l'existence d'une couverture sableuse, initialement importante, qui a longtemps joué un rôle protecteur efficace en cet endroit du fait même de son épaisseur probable et de sa résistance normale à la solifluxion. Il n'en reste plus aujourd'hui que des lambeaux nombreux, mais discontinus. Peut-être rien de tel n'a-t-il existé sur les hauteurs de la rive droite qui ont pu jouer, avant l'établissement des vallées, le rôle de réservoir à sable en alimentant de leurs débris la couverture des bas plateaux qu'elles surmontaient.

Pour élargir cette conclusion, il semble logique de l'étendre au reste de l'Ardenne Occidentale, la zone de départ, aujourd'hui couverte d'un mince placage argileux récent trouvant son prolongement dans la région de Gué d'Hossus-Cul des Sarts, et la zone réceptrice encore caractérisée par ses lambeaux sableux sur kaolin avec quelques reliques périglaciaires, s'étalant des Marquisades à Signy-le-Petit.

— « » —

Etude préliminaire des séries épimétamorphiques du Taygete septentrional (Péloponnèse méridionale - Grèce)

par François THIEBAULT

Sommaire. — L'auteur analyse 3 coupes dans les formations épimétamorphiques de la partie nord du massif du Taygete. Il établit une succession lithologique et évoque le problème des relations entre ces formations et les dolomies et calcaires dolomitiques de la base du gavrovo-tripolitza.

Summary. — Description of three sections in the epimetamorphic formations of the north of the Taygete massif. A lithological succession is given and the problem of the relations between those formations and the basal gavrovo-tripolitza dolomies and dolomitic limestones is evoked.

En Péloponnèse, une masse importante de dolomies et calcaires dolomitiques, considérée comme triasique, repose dans la zone de Tripolitza sur des formations épimétamorphiques appartenant aux massifs cristallins externes helléniques définis par J.H. Brunn.

Celles-ci, peu développées dans le Péloponnèse septentrional (collines de Zaroucla et petit bombement de Mazy) affleurent largement dans les massifs du Taygete et du Parnon.

Le massif du Taygete forme l'axe cristallin médian du Péloponnèse méridionale allant des contreforts du Polje de Megalopolis jusqu'à la presqu'île d'Arcopolis et séparant la plaine de Kalamata à l'W de la vallée de l'Eurotas et de la plaine de Sparte à l'E. Il forme un vaste bombement montrant sur chacun de ses flancs sa couverture probable du gavrovo-tripolitza, recouverte, anormalement comme partout ailleurs dans le Péloponnèse, par la nappe du Pinde. J'ai pu observer près d'Argoriani, sur la rive droite de l'Eurotas, le contact direct grâce à des jeux de failles des calcaires du Crétacé supérieur pindique, fossilifères et des schistes épimétamorphiques.

Nous envisageons ici de donner un aperçu du problème que posent ces formations dans le massif du Taygete à partir de coupes levées dans la retombée septentrionale de ce massif au N de la route Kalamata-Sparte (fig. 1).

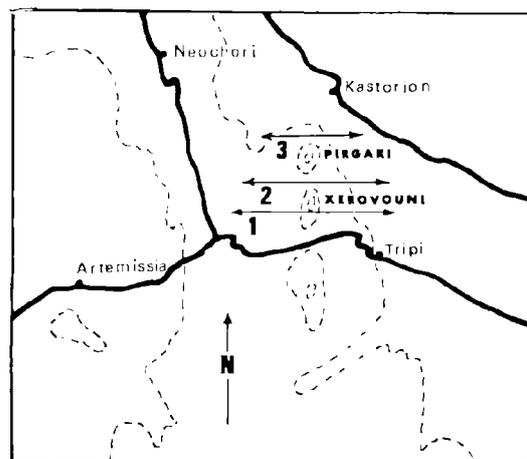


FIG. 1. — Localisation des coupes.

I. — Les terrains épimétamorphiques dans les massifs du Xerovouni et Pargaki.

A) Coupe Artemissia-Tripi (fig. 2).

La construction d'une route entre Kalamata et Sparte permet de nombreuses observations. On relève d'W en E :

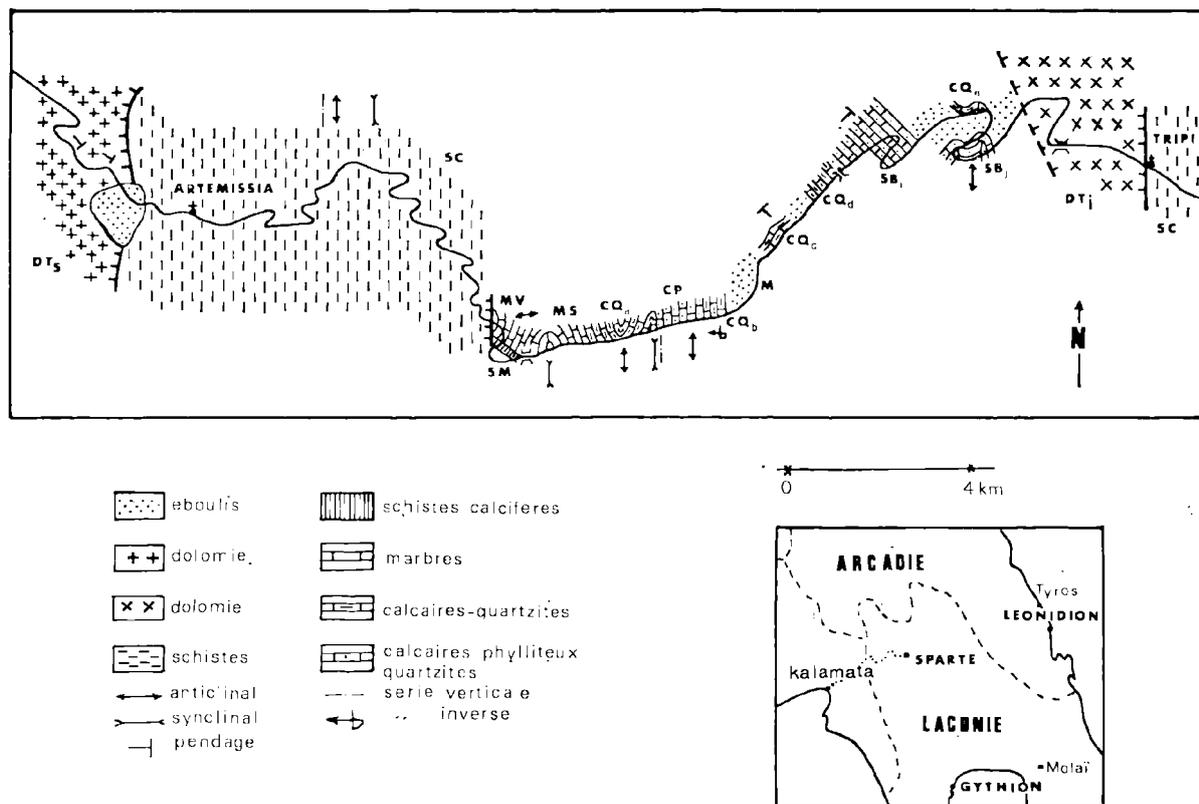


FIG. 2. — Route Kalamata-Sparte.

- 1) DT_s : Une imposante masse de calcaires dolomitiques avec, à la base, plusieurs mètres de dolomies litées, légèrement à l'W du village d'Artemissia. Sur la carte de Renz C., Liatsikas N. et Paraskovaidis I., cet ensemble est daté du Crétacé de la zone de Tripolitza.
- 2) F₁ : Puissant contact en extension, clairement visible au N sur le flanc du Talweg qui conduit au monastère de Mardaki, il est masqué au niveau de la route par un cône d'éboulis et des brèches de pente souvent consolidées.
- 3) Sc : Un puissant complexe contenant des quartzites micacés et des chloritoschistes quartziques. Pour l'instant il paraît difficile d'en préciser la stratigraphie fine et l'épaisseur ; indiquons que la teneur en quartz de la formation croît de la base vers le sommet, ainsi les niveaux les plus élevés contiennent-ils d'épais bancs de quartzites micacés.
L'épaisseur apparente semble être de plusieurs centaines de mètres.
- 4) F₂ : Système de petites failles verticales qui mettent au contact très généralement des marbres colorés et la formation précédente. Dans un des petits compartiments effondrés, j'ai pu

relever des termes de passage entre les marbres colorés et la formation de chloritoschistes et de quartzites micacés.

Le passage est graduel ; sous les chloritoschistes s'observent quelques mètres de schistes calcifères qui, par accroissement rapide en carbonates, passent aux marbres colorés.

- 5) MV. MS : 120 m de marbres colorés comprenant :

- Au sommet une soixantaine de mètres de bancs carbonatés verts, violets et blancs. Ces bancs présentent des bandes colorées au dessin très sinueux évoquant le phénomène sédimentaire du stumping. Au microscope, la structure des marbres se révèle complexe puisque des lits épais de grains de calcite orientés selon les plans de litage sont parsemés de quelques cristaux de quartz et alternent avec de minces filets de phyllites. Dans la partie supérieure de cet ensemble, s'observent quelques passées irrégulières de bancs de quartzites blancs et de schistes verdâtres.

- A la base (60 m) de marbres sombres, noirs ou gris clair, le passage entre les deux formations est très graduel.

- 6) CQ_a : (fig. 2, affleurement a) 100 à 150 m d'une série alternante remarquable : calcaires marmoréens noirs ou gris clair et quartzites blancs. Les bancs de quartzites ont une dizaine de centimètres d'épaisseur en moyenne, les marbres plusieurs dizaines de centimètres. Au microscope, ces quartzites apparaissent très purs avec une structure granoblastique homogranulaire très fine.

Le passage aux marbres susjaccents (MV-MS) se fait par l'intermédiaire de bancs de calcaires brunâtres minces alternant avec des bancs de quartzites micacés pouvant devenir pulvérulents en surface.

- 7) CP : 25 m d'un ensemble très finement lité de calcaire quartzeux brun clair ou vert à joints ondulés et phylliteux.
- 8) CQ_b : (fig. 2 affleurement b) calcaires et quartzites en série inverse.
Les conditions d'observation deviennent ensuite très mauvaises.
- 9) MB : Calcaires marmoréens blancs, aucun pendage n'est visible, il est impossible d'en préciser les relations avec la série précédente.
- 10) CQ_c : (fig. 2 affleurement c) calcaires marmoréens noirs et quartzites qui semblent en direction avec la route. A nouveau les éboulis masquent les affleurements.
- 11) CQ_d : (fig. 2 affleurement d) calcaires marmoréens noirs et quartzites au niveau d'un petit tunnel.

- 12) SB (fig. 2 affleurement i) à la sortie orientale de ce tunnel, contact normal des calcaires et quartzites précédents et d'une série finement litée dans laquelle nous avons noté d'W et E :

- a) Calcaires brunâtres légèrement quartzeux (2 m).
b) Calcaires blancs à joints phylliteux rappelant CP (4 m).
c) Quartzites (3 m).
d) Calcaires en lits minces à joints phylliteux (cf. b) (10 m).
e) Calcaires marmoréens noirs à bancs de quartzites (3 à 4 m).
f) Calcaires marmoréens quartzeux de teinte gris clair. Vers l'E, un puissant cône d'éboulis souvent consolidé interdit toute observation continue. Quelques affleurements les percent çà et là. Ce sont successivement :

- CQ_e (fig. 2 affleurement e) des calcaires noirs et bancs de quartzites.
— SB_i (fig. 2 affleurement j) des calcaires quartzeux (1).

(1) Bien que les éboulis interdisent toute observation, la morphologie suggère qu'une faille sépare les niveaux SB_i et CQ_e d'une part, des puissantes dolomies DT_i d'autre part.

- 13) DT_i : Une masse importante de calcaires et calcaires dolomitiques de teinte claire, attribuée sur la carte de Renz C., Parakevaidis I. et Liatsikas N. au Trias.

- 14) F₁ : Faille séparant cette série calcaro-dolomitique de schistes.

- 14) SC : Schistes.

B) Coupe de Xerovouni (fig. 3).

Depuis le chemin conduisant à Neochori taillé dans les schistes (fig. 1), des chemins forestiers de direction EW nouvellement tracés permettent de gagner aisément le flanc occidental du Xerovouni. Lorsqu'ils atteignent la montagne du Xerovouni, ils en suivent le pied occidental et permettent des courses dans le cœur de ce massif.

Depuis la bande de schistes qui constitue les vastes affleurements à l'W des massifs du Xerovouni et du Pargaki (fig. 1), on relève d'W en E :

- 1) SM : Plusieurs mètres de schistes calcifères verts et d'une alternance de schistes calcifères et de marbres, le tout ayant un pendage relativement fort.
- 2) M : Des marbres verts ou blancs qui déterminent avec un pendage relativement faible le sommet du Xerovouni. La descente vers Hajios Nikolaos est mal aisée et peu instructive, l'importance de la morphologie karstique interdisant toute observation précise. La coupe montre sous les marbres :
- 3) CQ : Quelques mètres de calcaires marmoréens noirs avec des bancs de quartzites blancs.
- 4) DT_i : Une série de calcaires dolomitiques qui se suit dans la morphologie et se raccorde avec ceux signalés près de Tripi. Ici, le développement des lapiez, l'absence de pendage visible empêchent de distinguer encore, de manière rigoureuse, les rapports avec la série précédente. Jusqu'à plus amples informations, nous admettons que cette série vient par faille (F1)

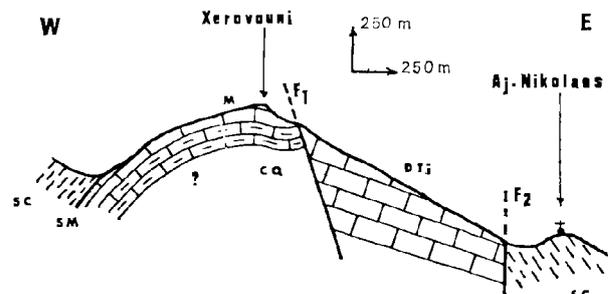


FIG. 3. — Coupe de Xerovouni 1.

contre les séries épimétamorphiques précédentes ; faille qui serait le prolongement de celle observée au-dessus de la route Kalamata Sparie (fig. 2, F3).

- 5) F₃ : Faille.
- 6) SC : Des schistes qui se rattachent à l'affleurement signalé à Tripi.

C) *Coupe du chemin de Sustiani* (fig. 4).

Un sentier emprunte le talweg qui sépare les massifs du Xerouvouni et du Pírgaki. Il débute dans la grande bande de schistes formant le revers occidental des deux massifs et atteint les contreforts de la plaine de Sparte au village de Sustiani. La coupe s'effectue assez facilement en suivant la canalisation d'eau. On relève d'E en W :

- 1) SM : 3 à 4 m de schistes calcifères puis une alternance de schistes calcifères et de marbres en fines plaquettes.
- 2) M : 100 m de marbres dans lesquels on retrouve la même succession que dans les coupes précédentes :
 - Une série sommitale peu épaisse présentant des bancs de teinte variable séparés par des joints phylliteux.
 - Une série basale généralement plus sombre à bancs plus épais et à aspect beaucoup plus massif.
- 3) CQ : A la cote 1240, par l'intermédiaire d'une alternance de bancs calcaires et de quartzites micacés brunâtres (Qm) des bancs marmoréens noirs ou gris séparés par des barres peu épaisses de quartzites blancs. On note par endroit la disparition des bancs de quartzites remplacés par des nodules siliceux donnant à la roche un aspect bien caractéristique. Cette formation semble plus épaisse que celle observée entre Artemissia et Tripi.
- 4) SM : A la cote 1100, une alternance de calcaires et de lits schisto-gréseux marque le passage à des marbres affleurant latéralement dans les pentes méridionales. Puis la végétation et les éboulis empêchent toute observation.

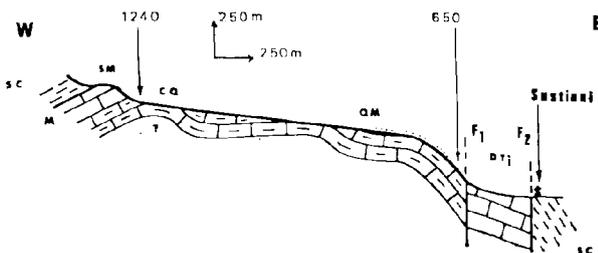


FIG. 4. — Coupe de Sustiani 2.

- 5) CQ : A la cote 1040, à nouveau des calcaires noirs à bancs de quartzite.
- 1) DT_i : A la cote 650, une masse calcaro-dolomitique gris clair, très massive ; là encore, nous admettrons un contact par faille (F1) bien que les faits observés ne soient pas très clairs.
- 7) F₃ : Faille.
- 8) Sc : Au niveau du Sustiani, des schistes chloriteux verts foncés.

D) *Coupe de Kastri* (fig. 5).

A partir de Kastri, un chemin menant au monastère de Panaja permet de gagner le flanc occidental du massif, où il se perd dans les schistes déjà décrits. On note d'W en E à partir de cette bande schisteuse :

- 1) F₁ : Faille verticale.
- 2) M : 30 à 50 m de marbres gris clair qui passent latéralement et verticalement vers Aj. Joannis, à des marbres verts à joints phylliteux.
- 3) CQ : (Fig. 5 affleurement a) calcaires marmoréens noirs à bancs de quartzites blancs.
- 4) Q : Calcaires quartzeux qui, par l'intermédiaire d'une série très plissotée et peu épaisse de calcaires et schistes, passent à la formation précédente.
- 5) F₂ : Faille.
- 6) DT_i : Une masse importante de calcaires dolomitiques.
- 7) F₃ : Faille.
- 8) Sc : Schistes redressés.

La masse carbonatée intermédiaire (DTi) peut disparaître, ainsi après Serweïka une faille parallèle au pendage, simulant un flanc stratigraphique, amène alors directement les schistes contre les calcaires marmoréens.

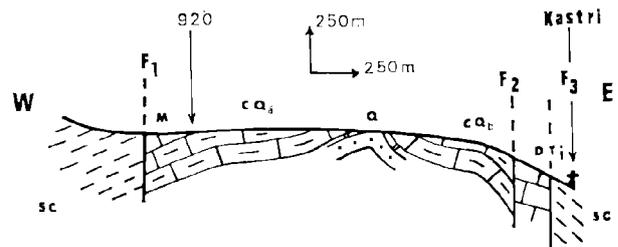


FIG. 5. — Coupe de Kastri 3.

II. — Essai de corrélation et problèmes.

A) Corrélations stratigraphiques (fig. 6).

De l'examen de ces coupes nous pouvons retenir la succession lithologique suivante, de bas en haut :

- 1) CP. SB. Q : un ensemble assez variable selon les affleurements montrant soit des calcaires à joints phylliteux (CP), soit une association de calcaires et quartzites (SB), soit des calcaires gréseux (Q). L'extension verticale de cette série à l'affleurement est toujours assez réduite, ce qui m'interdit aujourd'hui de déterminer avec précision les relations entre ces trois formations.
- 2) CQ : une alternance de calcaires marmoréens noirs ou gris et de quartzites blanches. Les épaisseurs apparentes sont assez variables (100 à 200 m).
- 3) QM : Quelques mètres de calcaires et quartzites micacés faisant transition entre CQ et MV. MS.
- 4) MV. MS : 100 à 200 m de marbres dont la partie supérieure présente des bancs diversement colorés. Des calcaires dolomitiques peuvent s'interstratifier dans cette partie supérieure, ainsi que nous l'avons observé au sommet du Pirgaki.
- 5) SM : 10 m d'une alternance de bancs minces de marbres verts et de schistes calcifères, passant à des schistes calcifères francs.
- 6) SC : Une importante série schisteuse montrant une grande richesse en quartz.

Ces trois dernières assises (MV.MS, SM, SC) ont une grande continuité dans l'espace puisque nous les avons retrouvées lors de reconnaissances dans le massif du Parnon entre Sparte et Leonidion, près de Kosma et Hajios Sosis.

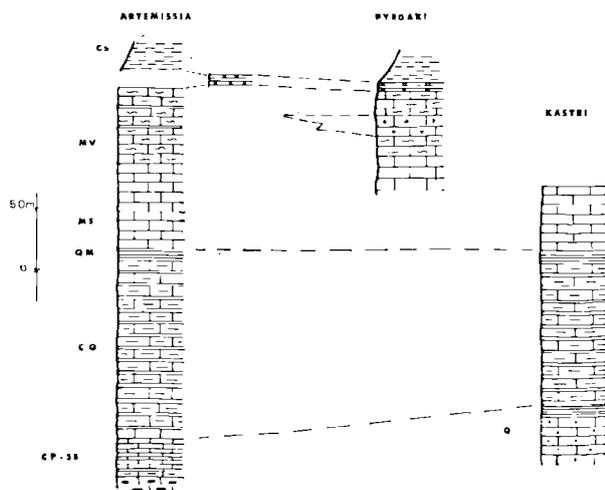


FIG. 6. — Corrélations.

B) Contact des schistes et des calcaires dolomitiques.

Aucune information certaine n'existe encore dans ce domaine. Sur la carte au 1/500.000 de Renz C., Paraskevaidis I. et Liatsikas N., les contacts entre les calcaires dolomitiques attribués à la série de Tripolitsa et les séries épimétamorphiques sont toujours anormaux.

Phillipson A. (1892) dans les coupes qu'il donne du massif du Taygete indique une discordance angulaire très nette entre les séries calcaire-dolomitiques et métamorphiques.

Négris P.H. (1914) pour sa part, à partir d'une étude faite hors du terrain faisant l'objet de cette note, dans le Péloponnèse septentrional, indique dans la vallée séparant la Ziria du Chelmos l'existence d'une lacune entre des schistes et grauwaekes (rappelant les schistes d'Athènes) qui forme le sous-bassement du calcaire Crétacé-Eocène de Tripolitsa, et des schistes et calcaires satinés comparables aux horizons les plus inférieurs de l'Hymette.

Blumenthal M.M. (1932) étudiant en Péloponnèse septentrional « le sous-bassement ancien dans le cours supérieur du Kratis et dans le Phencos » indique une discordance entre les dolomies de la série de Tripolitsa et des bancs clairs de quartzites interstratifiés de schistes phylliteux.

Dereourt J. (1964) résumant les coupes qu'il a levées au pied des hauts sommets du Chelmos et du Ziria en Péloponnèse septentrional, indique que sur les micaschistes reposent des microconglomérats, des grès grossiers, des cargneules et du gypse qui tous ensemble constituent la base de la série méso-carno-zoïque du Tripolitsa.

Pour notre part, nous avons noté les faits suivants au niveau de la retombée orientale des collines Agrapiditsa sur la rive droite de l'Eurotas (fig. 7).

Sous une masse de calcaire graveleux à ostracodes et de calcaires dolomitiques qui sont en Péloponnèse classiquement rapportés au Trias, affleure de manière normale la succession suivante de haut en bas :

- 1) 10 m d'une alternance de calcaires dolomitiques et de schistes verts présentant de nombreuses passées calcaires.
- 2) 20 m de chloritoschistes calcifères verts sombres.
- 3) 10 m d'une alternance régulière de bancs de dolomies calcaireuses et de calcaires et de bancs de chlorito-schistes verts clairs.
- 4) Une épaisseur indéterminée de schistes.

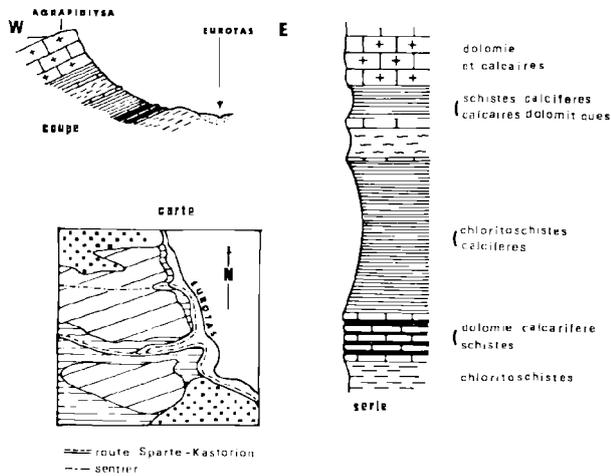


FIG. 7. — Contact Dolomie-Schistes.

Cette série suggère que la sédimentation carbonatée s'est installée lentement et qu'il y a passage progressif entre les schistes et les dolomies et calcaires dolomitiques.

Nous venons donc d'établir que les schistes épimétamorphiques passent à leur sommet à une série carbonatée. Il serait tentant d'y voir le passage à la couverture méso-coénozoïque de Tripolitsa, ceci est tout à fait prématuré. Rien n'exclut jusqu'à présent que schistes et calcaires associés aient été affectés par une orogénèse antérieure à l'orogénèse alpine. (Des études en cours sont menées pour envisager d'éventuelles corrélations entre ces dolomies de l'Eurotas et les dolomies attribuées de manière plus certaine au Trias de la série du Gavrovo-Tripolitsa).

BIBLIOGRAPHIE

- BLUMENTHAL M.M. (1932). — Contribution à la connaissance du profil transversal du Péloponnèse central et septentrional. *N. Jb. Mineral.*, T. 70, p. 449-514.
- DERCOURT J. (1964). — Contribution à l'étude géologique d'un secteur du Péloponnèse septentrional. (Thèse, Paris 1964). *Annales Géologiques des Pays helléniques*, T. XV.
- KTENAS (1924). — Formations primaires semi-métamorphiques du Péloponnèse Central. *C.R. Som. S.G.F.*, p. 61-63.
- KTENAS (1926). — Sur le développement du primaire en Péloponnèse central. *Prak. Akad. Ath.*, T. I.
- NEGRI P.H. (1914, 1915, 1919). — Roches cristallophylliennes et tectoniques de la Grèce. Athènes.
- PHILLIPSON A. (1892). — Der Peloponnes. Berlin.

« »

TABLE DES MATIÈRES 1968

TABLE DES MATIERES

Activité de la Société

- Elections pour le renouvellement du Conseil d'Administration, p. 3.
Réunion extraordinaire de la Société du 6 Octobre 1968, p. 95.
Elections de nouveaux membres, p. 45 et 96.
Séances ordinaires de la Société : 10 janvier, p. 3 ; 7 février, p. 3 ; 6 mars, p. 45 ; 3 avril, p. 45 ;
8 mai, p. 95 ; 6 novembre, p. 96 ; 4 décembre, p. 153.

Présentation d'ouvrage

- M. P. CELET. — Notice consacrée à J. Cornet, p. 45.
M. G. SOULIEZ. — Carte des eaux souterraines de Douai, p. 95.

Compte Rendu de Congrès

- M. J. PROUVOST. — Comte Rendu du Colloque National des Sociétés Savantes de Tours, p. 95.

Présentation d'échantillons

- M. BOUMA. — Echantillons de minerais de manganèse du Gabon.

Discours

- M^{me} S. DEFRETIN, p. 4.
M. A. DALINVAL, p. 5.

Distinctions honorifiques

- M. J. PROUVOST, Fellow de la Société Minéralogique d'Amérique.

Excursion de la Société

- Compte rendu de l'excursion extraordinaire de la Société, p. 95.

Stratigraphie

- A. BONTE. — Le Bathonien supérieur à Réty-Loequinghen (Pas-de-Calais), p. 17.
J.J. LIABEUR et S. LOBOZLAK. — Etude palynologique de quelques couches de charbon du faisceau d'Edouard (Bassin du Nord et du Pas-de-Calais), p. 25.
J. BOUTRY et P. DOLLÉ. — Le Quaternaire de la vallée de l'Aa, p. 19.

- P. TSOFLIAS. — Sur la géologie de la partie occidentale des Monts Panachaïques (Péloponnèse, Grèce), p. 35.
- A. BEUGNIES. — La géologie des environs de Naux. Une mise au point qui s'impose, p. 57.
- J.M. CHARLET. — Etude préliminaire du massif granitique de la Maladeta (Pyrénées centrales espagnoles), p. 65.
- A. BONTE et G. WATERLOT. — Trois forages au Primaire au Nord de Lille, p. 83.
- J. CHARVET. — Aperçu stratigraphique préliminaire sur la région de Mostar (Yougoslavie), p. 97.
- J. DERCOURT. — Sur l'accident de Scutari-Pec, la signification paléogéographique de quelques séries condensées en Albanie septentrionale, p. 109.
- J. BOUTRY, P. DOLLÉ et G. TIÉGHEM. — Quelques précisions sur le quaternaire des carrières d'Elnes et d'Hallines, p. 173.
- B. ALPERN et P. MOREL. — Examen, dans le cadre du Bassin Houiller lorrain, des possibilités stratigraphiques de la géochimie, p. 185.
- F. THIÉBAULT. — Etude préliminaire des séries épimétamorphiques du Taygete septentrional (Péloponnèse méridional, Grèce), p. 209.

Sédimentologie

- J. BOUTRY, P. DOLLÉ et G. TIÉGHEM. — Quelques précisions sur le quaternaire des carrières d'Elnes et d'Hallines, p. 173.
- L. VOISIN. — Observations sur les formations superficielles aux Marquisades de Saint-Nicolas (Ardennes), p. 203.

Tectonique

- P. TSOFLIAS. — Sur la géologie de la partie occidentale des Monts Panachaïques (Péloponnèse, Grèce), p. 35.
- A. BEUGNIES. — La géologie des environs de Naux. Une mise au point qui s'impose, p. 57.
- J. DERCOURT. — Sur l'accident de Scutari-Pec, la signification paléogéographique de quelques séries condensées en Albanie septentrionale, p. 109.
- J. DANZÉ. — Failles satellites de la faille d'Hydrequent (Massif primaire du Boulonnais), p. 179.

Géochimie

- B. ALPERN et P. MOREL. — Examen, dans le cadre du Bassin Houiller lorrain, des possibilités stratigraphiques de la géochimie. p. 185.

Pétrologie

- J.M. CHARLET. — Etude préliminaire du massif granitique de la Maladeta (Pyrénées centrales espagnoles), p. 65.
- F. THIÉBAULT. — Etude préliminaire des séries épimétamorphiques du Taygete septentrional (Péloponnèse méridional, Grèce), p. 209.

Paléontologie

- G. LACHKAR. — Nouvelles définitions des genres de mégaspores *Valvisisporites* et *Pseudovalvisisporites* et de leurs principales espèces, p. 7.
- J.J. LIABEUR et S. LOBOZIAK. — Etude palynologique de quelques couches de charbon du faisceau d'Edouard (Bassin du Nord et du Pas-de-Calais), p. 25.

- Y. PLUSQUELLEC. — Commensaux des Tabulés et Stromatoporoïdes du Dévonien armoricain, p. 47.
- Paule-M. CORSIN. — Découverte d'un *Sagenopteris* dans le Lias ardennais, p. 77.
- R. RAUSCHER. — Présence de Chitinozoaires dans le Siluro-Dévonien charrié du Pas-de-Calais, p. 123.
- C. BABIN et A. LEJAL. — Sur la présence de *Lepidodendropsis africanum* LEJAL 1967 dans le Famennien du Finistère, p. 129.
- S. LOBOZIAK et R. COQUEL. — Les micro- et mégaspores du Faisceau de Dusouich dans le Groupe de Lens (H.B.N.P.C.), p. 135.
- Y. LEMOIGNE. — Un nouveau genre de structure ligneuse de type gymnospermien : *Embergerixylon* nov. g., p. 155.
- Y. LEMOIGNE. — Caractères histologiques du bois secondaire du *Brachyphyllum desnoyersii* (BRONGNIART) DE SAPORTA, p. 159.
- Y. PLUSQUELLEC. — De quelques commensaux de Cœlentérés paléozoïques, p. 163.

Terrains Primaires

- G. LACHKAR. — Nouvelles définitions des genres de mégaspores *Valvisisporites* et *Pseudovalvisporites* et de leurs principales espèces, p. 7.
- J.J. LABEUF et S. LOBOZIAK. — Etude palynologique de quelques couches de charbon du faisceau d'Edouard (Bassin du Nord et du Pas-de-Calais), p. 25.
- Y. PLUSQUELLEC. — Commensaux des Tabulés et Stromatoporoïdes du Dévonien armoricain, p. 47.
- A. BEUGNIES. — La géologie des environs de Naux. Une mise au point qui s'impose, p. 57.
- J.M. CHARLET. — Etude préliminaire du massif granitique de la Maladeta (Pyrénées centrales espagnoles), p. 65.
- A. BONTE et G. WATERLOT. — Trois forages au Primaire au Nord de Lille, p. 83.
- R. RAUSCHER. — Présence de Chitinozoaires dans le Siluro-Dévonien charrié du Pas-de-Calais, p. 123.
- C. BABIN et A. LEJAL. — Sur la présence de *Lepidodendropsis africanum* LEJAL 1967 dans le Famennien du Finistère, p. 129.
- S. LOBOZIAK et R. COQUEL. — Les micro- et mégaspores du Faisceau de Dusouich dans le Groupe de Lens (H.B.N.P.C.), p. 135.
- Y. PLUSQUELLEC. — De quelques commensaux de Cœlentérés paléozoïques, p. 163.
- J. DANZÉ. — Failles satellites de la faille d'Hydrequent (Massif primaire du Boulonnais), p. 179.
- B. ALPERN et P. MOREL. — Examen, dans le cadre du Bassin Houiller lorrain, des possibilités stratigraphiques de la géochimie, p. 185.

Terrains Secondaires

- A. BONTE. — Le Bathonien supérieur à Réty-Loevinghen (Pas-de-Calais), p. 17.
- P. TSOFLIAS. — Sur la géologie de la partie occidentale des Monts Panachaiques (Péloponnèse, Grèce), p. 35.
- Paule-M. CORSIN. — Découverte d'un *Sagenopteris* dans le Lias Ardennais, p. 77.
- A. BONTE et G. WATERLOT. — Trois forages au Primaire au Nord de Lille, p. 83.
- J. CHARVET. — Aperçu stratigraphique préliminaire sur la région de Mostar (Yougoslavie), p. 97.
- J. DERCOURT. — Sur l'accident de Scutari-Pec, la signification paléogéographique de quelques séries condensées en Albanie septentrionale, p. 109.

- Y. LEMOIGNE. — Un nouveau genre de structure ligneuse de type gymnospermien : *Embergerixylon* nov. g., p. 155.
- Y. LEMOIGNE. — Caractères histologiques du bois secondaire du *Brachyphyllum desnoyersii* (BRONGNIART) DE SAPORTA, p. 159.

Terrains Tertiaires et Quaternaires

- J. BOUTRY et P. DOLLÉ. — Le Quaternaire de la vallée de l'Aa, p. 19.
- P. TSOFLIAS. — Sur la géologie de la partie occidentale des Monts Panachaïques (Péloponnèse, Grèce), p. 35.
- A. BONTE et G. WATERLOT. — Trois forages au Primaire au Nord de Lille, p. 83.
- J. CHARVET. — Aperçu stratigraphique préliminaire sur la région de Mostar (Yougoslavie), p. 97.
- J. DERCOURT. — Sur l'accident de Scutari-Pee, la signification paléogéographique de quelques séries condensées en Albanie septentrionale, p. 109.
- G. JELSKI. — Coupe de la vallée de la Scarpe à Vitry-en-Artois, p. 119.
- J. BOUTRY, P. DOLLÉ et G. TIÉGHEM. — Quelques précisions sur le quaternaire des carrières d'Elnes et d'Hallines, p. 173.
- L. VOISIN. — Observations sur les formations superficielles aux Marquisades de Saint-Nicolas (Ardennes), p. 203.

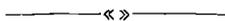


TABLE DES PLANCHES

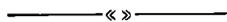
- Pl. I. — Le genre *Valvisisporites* (IBRAHIM 1933) LACHKAR 1968 (note de G. LACHKAR, p. 16).
- Pl. II. — Le genre *Pseudovalvisisporites* (LACHKAR 1965) LACHKAR 1968 (note de G. LACHKAR, p. 16).
- Pl. III. — Microflore de la partie moyenne du Faisceau d'Edouard (note de J.J. LIABEUR et S. LOBOZIAK, p. 34).
- Pl. IV. — Microflore de la partie moyenne du Faisceau d'Edouard (note de J.J. LIABEUR et S. LOBOZIAK, p. 34).
- Pl. V. — Commensaux des Tabulés et Stromatoporoidés du Dévonien armoricain (note de Y. PLUSQUELLEC, p. 56).
- Pl. VI. — Granites et granodiorites (note de J.M. CHARLET, p. 74).
- Pl. VII. — Pegmatites et lamprophyres (note de J.M. CHARLET, p. 74).
- Pl. VIII. — Microgranites et structures cataclastiques (note de J.M. CHARLET, p. 74).
- Pl. IX. — Le genre *Sagenopteris* (note de Paule-M. CORSIN, p. 82).
- Pl. X. — Chitinozoaires du Siluro-dévonien du Pas-de-Calais (note de R. RAUSCHER, p. 128).
- Pl. XI. — *Lepidodendropsis africanum* LEJAL (note de C. BABIN et A. LEJAL, p. 134).
- Pl. XII. — Microflore du Faisceau de Dusouich (note de S. LOBOZIAK et R. COQUEL, p. 142).
- Pl. XIII. — *Embergerixylon alpinum* Y. LEMOIGNE (note de Y. LEMOIGNE, p. 158).
- Pl. XIV. — *Embergerixylon arduennense* Y. LEMOIGNE (note de Y. LEMOIGNE, p. 158).
- Pl. XV. — Bois secondaire du *Brachyphyllum desnoyersii* (BRONGNIART) DE SAPORTA (note de Y. LEMOIGNE, p. 162).
- Pl. XVI. — Commensaux de Cœlentérés paléozoïques (note de Y. PLUSQUELLEC, p. 172).
- Pl. XVII. — Carrière de la Salviam-Hallines (note de J. BOUTRY, P. DOLLÉ et G. TIÉGHEM, p. 178).
- Pl. XVIII. — Carrière de Coquempot-Elnes (note de J. BOUTRY, P. DOLLÉ et G. TIÉGHEM, p. 178).
- Pl. XIX. — Analyses géochimiques de Charbons de Lorraine (note de B. ALPERN et P. MOREL, p. 202).

—————«»—————

TABLÉ ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

- B. ALPERN et P. MOREL. — Examen, dans le cadre du Bassin Houiller lorrain, des possibilités stratigraphiques de la géochimie, p. 185.
- C. BABIN et A. LEJAL. — Sur la présence de *Lepidodendropsis africanum* LEJAL 1967 dans le Famennien du Finistère, p. 129.
- A. BEUGNIES. — La géologie des environs de Naux. Une mise au point qui s'impose, p. 57.
- A. BONTE. — Le Bathonien supérieur à Réty-Loequinghen (Pas-de-Calais), p. 17.
- A. BONTE et G. WATERLOT. — Trois forages au Primaire au Nord de Lille, p. 83.
- J. BOUTRY et P. DOLLÉ. — Le Quaternaire de la vallée de l'Aa, p. 19.
- J. BOUTRY, P. DOLLÉ et G. TIÉGHEM. — Quelques précisions sur le quaternaire des carrières d'Elnes et d'Hallines, p. 173.
- J.M. CHARLET. — Étude préliminaire du massif granitique de la Maladeta (Pyrénées centrales espagnoles), p. 65.
- J. CHARVET. — Aperçu stratigraphique préliminaire sur la région de Mostar (Yougoslavie), p. 97.
- R. COQUEL. — Voir S. LOBOZIAK et R. COQUEL, p. 135.
- Paule-M. CORSIN. — Découverte d'un *Sagenopteris* dans le Lias ardennais, p. 77.
- J. DANZÉ. — Failles satellites de la faille d'Hydroquent (Massif primaire du Boulonnais), p. 179.
- J. DERCOURT. — Sur l'accident de Scutari-Pec, la signification paléogéographique de quelques séries condensées en Albanie septentrionale, p. 109.
- P. DOLLÉ. — Voir J. BOUTRY et P. DOLLÉ, p. 19.
- P. DOLLÉ. — Voir J. BOUTRY, P. DOLLÉ et G. TIÉGHEM, p. 173.
- G. JELSKI. — Coupe de la vallée de la Searpe à Vitry-en-Artois, p. 119.
- G. LACHKAR. — Nouvelles définitions des genres de mégaspores *Valvisporites* et *Pseudovalvisporites* et de leurs principales espèces, p. 7.
- A. LEJAL. — Voir C. BABIN et A. LEJAL, p. 129.
- Y. LEMOIGNE. — Un nouveau genre de structure ligneuse de type gymnospermien : *Embergerixylon* nov. g., p. 155.
- Y. LEMOIGNE. — Caractères histologiques du bois secondaire du *Brachyphyllum desnoyersii* (BRONGNIART) DE SAPORTA, p. 159.
- J.J. LIABEUF et S. LOBOZIAK. — Étude palynologique de quelques couches de charbon du faisceau d'Edouard (Bassin du Nord et du Pas-de-Calais), p. 25.
- S. LOBOZIAK. — Voir J.J. LIABEUF et S. LOBOZIAK, p. 25.
- S. LOBOZIAK et R. COQUEL. — Les micro- et mégaspores du Faisceau de Dusouich dans le Groupe de Lens (H.B.N.P.C.), p. 135.

- P. MOREL. — Voir B. ALPERN et P. MOREL, p. 185.
- Y. PLUSQUELLEC. — Commensaux des Tabulés et Stromatoporoïdes du Dévonien armoricain, p. 47.
- Y. PLUSQUELLEC. — De quelques commensaux de Cœlentérés paléozoïques p. 163.
- R. RAUSCHER. — Présence de Chitinozoaires dans le Siluro-Dévonien charrié du Pas-de-Calais, p. 123.
- F. THIÉBAULT. — Etude préliminaire des séries épimétamorphiques du Taygete septentrional (Péloponnèse méridional, Grèce), p. 209.
- G. TIÉGHEM. — Voir J. BOUTRY, P. DOLLÉ et G. TIÉGHEM, p. 173.
- P. TSOFLIAS. — Sur la géologie de la partie occidentale des Monts Panachaïques (Péloponnèse, Grèce), p. 35.
- L. VOISIN. — Observations sur les formations superficielles aux Marquisades de Saint-Nicolas (Ardennes), p. 203.
- G. WATERLOT. — Voir A. BONTE et G. WATERLOT, p. 83.



EDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

15, Quai Anatole-France — PARIS-7^e

C. C. P. PARIS 9061-11

Tél. : 705.93.39

COLLOQUES INTERNATIONAUX DU C. N. R. S

N° 163

ÉVOLUTION DES VERTÉBRÉS

Problèmes actuels de Paléontologie

PARIS, 6-11 Juin 1966

Cet important colloque a réuni une centaine de spécialistes tant français qu'étrangers. Il a montré que la Paléontologie restait la seule discipline qui permette de reconstituer l'Histoire du phylum des Vertébrés telle qu'elle a réellement eu lieu au cours des temps géologiques.

Les richesses en faits nouveaux apportés par les communications, comme la précision des données anatomiques, font de ce volume un instrument de travail indispensable aux zoologistes, aux anatomistes, aux géologues et naturellement surtout aux paléontologistes.

Ouvrage in-4° coquille, 664 pages, 76 planches hors texte en phototypie, relié. PRIX : 155 F.