

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome XCVIII

1978

4^{me} trimestre

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

SOCIETE GEOLOGIQUE 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.

— La Société publie des Annales et des Mémoires. Ces publications sont mises en vente selon un tarif établi par le Conseil. Les Sociétaires bénéficient d'un tarif préférentiel (1).

Article 5.

Le nombre des membres de la Société est illimité. Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'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. — Seuls les membres ayant acquitté leurs cotisation et abonnement de l'année peuvent publier dans les Annales. L'ensemble des notes présentées au cours d'une même année, par un même auteur, ne peut dépasser le total de 8 à 9 pages, 1 planche simili étant comptée pour 2 p. 1/2 de texte.

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.

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.

Cotisations et Abonnements (à la date du 1^{er}-1-1979)

	QUALITE	COTISATION	ABONNEMENT	TOTAL
FRANCE et BENELUX	Personnes physiques (2)	15,00 F	85,00 F	100,00 F
AUTRES PAYS	Personnes physiques	15,00 F	100,00 F	115,00 F

Abonnement des non-membres : FRANCE : 198,00 F — ETRANGER : 228,00 F

Pour tous renseignements et règlements, s'adresser à : Secrétariat S.G.N., Sciences de la Terre,
59655 Villeneuve d'Ascq Cedex — Tél. 91.92.22 — C.C.P. Lille 5247

ANNALES DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DU NORD

La vente des Annales s'effectue par tomes entiers aux prix suivants. Exceptionnellement, et jusqu'à épuisement du stock, certains fascicules sont en vente séparément. Leur liste figure en fin de fascicule.

Tomes I à LXXXV (manquent I, II, V à IX, XVI, XXII, XXXIV à XXXVI, XXXIX à XLIII, XLV, XLVII à LVIII) 168,00 F.
Tomes LXXXVI et suivantes (manque XCI) 186,00 F.

(1) Modification adoptée lors de l'Assemblée Générale du 10 Janvier 1974.

(2) Les étudiants qui en font la demande annuelle peuvent, par décision du Conseil, bénéficier d'un tarif préférentiel sur l'abonnement (48,00 F).

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome XCVIII

1978

4^{me} trimestre

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1978 —

<i>Président d'Honneur</i>	M. G. WATERLOT
<i>Président</i>	M. J.M. CHARLET
<i>Premier Vice-Président</i>	M. J. SOMMÉ
<i>Vice-Présidents</i>	M. J. LEPLAT M. F. ROBASZYNSKI
<i>Secrétaire</i>	M. J. MANIA
<i>Secrétaire-Adjoint</i>	M. J.P. COLBEAUX
<i>Directeur de la Publication</i> ..	M ^{me} Paule CORSIN
<i>Trésorier</i>	M. l'Abbé TIEGHEM
<i>Archiviste-Bibliothécaire</i>	M. J.L. MANSY
<i>Conseillers</i>	M. l'Abbé HEDDEBAUT † M. J. PAQUET M. A. DALINVAL M ^{lle} D. BRICE M. Ch. DELATTRE M. M. WATERLOT

A N N A L E S
D E L A
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

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, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex
Tél. 91.92.22 — C.C.P. Lille 52-47

Compte rendu de l'activité de la Société

ASSEMBLEE GENERALE EXTRAORDINAIRE DU 9 NOVEMBRE 1978

Présidence de M. J.M. CHARLET, Président

Après avoir fait procéder à l'élection d'un nouveau membre :

M. Christian HARRIERE, 46 bis, rue du 10 Septembre à 24290 Montignac-sur-Velette, présenté par MM. J.M. Charlet et J. Mania.

Monsieur J.M. CHARLET signale à l'Assemblée que cette présente séance et celle de Décembre ont été consacrées à des thèmes ayant trait au Nord de la France.

Communications orales

P.R. RACHEBŒUF. — Brachiopodes Chonetacea du Dévonien du Boulonnais (note présentée par M^{lle} D. Brice).

D. GOUJET et A. BLIECK. — Vertébrés des grès et schistes de Pernes (Pas-de-Calais), Dévonien du Nord.

A. BONTE. — Le Jurassique de la bordure septentrionale du bassin de Paris d'après les sondages.

F. AMEDRO, H. MANIVIT et F. ROBASYNSKI. — Echelles biostratigraphiques du Turonien au Santonien dans les craies du Boulonnais.

ASSEMBLEE GENERALE DU 7 DECEMBRE 1978

Présidence de M. J.M. CHARLET, Président

Cette séance débute avec l'élection de nouveaux membres. Ce sont :

- M. Fernand DERYCKE, Service Géologique de Belgique, 13, rue Jenner à B 1040 Bruxelles, présenté par MM. J.M. Charlet et A. Beugnies.
- M. Maurice DEKESTER, 840, Route nationale à Fontaine-Notre-Dame 59400 Cambrai, présenté par MM. J.M. Charlet et J. Mania.
- M. Christian MONCIARDINI, Département de Géologie, B.R.G.M., B.P. 6009 à 45018 Orléans Cedex, présenté par MM. P. Broquet et G. Souliez.
- M. Christian CARRUESCO, Faculté des Sciences de Rabat, Département des Sciences de la Terre, B.P. 1014 à Rabat (Maroc), présenté par M^{me} Cl. Vandermersch et M. G. Duée.
- M. Pierre BULTYNCK, Institut Royal des Sciences Naturelles, 41, rue Vautier à Bruxelles, présenté par M^{lle} D. Brice et B. Mistiaen.

L'ordre du jour de l'Assemblée générale appelle le réajustement des cotisations et abonnements. Les tarifs suivants sont adoptés à l'unanimité :

	Cotisation	Abonnement	TOTAL
France et Bénélux	15,00 F	85,00 F	100,00 F
Etranger	15,00 F	100,00 F	115,00 F

Les abonnements des non-membres sont fixés à 198,00 F (France) et 228,00 F (Etranger).

Les étudiants qui en font la demande peuvent, par décision du Conseil, bénéficier d'un tarif préférentiel sur l'abonnement (48,00 F).

Puis Monsieur le Président fait procéder au vote indicatif concernant le premier Vice-Président pour 1979. Les résultats sont :

M. G. SOULIEZ	22 voix
M. Ch. DELATTRE	1 voix

Communications orales

- J.P. COLBEAUX, B. HOYEZ et R. CONIL. — Phénomènes tectoniques au voisinage de la faille de Ferques (Massif Primaire du Bas-Boulonnais, France).
- D. BRICE, P. BULTYNCK, J. DEUNFF, S. LOBOZIAK et M. STREEL. — Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givétien et le Frasnien de Ferques (Boulonnais, France).
- D. BRICE, J.P. COLBEAUX, B. MISTIAEN et J.C. ROHART. — Les formations dévoniennes de Ferques (Bas-Boulonnais, France).
- F. BIGEY. — Relations Bryozoaires - faciès dans les formations dévoniennes de Ferques (Pas-de-Calais).

Chonetacea (Brachiopodes) du Dévonien du Boulonnais (Nord de la France)

par Patrick R. RACHEBŒUF (*)

(Planches XX à XXII)

Sommaire. — La révision des Chonetacea du Dévonien du Boulonnais a permis de reconnaître quatre espèces dont une nouvelle et une forme indéterminée, appartenant à trois genres dont un nouveau, *Cedula* n. g.; leur répartition s'étend depuis le Givétien jusqu'au Frasnien. Les espèces décrites sont : *Retichonetes armatus* (Bouchard, 1845), *Longispina maillieuxi* (Rigaux, 1908), *Longispina rigauxi* n. sp. et *Cedula douvillei* (Rigaux, 1892). La révision de *Chonetes armatus*, espèce-type de *Retichonetes* Muir-Wood, 1962 permet de compléter la définition.

Summary. — The revision of the Devonian Chonetacea from the Boulonnais allows to recognize four species from Givetian to Frasnian; a new genus (*Cedula* n. g.) and a new species are described : *Retichonetes armatus* (Bouchard, 1845), *Longispina maillieuxi* (Rigaux, 1908), *Longispina rigauxi* n. sp. and *Cedula douvillei* (Rigaux, 1892). An other species is indeterminate. The revision of *Chonetes armatus*, type-species of *Retichonetes* Muir-Wood, 1962, allows to specify the morphological features of the genus.

En 1845, de Verneuil est le premier à signaler la présence d'une Chonetacé dans le Dévonien du Boulonnais; cet auteur mentionne pour la première fois *Chonetes armata* Bouchard en précisant que l'espèce est encore inédite (18, p. 241); plus loin (18, p. 245), de Verneuil compare brièvement *C. armata* à *Chonetes nana* n. sp. du Dévonien de la vallée du Don (U.R.S.S.).

Rigaux décrit successivement deux autres espèces du Boulonnais : *Chonetes douvillei* n. sp. (1892, p. 104), puis *Chonetes maillieuxi* n. sp. (1908, p. 31); dans ce dernier travail, l'auteur précise la distribution des espèces et donne à nouveau des descriptions sommaires de *Chonetes armata* et *Chonetes douvillei*.

Enfin, en 1969, Wallace signale dans des listes de fossiles du Dévonien du Boulonnais : *Chonetes armata* Bouchard, *C. douvillei* Rigaux et *C. laevis* Davidson, 1866.

La révision des espèces du Boulonnais s'avérait nécessaire avant d'entreprendre l'étude des Chonetacea du Dévonien supérieur du Massif Armoricaïn et de la Péninsule Ibérique.

Cette étude entre dans le cadre d'une révision générale des faunes du Dévonien de Ferques entreprise à l'initiative de M^{lle} D. Brice. Trois des quatre espèces déterminées du Frasnien du Boulonnais appartiennent à la sous-famille *Retichonetinae* Muir-Wood, 1962 : *Retichonetes armatus* (Bouchard), *Longispina rigauxi* n. sp. et *Longispina maillieuxi* (Rigaux); *Cedula douvillei* (Rigaux) représente vraisemblablement une nouvelle sous-famille qui sera définie ultérieurement, à la lumière d'observations plus complètes sur le genre. Une cinquième espèce, récoltée à la partie supérieure du Calcaire de Blacourt et connue par deux spécimens seulement, n'est pas déterminée.

En 1969, Wallace (20) a noté la coloration de la coquille de *Chonetes laevis* (= *Longispina rigauxi* n. sp.) dans les niveaux de calcilutite rouge de la partie inférieure du Calcaire de Ferques. En 1967, Zenger a décrit une coloration semblable chez "*Chonetes*" *lineatus* (Conrad) de "l'Onondaga Limestones" (Eifélien) des Etat-Unis. Cet auteur conclut (21, p. 166) que cette coloration est due à la présence de grains d'oxyde ferrique dans la couche secondaire de la coquille du Chonetacé sans pouvoir indiquer leur origine; il précise en outre que toutes les coquilles de Brachiopodes présentant la coloration rose ont en commun une structure pseudoponctuée.

(*) Laboratoire de Paléontologie et Stratigraphie du Paléozoïque, U.E.R. des Sciences et Techniques, Université de Bretagne Occidentale, 6, Avenue Le Gorgeu, 29283 Brest Cedex, et GRECO n° 130007 auprès du C.N.R.S.

Note présentée le 9 Novembre 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 3 Mai 1979.

Dans le Boulonnais, Wallace (20, p. 111) insiste sur le fait que les couches à *Chonetes laevis* renferment, entre autres, des représentants du genre *Douvillina* dont la coquille est pseudopunctuée comme celle des Chonetacés, mais qui ne sont pas affectés par la coloration rose. Wallace envisage donc que la coloration des coquilles de Chonetacés pourrait être originelle. En réalité, tous les Brachiopodes recueillis dans les niveaux de calclutite rouge du Calcaire de Ferques (Douvillines, Productelles, Spiriféridés, Rhynchonelles...), présentent une teinte rose plus ou moins marquée. Il est donc vraisemblable que cette coloration résulte de migrations d'oxydes à partir du sédiment.

Le matériel étudié et figuré est conservé dans les collections de la Faculté des Sciences d'Orsay (FSO), dans celles de l'Université Pierre et Marie Curie à Paris (UPMC), au Musée Gosselet à Lille (MG) et dans les collections du Laboratoire de Paléontologie de Brest (LPB). Les photographies ont été réalisées par M^{lle} M.A. d'Erceville ; les spécimens figurés ont été blanchis au chlorure d'ammonium.

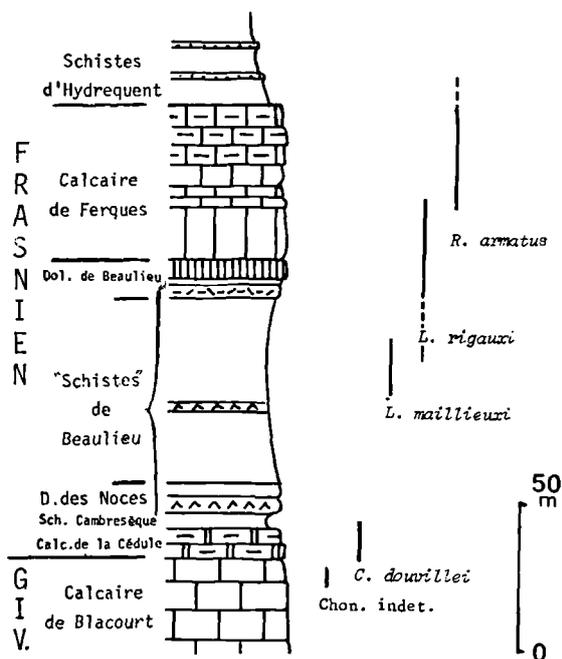


Fig. 1. — Distribution verticale des Chonetacea dans le Dévonien du Boulonnais.

Superfamille CHONETACEA Bronn, 1862

Famille CHONETIDAE Bronn, 1862

Sous-famille RETICHONETINAE
Muir-Wood, 1962

Discussion.

En 1962, Muir-Wood crée la sous-famille Retichonetinae pour le seul genre *Retichonetes* Muir-Wood, 1962 (espèce-type *Chonetes armata* Bouchard) : « Breviseptum not supporting prominent cardinal process ; hinge often longitudinally ridged ; shell capillate or costellate and reticulate, spines long at high angle » (10, p. 32).

A la suite de la révision de *Chonetes armatus*, il apparaît nécessaire de modifier cette définition : en effet, chez l'espèce-type, le septum médian est souvent réduit et déprimé dans sa partie postérieure mais il supporte toujours le processus cardinal dans le sens où le verbe "supporter" signifie qu'il y a continuité de structure entre le processus cardinal et le septum. La charnière de *Retichonetes armatus* est totalement lisse et ne montre jamais de petites crêtes ("ridges" de Muir-Wood) même lorsque celle-ci est altérée ou partiellement décortiquée. La présence de ce caractère dans la définition de la sous-famille Retichonetinae est sans doute due au fait que Muir-Wood plaçait dans le genre *Retichonetes* l'*Orthis minuta* Von Buch, 1836 qui appartient au genre *Devonaria* Biernat, 1967, caractérisé par une charnière denticulée de type Eodevonariidae. Enfin, si les épines ont une valeur taxinomique au niveau de l'espèce et du genre, il n'en est pas nécessairement de même pour la sous-famille.

Le genre *Longispina* Cooper, 1942, surtout commun dans le Dévonien moyen des États-Unis, est très voisin de *Retichonetes* ; cependant Muir-Wood le plaçait dans la sous-famille Devonochonetinae Muir-Wood, 1962 avec les genres *Devonochonetes* Muir-Wood, 1962, *Notiochonetes* Muir-Wood, 1962 et *Protochonetes* Muir-Wood, 1962. Cette sous-famille est composite et ne semble devoir être éventuellement maintenue que pour le genre *Devonochonetes* seul ; en effet, *Notiochonetes* est considéré comme *Chonostrophiidae* par Boucot et Harper (1968), puis par Isaacson (1977) ; *Protochonetes*, quant à lui, est plus proche des Strophochonetinae (Rachebœuf, 1976). Enfin le genre *Longispina* est considéré ici comme un Retichonetinae.

Selon les diagnoses de *Longispina* et *Retichonetes* données par Muir-Wood en 1962 (p. 46-47 et 63), les deux genres ne diffèrent de façon significative que par la morphologie et la disposition des épines. La comparaison faite entre le matériel type de *Chonetes emmetensis* Winchell, 1866 (généritype de *Longispina*) et *Chonetes armata* Bouchard, 1845 (espèce-type de *Retichonetes*) permettent de préciser les ressemblances et les différences entre ces deux genres.

Au niveau de la morphologie externe, les deux genres ont une coquille concavo-convexe ; l'interarea ventrale est concave et faiblement apsacline tandis que celle de la valve dorsale est plane et faiblement hypercline, les deux interareas faisant entre elles un angle très faible. Chez *Longispina*, les épines sont du type orthomorphe oblique mais l'angle α n'excède pas 15° ; chez *Retichonetes*, les épines orthomorphes obliques font avec la charnière un angle α compris entre 40° et 70° selon la position des épines.

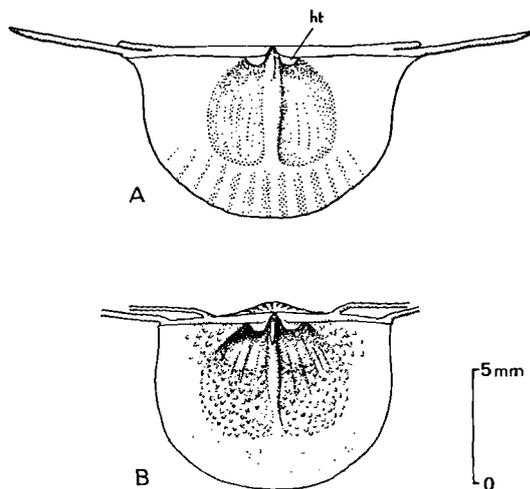


Fig. 2. — Essais de reconstitution de l'intérieur de la valve pédonculaire de *Longispina emmetensis* (Winchell), espèce-type du genre. Dévonien moyen du Michigan (USA).

- A : reproduction de la fig. 7B, p. 46, publiée par Muir-Wood en 1962 ; le champ musculaire n'est pas différencié dans la cavité viscérale représentée en pointillés.
- B : essai de reconstitution synthétique d'après plusieurs topotypes montrant la cavité viscérale garnie de nombreuses petites endospines et, dans sa partie postérieure, le champ musculaire petit et dépourvu d'endospines.

Les structures internes de la valve pédonculaire montrent chez les deux genres un champ musculaire dont le bord antérieur ne semble jamais dépasser la moitié de la longueur de la valve ; les muscles diducteurs sont triangulaires et les muscles adducteurs, arrondis ou allongés, sont relativement grands par rapport aux diducteurs. Le champ musculaire de *Longispina* est nettement moins grand que ne l'a représenté Muir-Wood en 1968 (fig. 2). Chez les deux genres, les anderidia sont petits ; ils font entre eux un angle ouvert vers l'avant variant de 70° à 80° chez *Longispina* et de 75° à 85° chez *Retichonetes*. L'un et l'autre de ces deux genres montrent un septum médian peu élevé, fréquemment un peu plus développé vers son extrémité antérieure ; il est large et légèrement déprimé vers l'arrière. Situé dans une large dépression longitudinale bien marquée, limitée latéralement par les aires brachiales. Ces deux genres montrent en outre une tendance à la formation de septa accessoires ; ceux-ci restent le plus souvent à l'état d'ébauches constituées par de fortes endospines plus ou moins fusionnées par leur base. Les cristae internes sont presque parallèles à la charnière dans leur partie proximale (*Longispina*) ou font un angle très ouvert vers l'avant (160° chez *Retichonetes*) ; dans l'un et l'autre cas, elles s'infléchissent vers l'arrière, presque jusqu'à la charnière, pour venir pratiquement border latéralement les fossettes dentales ; les cristae externes sont robustes chez les deux genres. Les empreintes des muscles adducteurs postérieurs sont larges et profondes.

Chez *Longispina*, le processus cardinal est généralement long et étroit et ses flancs tendent à surplomber le bord interne des fossettes dentales ; chez *Retichonetes*, il montre un contour triangulaire et porte sur chacun de ses flancs une petite expansion aliforme horizontale qui couvre le bord interne des fossettes dentales. Par rapport à l'espèce-type *emmetensis* Winchell, 1866, *Longispina maillieuxi* (Rigaux) et *Longispina rigauxi* n. sp. montrent une tendance très nette à l'individualisation de ce caractère qui trouve un développement maximum chez *Retichonetes*, ce genre pouvant être considéré comme un descendant de *Longispina*. Un tel phénomène existe entre *Strophochonetes* (*Strophochonetes*) Muir-Wood, 1962 et *Strophochonetes* (*Ctenochonetes*) Rachebœuf, 1976 ; il s'agit là vraisemblablement d'un phénomène

évolutif de perfectionnement du système d'articulation des valves.

Chez *Retichonetes* et *Longispina*, les cristae internes portent de fortes endospines peu nombreuses, mais chez le premier genre, on note en plus la présence de petites dépressions circulaires peu profondes dont le nombre et la disposition rappellent ceux des endospines qui limitent vers l'arrière la cavité viscérale de la valve pédonculaire ; ces structures correspondent aux "crénulations" de Muir-Wood (1962, fig. 13A, p. 62). Ces petits alvéoles peuvent n'être que l'empreinte des endospines de la valve pédonculaire, l'espace entre les deux valves étant très faible à ce niveau.

Ces observations me conduisent à considérer que *Longispina* Cooper, 1942 et *Retichonetes* Muir-Wood, 1962 sont bien deux genres distincts mais qu'ils appartiennent à une seule et même sous-famille : Retichonetinae Muir-Wood, 1962.

Les relations de la sous-famille Retichonetinae avec les autres Chonetacés ne sont pas

établies. Une étude plus détaillée des Chonetacés du Dévonien moyen et supérieur est nécessaire pour pouvoir proposer une nouvelle définition de la sous-famille.

Genre *RETICHONETES* Muir-Wood, 1962

Espèce-type : *Chonetes armata* Bouchard in de Verneuil, 1845 (par désignation postérieure de Muir-Wood, 1962).

RETICHONETES ARMATUS (Bouchard, 1845)

(Pl. XX, fig. 1 à 11)

Synonymie.

- 1845. *Chonetes armata* Bouchard. Murchison, Verneuil et Keyserling, p. 241-245.
- pars 1847. *Chonetes armata* Bouchard. Koninck, p. 215-216, Pl. XX, fig. 14.
- pars 1873. *Chonetes armata* Bouchard. Rigaux, p. 60.
- pars 1878. *Chonetes armata* Bouchard. Rigaux, p. 438 et 441.
- pars 1892. *Chonetes armata* Bouchard. Rigaux, p. 13-18.
- pars 1908. *Chonetes armata* Bouchard. Rigaux, p. 31.

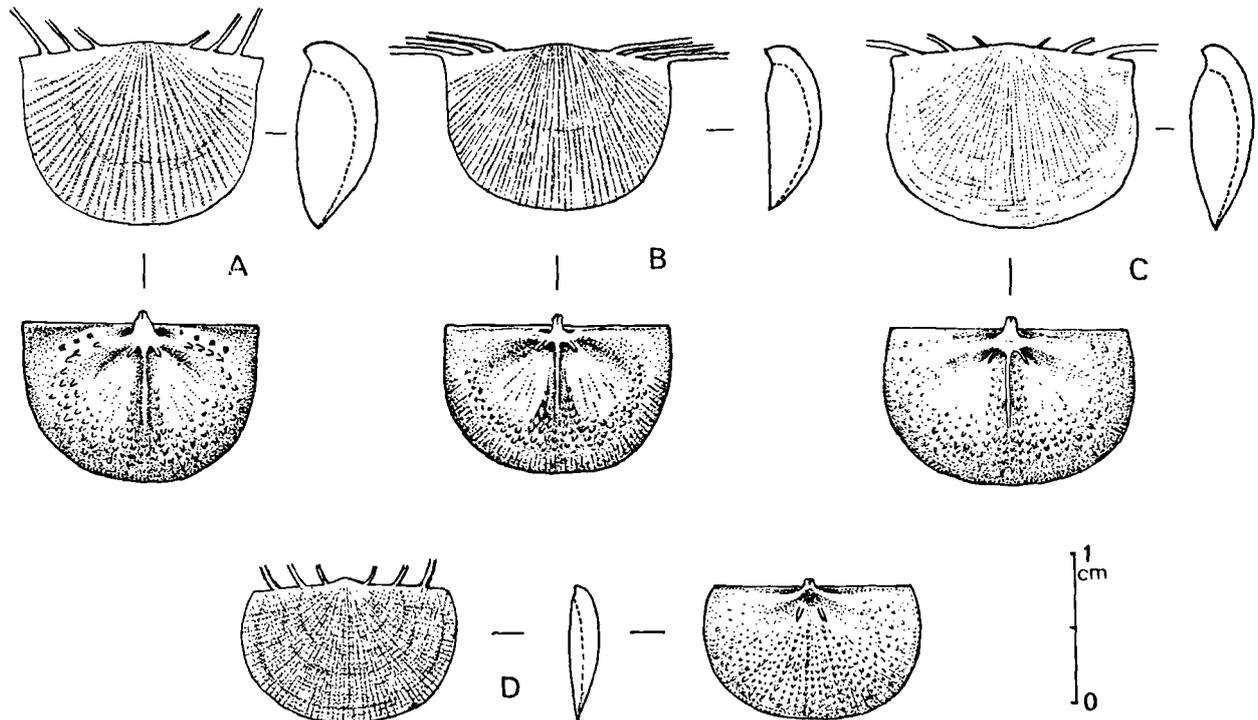


Fig. 3. — Essais de reconstitution des espèces décrites dans ce travail : A, *Retichonetes armatus* (Bouchard) ; B, *Longispina rigauxi* n. sp. ; C, *L. maillieuxi* (Rigaux) ; D, *Cedula douvillei* (Rigaux).

- ? 1936. *Chonetes (Chonetes) armata* Bouchard. Mailieux, p. 18-19.
- ? 1942. *Chonetes armatus* Bouchard. Renaud, p. 84.
- 1962. *Retichonetes armatus* (Bouchard). Muir-Wood, p. 62-64 Pl. 4, fig. 12-15.
- 1965. *Retichonetes armatus* (Bouchard). Muir-Wood, p. H 428, fig. 285-1.
- 1969. *Chonetes armata* Bouchard. Wallace, p. 114.

Lectotype : Valve pédonculaire figurée Pl. XX, fig. 1 choisie sur une plaque fossilifère du Calcaire de Ferques appartenant à la collection Bouchard montrant une cinquantaine de valves (Pl. XX, fig. 11). Conservée dans les collections de l'Univ. P. et M. Curie à Paris, sous le numéro F.3367.

Locus typicus : L'unique échantillon de la collection Bouchard a pour origine Ferques, sans autre précision.

Stratum typicum : Calcaire de Ferques, partie supérieure du Frasnien.

Paralectotypes : Sont désignés comme paralectotypes les spécimens accompagnant le lectotype sur l'échantillon de la collection Bouchard, dont ceux figurés dans ce travail Pl. XX, fig. 3 à 8, fig. 10.

Matériel : Au matériel-type s'ajoute une centaine de spécimens récoltés à la partie supérieure du Calcaire de Ferques dans les carrières dites du Bois et La Parisienne, dont 67 spécimens inventoriés sous les numéros LPB 4919 à 4966 et une centaine de coquilles de la collection de Verneuil conservées à Orsay.

Description.

1) Morphologie externe.

La coquille est de petite taille et possède un profil concavo-convexe ; son rapport L/l moyen est de l'ordre de 0,83. La largeur maximale de la coquille se situe au niveau de la charnière. Le crochet est large et peu proéminent. Les extrémités postéro-latérales sont fortement déprimées et forment deux petites oreillettes. L'interarea ventrale est concave dans sa moitié postérieure et faiblement apsacline ; celle de la valve dorsale est hypercline et environ deux fois moins haute ; les deux interareas font entre elles un angle très faible. Le pseudodeltidium et le chilidium sont présents ; l'un et l'autre sont relativement petits et convexes. L'ornementation est constituée de capillae régulières qui se multiplient essentiellement par bifurcation à la valve pédonculaire et par intercalation à la valve brachiale. Les côtes sont très basses, arrondies ou à sommet légèrement aplati, larges, séparées par des sillons étroits. Le nombre total de capillae varie de 20 à 50 chez les coquilles dont la longueur est supérieure à 3 mm ; à 5 mm en avant du crochet, on compte de 15 à

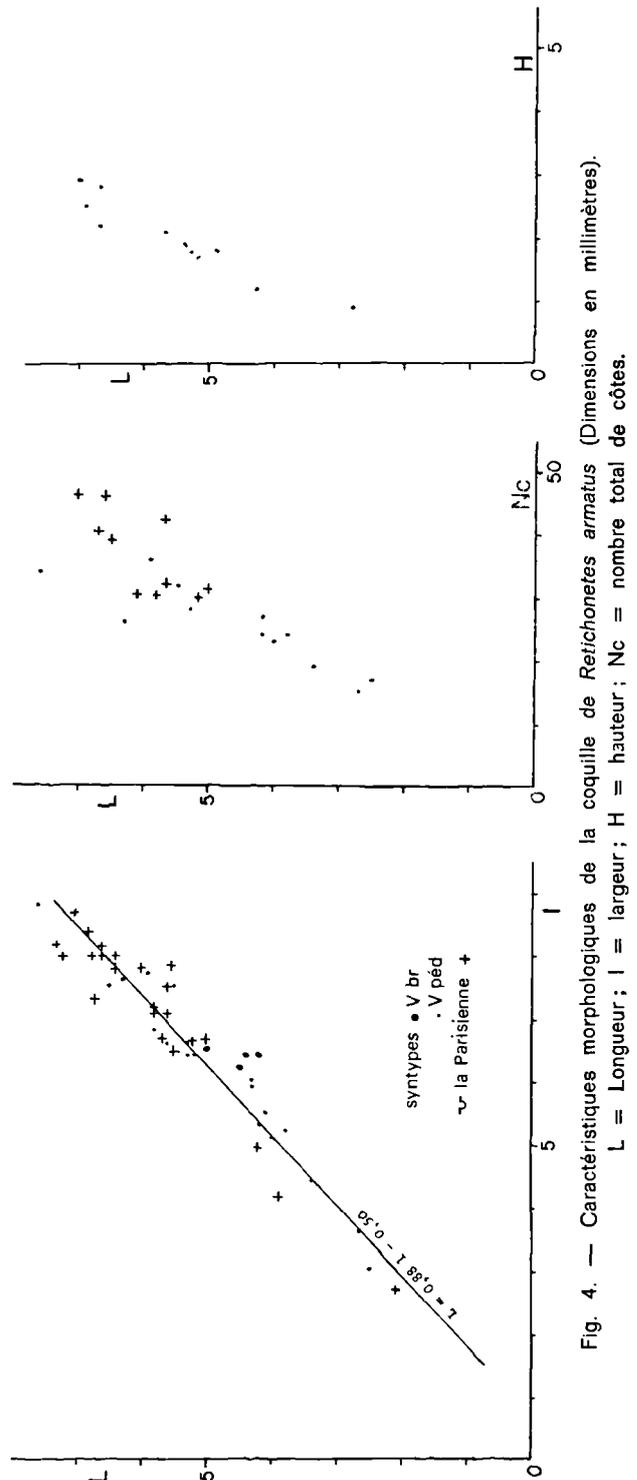


Fig. 4. — Caractéristiques morphologiques de la coquille de *Retichonetes armatus* (Dimensions en millimètres).
L = Longueur; l = largeur; H = hauteur; Nc = nombre total de côtes.

18 capillae dans un intervalle de 5 mm. Au plus 4 épines sont implantées de part et d'autre du crochet sur le bord postérieur de la valve pédonculaire ; du type orthomorphe oblique, elles font un angle α qui varie de 40 à 70° depuis le crochet jusqu'aux extrémités cardinales de la coquille. Sur de nombreux spécimens, les angles des épines avec le bord postérieur de la coquille sont plus ouverts d'un côté que de l'autre du crochet ; ce fait semble devoir être rapporté à une très légère déformation du matériel. Les épines sont situées dans un plan faiblement redressé en position dorsale par rapport à celui qui contient les commissures.

2) Morphologie interne.

A la valve pédonculaire, les dents cardinales sont petites, arrondies, aussi larges que longues ; le myophragme est très court, son extrémité antérieure se situant environ au 1/4 de la longueur de la valve. Il divise un champ musculaire réduit ; les muscles adducteurs sont petits, accolés au myophragme ; à leur bord externe naissent deux forts troncs vasculaires. Les muscles diducteurs sont triangulaires, arrondis à leur bord antérieur. La cavité viscérale est bien délimitée vers l'arrière par un fort bourrelet portant 3 à 5 fortes endospines. Le pourtour de la valve est marqué par l'ornementation externe.

A la valve brachiale, le septum médian supporte le processus cardinal ; sa longueur est sensiblement égale aux 2/3 de celle de la valve. Les anderidia font entre eux un angle de 90° environ ouvert vers l'avant ; ils sont supportés par deux crêtes robustes qui séparent les muscles adducteurs antérieurs et postérieurs. Les cristae internes sont étroites au niveau des fossettes dentales où elles divergent de 160° environ ; elles s'élargissent latéralement ; leur bord postérieur concave rejoint presque la charnière avant de s'infléchir vers l'avant, enveloppant ainsi les fossettes dentales relativement petites et profondes. Les cristae externes, de petite taille, sont bien individualisées. Le processus cardinal est large et bilobé intérieurement ; il porte latéralement deux petites expansions aliformes horizontales qui surplombent le bord interne des fossettes dentales ; le myophore est quadrilobé. Le septum médian est situé dans une dépression longitudinale délimitée latéralement par deux aires brachiales triangulaires fortement convexes et le plus sou-

vent lisses. Le pourtour de la valve porte de fortes endospines espacées. De part et d'autre de l'extrémité antérieure du septum médian, on note souvent un fort développement des endospines qui fusionnent parfois par leur base pour former des septa accessoires toujours peu développés. Près de la charnière, les cristae internes portent, en plus de grosses endospines peu nombreuses, 3 à 5 petites dépressions circulaires dont le nombre et la disposition correspondent à ceux des endospines situées sur les crêtes postérieures de la valve pédonculaire.

Discussion.

Retichonetes armatus (Bouchard) ne peut être actuellement comparée qu'à une espèce décrite récemment par Roberts : *Retichonetes arenarius* Roberts, 1971. *R. arenarius* se distingue de l'espèce-type *armatus* par la présence d'un sinus ventral et d'un bourrelet dorsal : le septum médian dorsal ne supporte pas le processus cardinal et est souvent réduit à un breviseptum. Les aires brachiales sont bien développées et les septa accessoires absents. Enfin, le nombre des capillae est compris entre 18 et 20 dans un intervalle de 5 mm. Ces caractères éloignent formellement *R. arenarius* de *Retichonetes armatus*.

Répartition géographique et stratigraphique.

R. armatus est une espèce de la partie supérieure du Frasnien du Boulonnais, dans le calcaire de Ferques ; elle a été citée dans les Schistes d'Hydrequant, mais je n'ai pu le vérifier faute de matériel en bon état ; elle a été signalée en Ardenne et au Turkestan.

Genre *LONGISPINA* Cooper, 1942

Espèce-type : *Chonetes emmetensis* Winchell, 1866.

LONGISPINA RIGAXI n. sp.

(Pl. XXI, fig. 1 à 11)

Derivatio nominis : Espèce dédiée à Rigaux.

Synonymie.

pars 1908. *Chonetes armata* Bouchard. Rigaux, p. 31.

v. 1969a. *Chonetes laevis* Davidson. Wallace, p. 368.

v. 1969b. *Chonetes laevis* Davidson. Wallace, p. 110-111.

Holotype : Valve pédonculaire figurée Pl. XXI, fig. 1, conservée dans les collections du Laboratoire de Paléontologie de Brest, n° LPB 4967.

Locus typicus : Carrière du Bois, front de taille nord-est

Stratum typicum : Base du Calcaire de Ferques, Frasnien :
Zone à *Ancyrodella curvata*.

Matériel : Au total plus de 150 spécimens provenant de la
carrière du Bois (n° LPB 4967 à 5064) et de la
carrière Bouton (LPB n° 5065 à 5082).

Diagnose : « Espèce du genre *Longispina* présentant les particularités suivantes : coquille petite, fortement concavo-convexe ; rapport L/l voisin de 0,86 ; ornementation constituée de 32 à 55 capillae arrondies chez les coquilles de longueur supérieure à 3 mm ; capillae se multipliant par intercalation à la valve pédonculaire ; 4 épines orthomorphes parallèles ou légèrement obliques (α compris entre 5 et 15°) ; septum médian dorsal petit, étroit, peu élevé ; fossettes dentales couvertes à leur bord interne par deux petites expansions aliformes issues des flancs du processus cardinal ; septa accessoires plus ou moins développés formant parfois des ébauches de crêtes brachiales ».

Description.

1) *Morphologie externe.*

La coquille est de petite taille, à profil concavo-convexe et presque aussi longue que large (rapport L/l voisin de 0,86). La largeur maximale se situe au niveau de la charnière. Les extrémités postéro-latérales sont fortement déprimées. L'interarea ventrale est faiblement apsacline et concave ; celle de la valve dorsale est hypercline et plane. Pseudodeltidium et chilidium sont présents ; le chilidium recouvre la partie dorsale du myophore. L'ornementation externe est constituée de capillae étroites, à sommet plat ou arrondi, séparées par des sillons intercostaux très étroits. Les côtes se multiplient par bifurcation et par intercalation. On compte de 20 à 26 côtes dans un intervalle de 5 mm, à 5 mm en avant du crochet ; le nombre total de capillae est compris entre 32 et 55 chez les spécimens dont la longueur est supérieure à 3 mm. La valve pédonculaire porte deux ou trois fortes lignes de croissance. Les épines sont au nombre de 4 de chaque côté du crochet ; elles sont du type orthomorphe parallèle mais le plus souvent légèrement oblique (α varie de 5 à 15°).

2) *Morphologie interne.*

A la valve pédonculaire, le myophragme est court, sa longueur n'excédant pas le 1/4 de celle de la valve ; il est élevé et étroit dans sa moitié postérieure et s'abaisse rapidement

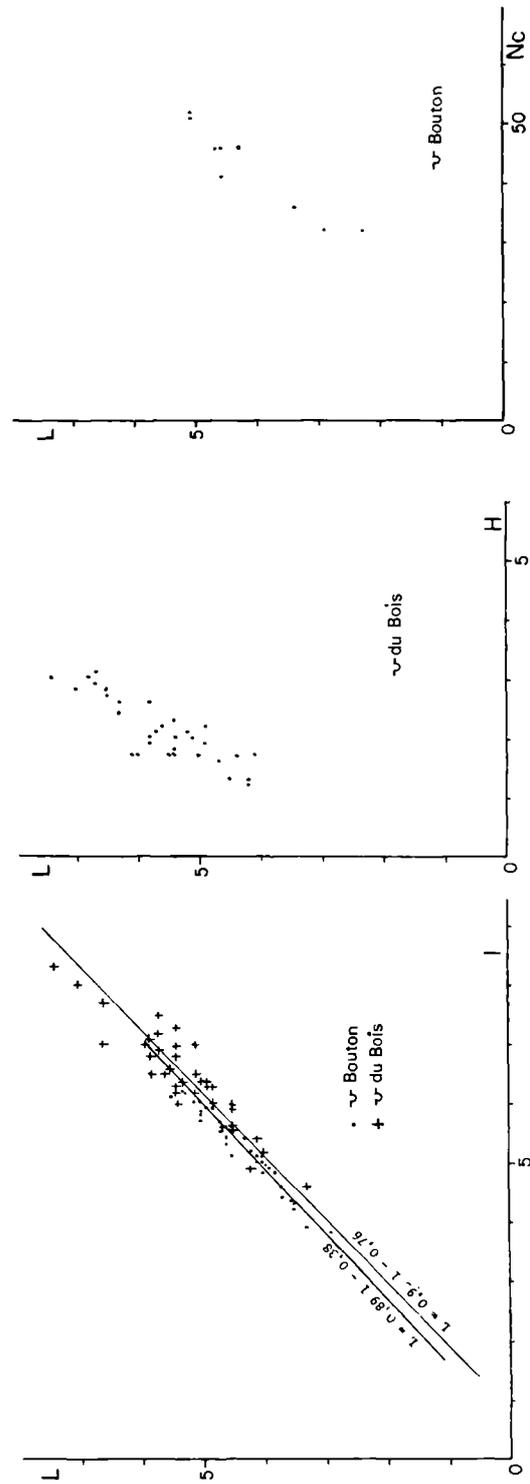


Fig. 5. — Caractéristiques morphologiques de la coquille de *Longispina rigauxi* n. sp. (Dimensions en millimètres).

au niveau de l'extrémité antérieure des muscles adducteurs ; ceux-ci sont allongés et étroits. Le champ musculaire est relativement petit ; les muscles diducteurs sont triangulaires, arrondis à leur extrémité antérieure. Ils sont limités vers l'arrière par les crêtes postérieures de la valve qui sont larges, courtes, à relief faible. La cavité viscérale est bien délimitée vers l'arrière. Les dents cardinales sont petites, arrondies, aussi longues que larges. La surface interne de la valve, à l'exception du champ musculaire, est ornée de fines endospines disposées irrégulièrement.

A la valve brachiale, le septum médian est faiblement développé ; bas et étroit dans sa moitié postérieure, il s'élargit et s'élève au niveau de la moitié de la longueur de la valve ; sa longueur maximale est égale aux 2/3 de celle de la valve. Vers l'arrière, le septum supporte le processus cardinal. Les anderidia sont longs et étroits ; ils divergent vers l'avant d'un angle voisin de 80°. Les cristae internes ne sont bien développées qu'au niveau des fossettes dentales qu'elles surplombent peu ; latéralement, les cristae internes s'élargissent et s'abaissent rapidement jusqu'au plancher de la valve. Les fossettes dentales sont bordées, vers l'arrière, par deux cristae externes. Les empreintes musculaires sont assez bien marquées, surtout celles des adducteurs postérieurs qui sont allongées et ovales. Les septa accessoires sont constitués par de fortes endospines plus ou moins fusionnées par leur base ; elles constituent parfois de véritables crêtes qui, vers l'avant, s'infléchissent latéralement pour border les aires brachiales (Pl. XXI, fig. 11). Le processus cardinal est allongé et étroit vers l'arrière, il s'élargit au niveau de sa soudure avec les cristae internes où il porte le plus souvent deux petites expansions aliformes. Les endospines sont réparties à la périphérie des aires brachiales qui sont granuleuses et modérément convexes ; le pourtour de la valve est dépourvu d'endospines.

Discussion.

La morphologie externe de l'espèce *rigauxi* n. sp. permet, sans aucun doute, de la rapporter au genre *Longispina* Cooper, 1942 ; les caractères internes sont également ceux du genre *Longispina* ; chez l'espèce *L. rigauxi*, cette région est caractérisée par le développement, sur les flancs du processus cardinal, de deux expan-

sions aliformes plus ou moins individualisées qui couvrent le bord interne des fossettes dentales ; cette structure est à peine ébauchée chez *Longispina emmetensis* du Dévonien moyen des Etats-Unis, dont le processus cardinal est long et étroit. Ce caractère est considéré ici comme un trait évolutif de l'articulation des valves de *Longispina*.

Longispina rigauxi n. sp. se différencie de *L. emmetensis* (espèce-type) par une taille plus petite et une ornementation beaucoup plus fine ; l'intérieur des valves des deux espèces diffère également par la grosseur des structures, en relation avec celle de l'ornementation externe et, à la valve brachiale, par la morphologie de la région postéro-médiane signalée ci-dessus. En 1959, Imbrie décrit quatre espèces du genre *Longispina* : *L. leionanus*, *L. lissohybus*, *L. pelta* et *L. subcalva*. Ces quatre formes ont une ornementation beaucoup plus fine que celle de *L. emmetensis* et se rapprochent beaucoup par ce fait de *L. rigauxi* n. sp. ; la coquille de l'espèce du Boulonnais est cependant plus petite. Seules les structures internes de *L. subcalva* sont bien connues ; *L. rigauxi* en diffère par un septum médian moins bien développé et plus court, des aires brachiales plus petites et des cristae internes plus proches du bord postérieur de la valve ; par ailleurs, le processus cardinal de *L. subcalva* est identique à celui de *L. emmetensis*.

Répartition géographique et stratigraphique.

Souvent confondue jusqu'ici avec *R. armatus*, *L. rigauxi* n. sp. n'est actuellement connue que dans le Frasnien du Boulonnais ; cette espèce est présente depuis la partie supérieure des "Schistes" de Beaulieu (niveau R de la nouvelle tranchée de Caffiers, Brice et al., 1976) jusqu'à la partie inférieure du Calcaire de Fergues comprise.

LONGISPINA MA'LLIEUXI (Rigaux, 1908)

(Pl. XXI, fig. 12 à 15 et Pl. XXII, fig. 1 à 4)

Synonymie.

- v. 1892. *Chonetes* n. s., Rigaux, p. 11, 18.
- v. 1908. *Chonetes maillieuxi* Rigaux, p. 31, Pl. II, fig. 15.
- ? 1942. *Chonetes maillieuxi* Rigaux. Renaud, p. 93.
- 1969. *Chonetes maillieuxi* Rigaux. Wallace.
- 1976. *Retichonetes maillieuxi* (Rigaux). Rachebœuf in Brice et al., tabl. VII, p. 150.

Lectotype : Coquille complète de la collection Rigaux, figurée en 1908, Pl. II, fig. 15a, figurée dans ce travail Pl. XXI, fig. 15 et conservée dans les collections de la Fac. Sc. Orsay sous le numéro D 387.

Locus typicus : Les étiquettes accompagnant les deux spécimens figurés par Rigaux en 1908 portent, pour toute indication, le nom de la région : Boulonnais. En 1908, p. 9, l'auteur signale la présence de l'espèce *maillieuxi* "...auprès de Couderouche, dans le haut du ravin de Beaulieu..."

Stratum typicum : "Schistes" de Beaulieu, Zone à *belliloci* Rigaux, 1908.

Paralectotype : La coquille dégagée figurée par Rigaux en 1908, Pl. II, fig. 15b et c, est désignée ici pour paralectotype. Elle est conservée dans les collections de l'Université d'Orsay sous le numéro D 388 et figurée dans ce travail Pl. XXI, fig. 13.

Matériel : Environ 200 coquilles dégagées, presque toutes complètes, provenant de la partie supérieure des "Schistes" de Beaulieu dans la nouvelle tranchée de la voie ferrée de Caffiers (niveaux Q et R, Brice et al., 1976) (inventoriées sous les n^{os} LPB 5083 à 5111).

Description.

1) Morphologie externe.

La coquille est de petite taille, faiblement concavo-convexe ; sa largeur maximale se situe

au niveau de la charnière ou de la moitié de la longueur totale. Les extrémités postéro-latérales de la valve pédonculaire sont le plus souvent étirées transversalement en deux petites oreillettes bien distinctes ; la coquille est souvent faiblement déprimée longitudinalement. L'interarea ventrale est apsacline, concave ; celle de la valve dorsale est hypercline. Pseudodeltidium et chilidium sont présents. L'ornementation externe est constituée de côtes fines, arrondies, étroites et souvent irrégulières séparées par des sillons intercostaux moins larges que les côtes. Le nombre total de capillae varie de 38 à 44 chez les coquilles dont la largeur est supérieure à 5 mm ; dans un intervalle de 5 mm, à 5 mm en avant du crochet, on compte de 19 à 23 capillae. Les capillae se multiplient par intercalation à la valve pédonculaire et par bifurcation à la valve brachiale. Les lignes de croissance concentriques sont nombreuses, très fines et irrégulièrement espacées. Le bord supérieur de la coquille porte au maximum 4 épines de chaque côté du crochet ; un seul spécimen montre des épines partiellement conservées ; elles sont du type orthomorphe parallèle ou légèrement oblique ; α varie de 5 à 15°.

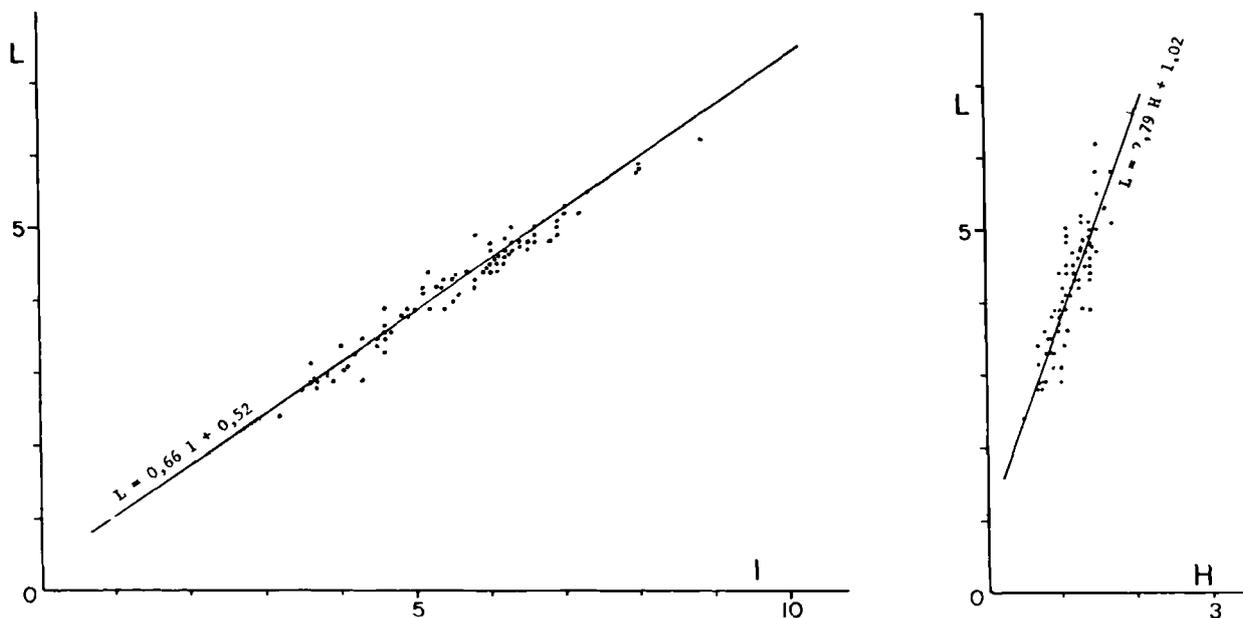


Fig. 6. — Caractéristiques morphologiques de la coquille de *Longispina maillieuxi* (Rigaux). Echantillons de la tranchée du chemin de fer de Caffiers (Dimensions en millimètres).

2) Morphologie interne.

A la valve pédonculaire, le myophragme ne dépasse pas le quart de la longueur de la valve ; il est épais vers l'arrière. Le champ musculaire est relativement petit et bien marqué ; les muscles adducteurs sont triangulaires, arrondis à leur bord antérieur ; ils sont limités vers l'arrière par les crêtes postérieures à la valve qui divergent vers l'avant d'un angle voisin de 150°. Les crêtes postérieures sont larges, arrondies et peu élevées, concaves vers l'avant. La cavité viscérale n'est délimitée que vers l'arrière de la coquille. Les dents cardinales sont petites, arrondies à leur bord antérieur et aussi larges que longues.

A la valve brachiale, le septum médian est très réduit ; il n'est développé que chez les plus grands spécimens ; il s'étend jusqu'aux 2/3 de la longueur de la valve ; il est très étroit et bas dans sa moitié postérieure ; il supporte le processus cardinal. Les *anderidia* divergent vers l'avant de 70° environ ; les *cristae* internes sont basses, mal individualisées, excepté au niveau des fossettes dentales ; elles s'élargissent rapidement latéralement. Le myophore est quadrilobé ; les flancs du processus surplombent peu le bord interne des fossettes dentales. Les *cristae* externes sont relativement robustes. Les aires brachiales sont faiblement convexes et mal délimitées ; il n'a pas été observé de crêtes brachiales.

Discussion.

En 1976, après un examen rapide, j'ai rapporté l'espèce *maillieuxi* au genre *Retichonetes* Muir-Wood, 1962 (*in* Brice et coll.). A la lumière d'observations détaillées sur la morphologie des épines et les structures internes, il apparaît que *Chonetes maillieuxi* Rigaux, 1908 appartient au genre *Longispina* Cooper, 1942. *L. maillieuxi* se différencie aisément de *L. rigauxi* n. sp. par la faible convexité de sa coquille. Ce caractère rapproche *Longispina maillieuxi* (Rigaux) de *L. subcalva* Imbrie, 1955 dont il se différencie par les structures internes des valves.

En 1908, Rigaux (16, p. 31) remarque que dans les "Schistes" de Beaulieu, les spécimens de l'espèce *maillieuxi* provenant de la zone à "Orthotetes" *elegans* possèdent une ornementation plus forte que ceux qui appartiennent à la zone sous-jacente caractérisée par "Spirifer" *bouchardi belliloci* définie par Rigaux en 1908.

J'ai effectivement retrouvé ces différences qui concernent uniquement la hauteur des côtes et non pas leur nombre ; dans les niveaux Q et R de la nouvelle tranchée du chemin de fer de Caffiers, j'ai également trouvé quelques coquilles dont le développement de l'ornementation est intermédiaire entre celle des spécimens de la zone à *belliloci* et ceux de la zone à *elegans*. Cette observation me conduit à maintenir ces deux formes groupées sous le nom d'espèce *maillieuxi*.

Répartition géographique et stratigraphique.

Longispina maillieuxi (Rigaux, 1908) est une espèce du Frasnien (partie supérieure des "Schistes" de Beaulieu) du Boulonnais. Elle a été également signalée en Ardenne par Maillieux.

Famille INDETERMINEE

Genre *CEDULIA* n. g.

Espèce-type : *Chonetes douvillei* Rigaux, 1892.

Derivatio nominis : Du nom de la Cédula attribué au niveau de Schistes à amandes calcaires qui surmonte directement le Calcaire de Blacourt.

Diagnose : « Genre présentant les particularités suivantes : coquille petite, plano-convexe à faiblement concavo-convexe ; ornementation radiaire constituée de côtes basses et arrondies que recoupe une ornementation concentrique constituée de fines rides ; épines du type orthomorphe oblique devenant parfois faiblement cyrtomorphe intraversé vers les angles postérieurs de la coquille ; angle des épines avec le bord postérieur de la valve pédonculaire très élevé (α voisin de 70° à 80°). *Interarea* ventrale *apsacline*, celle de la valve dorsale *hypercline* ; *pseudodeltidium* et *chilidium* présents, relativement larges. Crêtes postérieures de la valve pédonculaire faisant un angle de 90° vers l'avant ; cavité viscérale bien délimitée vers l'arrière ; dents cardinales petites, arrondies vers l'avant, un peu plus larges que longues ; champ musculaire ventral petit ; adducteurs allongés ou ovales ; diducteurs triangulaires : périphérie de la valve marquée de côtes sinueuses rappelant l'ornementation externe concentrique. A la valve brachiale, septum très réduit séparé du processus par un alvéole ; *anderidia* petits divergeant de 45° vers l'avant ».

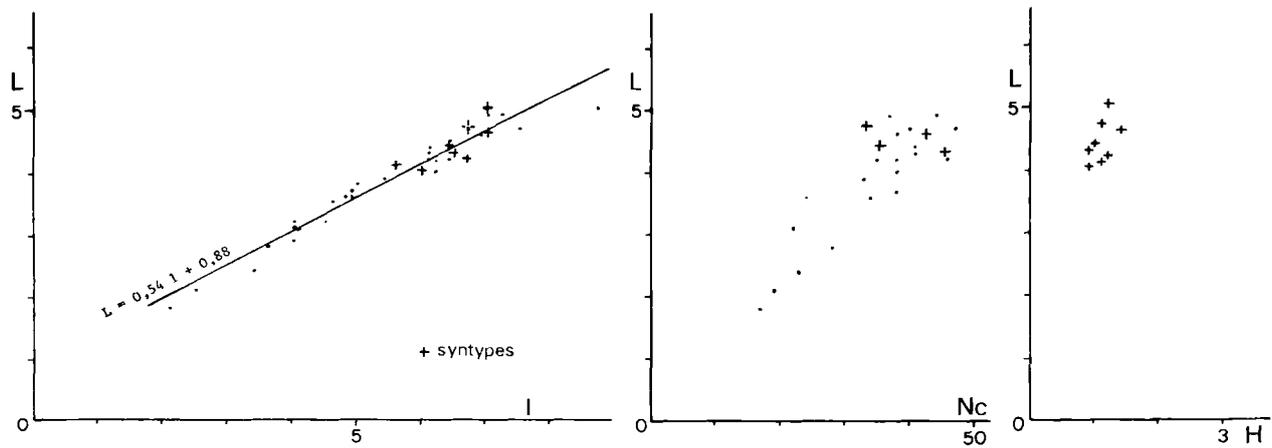


Fig. 7. — Caractéristiques morphologiques de la coquille de *Cedula* n.g. *douvillei* (Rigaux). Echantillon du niveau de Cédule. Les croix représentent les spécimens de la collection Rigaux (Dimensions en millimètres).

Discussion.

Les structures internes des valves de *Cedula* n.g. paraissent trop éloignées de celles de *Retichonetes* pour envisager de placer même provisoirement le nouveau taxon dans la sous-famille Retichonetinae. *Cedula* n.g. se différencie de *Retichonetes* Muir-Wood, 1962 par la morphologie des épines et le développement d'une ornementation externe concentrique ; au niveau des structures internes, les caractères qui permettent de distinguer les deux taxons sont la présence constante d'un alvéole, un septum médian développé antérieurement et des ande-ridia faisant entre eux un angle de 45° environ vers l'avant chez *Cedula* n.g. En dépit de ces différences, il ne paraît pas raisonnable de définir une nouvelle sous-famille qui ne reposerait que sur les caractères de cette seule espèce.

En 1968, Mikrjukov décrit le genre *Striatochonetes* du Dévonien supérieur et du Carbonifère inférieur de la plate-forme russe. Dans la diagnose, l'auteur précise que la coquille est très petite, concavo-convexe, semi-circulaire, et que le genre est caractérisé par la présence de fines rides concentriques qui recoupent l'ornementation rayonnante ; les structures internes de *Striatochonetes* Mikrjukov, 1968 sont, selon l'auteur, très proches de celles des genres *Chonetes* et *Plicochonetes*.

Les structures internes des genres *Chonetes* et *Plicochonetes* diffèrent sensiblement et, de ce

fait, il est impossible de se faire une idée précise de la morphologie interne de *Striatochonetes krylovae* (espèce-type), d'autant plus que l'auteur n'a pas donné d'illustration. Par ailleurs, la présence des fines rides concentriques recoupant l'ornementation radiaire ne constitue pas un caractère suffisant pour définir le genre *Striatochonetes* ; en effet, ce type d'ornementation concentrique se retrouve chez de nombreux genres différents de Chonetacea à partir du Dévonien moyen en Europe occidentale. En dépit de ces incertitudes, la création du genre *Cedula* n.g. paraît justifiée étant donnée l'originalité des structures internes dorsales notamment ; *Cedula* n.g. se différencie de *Striatochonetes* Mikrjukov par une coquille plus allongée transversalement et moins concavo-convexe. *Cedula* n.g. s'éloigne formellement des genres *Chonetes* et *Plicochonetes* par son ornementation, la morphologie des épines, les structures dorsales internes, montrant en particulier l'absence de septum médian, le développement de l'alvéole et la morphologie des cristae internes.

En 1973, Ljaschenko crée le genre *Corbicularia* du Frasnien de la plate-forme russe. Ce genre est rapporté à la famille Anopliidae par Afanasjeva en 1978, en dépit de l'absence, chez ce taxon, de septa accessoires dorsaux. *Cedula* n.g. se différencie de *Corbicularia* Ljaschenko, 1973 par une coquille presque plano-convexe et plus allongée transversalement et une area ventrale apsacline et non orthocline ; l'intérieur de la valve dorsale montre

des cristae internes qui présentent un relief moindre ; les endospines sont nettement plus petites, plus nombreuses et disposées en files rayonnantes.

CEDULIA DOUVILLEI (Rigaux, 1892)

(Pl. XXII, fig. 5 à 14)

Synonymie.

v. 1892. *Chonetes douvillei* n. sp. Rigaux, p. 9, p. 104, Pl. 1, fig. 1.

v. 1908. *Chonetes douvillei* Rigaux. Rigaux, p. 31.

1969. *Chonetes douvillei* Rigaux. Wallace, p. 369.

1969. *Chonetes douvillei* Rigaux. Wallace, p. 90 et 102.

Lectotype : Valve pédonculaire presque complète, collection Rigaux, conservée au Musée Gosselet à Lille, figurée Pl. XXII, fig. 9.

Locus typicus : Le matériel type de la collection Rigaux provient de Blacourt, sans autres précisions ; cette espèce est abondante dans les couches de schistes à amandes calcaires dites "Niveau de la Cédule", dans l'angle sud-ouest de la carrière du Banc Noir.

Stratum typicum : Calcaire de la Cédule, Frasnien inférieur.

Paralectotypes : Dix coquilles dégagées, plus ou moins complètes de la Collection Rigaux, conservées au Musée Gosselet à Lille, numéros MG 1, 2 et 4 à 10.

Matériel : Une centaine de valves plus ou moins complètes recueillies dans le niveau de la Cédule, dans l'angle SW de la carrière du Banc Noir, au-dessus du Calcaire de Blacourt, inventoriées sous les n^{os} LPB 5119 à 5160.

Description.

1) *Morphologie externe.*

La coquille est de petite taille, presque deux fois plus large que longue, à profil plano-convexe à faiblement concavo-convexe. La largeur maximale se situe au niveau de la charnière, rarement en avant de celle-ci ; les oreillettes sont peu distinctes. L'interarea ventrale est concave, fortement apsacline et environ 2 fois plus haute que l'interarea dorsale qui est hypercline ; les deux interareas sont situées dans le prolongement l'une de l'autre. Le pseudodeltidium est fortement convexe et aussi large que haut ; le chilidium est bien développé. L'ornementation externe est constituée de capillae arrondies qui se multiplient par bifurcation puis par intercalation sur le pourtour de la coquille. Le nombre total de côtes est compris entre 30 et 50 sur les coquilles dont la longueur est comprise entre 3 et 5 mm. Les côtes sont séparées par des sillons intercostaux étroits. L'ornementation

rayonnante est recoupée par une ornementation concentrique constituée de fines rides à disposition régulière et dense dont le nombre varie de 12 à 15 au mm ; les rides concentriques recoupent obliquement le bord postérieur de la coquille. Les épines sont du type orthomorphe oblique près du crochet, devenant cyrtomorphe intraversé mais très faiblement recourbées vers les angles postérieurs de la valve ; 4 épines sont implantées de chaque côté du crochet, faisant un angle α de l'ordre de 70 à 80° avec le bord postérieur de la valve.

2) *Morphologie interne.*

A la valve pédonculaire, le myophragme est élevé, court et étroit, ne dépassant pas vers l'avant la moitié de la longueur de la valve. Les dents cardinales sont épaisses, peu allongées transversalement, arrondies à leur bord antérieur et situées dans un plan parallèle à la charnière. Le champ musculaire est relativement étroit ; limité, vers l'arrière, par les crêtes postérieures de la valve, larges, arrondies et peu élevées qui divergent vers l'avant d'un angle voisin de 90°, il est mal délimité vers l'avant. Les muscles diducteurs sont triangulaires, arrondis à leur bord antérieur ; les adducteurs sont petits, allongés et ovales ; deux troncs vasculaires larges et peu profonds en sont issus vers l'avant. La cavité viscérale est bien délimitée vers l'arrière par deux forts bourrelets concaves vers l'avant. A l'exception du champ musculaire qui est grossièrement strié, et de la périphérie de la valve, la surface interne porte des endospines petites, disposées irrégulièrement et peu denses. Le pourtour de la coquille, le long des commissures latérales et antérieure est orné de fines rides sinueuses obliques par rapport aux commissures latérales sur les flancs de la valve, et parallèles à la commissure antérieure rappelant l'ornementation concentrique externe.

A la valve brachiale, le septum médian est à peine individualisé. Les anderidia sont très petits, ils divergent vers l'avant d'un angle voisin de 45° ; les cristae internes sont basses ; elles s'élargissent et s'abaissent latéralement en même temps qu'elles s'infléchissent vers l'avant de la coquille. Un alvéole, toujours présent et large, sépare le processus cardinal supporté par les cristae internes, des anderidia. Le myophore, en position postérieure, est quadrilobé. Toute la surface interne de la valve est

marquée par l'ornementation externe ; les endospines, nombreuses, sont disposées en files rayonnantes correspondant aux sillons intercostaux.

Discussion.

Lors de la description de l'espèce *douvillei*, Rigaux donne les dimensions d'un spécimen : Longueur, 5 mm ; largeur, 7 mm ; hauteur, 5 mm. Le matériel de la collection Rigaux, ainsi que celui que j'ai récolté présente des dimensions semblables à celles données par l'auteur, excepté pour la hauteur qui est au plus égale à 1,5 mm. *Cedula douvillei* ne peut être actuellement comparée à aucune autre espèce connue faute d'observations suffisamment complètes et détaillées.

Des espèces de la plate-forme russe, c'est avec *Chonetes corbiculus* Ljaschenko, 1969 que l'espèce *douvillei* présente le plus d'affinités : les deux espèces montrent une ornementation très semblable et paraissent très proches. L'une et l'autre ont un profil faiblement concavo-convexe et des épines cyrtomorphes faiblement intraversées qui font avec le bord postérieur de la valve pédonculaire un angle voisin de 40 à 45° (70 à 80° chez *C. douvillei*).

Parmi les espèces décrites, *Plicochonetes macropatus* Veevers, 1959 possède une ornementation concentrique semblable à celle de *Cedula douvillei*, mais cette espèce en diffère par un profil fortement concavo-convexe ; les structures internes en sont mal connues mais les dents cardinales ont une morphologie différente de celle de *Cedula*.

Répartition géographique et stratigraphique.

Cedula douvillei est un Chonetacé du Frasnien inférieur, zone à *Ancyrodella rotundiloba*, du Boulonnais ; il est limité au niveau de la

Cédule et aux Schistes de Cambresèque de Rigaux.

CHONETIDAE INDETERMINE

(Pl. XXII, fig. 15-16)

La partie supérieure du Calcaire de Blacourt a livré, dans la tranchée de la nouvelle voie ferrée de Caffiers (niveau H, Brice et al., 1976) deux spécimens d'un Chonetacé de taille moyenne dont seule la morphologie externe est connue.

La coquille concavo-convexe est approximativement deux fois plus large que longue ; le crochet est peu proéminent ; l'ornementation est constituée de fines capillae arrondies au nombre de 17 dans un intervalle de 5 mm à 5 mm en avant du crochet. Les capillae se multiplient par intercalation à la valve pédonculaire et par bifurcation à la valve brachiale, les premières côtes secondaires naissant très près du bord postérieur de la coquille. Les capillae sont séparées par des sillons intercostaux environ deux fois plus étroits qu'elles. La surface des valves est ornée de très fines lignes de croissance concentriques à relief faible et plus ou moins régulièrement espacées.

Cette espèce paraît rare ou très localisée et il n'a pas été possible de recueillir d'autres spécimens.

REMERCIEMENTS

Le Dr P. Wallace (Royal School of Mines, London), Madame P. Corsin (Université de Lille), Madame D. Gaspard (Faculté des Sciences d'Orsay), le Dr D.B. Macurda (Université du Michigan, U.S.A.) et D. Pajaud (Université Pierre et Marie Curie, Paris VI) ont bien voulu me prêter le matériel nécessaire à cette étude ; ils voudront bien trouver ici l'expression de ma sincère reconnaissance. Mademoiselle D. Brice (Université catholique de Lille) m'a confié les échantillons du Boulonnais recueillis par son équipe et a accepté de relire et de critiquer le manuscrit ; je l'en remercie très vivement.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AFANASJEVA G.A. (1978). — Novye Khonetatsei ij Devona Nakhitchevaiskoy ASSR. *Paleont. Z.*, n° 3, p. 64-71, Pl. VIII, Moscou.
- 2) BOUCOT A.J. et HARPER C.W. (1968). — Silurian to Lower Middle Devonian Chonetacea. *Journ. Paleont.*, vol. 42, n° 1, p. 143-176. Tulsa.
- 3) BRICE D., BULTYNCK P., COLBEAUX J.P., LETHIERS F., MISTIAEN B., ROHART J.C. et BIGEY F. (1976). — Une nouvelle coupe dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVI p. 135-155.
- 4) ISAACSON P.E. (1977). — Devonian stratigraphy and Brachiopod Paleontology of Bolivia. *Palaeontographica*, A, 155, p. 133-192, 6 pl., Stuttgart.
- 5) KONINCK L. de (1847). — Monographie des genres *Productus* et *Chonetes*. 246 p., 20 pl., H. Dessain, Liège.
- 6) LJASCHENKO A.I. (1969). — Novye Devonskie Brakhiopody Volgo-Oural'skoï neftegazonosnoï provintsii i Ourala. In Fauna i Stratigrafia Paleozoia Rousskoï Platformi. *Ministerstvo Geol.*, t. 93, p. 32-58, Pl. 6-11, Moscou.

- 7) LIASCHENKO A.I. (1973). — Brakhiopody i stratigraphy Nijnefranskikh otlojenii iujnogho Timana i Volgo-oural'skoï neftegazonosnoi provintsii. *Ministerstvo Geol.*, t. 134, p. 1-276, 58 pl., Moscou.
- 8) MAILLIEUX E. (1936). — La faune des Schistes de Matagne (Frasnien supérieur). *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat.*, n° 77, p. 1-74, 1 pl., Bruxelles.
- 9) MIKRJUKOV M.F. (1968). — Nouveau genre et nouvelle espèce de Chonetidé de la plate-forme russe. In Nouvelles espèces de Plantes et d'Invertébrés fossiles de l'URSS. Tome II, 2^e partie. *Ministerstvo Geol. i Okhrany Nedr.*, p. 90-92, Moscou.
- 10) MUIR-WOOD H.M. (1962). — On the morphology and classification of the Brachiopod Suborder Chonetoidea. *Mem. Brit. Mus. (Nat. Hist.)*, 132 p., 16 pl., London.
- 11) MUIR-WOOD H.M. (1965). — Chonetid'na in Williams A. et coll. Brachiopoda : Treatise on Invertebrate Paleontology. *Univ. Kansas Press et Geol. Soc. Amer.*, part. H, p. 412-438, Lawrence.
- 12) RENAUD A. (1942). — Le Dévonien du Synclinorium médian Brest-Laval. I. Stratigraphie ; II. Paléontologie. *Mém. Soc. géol. miner. Bretagne*, t. 7, 623 p., 14 pl., Rennes.
- 13) RIGAUX M. (1873). — Notes pour servir à la Géologie du Boulonnais. I. Description de quelques Brachiopodes du terrain dévonien de Ferques. *Mém. Soc. acad. Boulogne-sur-Mer*, vol. V, p. 47-60.
- 14) RIGAUX M. (1878). — The Fossil Brachiopoda of the Lower Boulonnais. *Geol. Mag.*, vol. V, p. 436-443.
- 15) RIGAUX M. (1892). — Notice géologique sur le Bas-Boulonnais. Deligny, édit., Boulogne-sur-Mer, 108 p., 2 pl., 2 tabl.
- 16) RIGAUX M. (1908). — Le Dévonien de Ferques et ses Brachiopodes. Deligny, édit., Boulogne-sur-Mer, 33 p., 2 pl., 1 tabl.
- 17) ROBERTS J. (1971). — Devonian and Carboniferous Brachiopods from the Bonaparte Gulf Basin, North-western Australia. *Bull. Bur. Min. Resour. Aust.*, n° 122, 1, p. 1-319, 2, Pl. 1-59, Melbourne.
- 18) VERNEUIL E. de (1845). — In Murchison R.E., Verneuil E. de et Keyserling A. de : Géologie de la Russie d'Europe et des Montagnes de l'Oural, 2 (3) *Paléontologie*, p. 1-395, 43 pl., London et Paris.
- 19) WALLACE P. (1969a). — Specific frequency and environmental indicators in two horizons of the Calcaire de Ferques (Upper Devonian), northern France. *Palaeontology*, vol. XII, part 3, p. 366-381, London.
- 20) WALLACE P. (1969b). — The sedimentology and palaeoecology of the Devonian of the Ferques inlier, northern France. *Q. J. Geol. Soc. London*, vol. 125, p. 83-124, London.
- 21) ZENGER D.H. (1967). — Coloration of the "Pink Chonetes" (Brachiopod) of the Onondaga Limestone, New York. *Journ. Paleont.*, vol. 41, n° 1, p. 161-166, Tulsa.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche XX

Fig. 1 à 11. — *Retichonetes armatus* (Bouchard). Calcaire de Ferques, Frasnien. Ferques, collection Bouchard, sauf fig. 2 et 9. Gr. nat.

1. — Lectotype : valve pédonculaire et paralectotype : valve brachiale n° F-3367A. Gr. = 4.
2. — Coquille complète (a : valve pédonculaire ; b : profil ; c : valve brachiale). LPB n° 4919. Gr. = 4.
3. — Paralectotypes. Trois valves pédonculaires n° F-3367B. Gr. = 4.
4. — Paralectotypes. Intérieurs de valves pédonculaires (a : coquilles conservées ; b : moulage en latex), n° F-3367C. Gr. = 4.
5. — Paralectotype. Valve pédonculaire incomplète (a : coquille ; b : moulage en latex, vue postérieure) n° F-3367D. Gr. = 4.
6. — Paralectotype. Valve brachiale n° F-3367E. Gr. = 4.
7. — Paralectotype. Valve brachiale juvénile n° F-3367F. Gr. = 4.
8. — Paralectotype. Valve brachiale n° F-3367G. Gr. = 4.

9. — Valve brachiale. LPB n°4920. Gr. = 4.

10. — Paralectotype. Valve brachiale n° F-3367H. Gr. = 4.

11. — Echantillon type de la collection Bouchard conservé dans les collections de Paléontologie de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI) n° F-3367. Gr. = 0,9.

Planche XXI

Fig. 1 à 11. — *Longispina rigauxi* n. sp. Partie inférieure du Calcaire de Ferques, Frasnien : carrière du Bois, sauf fig. 4, 6 et 9 de la carrière Bouton.

1. — Holotype. Valve pédonculaire. LPB n° 4967. Gr. = 4.
2. — Paratype. Coquille complète (a : valve pédonculaire ; b : profil ; c : valve brachiale ; d : vue postérieure). LPB n° 4968. Gr. = 4.
3. — Paratype. Valve pédonculaire. LPB n° 4969. Gr. = 4.
4. — Paratype. Valve pédonculaire. LPB n° 4970. Gr. = 4.

5. — Valve pédonculaire, moule interne (a : vue dorsale ; b : vue postéro-dorsale). LPB n° 5067. Gr. = 4.
6. — Valve pédonculaire, moule interne (a : vue dorsale, Gr. = 4 ; b : vue postéro-dorsale montrant le champ musculaire, Gr. = 8). LPB n° 5068.
7. — Paratype. Valve brachiale. LPB n° 4971. Gr. = 4.
8. — Paratype. Valve brachiale. LPB n° 4972. Gr. = 4.
9. — Valve brachiale. LPB n° 5065. Gr. = 4.
10. — Paratype. Valve brachiale. LPB n° 4973. Gr. = 4.
11. — Paratype. Valve brachiale. Noter la morphologie des septa accessoires. LPB n° 4974. Gr. = 4.

Fig. 12 à 15. — *Longispina maillieuxi* (Rigaux, 1908). "Schistes" de Beaulieu, Frasnien.

12. — Coquille complète. Gr. = 4 (a : face ventrale ; b : face dorsale). Collection Rigaux n° MG 12, localité : Couderouche.
13. — Paralectotype. Coquille complète. Original de Rigaux, 1908, Pl. II, fig. 15b, c. FSO n° D 388. Gr. = 4.
14. — Coquille complète. Gr. = 4 (a : profil ; b : face ventrale ; c : face dorsale). Localité : niveau Q (zone à *belliloci* de Rigaux) de la nouvelle tranchée du chemin de fer de Caffiers. LPB n° 5089.
15. — Lectotype. Coquille complète. Original de Rigaux, 1908, Pl. II, fig. 15 a, FSO n° D 387. Gr. = 4.

Planche XXII

Fig. 1 à 4. — *Longispina maillieuxi* (Rigaux, 1908). "Schistes" de Beaulieu, Frasnien, Nouvelle tranchée du chemin de fer de Caffiers, niveau Q.

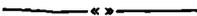
1. — Intérieur de la valve pédonculaire. LPB n° 5085. Gr. = 4.
2. — Moule interne fragmentaire de valve pédonculaire. LPB n° 5086. Gr. = 4.
3. — Valve brachiale. LPB n° 5087. Gr. = 4.
4. — ? ? ?

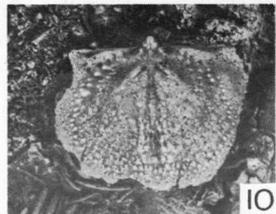
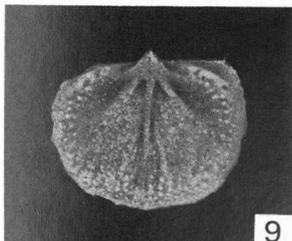
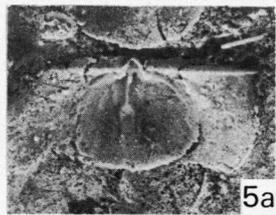
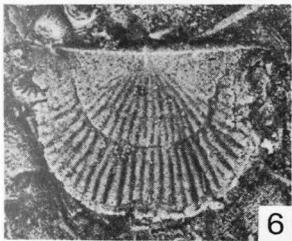
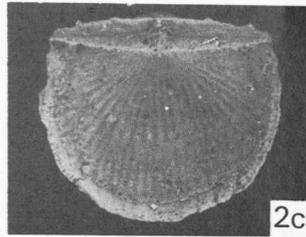
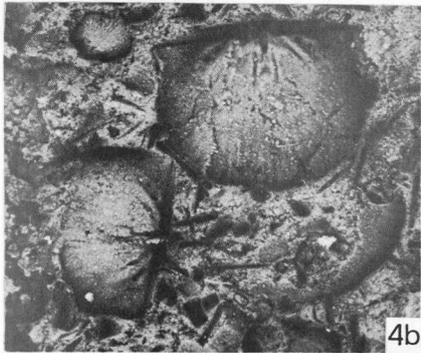
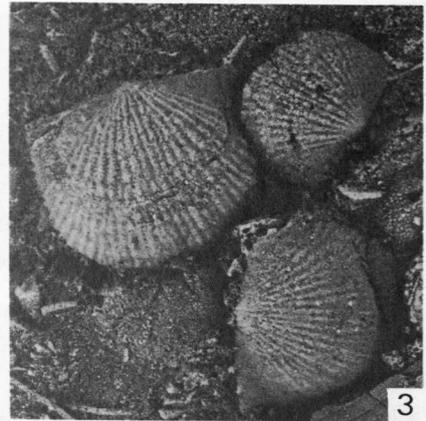
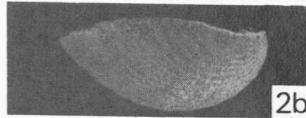
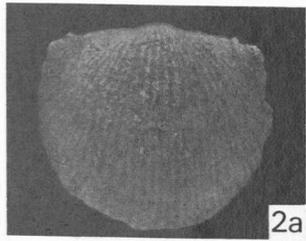
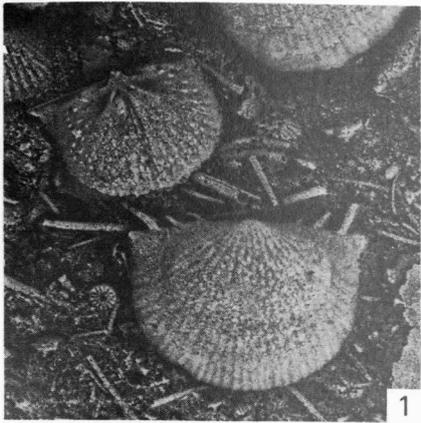
Fig. 5 à 14. — *Cedulia* n. g. *douvillei* (Rigaux, 1892). Niveau de la Cédule, angle SW de la carrière du Banc Noir, base des "Schistes" de Beaulieu, Frasnien inférieur.

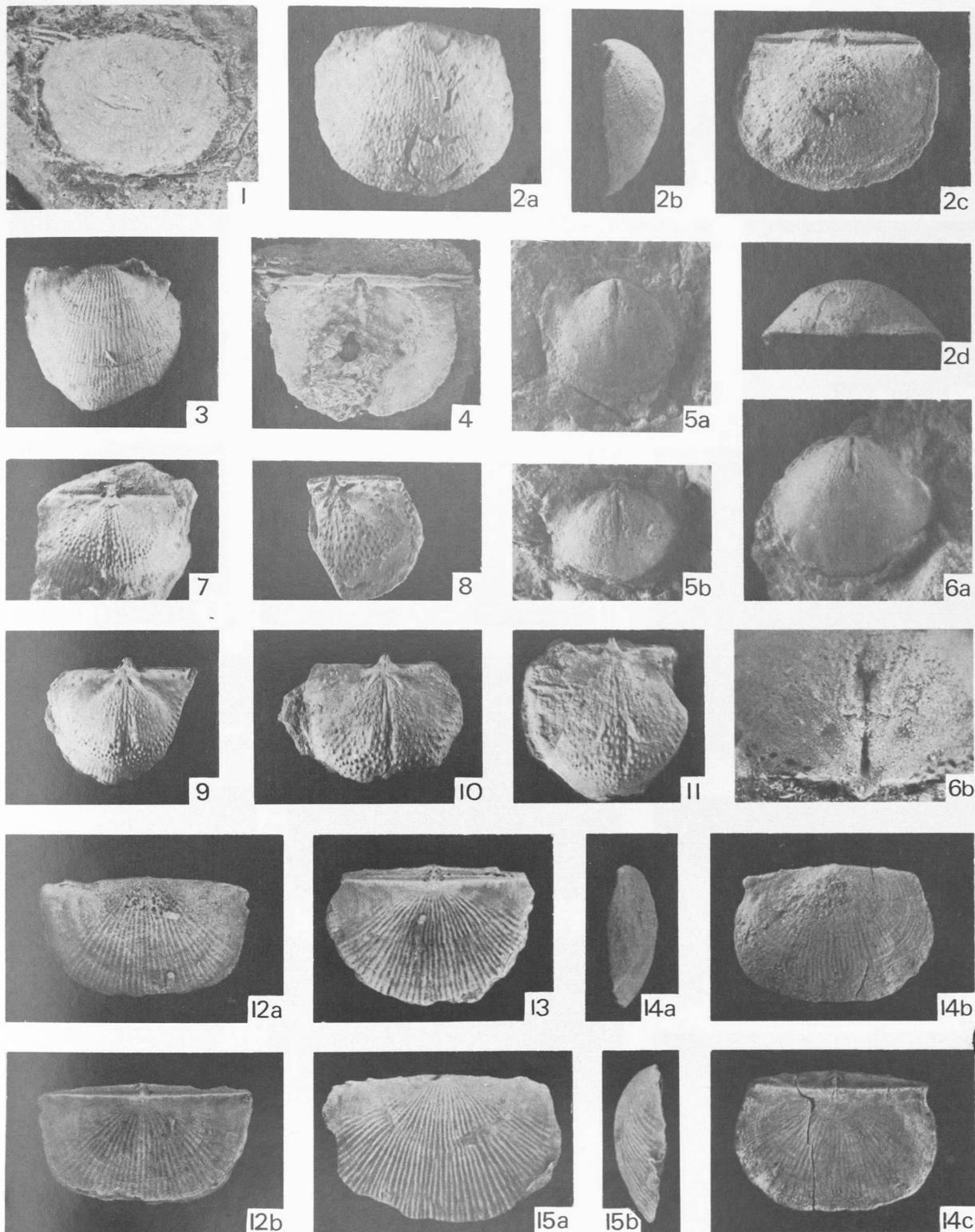
5. — Valve pédonculaire. LPB n° 5119. Gr. = 4.
6. — Moule externe de valve pédonculaire. LPB n° 5120. Gr. = 4.
7. — Valve pédonculaire. LPB n° 5121. Gr. = 4.
8. — Moule interne de valve pédonculaire. LPB n° 5122. Gr. = 4.
9. — Lectotype. Intérieur de valve pédonculaire. MG n° 3. Gr. = 4.
10. — Moule interne de valve pédonculaire (a : vue dorsale, Gr. = 4 ; b : vue postérieure, Gr. = 4 ; c : agrandissement montrant les rides à la périphérie de la valve, Gr. = 8). LPB n° 5123.
11. — Fragment de valve pédonculaire montrant 3 épines. LPB n° 5124. Gr. = 6.
12. — Détail de l'ornementation externe. LPB n° 5121. Gr. = 8.
13. — Paralectotype. Région postéro-médiane de la coquille. MG n° 5. Gr. = 8.
14. — Valve brachiale (a : empreinte en latex, Gr. = 4 ; b : moule interne, Gr. = 4 ; agrandissement du moule interne, Gr. = 8). LPB n° 5126.

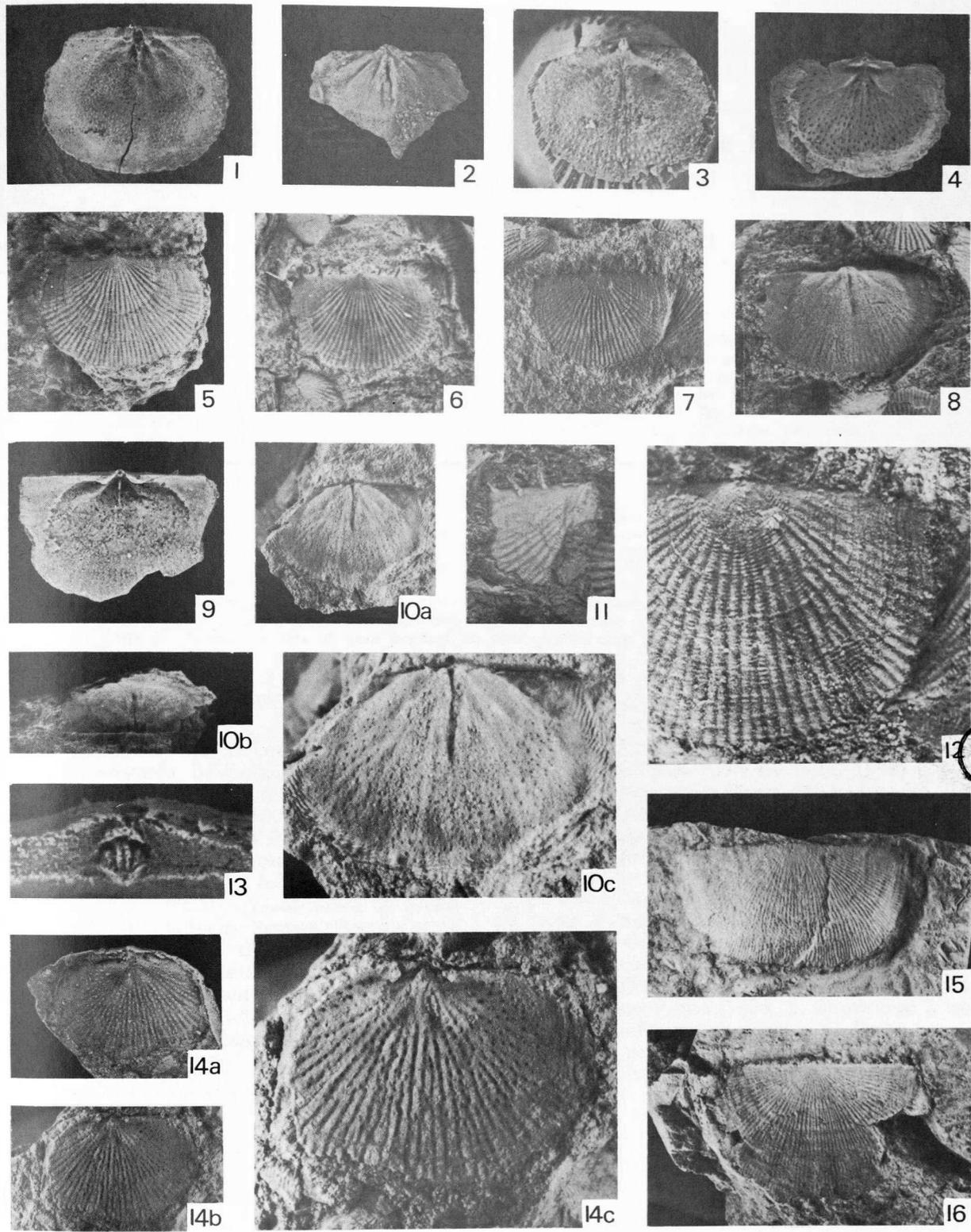
Fig. 15 et 16. — Chonetacea indéterminé. Calcaire de Blacourt, partie supérieure. Niveau H de la nouvelle tranchée du chemin de fer de Caffiers.

15. — Valve pédonculaire partiellement décortiquée. LPB n° 5161. Gr. = 2.
16. — Valve brachiale. LPB n° 5162. Gr. = 2.









Les Vertébrés de l'Assise des Schistes et Grès de Pernes (Dévonien du Nord de la France)

par Daniel COUJET (*) et Alain BLIECK (*)

(Planche XXIII)

Sommaire. — Le dégagement de nouveau matériel provenant des "Schistes et Grès de Pernes", de Pernes et de Liévin, a confirmé la présence de *Belgicaspis crouchi* et révélé celle d'une faune comprenant d'autres Hétérostracés ainsi que des Ostéostracés, des Thélodontes, des Acanthodiens et des Arthrodires Actinolépides. L'ensemble faunique permet de corréler les "Schistes et Grès de Pernes" avec la "zone Crouchi" de l'Old Red Sandstone inférieur de Grande-Bretagne, comme l'avait déjà proposé White. On peut également rapprocher cette faune de celle de l'horizon Iwanie des séries du Dniestr de Podolie. Dans le Nord, il semble bien que cette faune vivait au fond d'une baie marine, baptisée "Baie de Liévin".

Summary. — New investigations on specimens of the "Schistes et Grès de Pernes" from Pernes and Liévin, have revealed, together with the already known *Belgicaspis crouchi*, the occurrence of other Heterostracans and of Osteostracans, Thelodonts, Acanthodians and Actinolepid Arthrodires. After the faunal assemblage, a correlation of this formation with the "Crouchi zone" of the Lower Old Red Sandstone of Great Britain already proposed by White, is corroborated. A similar correlation is also suggested with the Iwanie horizon of the Podolian Old Red. It is concluded that the vertebrate fauna of the "Schistes et Grès de Pernes" seems to have lived in an open marine bay, named "Baie de Liévin".

I. — INTRODUCTION

C'est à Liévin qu'ont été découverts les premiers Vertébrés dévoniens du Nord de la France, dans la fosse 6, au Sud de la ville (fig. 1 A et C) ; Gosselet (1903) les a mentionnés comme "des carapaces de Poissons, du genre *Pteraspis* ou d'un genre voisin". Puis Leriche (1903a) précisa que ces fossiles provenaient de la profondeur 180,10 m, c'est-à-dire de l'Assise des Schistes et Grès de Pernes (Barrois et al., 1922, p. 167-168 et Pl. B) ; il les rapporta à *Pteraspis crouchi* Lankester. Quelques publications ultérieures reprirent cette détermination (Barrois et al., 1922 ; Delattre, 1969 ; Delattre et al., 1967 ; Dollé et Legrand, 1966 ; Kemna,

1904 ; Leriche, 1906, 1924, 1948), confirmée par White (1956, p. 2). La préparation de plusieurs blocs des collections du Muséum National d'Histoire Naturelle (don de Petit, 1949) provenant de ces niveaux a fourni des restes de Thélodontes, d'Acanthodiens, d'Hétérostracés et d'Ostéostracés ainsi que des fragments de cuirasses d'Arthrodires Actinolépides.

En outre : 1°) les Schistes et Grès de Pernes du puits 8 de Liévin (fig. 1 C) ont livré vers — 165 m (P. Dollé et Legrand, 1966, fig. 2) une faune d'Ostracodermes rappelant celle du puits 6. P. Dollé (1950) en a décrit quelques spécimens que White (1956, p. 2) attribua à une seule espèce, *Pteraspis crouchi*. P. Dollé nous a aimablement prêté son matériel qui fut complété par une récolte, en mars 1978, sur le terril du puits 8 où il nous guida. Nous confirmons la présence de *P. crouchi* (espèce-type du genre *Belgicaspis* Zych, 1931) auquel s'ajoute le Céphalaspide *Securiaspis*. 2°) Au puits 7 de Liévin, la base de l'assise a livré, à — 283 m, un spécimen (P. Dollé et Legrand, 1966, p. 143 et

(*) Institut de Paléontologie du Muséum et L.A. 12 du C.N.R.S., 8, rue de Buffon, F-75005 Paris.

(Cette note a fait l'objet d'une présentation orale à l'International Symposium on the Devonian System, Bristol, sept. 1978).

Note présentée le 7 Décembre 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 5 Avril 1979.

fig. 2) que nous rapportons à un Ptéraspididé.
 3°) Dans les affleurements-types des Schistes et Grès de Pernes, observés en carrière à la sortie Est du village (fig. 1 B), L. Dollé (1903) avait signalé des Ostracodermes attribués par Leriche

(1903b, 1906) à *Cephalaspis lyelli* var. *agassizi*, *Pteraspis rostrata*, *P. crouchi*, *Cyathaspis* sp. et *Pteraspis traquairi*, déterminations qui furent reprises par plusieurs auteurs (Barrois et al., 1922 ; Delattre, 1969 ; Delattre et al., 1967 ; Kemna, 1904 ;

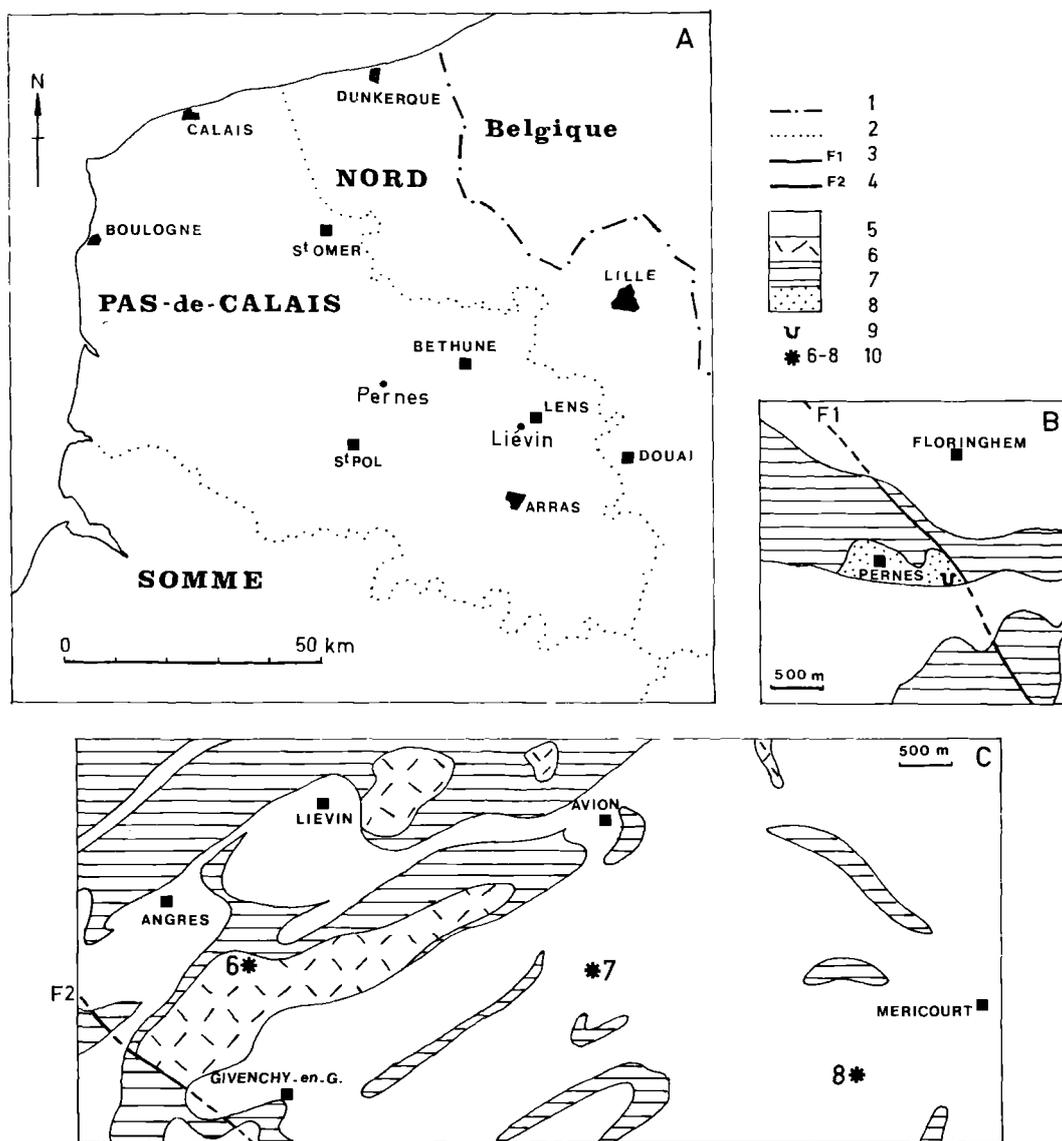


Fig. 1. — Quelques localités de l'Assise des Schistes et Grès de Pernes du Nord de la France.
 A, emplacement des localités. — B, carte géologique schématique des environs de Pernes. — C, carte géologique schématique de la région au Sud de Liévin.
 1, frontières. — 2, limites de départements. — 3, F1 = faille de Pernes. — 4, F2 = faille de Marqueffles. — 5, Quaternaire. — 6, Tertiaire (Landénien). — 7, Crétacé supérieur. — 8, Dévonien (Schistes et Grès de Pernes). — 9, carrière de Pernes. — 10, puits 6 à 8 du Groupe de Liévin.

Leriche, 1924, 1948). En septembre 1973, nous avons prospecté de nouveau la carrière Ouest de Pernes (fig. 2) et plusieurs niveaux fossilifères y furent reconnus. Le banc " d " renfermait *B. crouchi* et *Cephalaspis* sp.

Pour être complet, signalons enfin que les Vertébrés sont accompagnés d'Acritarches [au puits 6 de Liévin ; détermination Taugourdeau (Paris)] et de restes algaires (P. Dollé et Legrand, 1966, fig. 2).

Abréviations : Le matériel des collections du Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris) est noté PEA (Pernes) ou LIE (Liévin) ; les pièces de la collection Dollé, D ou M. Quant aux collections étrangères, nous utilisons les sigles suivants : BMNH (British Museum, Natural History, London), IRSN (Institut Royal des Sciences Naturelles, Bruxelles), LAG (Laboratorium Algemene Geologie, Leuven), LPA (Laboratoire de Paléontologie Animale, Liège).

II. — ETUDE SYSTEMATIQUE

HETEROSTRACI (A. B.)

Ordre PTERASPIDIFORMES

Famille PTERASPIDIDAE

Genre *BELGICASPIS* Zych, 1931

BELGICASPIS CROUCHI (Lankester, 1868)

(Pl. XXIII, fig. 1-7)

Matériel et localités :

Pernes (carrière Ouest, niveau d) : PEA 002, moule externe de la lamelle ventrale d'une plaque rostrale.

Liévin, puits 6 (entre 135 et 270,70 m) : régions rostrale et orale vues par la face ventrale LIE 009 ; plaques rostrales LIE 001, 004, 005, 006 et 006a, 011, 018, 023, 024, 026, 029, 030, 037 ; plaque pré-orale LIE 031 ; plaque pinéale LIE 042 ; plaques orbitaires LIE 008, 010, 014, 033 ; fragment de disque dorsal LIE 015 ; épines dorsales LIE 012, 017, 028 ; écailles faitières LIE 035 ; écailles des flancs LIE 036.

Liévin, puits 8 (entre 142 et 431 m) : disque dorsal LIE 101 et 101a.

Diagnose (Leriche, 1906, emend.) ; « Plaque rostrale triangulaire effilée, plus longue que large (LoR = 13 à 56 mm ; laR = 6,5 à 19 mm ; laR/LoR = 0,22 à 0,75), à bords latéraux droits ou concaves ; ornementation des lamelles dorsale et ventrale caractéristique et formée de rides de dentine disposées en chevrons, ouverts vers l'avant sur la lamelle dorsale, vers l'arrière

sur la lamelle ventrale ; environ 6 rides de dentine par mm ; extrémité antérieure souvent retroussée ».

Description et discussion.

Belgicaspis crouchi est l'élément dominant de la faune étudiée : près de 50 % des pièces dégagées lui appartiennent. C'est le puits 6 de Liévin qui a livré le plus de matériel avec 25 spécimens parmi lesquels de nombreuses plaques rostrales, caractéristiques de l'espèce.

Le détail de la morphologie de la carapace de *B. crouchi* nous est bien connu depuis les travaux de Leriche (1906) et White (1935, 1956, 1961, 1973). Le nouveau matériel offre un échantillon assez complet des différentes plaques ; seules les plaques branchiales, cornuales, orales et postorales n'ont pas été retrouvées. La plaque orbitaire a un processus postérieur assez long, pointu, dont les deux bords sont convexes vers l'extérieur (Pl. XXIII, fig. 1) ; le processus médian de l'exemplaire LIE 010 (Pl. XXIII, fig. 1) est pointu comme sur certains spécimens anglais (White, 1935, fig. 69 et 93). Par contre, White (1973, fig. 14, 24 et 34) a décrit des individus où ce processus médian est plus long, quadrangulaire et entre en contact avec la plaque pinéale. Dans ce cas, cette dernière a une forme en V, avec deux processus médians longs comme sur le spécimen LIE 042 (Pl. XXIII, fig. 3). L'épine dorsale est courte : sa longueur avoisine 28 mm ; elle fait un angle d'environ 30° avec le disque dorsal. Quelques écailles appartenant probablement à *B. crouchi* ont pu être dégagées dont une écaille faitière losangique (LIE 035 ; Pl. XXIII, fig. 4).

Quant aux plaques rostrales, nombreuses et souvent bien conservées, elles peuvent se répartir en deux lots : l'un constitué de plaques plutôt longues, étroites et pointues (Pl. XXIII, fig. 2, 6 et 7), l'autre de plaques courtes et larges (Pl. XXIII, fig. 5). White (1973, p. 19-20), constatant la présence de ces deux types de rostres en proportion comparable dans tous les lots décrits, estime qu'ils traduisent un dimorphisme sexuel. Le spécimen LIE 009 de Liévin (fig. 3 B et Pl. XXIII, fig. 6) montre toute la région pré-buccale en vue ventrale : la plaque pré-orale est nettement individualisée et séparée de la plaque rostrale par une suture comme sur un spécimen anglais décrit par White (1973, fig. 25) ; LIE 031 (fig. 3 C), comme les plaques

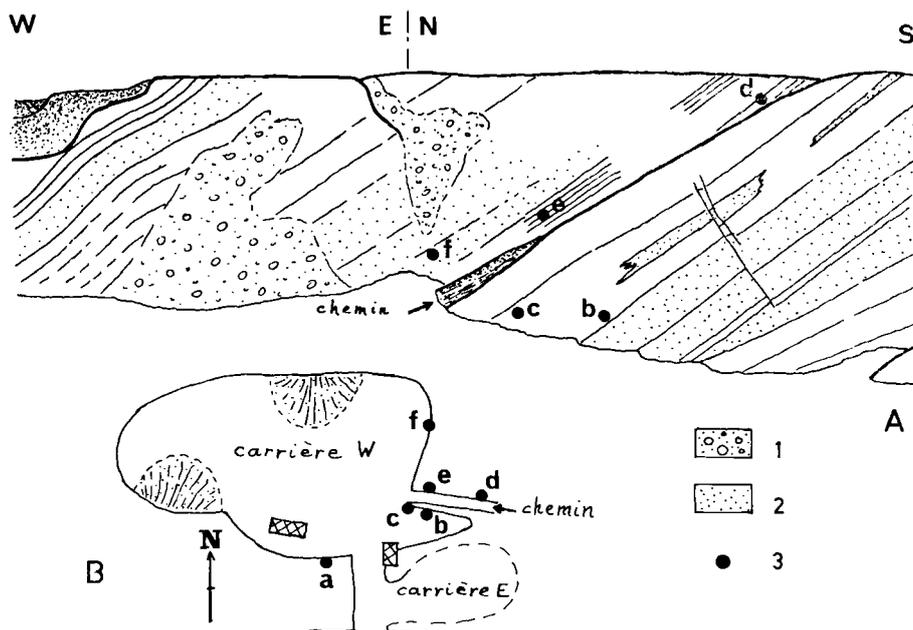


Fig. 2. — Coupe (A) et plan (B) schématiques de la carrière Ouest de Pernes, levés le 30 septembre 1973. 1, éboulis. — 2, niveaux rouges. — 3, niveaux à Vertébrés (hauteur approximative de la carrière: 20 m).

préorales précédentes, porte clairement un champ préoral orné de petits tubercules alignés transversalement. Ce caractère (présence simultanée d'une plaque rostrale et d'une plaque préorale à champ préoral) sépare nettement *B. crouchi* des autres Pteraspidae et justifie amplement son appartenance à un genre distinct (Novitskaya, 1975, p. 84) alors que White (1973) le maintient comme sous-genre de *Pteraspis*.

Répartition.

B. crouchi, qui caractérise une biozone du Dittonien de Grande-Bretagne (White, 1935-1973; Ball et Dineley, 1961), est connu également dans tout le Massif Ardenno-Schisteux Rhénan (Dollé, 1950; Leriche, 1903 a et b, 1924; Schmidt, 1956, 1959; White, 1956) et en U.R.S.S. (Obruchev, 1964; Karatajute-Talimaa, 1964).

En Belgique, cette espèce n'est représentée que dans deux gisements Gédinnien supérieur (Assise des Schistes et Psammites de Fooz): Vitrival et Ombret-Neuville (Leriche, 1924; White, 1956).

Les collections de Bruxelles renferment un bon échantillon du *B. crouchi* de Vitrival (Leriche, 1924, Pl. III, fig. 1-7 et 10-12) dont le rostre offre les caractères de ceux du lot "court et large" évoqué ci-dessus. La fig. 12 de Leriche (1924, Pl. III) est une plaque pinéale semilunaire de *B. crouchi* et non une écaille. Tous ces exemplaires avaient été étudiés par White qui a confirmé leur appartenance à *B. crouchi* sauf pour les spécimens IRSN EFP 1332 et 1333 (Leriche, 1924, Pl. III, fig. 8 et 9; voir plus loin). Le gisement d'Ombret-Neuville (Forir, 1895; Leriche, 1906; White, 1956) a livré quelques pièces (collections LPA) qui sont, à notre avis, attribuables avec doute à *B. crouchi*; leur âge est également douteux: "pas plus ancien que le Gédinnien moyen" d'après White (MS), mais elles sont considérées comme Gédinnien supérieur depuis Asselberghs (1946, p. 94).

B. crouchi est représenté également dans le Siegéen inférieur de Nonceveux (région de Remouchamps, Province de Liège, Belgique) par deux disques dorsaux (collections LPA). Ce gisement correspond peut-être à celui que signale Raynaud (1942) et qui a livré *Althaspis leachi* et *Protaspis* sp. (White, 1956, p. 4).

En Allemagne de l'Ouest, *B. crouchi* a été décrit entre autres à Zweifall (Schmidt, 1956, 1959) dans des couches Gédinnien supérieur (Schistes d'Oignies). L'Université de Leuven

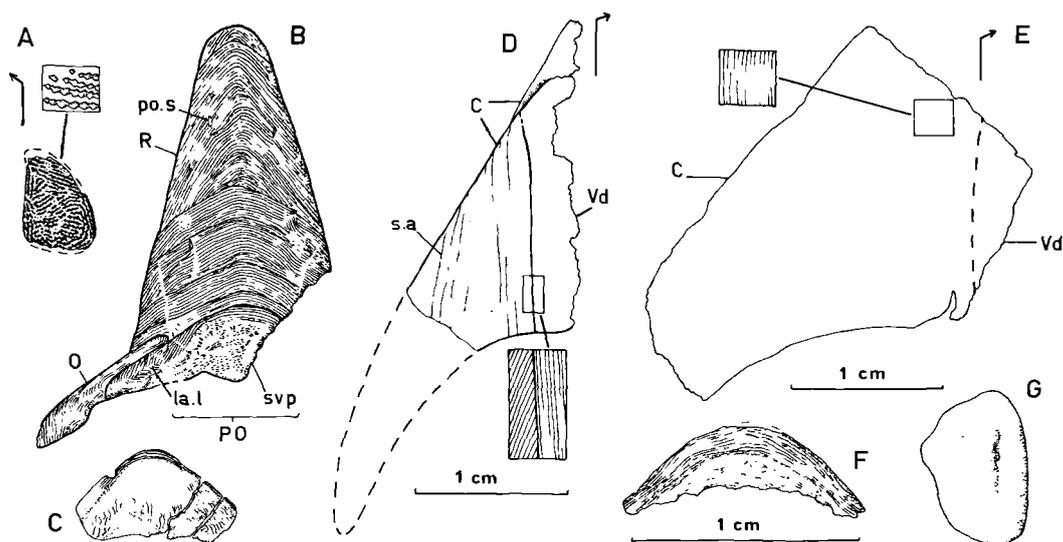


Fig. 3. — Hétérostracés des Schistes et Grès de Pernes, du puits 6 de Liévin.

A, Pteraspidae gen. et sp. indet., forme D (LIE 039), plaque oralolatérale droite. Gr. = 4. Détail des rides de dentine. Gr. = 12 (même spécimen que Pl. XXIII, fig. 8). — B-C, *Belgicaspis crouchi* (Lankester). B : spécimen LIE 009, face ventrale de la région rostrale avec le tracé des rides de dentine, Gr. = 2 (même spécimen que Pl. XXIII, fig. 2) ; C : spécimen LIE 031, plaque préorale, vue ventrale, Gr. = 2. — D-F, Pteraspidae gen. et sp. indet. D : forme A, plaque cornuale droite, vue ventrale (partie antérieure d'après LIE 003 ; partie postérieure d'après LIE 034) ; Gr. = 2. Détail des rides de dentine. Gr. = 6 ; E : forme B, spécimen LIE 025, fragment de plaque cornuale, Gr. = 2. Détail, Gr. = 6 ; F : forme C, spécimen LIE 038, partie antérieure de la plaque rostrale, vue ventrale, Gr. = 3. — G, *Lepidaspis* sp. indet. (LIE 013a), tessère. Gr. = 4. C : plaque cornuale. - la.l : lamelle latérale de PO. - O : plaque orbitaire droite. - PO : plaque préorale. - po.s : pore externe de la partie antérieure du canal sensoriel infraorbitaire. - R : plaque rostrale. - s.a : stries de croissance. - svp : surface ventrale préorale de PO. - Vd : disque ventral.

possède du matériel inédit de cette localité, en particulier un rostre (LAG n° 1) de grandes dimensions (laR = 13 mm ; LoR = 40 mm). Une visite à ce gisement, en juin 1978, avec Fiermans, a permis de récolter d'autres fragments.

En U.R.S.S., l'espèce est rare. Dans les séries du Dniestr de Podolie, seules deux plaques rostrales de *B. crouchi* ont été signalées et l'une figurée (Obruchev, 1964, Pl. II, fig. 3). Un sondage en Lituanie a en outre livré dans des couches Dévonien inférieur quelques pièces pouvant être attribuées à *B. crouchi* (Karatajute-Talimaa, 1964, Pl. I, fig. 1-3 ; 1968, p. 150 ; Karatajute-Talimaa et Narbutas, 1973, p. 132) L'un de nous (D. G.), au vu du matériel, confirme cette détermination.

PTERASPIDIDAE gen. et sp. indet., forme A

Matériel et localité :

Liévin, puits 6 (entre 135 et 270,70 m) ; plaques cornuales LIE 003, 034 et 034a ; fragment de plaque LIE 032 et 032a.

Description et discussion.

Sous cette appellation, nous réunissons trois fragments (fig. 3 D) de grandes plaques cornuales (LoC = 35 mm env.) à rides de dentine très étroites (env. 14 par mm). Par leur ornementation, elles évoquent *Althaspis vimienensis* des "Schistes et Grès de Vimy" (sommet du Gedinnien supérieur ; White, 1960 ; Blicek, 1977). Un spécimen en tous points identique à notre forme a été trouvé à Vitriaval (IRSN EFP 1333 : Leriche, 1924, Pl. III, fig. 9 et 9a). On y compte 14 rides de dentine par mm, aiguës et crénelées latéralement.

L'autre spécimen de Vitriaval évoqué plus haut (p. 266), IRSN, EFP 1332 (Leriche, 1924, Pl. III, fig. 8), est aussi une grande plaque cornuale mais elle ne porte que 7 à 10 rides par mm. Elle semble appartenir à une autre forme de Pteraspidae, plus proche d'*A. vimienensis* que ne l'est le spécimen EFP 1333.

PTERASPIDIDAE gen. et sp. indet., forme B

Le puits 6 de Liévin (entre 135 et 270,70 m) a fourni un fragment (fig. 3 E) de plaque cornuale

(LIE 025) encore plus grande que les précédentes (LoC de l'ordre de 50 mm !); ce spécimen évoque les grands Pteraspidae de Podolie (Zych, 1927, 1931; Novitskaya, 1975).

PTERASPIDIDAE gen. et sp. indet., forme C

Du puits 6 de Liévin (entre 135 et 270,70 m), nous avons récolté deux fragments de plaques rostrales (LIE 038 et 040, fig. 3F et 4A), petites et arrondies à l'avant, avec un champ préoral orné de petits tubercules. Ces rostres évoquent celui de *Pteraspis dairydinglensis* de la "zone Crouchi" de Grande-Bretagne (White, 1961, Pl. 34, fig. 2).

PTERASPIDIDAE gen. et sp. indet., forme D
(Pl. XXIII, fig. 8)

Cette forme est représentée par une petite plaque oralolatérale (fig. 3A) droite (LIE 039) du puits 6 de Liévin (entre 135 et 270,70 m). Sa longueur est de l'ordre de 3,5 mm. Elle est ornée de rides fortement crénelées et tuberculées (environ 5 par mm).

PTERASPIDIDAE gen. et sp. indet., forme E

Le puits 7 de Liévin, à — 283 m, a livré un fragment de disque dorsal (D 22) cité par Dollé et Legrand (1966). Ce fragment porte 8 rides de dentine par mm. Ces rides ont une crête

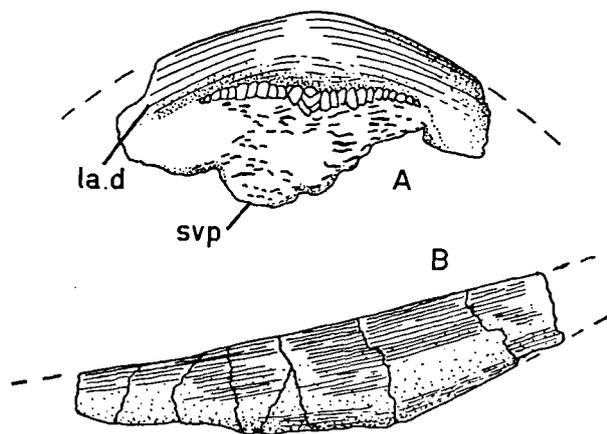


Fig. 4. — Hétérostracés des Schistes et Grès de Pernes, du puits 6 de Liévin.

A, Pteraspidae gen. et sp. indet., forme C (LIE 040), partie antérieure de la plaque rostrale, vue ventrale, Gr. = 8. la.d : bord ventral de la lamelle dorsale. - svp : surface ventrale préorale. — B, *Belgicaspis crouchi* (Lankester) (LIE 012), épine dorsale, vue latérale gauche; Gr. = 4.

rectiligne et des bords crénelés; elles évoquent l'ornementation des représentants du genre *Protopteraspis* (Blicek, sous presse) présent dans les "Schistes et Psammites de Liévin" [Liévin, puits 6, *P. gosseleti* (Leriche, 1906)] qui précèdent stratigraphiquement les Grès de Pernes.

HETEROSTRACI incerti ordinis

Du puits 6 de Liévin provient la partie postérieure d'un disque dorsal (LIE 022) qui évoque un Traquairaspidoforme. Ce fragment porte la trace de la base d'une grande quille dorsale comme celle de *Traquairaspis symondsi* (Dineley, 1964, fig. 5).

HETEROSTRACI incert. ordin. et incert. fam.

Genre *LEPIDASPIS* Dineley et Loeffler, 1976

LEPIDASPIS sp. indet.

Matériel et localité :

Liévin, puits 6 (entre 135 et 270,70 m); tessère LIE 013a et tubercule LIE 013b.

Description et discussion.

Nous rapportons au genre *Lepidaspis* une tessère ovale, à base concave, longue de 5 mm; elle porte un tubercule allongé "en feuille de chêne", à bords latéraux fortement indentés (fig. 3G). Cet élément dermique évoque curieusement ceux de *Lepidaspis serrata* Dineley et Loeffler (1976, Pl. 32, fig. 3-8) du Dévonien inférieur du District de Mackenzie (Canada, Territoires du Nord-Ouest). Le tubercule isolé LIE 013b doit aussi, à notre avis, être rapporté à *Lepidaspis*; cependant, étant donné son mode de conservation, une incertitude demeure, d'autant que ce type de tubercule peut se rencontrer chez d'autres formes, en particulier *Weigeltaspis* ou certains Traquairaspidoformes (Tarlo, 1965; Dineley et Loeffler, 1976).

THELODONTI (D. G.)

Ordre THELODONTIDA

Les Thélodontes n'avaient jusqu'ici pas été signalés en France. Parmi les blocs du puits 6, ils abondent aussi bien dans les "Schistes et Grès de Pernes" que dans l'assise sous-jacente

des " Schistes et Psammites de Liévin ». L'état de conservation des écailles révèle un remaniement assez important. En outre, l'épigénisation complète de la dentine n'a pas permis d'interpréter les lames paléohistologiques. Seule la morphologie a été prise en compte pour les attributions proposées. En tout, le matériel dégagé se monte à une cinquantaine d'écailles, ce qui constitue un bon échantillon. Les pièces décrites ci-dessous proviennent du puits 6 de Liévin, entre 135 et 270,70 m (Grès de Pernes).

Famille TURINIIDAE

Genre *TURINIA* Traquair, 1896

TURINIA PAGEI (Powrie, 1870)

Deux écailles de cette espèce ont été figurées. La première (LIE 064, fig. 5 L) est une

écaille de transition. Malgré ses dimensions plus petites que la normale, elle montre le faciès caractéristique de l'espèce : une couronne haute, bombée, largement cannelée latéralement, ce qui donne à l'écaille en vue coronale un contour " en feuille de chêne ". La base, peu élevée, présente une ouverture pulpaire centrale large, ce qui laisse supposer qu'elle était à un stade ontogénique jeune (cf. Talimaa, 1976).

LIE 065 (fig. 5 M) est une écaille des flancs. Sa couronne lancéolée et les expansions latéro-distales peu importantes se retrouvent sur les écailles de *T. pagei* d'autres localités (cf. " *Thelodus scoticus* ", Karatajute-Talimaa, 1964, fig. 6 et 10 ; *T. pagei*, Turner, 1973, Pl. 2, fig. d).

T. pagei est à ce jour le Thélodonte le plus cosmopolite qui ait été décrit. Il est également l'un des plus abondants ; sa répartition semble limitée au Dévonien inférieur puisque les plus anciens ont été récoltés dans des niveaux con-

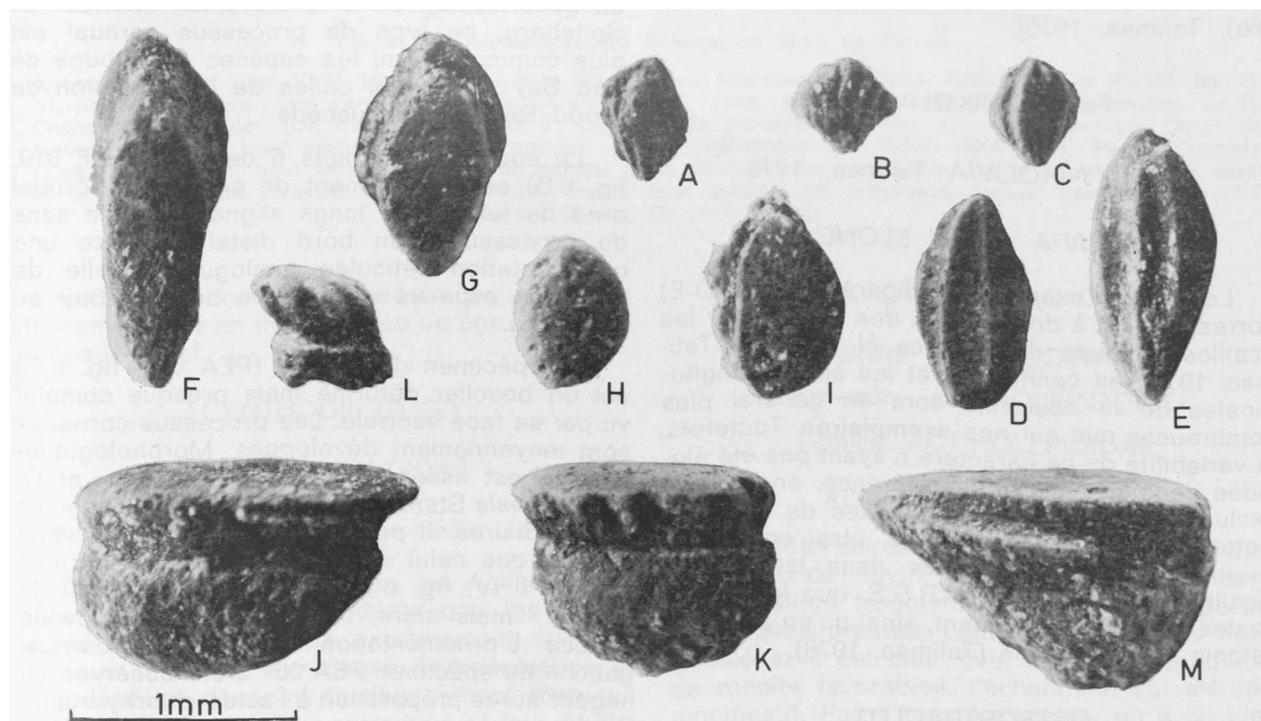


Fig. 5. — Acanthodiens et Thélodontes des Schistes et Grès de Pernes, du puits 6 de Liévin.

A-C, Climatidiidae gen. indet., écailles en vue coronale (LIE 050, 051, 052). — D-E, *Nikolivia* cf. *N. elongata*, écailles des flancs, vue coronale (LIE 054 et 055). — F-K, *Turinia polita* Talimaa. F, écaille des flancs, vue coronale (LIE 056) ; G, écaille des flancs, vue coronale (LIE 057) ; H, écaille, vue coronale (LIE 058) ; I, écaille, vue coronale (LIE 059) ; J, écaille des flancs, vue latérale (LIE 060) ; K, écaille de transition, vue latérale (LIE 061). — L-M, *Turinia pagei* (Powrie). L, écaille de transition, vue latérale (LIE 064) ; M, écaille des flancs, vue latérale (LIE 065). — N.B. Les écailles en vue coronale sont orientées l'avant vers le haut et la pointe postérieure vers le bas. Gr. = 30. (Cl. Kandaroun).

tenant *Monograptus uniformis* (Podolie, horizon de Borschov ; Talimaa, 1976) et les plus récents dans le sommet du Dittonien (Angleterre, " zone Leachi " ; Turner, 1973). En outre, on le connaît en Ecosse (Powrie, 1870), au Spitsberg (Goujet et Blicck, 1977), en Espagne (Goujet, 1978), en Australie (Jones in Turner, 1973) et dans les blocs erratiques du calcaire à *Beyrichia* d'Allemagne (Gross, 1967).

TURINIA POLITA Talimaa, 1976

Cette espèce est plus abondante que la précédente. Elle s'en distingue par la forme de la couronne qui est très basse, à surface plane ; les cannelures latérales sont confinées au collet et n'affectent pas le contour coronal. Celui-ci demeure amygdaloïde même sur les écailles de transition (fig. 5 K). Cette espèce n'a jusqu'ici été signalée que dans le Dévonien inférieur d'U.R.S.S. [Lituanie et Ukraine (Podolie, Volynie), Talimaa, 1976].

Famille NIKOLIVIIDAE

Genre NIKOLIVIA Talimaa, 1976

NIKOLIVIA cf. N. ELONGATA

Les deux exemplaires figurés (fig. 5 D-E) correspondent à des écailles des flancs. Sur les écailles typiques de l'espèce *N. elongata* Talimaa, 1976, les cannelures et les crêtes longitudinales de la couronne sont en général plus nombreuses que sur nos exemplaires. Toutefois, la variabilité de ce caractère n'ayant pas été élucidée dans le matériel de référence, on ne peut exclure nos spécimens des limites de l'espèce. Cette attribution demande à être confirmée. *N. elongata* a été signalée dans les mêmes localités de l'Ouest de l'U.R.S.S. que les Thélodontes cités précédemment, ainsi qu'en Lettonie, Estonie et Biélorussie (Talimaa, 1976).

OSTEOSTRACI (*)

Quelques restes fragmentaires de boucliers céphaliques (fig. 6 A-C) d'Ostéostracés ont été

(*) Les Ostéostracés ont été préparés, déterminés et figurés par P. Janvier (C.N.R.S., Paris).

extraits des Grès de Pernes à Liévin (puits 8 à — 165 m ; puits 6 entre 135 et 270,70 m) et à Pernes (carrière Ouest, niveau d) (fig. 1 et 2).

Le spécimen du puits 8 de Liévin (D 5, fig. 6 A1) est un grand processus cornual (rapporté à un rostre d'Hétérostracé par Dollé, 1950, fig. 7 et Pl. VII, fig. 7) avec quelques fragments du bord du bouclier. Il est courbe et montre des canaux radiaires. L'ornementation superficielle est usée sauf près du bord médial de son extrémité postérieure. Sa courbure est beaucoup plus prononcée que chez n'importe quel représentant du genre *Cephalaspis* (*C. lyelli* Agassiz, 1835 et quelques espèces affines tels *C. pagei*, *C. powriei*, *C. fletti*) sauf peut-être *C. whitei* (cf. Stensiö, 1932). A cet égard, le spécimen de Liévin ressemble plutôt aux processus cornuaux élancés de *Securiaspis* ou à ceux de *Cephalaspis excellens* Wängsjö (qui n'est sûrement pas un *Cephalaspis*, mais plutôt un *Securiaspis*). Dans le Dévonien inférieur du Spitsberg, ce type de processus cornual est plus commun parmi les espèces du Groupe de Red Bay que parmi celles de la Formation de Wood Bay qui lui succède.

Le spécimen du puits 6 de Liévin (LIE 019, fig. 6 B) est un fragment de processus cornual orné de tubercules longs alignés dans le sens du processus. Son bord distal présente une ornementation réticulée analogue à celle de certaines espèces du Groupe de Red Bay au Spitsberg.

Le spécimen de Pernes (PEA 001, fig. 6 C) est un bouclier déformé mais presque complet vu par sa face ventrale. Les processus cornuaux sont moyennement développés. Morphologiquement, il est assez voisin de *C. lyelli* Ag. et *C. cradleyensis* Stensiö, 1932, avec des dimensions intermédiaires. Il pourrait appartenir à la même espèce que celui qui a été figuré par Leriche (1906, Pl. IV, fig. 6-7) et qui provient aussi de Pernes ; mais alors, il s'agirait d'une nouvelle espèce. L'ornementation du processus cornual gauche du spécimen PEA 001 a été observée en négatif après préparation à l'acide chlorhydrique. Le moulage latex montre des rangées de tubercules allongés qui fusionnent vers le centre du processus. Ce type d'ornementation suggère les représentants du genre "*Cephalaspis*" de l'Old Red inférieur de Grande-Bretagne et du Groupe de Red Bay du Spitsberg (Stensiö, 1932, 1964 ; Wängsjö, 1952).

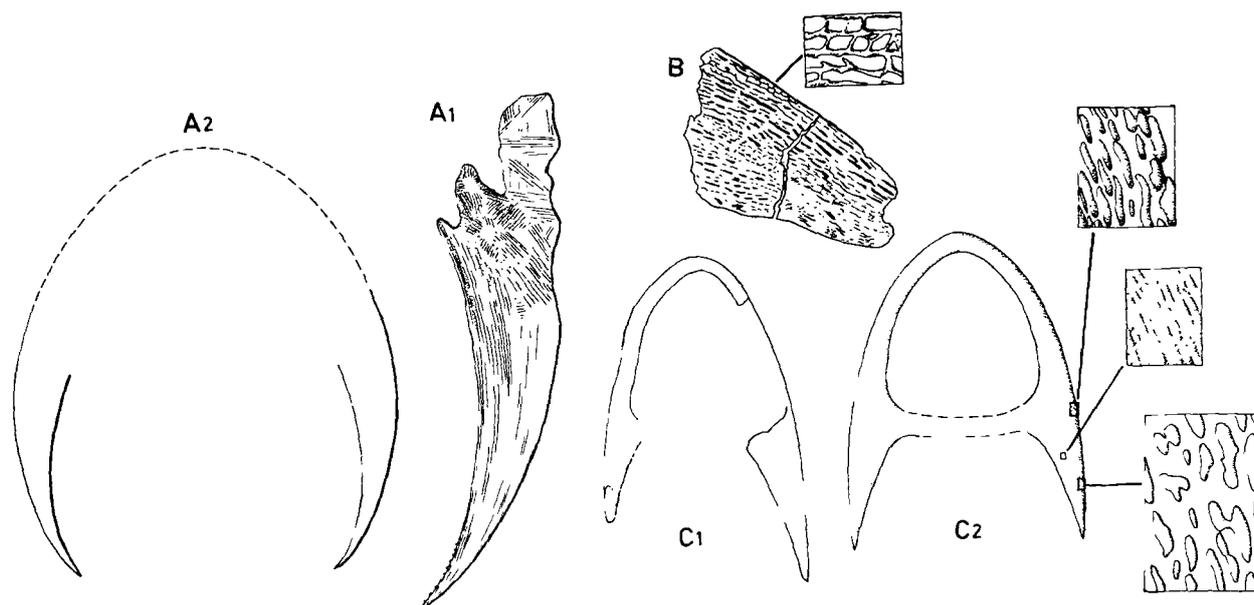


Fig. 6. — Ostéostracés des Schistes et Grès de Pernes.

A, *Securiaspis* sp. indet. (D 5), Liévin, puits 8 à —165 m (même spécimen que Dollé, 1950, fig. 7 et Pl. VII, fig. 7). A1, processus cornual, vue d'ensemble, Gr. = 1,4 environ. A2, essai de reconstitution. Gr. = 0,8 environ. — B, *Cephalaspis* sp. indet. (LIE 019), Liévin, puits 6; fragment de processus cornual, Gr. = 5,2 environ. Détail de l'ornementation du bord externe, Gr. = 13 environ. — C, *Cephalaspis* sp. indet. (PEA 001), Pernes, carrière Ouest, banc d. C1, bord ventral de la partie dorsale de la carapace, vue d'ensemble, Gr. = 0,6 environ. C2, essai de reconstitution et variation de l'ornementation de la face ventrale du processus cornual gauche, Gr. = 0,6 environ. Détails, Gr. = 6 environ.

En somme, tous les Ostéostracés des Grès de Pernes sont en accord avec un âge Dévonien inférieur basal.

ACANTHODII (D. G.)

Famille CLIMATIIDAE

CLIMATIIDAE gen. indet.

Dans les Grès de Pernes, les Acanthodiens sont presque aussi abondants que les Thélodontes. Les dimensions extrêmement réduites de leurs écailles, leur degré d'épigénéisation et l'impossibilité d'emploi du dégagement chimique ont rendu difficiles leur extraction et leur étude. Trois exemplaires sont figurés (fig. 5 A-C). D'après leur couronne losangique, à pointe postérieure aiguë, on les a rapportés à la famille des Climatiidae. Une détermination plus précise ne serait possible que par l'analyse paléohistologique.

PLACODERMI (D. G.)

Ordre ARTHRODIRA

Sous-ordre ACTINOLEPIDOIDEI

Famille ACTINOLEPIDIDAE

KUJDANOWIASPIS sp.

Les Arthrodiens n'ont été récoltés que dans le puits 6 de Liévin. Les restes correspondants sont souvent fragmentaires mais la proportion de plaques presque complètes n'est pas négligeable et il est clair que, dans des conditions de récolte favorables, l'échantillon eût été plus significatif. Parmi tous les restes, on a pu identifier des plaques suborbitaires, médianes dorsales et un fragment de toit crânien.

Les deux spécimens les plus caractéristiques sont des plaques antérolatérales (LIE 007 et 044; fig. 7 A et B). La première correspond à l'empreinte de la face viscérale de la plaque droite

où l'on distingue nettement, sur le moulage en positif, les zones de recouvrement pour les plaques dorsolatérales antérieure (sr.ADL, fig. 7) et postérieure (sr.PDL). A l'angle postéroventral, on reconnaît l'émargination pectorale (e.pec)

tandis que la marge ventrale est soulignée par un liseré étroit qui était en contact avec la plaque spinale (sr.Sp).

La plaque LIE 044 correspond à l'antérolatérale gauche d'un autre individu, comme l'at-

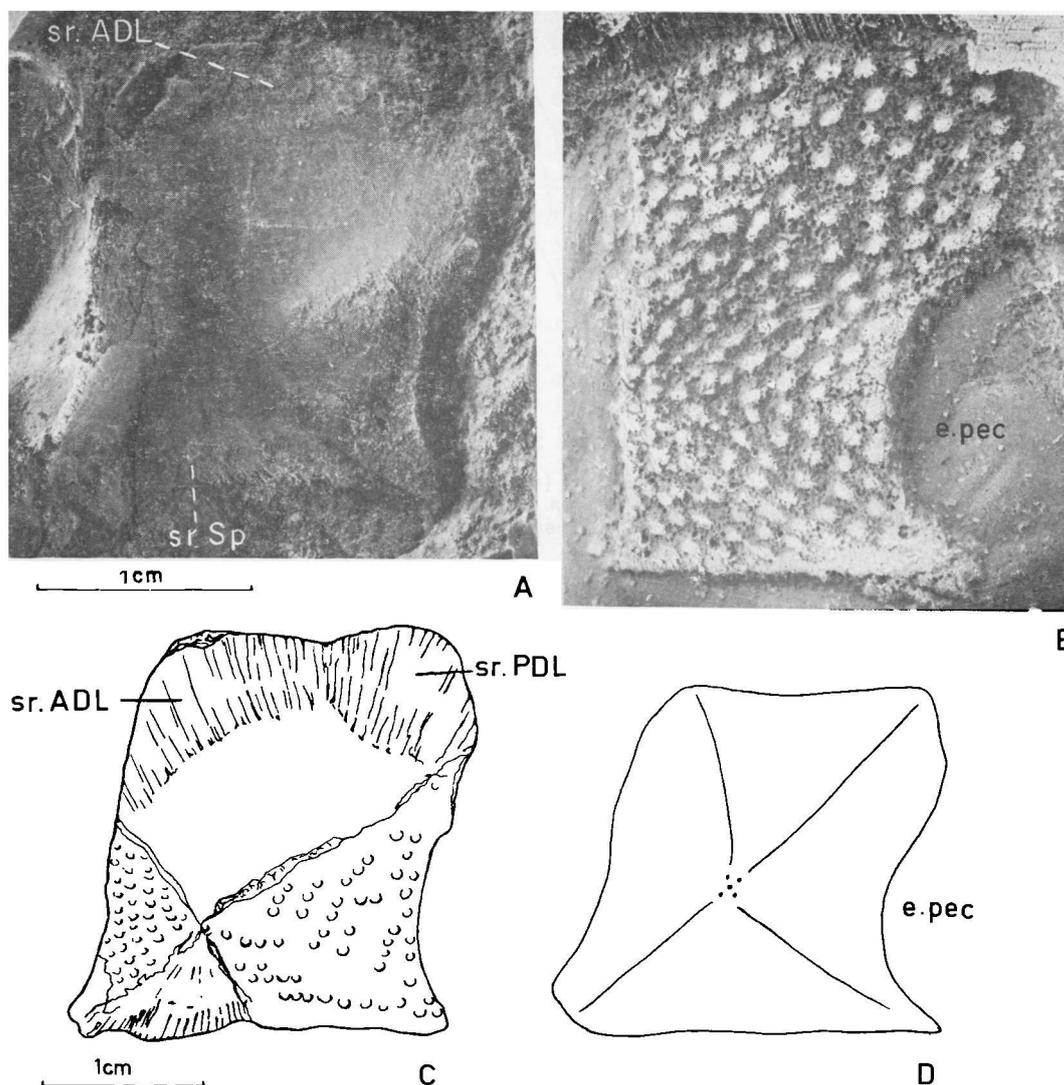


Fig. 7. — A-B, *Kujdanowiaspis* sp., Schistes et Grès de Pernes, puits 6 de Liévin, Gr. = 2,7 env. (Cl. Kandaroun). A, plaque antérolatérale droite, face interne (moulage élastomère de LIE 007). B, plaque antérolatérale gauche incomplète (moulage de LIE 044). — C, *Heightingtonaspis anglica* (Traquair), plaque antérolatérale imparfaitement conservée, montrant à la fois des parties de l'empreinte de la face interne et de la face externe (spécimen BMNH P.42148); Old Red inférieur d'Heightington (Worcestershire). D'après White (1969, fig. 34), Gr. = 2. — D, *Kujdanowiaspis* sp., plaque antérolatérale (contour du spécimen BMNH P.18196); 176 m à l'Ouest d'Uscieczko, zone 1 des séries du Dniestr (Podolie). D'après White (1969, fig. 25), Gr. = 2. N.B. Les figures C et D ont été inversées par rapport à celles de White (1969) pour faciliter la comparaison. — e.pec: émargination pectorale. - sr: surface de recouvrement pour la plaque: ADL: dorsolatérale antérieure. - PDL: dorsolatérale postérieure. - Sp: spinale.

testent ses dimensions plus importantes ; elle est vue par sa face externe tuberculée. La partie antérieure manque, de même que la marge dorsale (fig. 7 B).

La plaque antérolatérale est l'un des éléments le plus souvent décrit dans la littérature et permet donc d'établir des comparaisons. Parmi toutes celles disponibles, c'est de formes d'Actinolépides anciens comme *Kujdanowiaspis* et *Heightingtonaspis* (Stensiö, 1944 ; White, 1969) que l'on doit rapprocher nos exemplaires. Les deux formes précitées n'étant séparées que sur des critères difficiles à apprécier, entre autres l'ornementation, notre échantillon évoque plutôt, par ce caractère, *Kujdanowiaspis*.

Kujdanowiaspis et *Heightingtonaspis*, qui ont été longtemps congénériques, sont les plus anciens Arthrodières répertoriés. On les connaît à partir de la "zone Leathensis" au Royaume-Uni (Ball et Dineley, 1961) et dès les couches d'Iwanie en Podolie (Obruchev et Karatajute-Talimaa, 1967), où ils cohabitent avec *B. crouchi* et *T. pagei*.

III. — CORRELATIONS

B. crouchi était jusqu'ici la seule espèce déterminée avec précision dans les Schistes et Grès de Pernes du Nord de la France. Toute la corrélation reposait sur elle. Les nouvelles données (Thélodontes, Acanthodiens, Arthrodières) montrent que les assemblages de Grande-Bretagne, U.R.S.S. et France, avec le trio *B. crouchi*, *T. pagei*, *Kujdanowiaspis*, sont tout à fait comparables (Ball et Dineley, 1961 ; Obruchev et Karatajute-Talimaa, 1967 ; Talimaa, 1976 ; Turner, 1973 ; White, 1961). Les éléments complémentaires, notamment les Ostéostracés et les Thélodontes *T. polita* et *N. elongata*, ne sont pas contradictoires. En Grande-Bretagne et en U.R.S.S., les faunes citées comprennent de plus des Hétérostracés Cyathaspidiformes. A Pernes, Leriche (1903b ; 1906, p. 26) les avait mentionnés ; ce fait ne peut pas être confirmé. La nature très localisée des échantillons des fonçages en est peut-être la cause. De plus, aucun de ceux-ci ne renferme *Pteraspis rostrata* signalé également par Leriche (1903b, 1906). D'ailleurs, jusqu'ici, *P. rostrata* n'est attesté qu'en Angleterre malgré

sa mention classique dans le Dévonien inférieur de France et de Belgique (White, 1956) (*).

Les nouveautés renforcent les données classiques qui corrélaient les Schistes et Grès de Pernes et la "zone *Crouchi*" d'Angleterre (White, 1956). Cette dernière serait donc l'équivalent de la base du Gédinnien supérieur. D'autre part, nous proposons de corréler les Schistes et Grès de Pernes avec les couches d'Iwanie de Podolie (Nikiforova et al., 1972) qui seraient aussi Gédinnien supérieur.

IV. — REMARQUES SUR LE MILIEU

Du point de vue de la sédimentologie, les grès de l'Assise des Schistes et Grès de Pernes "sont de deux types, assez souvent bien tranchés : tantôt rouges et rouge violacé avec des quartz assez usés mais mal calibrés, dont les dimensions passent de 50 à 500 μ ; tantôt gris légèrement verdâtres, bien calibrés, avec des grains de 400 à 600 μ , régulièrement usés et le plus souvent cimentés par une recristallisation secondaire de calcite..." (Dollé et Legrand, 1966, p. 149). Les phyllosilicates des niveaux schisteux sont la biotite, la muscovite et les chlorites. Ces faits montrent que nous n'avons pas ici affaire à des dépôts de type molassique caractérisés par des quartz non usés et une fraction fine d'illite (Brousse, 1968, p. 296).

D'autre part, c'est dans les niveaux gris-vert que se récoltent la plupart des fossiles, animaux ou végétaux (bien que certains spécimens proviennent de niveaux rouges (fig. 2). Nous avons également signalé la présence d'Acritarches et d'Algues comparables à celles des Schistes et Grès de Vimy (*Nematophycus* et *Pachytheca*, sommet du Gédinnien supérieur ; Corsin, 1945). Les Algues et les Vertébrés sont associés dans certains niveaux (Dollé et Legrand, 1966, p. 143 et fig. 2).

Parmi les Vertébrés, beaucoup d'espèces ont une répartition mondiale (*T. pagei*) ou l'européenne (*B. crouchi*, *T. polita*, *N. elongata*,

(*) Leriche (1903b ; 1906, p. 34-35 et Pl. IV, fig. 5) décrit une autre espèce : *P. traquairi*. A notre avis, les deux disques dorsaux qu'il attribue à cette forme et notamment le spécimen n° 1240-2, type de *P. traquairi*, conservé au Musée Gosselet de Lille, ne se distinguent en rien des disques dorsaux des individus jeunes de *B. crouchi* (cf. White, 1973, fig. 5).

Kujdanowiaspis, *Cephalaspis*, *Securiaspis*). Dans la plupart des localités (Dévonien inférieur de Lituanie et d'Ukraine ; Nikiforova et al., 1972 ; Talimaa, 1976), ces espèces sont présentes dans des niveaux nettement marins par leur sédimentologie et leurs faunes d'Invertébrés associés.

L'ensemble de ces faits plaide donc en faveur d'un environnement marin ouvert pour les Vertébrés des Schistes et Grès de Pernes. La sédimentologie (Dollé et Legrand, 1966) et les flores (Corsin, 1945) sont significatives à cet égard. Dollé et Legrand (1966) proposaient une baie marine comme lieu de dépôt de l'Assise des Schistes et Grès de Pernes ; les nouvelles découvertes corroborent ce modèle. Nous propo-

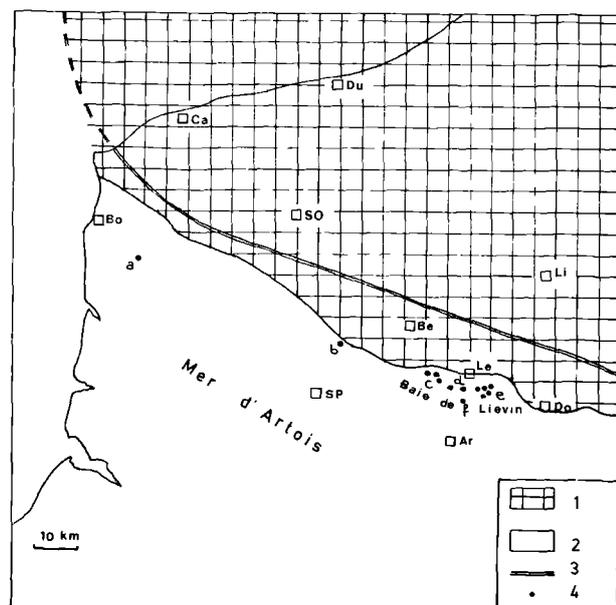


Fig. 8. — Paléogéographie du Nord de la France au Gédinnien supérieur.

1, zones émergées. — 2, zones marines — 3, limite méridionale du domaine affecté par la phase brabançonne de l'orogénèse calédonienne. — 4, localités des Schistes et Grès de Pernes ayant livré des Vertébrés (cadre géographique d'après Colbeaux et al., 1977, fig. 8).

a : sondage CFP de Samer. - b : carrière de Pernes. - c : sondages H.B.N.P.C. de Bouvigny, Aix-Noulette et Noulette. - d : puits 6 à 3 de Liévin. - e : sondages H.B.N.P.C. S 24, 25, 29 et 30 de Méricourt. - f : puits 1 et 1 bis de Vimy. Ar : Arras. - Be : Béthune. - Bo : Boulogne. - Ca : Calais. - Do : Douai. - Du : Dunkerque. - Le : Lens. - Li : Lille. - SO : Saint-Omer. - SP : Saint-Pol.

(a, d'après Delattre et al., 1967 ; c et e, d'après Dollé et Legrand, 1966 ; f, d'après Barrois et al., 1922 et White, 1960).

sons de baptiser cette baie " Baie de Liévin ". Elle apparaît clairement dans la paléogéographie de l'époque (fig. 8) et est largement ouverte sur la " Mer d'Artois " (Barrois et al, 1922, fig. 11).

En Grande-Bretagne, par contre, l'Old Red Sandstone inférieur, qui renferme des formes identiques à celles de l'Artois (*B. crouchi*, *T. pagei*, "*Kujdanowiaspis*", etc...), serait un dépôt fluviatile (Allen, 1963 ; Allen et Tarlo, 1963) : les Vertébrés y sont classiquement considérés comme dulçaquicoles (Dineley, 1968 ; 1975 ; Turner, 1973). Si l'on étendait cette conclusion à l'Artois, nous serions en présence d'une faune transportée et déposée en milieu marin. Cependant, cette hypothèse est difficilement compatible avec les données connues sur la répartition des genres et espèces communs à la Grande-Bretagne, l'Artois, l'Allemagne et l'U.R.S.S. Si l'on admettait en effet que ces formes étaient dulçaquicoles, leur extension ne pourrait s'expliquer que de deux manières : ou bien toute la faune était euryhaline, ou bien tous les " poissons " avaient un comportement migrateur (comme les anguilles et saumons actuels). Ces deux hypothèses ont été avancées (Denison, 1956 ; Turner, 1973) ; elles sont non seulement incontrôlables mais, de plus, improbables car elles font appel à des phénomènes biologiques qui, s'ils peuvent être envisagés pour des espèces isolées, ne s'appliquent jamais à l'ensemble d'une faune.

Les espèces de Liévin seraient donc marines ; il en serait de même de leurs homologues de Grande-Bretagne.

V. — CONCLUSIONS

La liste faunique des Schistes et Grès de Pernes est la suivante :

- Heterostraci : *Belgicaspis crouchi* (Lank.)
Pteraspidae gen. et sp. indet.
(5 formes appartenant à 3 genres différents :
cf. *Althaspis*, cf. *Pteraspis*, cf. *Protopteraspis*)
Heterostraci incert. ordin.
Lepidaspis sp. indet.
- Thelodonti : *Turinia pagei* (Powrie)
T. polita Talimaa
Nikolivia cf. *N. elongata*
- Osteostraci : *Securiaspis* sp. indet.
Cephalaspis sp. indet.
- Acanthodii : *Climatiidae* gen. indet.
- Placodermi : *Kujdanowiaspis* sp.

Cet assemblage permet de corréliser la base du Gédinnien supérieur de l'Artois avec la " zone Crouchi " de l'Old Red Sandstone inférieur de Grande-Bretagne et avec les couches d'Iwanie du Dévonien inférieur de Podolie. L'hypothèse d'un milieu marin littoral pour les dépôts de l'Artois est étayée par les données sédimentologiques, floristiques et fauniques. D'ailleurs, certains auteurs anciens interprétaient déjà les dépôts de type Vieux Grès Rouges du Nord de la France et du Sud de la Belgique comme des dépôts littoraux (Asselberghs, 1925, 1946 ; Maillieux, 1932). Delattre et al. (1976) ont proposé un schéma comparable pour le Siegénien-Emsien de l'Artois (Grès de Matringhem-Vincly). Enfin, le Gédinnien supérieur de la bordure Sud

du Massif de Stavelot, en Belgique, est considéré lui aussi comme littoral et semble correspondre à une sédimentation en bordure d'une côte qui offrait des baies et des promontoires (Fieremans et Geukens, 1976). Au Gédinnien supérieur donc, la région Artois-Ardenne correspond bien à une unité paléogéographique où les Vertébrés marquent la bordure du continent.

Remerciements. — Nous tenons à remercier P. Janvier (C.N.R.S., Paris) pour l'étude des Ostéostracés et P. Taugourdeau (E.P.H.E., Paris) pour le dégagement des Acritarches. Nous remercions également P. Dollé (Paris), P. Bultynck (I.R.S.N., Bruxelles), M. Fieremens et F. Geukens (L.A.G., Leuven), J.M. Cordy et E. Poty (L.P.A., Liège) ainsi que MM^{mes} V. Talimaa (Vilnius) et L. Novitskaya (Moscou), pour l'aide qu'ils nous ont apportée. R. Kandaroun (M.N.H.N., Paris) a réalisé les photographies.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AGASSIZ L. (1835). — Du genre *Cephalaspis*. In *Recherches sur les Poissons Fossiles*, 2 (1), p. 135-152. Neuchâtel.
- 2) ALLEN J.R.L. (1963). — Depositional features of Dittonian rocks: Pembrokeshire compared with the Welsh Borderland. *Geol. Mag.*, 100 (5), p. 385-400. Cambridge.
- 3) ALLEN J.R.L. et TARLO L.B. (1963). — The Downtonian and Dittonian facies of the Welsh Borderland. *Geol. Mag.*, 100 (2), p. 129-155. Cambridge.
- 4) ASSELBERGHS E. (1925). — Le Hunsrückien inférieur au Nord de la faille de Harzé. *Bull. Soc. belge Géol., Pal., Hydr.*, 34, p. 117-120. Bruxelles.
- 5) ASSELBERGHS E. (1946). — L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, 14, 598 p.
- 6) BALL H.W. et DINELEY D.L. (1961). — The Old Red Sandstones of Brown Clee Hill and the adjacent area. I. Stratigraphy. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Geol., London*, 5 (7), p. 177-242.
- 7) BARROIS C., PRUVOST P. et DUBOIS G. (1922). — Considérations générales sur les couches silurodévonniennes de l'Artois. *Mém. Soc. géol. Nord*, t. VI, II, 2, p. 163-225. Lille.
- 8) BLIECK A. (1977). — A propos d'*Althaspis vimienensis* White (Vertébrés, Agnathes, Hétérostracés) du Dévonien inférieur de Vimy-Fresnoy (France, P.-de-C.) : essai sur la répartition géographique et stratigraphique du genre *Althaspis*. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVII, 2, p. 115-122. Lille.
- 9) BLIECK A. (sous presse). — Les Hétérostracés (Vertébrés, Agnathes) de l'horizon « Vogti » (Dévonien inférieur du Spitsberg). *Norsk Polarinst. Skr.*
- 10) BROUSSE R. (1968). — Pétrologie. In Aubouin J., Brousse R. et Lehman J.P., *Précis de Géologie*, 712 p., Dunod, édit., Paris.
- 11) CORSIN P. (1945). — Les Algues de l'Eodévonien de Vimy (Pas-de-Calais). *Soc. Sc., Agric., Arts, Lille, Mém.*, 5 (9), 86 p.
- 12) DELATTRE C. (1969). — Les grands traits géologiques de l'Artois. In *Géologie du Nord de la France. Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIX, 1, p. 79-90. Lille.
- 13) DELATTRE C., LECLERCQ F. et WATERLOT M. (1976). — Sur le Dévonien de Matringhem-Vincly (Pas-de-Calais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVI, 1, p. 21-26. Lille.
- 14) DELATTRE C., LE MAITRE D. et WATERLOT G. (1967). — Le Dévonien inférieur et ses limites dans le Nord de la France. In *Coll. Dévon. inf. et lim.* (Rennes, sept. 1964). *Mém. B.R.G.M.*, 33, (2), p. 215-226. Paris.
- 15) DINELEY D.L. (1964). — New specimens of *Traquairaspis* from Canada. *Palaeontology*, 7, p. 210-219. London.
- 16) DINELEY D.L. (1968). — Cornubia and the palaeogeography of a continental margin. *Proc. Ussher Soc.*, 2 (1), p. 3-13. Redruth.
- 17) DINELEY D.L. (1975). — North Atlantic Old Red Sandstone. Some implications for Devonian paleogeography. In *Canada's Continental Margins. Mem. C.S.P.G.*, 4, p. 773-790. Calgary.
- 18) DINELEY D.L. et LOEFFLER E. J. (1976). — Ostracoderm faunas of the Delorme and associated Siluro-Devonian Formations, North West Territories, Canada. *Palaeontology, Spec. Pap.*, 18, 214 p. London.
- 19) DOLLÉ L. (1903). — Découvertes d'Ostracodermes dans le Gédinnien de Pernes. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXII, p. 153. Lille.

- 20) DOLLÉ P. (1950). — Poissons dévoniens trouvés au cours du fonçage du puits 8 du Groupe de Liévin. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXX, p. 185-204. Lille.
- 21) DOLLÉ P. et LEGRAND F. (1966). — Quelques observations sur le Siluro-Dévonien charrié du Pas-de-Calais. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXVI, 2, p. 143-151. Lille.
- 22) FIEREMANS M. et GEUKENS F. (1976). — Une lacune stratigraphique dans la région de Hürtgen. *Ann. Soc. géol. Belgique*, 99, p. 619-621, Liège.
- 23) FORIR H. (1895). — In *Ann. Soc. géol. Belgique*, Bull., 22, p. 26-27, Liège.
- 24) GOSSELET J. (1903). — Découverte de Poissons dans le terrain dévonien du Pas-de-Calais. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 136, p. 540.
- 25) GOUJET D. (1978). — Arthroires Dolichothoraci du Dévonien inférieur du Spitsberg. Anatomie, phylogénie, environnement. *Thèse Doct. Etat*, Univ. P. et M. Curie (Paris VI), 377 p.
- 26) GOUJET D. et BLIECK A. (1977). — La faune de Vertébrés de l'horizon "Vogti" (Groupe de Red Bay, Spitsberg). Comparaison avec les autres faunes ichthyologiques du Dévonien inférieur européen. *C.R. Ac. Sc. Paris*, 284 (16), D. p. 1513-1515.
- 27) GROSS W. (1967). — Über Thelodontier Schuppen. *Palaeontographica*, 127, A, 67 p. Stuttgart.
- 28) KARATAJUTE-TALIMAA V.N. (1964). — Data on the stratigraphy of the Lower Devonian of the Southern Baltic States. In *Questions of Stratigraphy and Palaeogeography of the Devonian Baltic States*. *State Geol. Commit. USSR, Geol. Inst. Vilnius*, p. 21-35 (en russe).
- 29) KARATAJUTE-TALIMAA V.N. (1968). — Change of fish-fauna at the Silurian-Devonian boundary in Europe (according to the Ludlow-Downtonian-Dittonian of the East Baltic area and Podolia). In *Intern. Geol. Congr.*, 23, (Prague, 1968), p. 149-152 (en russe, résumé anglais).
- 30) KARATAJUTE-TALIMAA V.N. (1976). — Les Thelodontes du Silurien et du Dévonien de l'U.R.S.S. et du Spitsberg. Etude systématique et biostratigraphique. *Résumé Thèse Doc. Sc. Géol. Minér.*, 43 p., Moscou (en russe).
- 31) KARATAJUTE-TALIMAA V.N. et NARBUTAS V.V. (1973). — The Lower Devonian of Prebaltic regions. In *3rd Intern. Symp. Silur. Devon. bound. and Stratigr. Lower and Middle Devon.* (Leningrad, 1968), 2, p. 132-136 (en russe, résumé anglais).
- 32) KEMNA A. (1904). — Les récentes découvertes de Poissons fossiles primitifs (deuxième notice). *Bull. Soc. belge Géol., Pal., Hydr., Mém.*, 18, p. 3-78. Bruxelles.
- 33) LANKESTER E.R. (1868). — The Cephalaspidae. In *Powie J. et Lankester E.R., A monograph of the fishes of the Old Red Sandstone of Britain*. *Palaeontogr. Soc. London*, 62 p.
- 34) LERICHE M. (1903a). — Le *Pteraspis* de Liévin (Pas-de-Calais) (*Pteraspis crouchi* Lankester). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXII, p. 161-175. Lille.
- 35) LERICHE M. (1903b). — Note préliminaire sur une faune d'Ostracodermes récemment découverte à Pernes (Pas-de-Calais). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXII, p. 190-191. Lille.
- 36) LERICHE M. (1906). — Les Poissons siluriens et dévoniens du Nord de la France. In *Contribution à l'étude des Poissons fossiles du Nord de la France et des régions voisines*. *Mém. Soc. géol. Nord*, 5, p. 13-39. Lille.
- 37) LERICHE M. (1924). — Les *Pteraspis* du Dévonien de la Belgique. *Bull. Soc. belge. Géol., Pal., Hydr.*, 33, p. 143-159, Bruxelles.
- 38) LERICHE M. (1948). — Sur la faune du Grès de Wihéries (Dévonien inférieur). *Bull. Soc. belge Géol., Pal., Hydr.*, 56 (3), p. 280-298. Bruxelles.
- 39) MAILLIEUX E. (1932). — Un aspect nouveau du Dévonien inférieur de l'Ardenne. *Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique*, 8 (17), 18 p. Bruxelles.
- 40) NIKIFOROVA O.I., PRETECHENSKY N.N. et al. (1972). — Silurian and Devonian key section of Podolia. 262 p., Nauka, édit., Leningrad (en russe).
- 41) NOVITSKAYA L.I. (1975). — A contribution to the revision of the Devonian Pteraspids of Podolia. *Paleont. Zh.*, 4, p. 72-85. Moscou (en russe).
- 42) OBRUCHEV D.V. (1964). — Subclass Heterostraci (Pteraspides). In *Orlov J.A.: Fundamentals of Paleontology*, I, A, 11, p. 45-82. Moscou (en russe).
- 43) OBRUCHEV D.V. et KARATAJUTE-TALIMAA V.N. (1967). — Vertebrate faunas and correlation of the Ludlovian-Lower Devonian in eastern Europe. In *Patterson C. et Greenwood P.H.: Fossil Vertebrates*. *J. Linn. Soc. London (Zool.)*, 47, 311, p. 5-14.
- 44) POWRIE J. (1870). — On the earliest known vestiges of vertebrate life; being a description of the fish remains of the Old Red Sandstone of Forfarshire. *Trans. Edinburgh Geol. Soc.*, 1, p. 284-301.
- 45) RAYNAUD J. (1942). — Un nouveau gîte fossilifère dans le Dévonien inférieur des environs de Nonceveux (Bordure orientale du bassin de Dinant). *Ann. Soc. géol. Belgique*, Bull. 65, p. 84-87. Liège.
- 46) SCHMIDT W. (1956). — Neue Ergebnisse der Revisions-Kartierung des Hohen Venns. *Beih. Geol. Jb.*, 21, 146 p. Hannover.
- 47) SCHMIDT W. (1959). — Grundlagen einer Pteraspiden-Stratigraphie im Unterdevon der Rheinischen Geosynclinale. *Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westfal.*, 5, 82 p. Krefeld.
- 48) STENSIO E. (1932). — The Cephalaspids of Great Britain. *Brit. Mus. (Nat. Hist.) London*, 220 p.
- 49) STENSIO E. (1944). — Notes on two Arthroires from the Downtonian of Podolia. *Ark. Zool.*, 35 A, 9, 83 p. Stockholm.
- 50) STENSIO E. (1964). — Les Cyclostomes fossiles ou Ostracodermes. In *Piveteau J.: Traité de Paléontologie*, 4, 1, p. 96-382. Paris.

- 51) TALIMAA V.N. — Voir KARATAJUTE-TALIMAA V.N.
- 52) TARLO L.B.H. (1965). — Psammosteiformes (Agnatha). - A review with description of new material from the Lower Devonian of Poland. II.: Systematic part. *Palaeontol. Polonica*, 15, 168 p. Warszawa.
- 53) TRAQUAIR R.H. (1896). — The extinct Vertebrate animals of the Moray Firth Area. In Brown et Buckley, edit., Vertebrate Fauna of the Moray Basin, vol. II. Edinburgh.
- 54) TURNER S. (1973). — Siluro-Devonian Thelodonts from the Welsh Borderland. *J. Geol. Soc.*, 129, 6, p. 557-584. London.
- 55) WANGSJO G. (1952). — The Downtonian and Devonian Vertebrates of Spitsbergen. IX: Morphologic and systematic studies of the Spitsbergen Cephalaspids. Results of Th. Vogt's expedition 1928 and the English-Norwegian-Swedish expedition 1939. *Skr. Svalbard Ishav.*, 97, 611 p. Oslo.
- 56) WHITE E.I. (1935). — The Ostracoderm *Pteraspis* Kner and the relationship of the Agnathous Vertebrates. *Phil. Trans. roy. Soc. London*, B, 527, 225, p. 381-457.
- 57) WHITE E.I. (1956). — Preliminary note on the range of Pteraspids in Western Europe. *Bull. Inst. roy. Sc. nat. Belgique*, 32, 10, 10 p. Bruxelles.
- 58) WHITE E.I. (1960). — Notes on Pteraspids from Artois and the Ardenne. *Bull. Inst. roy. Sc. nat. Belgique*, 36, 1, 6, 16 p. Bruxelles.
- 59) WHITE E.I. (1961). — The Old Red Sandstone of Brown Clee Hill and the adjacent area. II: Palaeontology. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Geol. London*, 5, 7, p. 243-310.
- 60) WHITE E.I. (1969). — The deepest vertebrate fossil and other arctolepid fishes. *Biol. J. Linn. Soc.*, 1, p. 293-310.
- 61) WHITE E.I. (1973). — Form and growth in *Belgicaspis* (Heterostraci). *Paleontographica*, A, 143, p. 11-24. Stuttgart.
- 62) ZYCH W. (1927). — Old Red Podolski. *Prace Polsk. Inst. Geol.*, 2, 1, 65 p., Warszawa (en polonais, résumé français).
- 63) ZYCH W. (1931). — Fauna ryb Dewonu i Downtonu Podola. Pteraspidomorphi: Heterostraci. *Publ. Paleont. Sbornik*, 1a, 91 p. Lwow (en polonais).

* * *

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXIII

Hétérostracés des Schistes et Grès de Pernes, puits 6
de Liévin (Pas-de-Calais, France). (Cl Kandaroun).

Fig. 1-7. — *Belgicaspis crouchi* (Lankester).

1. - Spécimen LIE 010, plaque orbitaire gauche, vue dorsale. Gr. = 4.
2. - Spécimen LIE 001, plaque rostrale, vues ventrale (a) et dorsale (b). Gr. = 4.
3. - Spécimen LIE 042, plaque pinéale, vue dorsale Gr. = 6.

4. - Spécimen LIE 035, écaille faitière. Gr. = 8.

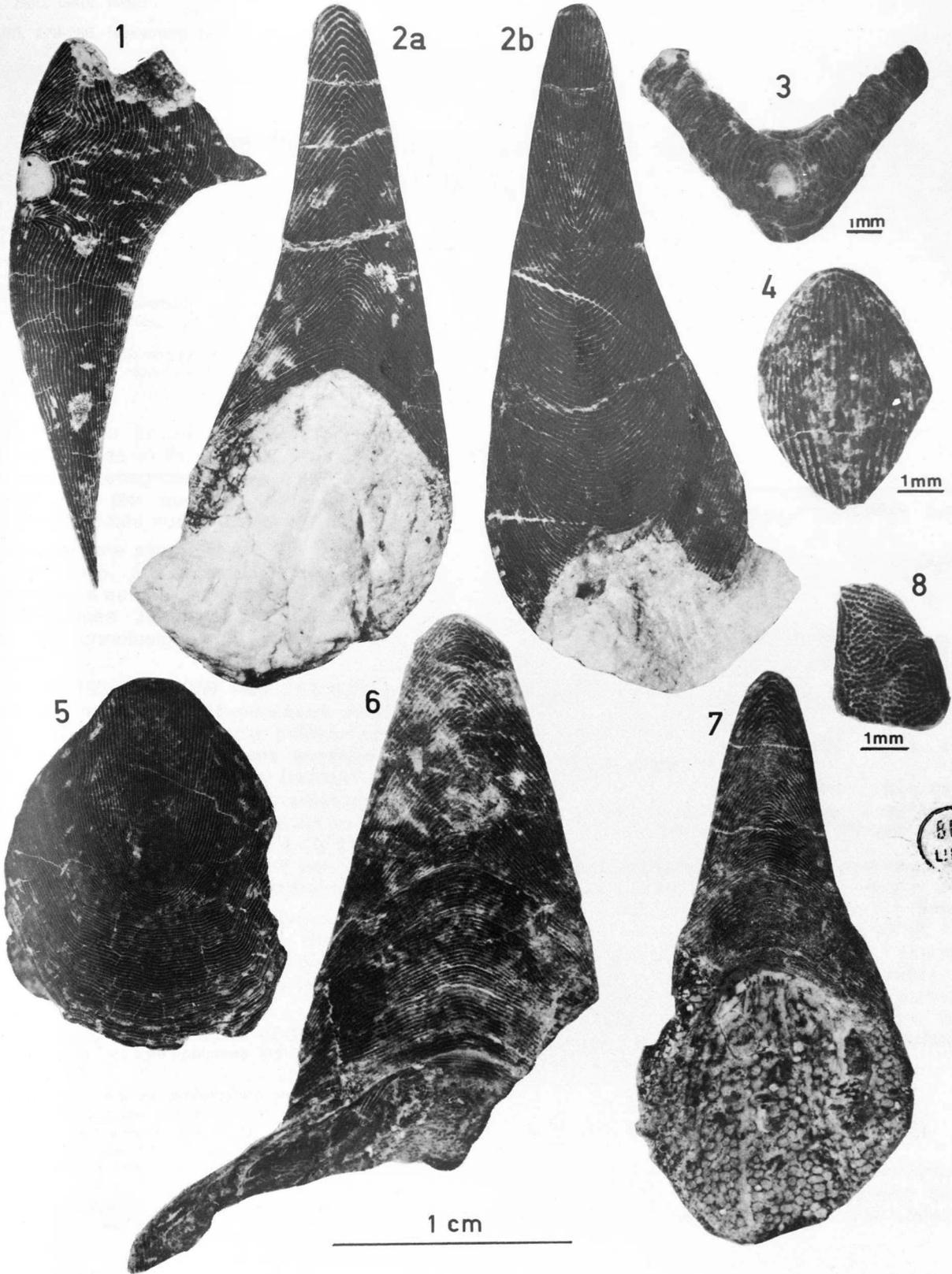
5. - Spécimen LIE 006, plaque rostrale, vue dorsale. Gr. = 4.

6. - Spécimen LIE 009, région rostrale, vue ventrale. Gr. = 4.

7. Spécimen LIE 037, plaque rostrale, vue ventrale. Gr. = 4.

Fig. 8. — Pteraspidae gen. et sp. indet., forme D (LIE 039), plaque oralo-latérale droite. Gr. = 8.





Le Jurassique de la bordure septentrionale du Bassin de Paris d'après les sondages

par A. BONTE (*)

Sommaire. — Essai de corrélation, entre Ardennes et Boulonnais, à partir de six sondages carottés, exécutés par les Houillères du Bassin du Nord-Pas-de-Calais (H.B.N.P.C.).

Summary. — Correlation, between Ardennes and Boulonnais, from six borings, cored by Houillères du Bassin du Nord-Pas-de-Calais (H.B.N.P.C.).

La bordure jurassique du Bassin de Paris, entre Ardennes et Boulonnais, est cachée sous le Crétacé transgressif et sa composition n'est connue que par quelques sondages anciens, dont les résultats sont souvent rudimentaires.

La première synthèse est due à Pruvost (12) qui, en 1935, à l'occasion d'un sondage de recherche d'eau à Amiens, a rassemblé les connaissances acquises à l'époque pour en tirer des conclusions qui sont toujours précieuses.

Entre 1954 et 1959, les H.B.N.P.C. firent exécuter une série de 16 sondages pour reconnaître la structure du socle paléozoïque au S du Bassin houiller. Tous ces sondages furent effectués au carottier double diamant : certains sur toute la hauteur ; d'autres uniquement dans le Paléozoïque, après traversée de la couverture au tricône. On possède ainsi à l'heure actuelle des coupes nouvelles totalisant plus de 7.750 m, qui ont fait l'objet d'une publication partielle (8).

La sonde ayant traversé sous le Crétacé, avant d'entrer dans le socle, des formations assimilables au Jurassique, Bouroz m'a proposé, en 1954, d'assurer l'étude des carottes corres-

pondantes qui se répartissent sur 7 forages totalisant 679,13 m (**).

En réalité, le Jurassique n'a été carotté intégralement que dans six sondages qui sont, dans l'ordre d'exécution :

	Date d'exécution	Indice BRGM
[1] WAVANS-SUR-AUTHIE (P.-de-C.)	8-1954 à 2-1955	34.1.201
[2] VILLERS-L'HOPITAL (P.-de-C.)	5-1955 à 7-1955	25.5. 9
[3] BARLY (Somme)	9-1955 à 1-1956	34.2. 8
[4] BEAUMONT-HAMEL (Somme)	3-1956 à 6-1956	35.6. 30
[5] DOULLENS-MILLY (Somme)	7-1956 à 9-1956	34.3. 4
[6] VERMANDOVILLERS (Somme)	8-1958 à 1-1959	63.4. 23

Remarque : COULONVILLERS, le 7^e forage, a été carotté seulement à la base, de 427,10 à 435,80 sur 8,70 m.

L'étude ci-après tiendra compte des résultats apportés par l'ensemble des 16 sondages des H.B.N.P.C. ainsi que des résultats un peu disparates fournis par les sondages antérieurs (9, 11) ou plus récents (3, 5). Elle comportera l'analyse de toutes les formations rencontrées entre la base des Sables verts albiens et la surface du Paléozoïque et insistera en particulier sur le Bathonien, en vue d'établir des corrélations entre les Ardennes et le Boulonnais.

I. — OBSERVATIONS SUR LE JURASSIQUE EN GENERAL

La note de Bouroz (8) apporte des indications très générales sur le Jurassique rencontré dans les 16 sondages figurés sur sa Pl. VIII. Celui-ci

(*) Université des Sciences et Techniques de Lille, Laboratoire de Géologie appliquée, B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq.

(**) Les cotes et profondeurs ayant été définies en centimètres, tous les calculs ont été effectués strictement à partir de ces données. La précision est évidemment illusoire car elle ne peut guère dépasser le mètre ; mais aucun argument n'autorise à arrondir dans un sens ou dans l'autre.

Note présentée le 9 Novembre 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 3 Mai 1979.

se présente (tabl. I) sous forme de Bathonien typique surmonté, dans huit d'entre eux, par du Jurassique supérieur ; parmi ces huit sondages, quatre étaient carottés [1], [4], [5] et [6].

— Wavans [1] n'a traversé que 0,40 m de Callovien dont la présence atteste l'intégrité du Bathonien supérieur.

— A l'opposé, Vermandovillers [6] a donné une coupe très importante (320,90 m) qui fera l'objet de corrélations

avec les sondages profonds anciens. Dans ce sondage, où toutes les épaisseurs sont amplifiées en raison de sa situation plus centrale, le Callovo-Oxfordien atteint 70,10 m d'épaisseur ; ce qui donne à penser que les sondages d'Orville, Sarton et Coulouvillers, qui ont rencontré respectivement 95, 109 et 139 m de Jurassique supérieur, ont débuté plus haut que l'Oxfordien.

— Par contre, Doullens-Milly [5], Beaumont-Hamel [4] et Gézaincourt, avec respectivement 26,40, 61,85 et 70,24 m,

DESIGNATION	Altitude	JURASSIQUE SUPER		DOGGER		PRIMAIRE		EPAISSEURS		
		Tête	Cote < 0	Tête	Cote < 0	Tête	Cote < 0	JURASS. Supérieur	DOGGER (dont BATHON)	Total
3. BARLY	78.70	—	—	164.85	86.15	217.40	138.70	0	52.55	52.55
4. BEAUMONT-HAMEL	74.00	168.50	94.50	230.35	156.35	289.10	215.10	61.85	58.75 (4.90)	120.60
BOFFLES	132.20	—	—	220.00	87.80	266.90	134.70	0	46.90	46.90
BONNIERES	140.20	—	—	218.00	77.80	251.50	111.30	0	33.50	33.50
BOUQUEMAISON	156.60	—	—	202.35	45.75	259.55	102.95	0	57.20	57.20
COULONVILLERS	111.10	242.00	130.90	381.00	269.90	435.80	324.70	139.00	54.80 (4.90)	193.80
5. DOULLENS-MILLY	66.30	158.20	91.90	184.60	118.30	227.83	161.53	26.40	43.23	69.63
GEZAINCOURT (1)	99.70	212.00	112.30	282.24	182.54	325.47	225.77	70.24	(43.23)	113.47
LIGNY-sur-CANCHE	90.20	—	—	160.80	70.60	180.60	90.40	0	19.80	19.80
NEUVILLETTE	129.80	—	—	216.00	86.20	259.35	129.55	0	43.35 (2.35)	43.35
OCCHOCHES	64.40	—	—	178.00	113.60	231.65	167.25	0	53.65	53.65
ORVILLE	130.80	240.00	109.20	335.00	204.20	385.76	254.96	95.00	50.76	145.76
SARTON	95.30	199.00	103.70	308.00	212.70	331.50	236.20	109.00	23.50	132.50
6. VERMANDOVILLERS	84.20	313.00	228.60	553.10	468.90	633.90	549.70	240.10	80.80 (11.90)	320.90
2. VILLERS-l'HOPITAL	131.80	—	—	206.10	74.30	258.25	146.25	0	52.15	52.15
1. WAVANS	37.80	173.60	135.80	174.00	136.20	229.00	191.20	0.40	55.00	55.40

Tableau I. — Le Jurassique dans les sondages des H.B.N.P.C.

(1) A Gézaincourt, les profondeurs de Jurassique ayant été données globalement, la tête du Bathonien a été estimée à partir des résultats fournis par le sondage proche de Doullens-Milly (325,47 — 43,23 = 282,24).

ont dû aborder le Jurassique supérieur dans l'Oxfordien ou l'Argovien.

Au-dessous du Bathonien, 4 sondages ont révélé à la base de cet étage, des formations attribuables au Bajocien supérieur ; elles seront analysées dans le paragraphe consacré au Bathonien.

Dans les autres sondages profonds (tabl. II), le Jurassique a été rencontré dans des conditions analogues, sous les Sables verts, avec parfois intercalation de Crétacé inférieur (?), notamment à Saint-Martin-du-Vivier : le Bathonien semblait toujours présent, surmontant parfois Bajocien et Lias.

Désignation	Année	JURASS	BATHON	BAJOC.	LIAS
AMIENS	1934	365.60	75.50	12.60(s)	—
BOULOGNE-SUR-MER	1960	314.70	30.05	35.75	13.90(+)
ETREAUPONT	1931	29	29(+)	?	?
FERRIERES-en-BRAY	1927	1135	146.50	78.50	322.30(s)
FRAMZELLE	1898	313.60	30.50	22.10	57.65(s)
GUISE	1878	114	— 63	—	43(s)
PERONNE	1905	220	65-67(s)	—	—
SAIGNEVILLE	1906	158.50	55	13.50(s)	—
S ^t MARTIN-du-VIVIER	1908	636	97.50	87.75	11.75(+)

Tableau II. — Le Jurassique des autres sondages profonds. Le signe + indique que la base n'a pas été atteinte ; au contraire, s marque l'arrivée dans le socle.

En ce qui concerne le Lias, il n'apparaît dans aucun sondage des H.B.N.P.C. On ne le connaît que plus au Sud, vers le centre du Bassin, à Ferrières-en-Bray (14) et à Saint-Martin-du-Vivier (11). On le retrouve cependant dans des conditions un peu exceptionnelles dans le Boulonnais, où il a été mis en évidence par Pruvost. Dans cette région, mis à part quelques lambeaux de Rhétien conservés en poches dans les calcaires paléozoïques (10), le Lias est inconnu à l'affleurement ; mais il a été signalé en sondage : Framzelle, Pas-de-Gay, Sondages de la Liane (13). Il a été recoupé récemment en carottage continu dans le sous-sol de Boulogne-sur-Mer (5).

II. — CORRELATIONS DANS LE JURASSIQUE SUPERIEUR

Des corrélations ont été tentées à plusieurs reprises, notamment par Pruvost, à partir des sondages d'Amiens (12) et de Ferrières-en-Bray (14). L'intégration des sondages de Vermandovillers et de Boulogne-sur-Mer va permettre d'étendre ces corrélations et d'essayer de raccorder, sous la couverture crétacée, le Boulonnais et les Ardennes (1, 4).

Le tableau III rassemble autour du sondage d'Amiens les assimilations proposées. En l'absence d'échantillon de comparaison, il n'est pas question de les discuter en détail mais on peut tenter de comparer l'épaisseur des différents termes.

Dans toutes les coupes, les limites Sables verts - Jurassique et Jurassique - Primaire sont particulièrement évidentes. A l'intérieur du Jurassique, le repère majeur est, sans contredit, la limite Callovien - Bathonien qui peut se définir au cm près (*).

Mais il existe aussi quelques faciès caractéristiques comme l'Oolithe d'Hesdin, le Grès de Brunembert, l'Argile à *Ostrea subdeltoidea* ; par contre, les marnes et calcaires marneux qui représentent l'Argovien, l'Oxfordien et le Callovien forment un ensemble homogène de 130 à 150 m impossible à interpréter directement sur carottes. En particulier la limite Oxfordien - Callovien est très sujette à caution.

III. — CORRELATIONS DANS LE BATHONIEN

1) Corrélations d'ensemble.

Le Bathonien a été observé dans tous les sondages des H.B.N.P.C. : soit directement sous l'Albien et, dans ce cas, il subsiste une incertitude sur la limite supérieure ; soit sous le Jurassique supérieur. Il repose sur le Primaire :

(*) A Wavans, premier sondage de la série, le Callovien, qui n'a que 0,40 m d'épaisseur, avait d'abord été considéré comme de l'Aptien ; mais la superposition de marnes à oolithes ferrugineuses à un Bathonien supérieur caractéristique a conduit à les attribuer au Callovien, ainsi que l'ont confirmé les sondages suivants.

A Boffles, les "marnes noires sableuses" rencontrées entre 211 et 220 ont été rapportées à l'Albien par le Service Géologique des H.B.N.P.C. ; elles pourraient aussi bien appartenir au Callovien. Le Jurassique débiterait alors à 211 m, au lieu de 220 m.

BOULONNAIS A. BONTE 1969		1960 S. de BOULOGNE sur MER A. BONTE 1974	1934 S. d'AMIENS P. PUVOST 1935 (modifié)	1959 S. de VERMANDOVILLERS B. R. G. M. 63-4-23	AISNE - ARDENNES A. BONTE 1941	
KIMMÉRIEN	S. grès de Châtillon 5	9.30	211	313		
	Calc. du M ⁱⁿ Wibert 14	13.	211.30	(Albo-Aptien)		
	S. et grès de Connivethum 5	26.30	219	325.70		
	Marnes du M ⁱⁿ Wibert 20	35	250.20	23.60		
	Calc. de Brequeresque 15	61	278.50	15.40		
SEQUANIEN	Caillasses d'Hesdigneul 5	84	294.50	403.60	grès de Montgon	
	Oolithe d'Hesdin, l'Abbé 10	95	317	13.90		
	grès de Brunembert 2-10	101	358	12.60		
RAUVAISIEN	Argile à O. subdeltoide a et calc. récifaux 20	135.50	41	43.65	Oolithe marneuse et marnes blanches	
	Calc. du M ^t des Bouvards 10	182.50	124.50	31.25	Calcaires coralliens	
ARG.	Argile de Selles 40	208	358	48.15		
	Marnes à Millericrinus Argiles du Coquilbet 20	228.50	482.50	483.00	Min. de fer de Neuviy Marnes et Calcaires marneux Arg. à nodules et min. de fer	
OXYR.	Argiles de Montfaucourt 6	208	124.50	522.60		
	M. Peruginaise de Belle 6	228.50	482.50	30.50		
CALL.	Cornbrash et Calc. des Pichottes 3-4	236	20.50	570.50	Oolithe marneuse "Calcaires blancs"	
	Oolithe de Marquise 7	250.45	503	44.65		
	Calcaire de Rinxent 9	258.55	558	6.85	Oolithemiliaire	
BATHONIEN	Marnes d'Hydrequet à O. Sowerbyi 3	259.60	12.60	622.00	Marnes à O. acuminata	
	Sables d'Hydrequet 3	281.20	570.60	632.00	Calc. à Polypiers	
	LIAS	294.30	570.60	633.90	Calc. ool. et à débris	
BATHONIEN	LIAS	294.30	570.60	633.90	LIAS	
	LIAS	294.30	570.60	633.90	LIAS	
	LIAS	294.30	570.60	633.90	LIAS	

Tableau III. — Corrélations générales dans le Jurassique. Epaisseurs partielles et cumulées.

soit directement et alors il reste un doute sur la limite inférieure ; soit par l'intermédiaire de couches attribuables au Bajocien supérieur.

On peut ainsi diviser les sondages en quatre catégories avec les épaisseurs suivantes :

- 1) Bathonien complet entre Callovien et Bajocien identifiés : Beaumont-Hamel 53,85, Coulouvillers 49,90, Vermandovillers 68,90 m.
- 2) Bathonien compris entre Albien et Bajocien (incomplet au sommet) : Neuville 41 m.
- 3) Bathonien compris entre Callovien et socle (incomplet à la base) : Doullens-Milly 43,23, Gézaincourt 43,23, Orville 50,76, Sarton 23,50, Wavans 55 m.
- 4) Bathonien compris entre Albien et socle (incomplet au sommet et à la base) : Barly 52,55, Boffles 46,90, Bonnières 33,50, Bouquemaison 57,20, Ligny-sur-Canche 16,60, Occoches 53,65, Villers-l'Hôpital 52,15 m.

De cet ensemble, il faut éliminer : Vermandovillers dont le Bathonien est nettement plus épais en raison de sa situation plus centrale ; Sarton, reposant sur un relief volcanique ; Ligny-sur-Canche, proche de la limite d'extension du Bathonien et, dans une moindre mesure, Bonnières, Gézaincourt, dont l'épaisseur a été estimée. On voit alors que, dans les quatre catégories, l'épaisseur globale du Bathonien tourne autour de 50 m. Il est curieux cependant de constater que les extrêmes (Bouquemaison 57,20 et Neuville 41 m) sont deux sondages distants seulement de 1.400 m. En les éliminant aussi, la moyenne des neuf autres sondages s'établit à 50,88 avec les valeurs respectives suivantes dans les quatre catégories : 51,87, 41 (unique), 49,66, 51,31 m.

Dans la deuxième catégorie, à Neuville, le sondage n'ayant pas été carotté, il est impossible de préciser si la partie supérieure du Bathonien (10 m manquants) est effectivement absente.

Dans la troisième catégorie, Doullens-Milly est un peu aberrant ; mais il semble que le Bathonien inférieur y fasse défaut. Si on ajoute à l'épaisseur observée la moyenne du Bathonien inférieur qui sera définie plus loin ($43,23 + 8,95 = 52,18$), la moyenne dans cette catégorie devient 52,64, au lieu de 49,66. D'autre part, si on élimine les données de Doullens, la moyenne devient 52,88.

Dans cette même catégorie, la différence d'épaisseur du Bathonien entre Orville et Sarton, distants de moins de 2.000 m, où le substratum est constitué par des coulées et des tufs andésitiques, pourrait s'expliquer par l'existence d'un relief volcanique préexistant.

On voit donc que, dans toutes les catégories, l'épaisseur moyenne de l'ensemble du Bathonien est relativement constante. On va voir qu'il en est de même pour les épaisseurs partielles (tabl. IV).

	1 WAVANS	2 VILLERS l'H ²	3 BARLY	5 DOULLENS-M.	4 BEAUMONT-H.	6 VERMANDOV ³
Bathon. sup.	11.00	10.20	10.35	8.40	10.65	12.10
zone de passage	4.50	5.15	4.10	6.50	4.00	5.30
Bathon. moyen	30.05	26.05	29.60	28.33	31.50	44.65
Bathon. infé-	9.45	10.75	7.90	0.00	7.70	6.85
Total	55.00	52.15	52.55	43.23	53.85	68.90

Tabl. IV. — Le Bathonien dans les sondages des H.B.N.P.C.

2) Corrélations élémentaires.

L'examen détaillé des carottes a permis de constater les similitudes existant entre les faciès de la région de Doullens, d'une part, et les faciès de bordure (Ardennes et Boulonnais), d'autre part, avec des nuances les rattachant tantôt à l'Est, tantôt à l'Ouest.

De façon générale, la division en trois parties : Bathonien supérieur oolithique, Bathonien moyen récifal ("Calcaires blancs"), Bathonien inférieur oolithique ou microdétritique, déjà soulignée précédemment (1, 2), apparaît à première vue.

On peut y ajouter la présence d'une zone de passage entre Bathonien moyen et Bathonien supérieur, correspondant au faciès du Calcaire des Pichottes en Boulonnais ou de l'Oolithe marneuse des Ardennes.

De même, entre Bathonien inférieur et Bathonien moyen, la transition se fait par une zone où les faciès calcaires alternent ; en particulier les calcaires compacts apparaissent un peu au-dessous des "Calcaires blancs".

Enfin, si le Bathonien inférieur est parfois oolithique (faciès ardennais) comme à Beaumont-

	BOULOMMAIS A. Bonte 1969	S. de BOULOGNE A. Bonte 1974	S. de WAVANS B.R.G.M. 34-1-201	S. de BERUMONT-HAMEL B.R.G.M. 35-6-30	⑥ S. de VERMANDOVIERS B.R.G.M. 63-4-23	ARDENNES A. Bonte 1941
CALLUVIEN	Merne de Belle à oolites ferrugineuses <u>surfaces</u>	Marnes à Serpule vertébrales	Marnes à oolites ferrugin.	Calc. marné à oolites ferrugin.	Marnes et lumachelles à oolites ferrugin.	Marnes à nodules et à min. de fr. oolithique
N	Corn brash	228.50 <u>debrisés</u>	174 <u>perforée</u>	230.35 <u>et</u>	553.10 <u>insectée</u>	<u>shuttes</u>
N	232	Calc. oolithique	Calc. oolithique	Calc. oolithique	Calc. oolithique	Calc. oolithique
N	1 m.	3.50	11 m.	241 → 10.65	565.20 → 12.10	
N	Calc. des Pichottes	Alternances calc. marné - arg. noire	Alternances calc. marné - arg. noire	Alternances calc. variées et marnes sableuses à Rh. elegantula		
N	2.50/2.75	236 ← 4 m.	4.50 ← 4 m.	245 ← 4 m.	570.50 ← 5.30	
N	Rh. hopetinsi					Rh. decorata Orbifammia elliptica
N	Oolithe de Marquise	Calcaire pseudoolithique	"Calcaires"	"Calcaires"	"Calcaires"	"Calcaires"
N		"type Marquise"	blancs	blancs	blancs	blancs
N		←	→	→	→	→
A	7 m.	250.45	219.55	276.50	615.15	
A	Calcaire de Rinxent	Calcaire	Calc. oolithique	Calc. oolithique	Calc. oolithique	les Vallées Polypiers
A	détritique et oolithique	Microdétritique type "Rinxent"	9.45	284.20 → 7.70	622	grès ligniteux
A	7-9 m.	258.55 ← 8.10	229	Marnes grises et grès		"Oolithe milicire"
A	O. sowerbyi	O. sowerbyi	////////////////////			grès calcaireux
A	Marnes d'Hydrequent	Marnes compactes	289.10	632		O. acuminata
A	1.50 - 3	259.60	4.90	Calcaire marno-gréseux		Marnes et Calcaires marnéux
A		1.05	////////////////////			
A	Sables d'Hydrequent	Calc. à polypiers et calc. variés				Lumachelle rousse à O. acuminata
A	2-3 m.	281.20 → 21.60				Calc. à Polypiers
A	////////////////////				

Tableau V. — Faciès et corrélations générales dans le Bathonien. Relations Est-Ouest.

Hamel où il repose sur un Bajocien supérieur analogue aux Marnes à *Ostrea acuminata* des Ardennes, il est souvent représenté par des calcaires marnogréseux ou microdétritiques qui se développent vers l'Ouest annonçant le Calcaire de Rinxent.

Il faut rappeler, en outre, que dans les Ardennes un faciès sablo-gréseux et ligniteux (signalé autrefois par Piette) encadre parfois l'oolithe miliaire, comme dans la région de Gruyères (1, p. 115).

Le tableau V schématise les variations de faciès, du Boulonnais aux Ardennes, et suggère par des flèches les relations hésitantes qui semblent exister entre l'Est et l'Ouest (1, 2, 6).

En ce qui concerne les épaisseurs, le tabl. IV matérialise les corrélations. Si on élimine Vermandovillers, un peu aberrant parce que plus central, on aboutit aux moyennes suivantes : Bathonien supérieur 10,12 ; zone de passage 4,97 ; Bathonien moyen 29,11 ; Bathonien inférieur 8,95 ; Bathonien total 51,35 m.

En résumé, sous un Jurassique supérieur argileux d'épaisseur variable, le Bathonien manifeste une constance remarquable : masse calcaire épaisse de 50 m reliant les Calcaires blancs des Ardennes à l'Oolithe de Marquise (1, 2, 6). Ce Bathonien, et en particulier le Bathonien moyen, constitue un réservoir de premier choix pour l'eau (5,7) et les hydrocarbures ; mais il peut aussi ménager des communications imprévues entre les réservoirs du socle, qu'il recoupe, ou avec les Sables verts, lorsque ceux-ci le recouvrent directement.

CONCLUSION

L'étude des sondages récents confirme la synthèse remarquable proposée par Pruvost en 1935 (12). Tous les sondages sont situés au S de sa ligne d'extension du Bathonien, sauf Ligny-

sur-Canche, où le Bathonien, avec 16,60 m est très inférieur à la normale.

Pour le Kimméridgien cependant, la limite d'extension devrait être nettement repoussée vers le Nord ; car Vermandovillers, qui figure sur cette limite, a traversé plus de 15 m de Kimméridgien.

Dans la présente étude, on a proposé des comparaisons qui ont été longuement élaborées ; on pourra toujours discuter les coupures et les corrélations ; la présente synthèse est un essai qui méritait d'être tenté.

Après un Lias qui semble discontinu, des Ardennes au Boulonnais, où il n'apparaît que de façon intermittente, le Dogger peut se suivre de façon à peu près régulière (3, 9). Si le Bajocien n'est pas encore bien établi, par contre, le Bathonien, avec ses faciès classiques, déborde largement sur le socle, conformément au schéma de Pruvost (12). Il est suivi par des formations à dominante argileuse, où l'on peut reconnaître certains repères universels, comme la marne à oolithes ferrugineuses du Callovien reposant sur une dalle perforée.

Après le dépôt du Jurassique, la transgression albiennaise a définitivement operculé le Bassin de Paris :

1) vers le centre du bassin, elle recouvre n'importe quel terme du Jurassique supérieur (ou du Crétacé inférieur ?) ;

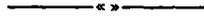
2) les Sables verts reposent directement sur le Bathonien dans huit sondages (Ligny-sur-Canche, Boffles, Bonnières, Villers-l'Hôpital, Barly, Bouquemaison, Neuville, Occoches) suivant une bande d'environ 12 km de large au N d'une ligne Wavans-Doullens ;

3) au-delà de cette bande, qui correspond sensiblement à la limite d'extension figurée par Pruvost en 1935, les Sables verts reposent directement sur le Primaire, débordés par la transgression cénomaniennaise.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BONTE A. (1941). — Contribution à l'étude du Jurassique de la bordure septentrionale du Bassin de Paris. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 205, XLII, 439 p., 67 fig., 4 tabl., XII pl.
- 2) BONTE A. (1960). — Sur la composition du Bathonien dans le Nord et l'Est de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXX, p. 161-167, 1 fig.
- 3) BONTE A. (1960). — Découverte du Bajocien dans le Boulonnais. *C.R. Ac. Sc.*, 251, p. 2739-2740.
- 4) BONTE A. (1969). — Le Boulonnais in *Géologie du Nord de la France. Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIX, p. 23-46, 2 fig.

- 5) BONTE A. (1974). — Lias et Bajocien dans le Boulonnais. Le sondage de Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCIV, p. 11-18.
- 6) BONTE A., COLLIN J.J. et LEROUX B. (1958). — Le Bathonien de la région de Marquise. *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 255, LVI, C.R. Coll. Campagne 1957, p. 9-20, 2 fig.
- 7) BOUROZ A. (1959). — Observations récentes sur les nappes aquifères albienne et bathonienne en Picardie. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXIX, p. 65-70, 1 fig.
- 8) BOUROZ A. (1960). — La structure du Paléozoïque du Nord de la France au Sud de la Grande Faille du Midi. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXX, p. 101-112, 3 fig., Pl. VIII.
- 9) BOUROZ A. et BONTE A. (1960). — L'extension du Bajocien sur la bordure septentrionale du Bassin de Paris. *C.R. Ac. Sc.*, 251, p. 2556-2557.
- 10) CORSIN P. (1950). — Découverte de sédiments rhétiens dans le Boulonnais. Etude préliminaire de leur flore et de leur faune. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXX, p. 243-272, 8 fig., Pl. XI-XII.
- 11) LEMOINE P., HUMERY R. et SOYER R. (1939). — Les forages profonds du Bassin de Paris. La nappe artésienne des Sables verts. *Mém. Mus. nat. Hist. nat.* (n. s.), XI, VIII, 700 p., 52 fig., 1 pl. h.-texte.
- 12) LEROUX E. et PRUVOST P. (1935). — Résultats géologiques d'un sondage profond à Amiens. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LX, p. 71-99, 3 fig., Pl. II.
- 13) PRUVOST P. (1922). — Existence du Lias en profondeur dans le Boulonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XLVII, p. 32-49, 1 fig.
- 14) PRUVOST P. (1928). — Le sondage de Ferrières-en-Bray. *Ann. Off. nat. Comb. liq.*, III, p. 429-457, 6 fig.



Echelles biostratigraphiques du Turonien au Santonien dans les Craies du Boulonnais (Macro - Micro - Nannofossiles)

par F. AMEDRO (*), H. MANIVIT(**) et F. ROBASZYNSKI(***)

(Planches XXIV et XXV)

Sommaire. — Une nouvelle tranchée de chemin de fer traversant la bordure Nord du Boulonnais a mis à l'affleurement, près de la gare de Caffiers, la totalité du Turonien (105 m) et une grande partie du Coniacien (36 m). Les anciennes carrières de Coquelles exposent encore les craies à silex du Coniacien terminal et de la partie inférieure du Santonien.

Des récoltes de macrofaunes (ammonites, inocérames, échinides), jointes à l'étude de la microfaune (foraminifères planctoniques et benthiques) et du nannoplancton sont à la base de l'établissement d'échelles biostratigraphiques intéressantes les trois étages.

Un tableau synthétique résume l'ensemble des données paléontologiques et propose plusieurs zonations. Les représentants des principaux groupes de *Micraster* sont figurés dans deux planches.

Summary. — A recent railway cutting through the northern border of the Boulonnais shows a complete section of the Turonian and a large part of the Coniacian. The quarries of Coquelles expose chalk with flints of the upper part of Coniacian and the lower part of the Santonian.

The results of the study of macro, micro and nannofossils justify biostratigraphic charts referring to the three stages.

A synthetic table summarizes all the paleontological facts and proposes several zonations. Some individuals of the main groups of *Micraster* are illustrated on two plates.

Une coupe complète du Crétacé inférieur et moyen marin du Boulonnais est bien développée dans les falaises du Cap Blanc-Nez. Les couches qui y sont visibles, d'âge Aptien à Turonien supérieur, sont maintenant bien connues grâce à une série de travaux récents (Amédro et al., 1976, 1978, 1978a).

Par contre, peu d'informations existent sur les niveaux crayeux plus élevés présents à la bordure Nord du Boulonnais. Chellonneix (1872) et Barrois (1873) signalent l'existence de la craie blanche à silex contenant *Micraster costudinarium* au sommet des collines voisines du Cap Blanc-Nez et de Coquelles. Parent (1892)

(*) 24, rue E. Dutarte, 62100 Calais (France).

(**) B.R.G.M. (C.N.R.S.) B.P. 6009, Orléans (France).

(***) Faculté polytechnique, Département de Géologie, 9, rue de Houdain, 7000 Mons (Belgique).

Note présentée le 7 Décembre 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 5 Avril 1979.

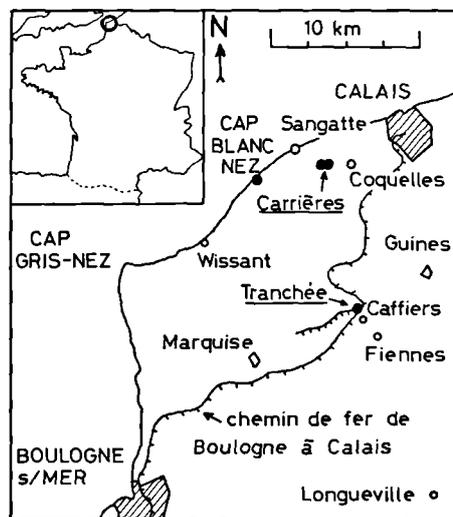


Fig. 1. — Situation géographique des sections de Caffiers et de Coquelles.

donne une description lithologique des craies accessibles dans des carrières situées au Nord de Fiennes, dans lesquelles il reconnaît au-dessus d'une zone à *Terebratulina "gracilis"* (12 m) une zone à *Micraster breviporus* (5 m) puis une zone à "*Epiaster brevis*" (sans le fossile guide). Plus près du Cap Blanc-Nez, à Coquelles et aux Noires Mottes, il signale aussi l'existence de la craie à *Micraster cortestudinarium*. Un peu plus tard, Dehée et Dubois (1927) interprètent un sondage au trépan ayant traversé le Crétacé et une partie du Primaire à Coquelles.

Enfin, Amédéo et Robaszynski (1978b) détaillent la lithologie et les principaux aspects biostratigraphiques des craies turono-coniaciennes accessibles dans la nouvelle tranchée de chemin de fer à Caffiers.

Les deux sections étudiées ici : la Tranchée de Caffiers et les Carrières de Coquelles, permettent désormais de disposer, pour le Turonien, le Coniacien et la partie inférieure du Santonien, de levés lithostratigraphiques et de tableaux de répartition des principaux groupes utilisés dans la stratigraphie du Crétacé : ammonites, inocérames, échinides, foraminifères planctoniques et benthiques, nannoplancton calcaire. Ces chartes complètent celles publiées précédemment pour le Cénomaniens et le Turonien du Cap Blanc-Nez (Amédéo et al., 1978, 1978a).

I. — LA TRANCHEE DE CAFFIERS

Une nouvelle voie de chemin de fer posée à partir de la gare de Caffiers vers les Carrières du Boulonnais ("Carrière Napoléon") permet l'observation sur une longueur de 500 m au Sud de la gare d'un important talus crayeux orienté sensiblement NE-SW. Environ 150 m de craies diverses apparaissent en succession continue avec un pendage de près de 40° dans la partie Sud de la section (proximité de l'accident de Landrethun), pendage qui s'atténue ensuite vers le Nord : 3 à 5°. Un affleurement semblable, mais plus complet vers le bas a dû être visible lors du creusement de la ligne Calais-Paris ainsi qu'en témoigne la coupe extrêmement schématique laissée par Topley (1868).

A) LITHOLOGIE (F. A., F. R.)

Une description lithologique détaillée de la section a déjà été donnée par Amédéo et Robas-

zynski (1978b). Pour cette raison, seules les grandes lignes de la succession sont rappelées ici (*).

de 111 à 95 : craie noduleuse à nodules de craie jaunâtre, durcie, enrobés de marne verdâtre. Niveaux marneux à 104 et 105 ;

de 95 à 70 : craie marneuse ou "subnoduleuse", blanc-grisâtre, lardée de filets argileux onduleux mm. Quelques niveaux noduleux subsistent, étagés dans la masse ;

de 70 à 38 : craie blanche à niveaux marneux et silex rares au sommet. Craie blanche, fine, avec encore quelques filets argileux surtout à la base ; des niveaux argileux centimétriques sont visibles à 55 et 42.

A cette hauteur, apparaissent aussi les premiers silex, rares et de petite taille.

de 38 à 148 : Formation de la Craie à silex de Caffiers. Craie blanche fine et tendre devenant plus fine et traçante vers le sommet, avec de nombreux lits de silex noirs en rognons à cortex épais. Deux hardgrounds superposés (à 38 et 37) de craie jaunâtre à nodules durcis et ferruginisés séparés par une craie blanche contenant le premier niveau à silex abondants marquent la base. D'autres niveaux durcis existent, principalement entre 32 et 25 puis entre 5 et 118. Un ensemble de 3 lits argileux (à 36, 35 et 34) surmonte immédiatement les hardgrounds de base ; quelques plaques de silex tabulaires ont aussi été décelées en 125 et 138, liées, semble-t-il, à de petites failles.

En tenant compte des caractères pétrographiques, on peut subdiviser la Formation de la Craie de Caffiers en deux membres :

— membre inférieur (120-38), ou Craie du Pont de Caffiers (craie blanche à silex avec niveaux marneux et hardgrounds) ;

— membre supérieur (148-120), ou Craie de la Gare de Caffiers (craie blanche à silex avec quelques bandes de silex plats).

B) AMMONITES (F. A.)

La présence dans la craie noduleuse de *Sciponoceras* sp. ex. gr. *gracile* à 109 permet de rapporter la base de la section au Cénomaniens terminal (Interval-Zone à *Metoicoceras* gr. *geslinianum* de Amédéo in Amédéo et al., 1978a). Les niveaux immédiatement supérieurs n'ont pas encore livré d'ammonites, contrairement aux horizons correspondants du Cap Blanc-

(*) La numérotation indiquée dans les fig. 2 et 3 va de 0 à 111 m à partir du pont supérieur à la tranchée vers le Sud-Ouest ; puis de 112 à 148 m en partant du pied Nord du même pont vers la gare de Caffiers.

Nez (Amédéo et al., 1978a : 118 ammonites dont *Lewesiceras peramplum* et *Mammites nodosoides*). Pourtant, *Lewesiceras* sp. a été recueilli en 85. Plus haut, la craie livre de nouveau des ammonites abondantes dans le hardground 29 : *Subprionocyclus neptuni* (3 exemplaires), *Lewesiceras mantelli* (1), *Lewesiceras* sp. (1), *Scaphites* gr. *geinitzi* (1), *Sciponoceras* sp. (2) et dans le hardground 26 : *Sciponoceras* sp. (1). Au-dessus de ces niveaux durcis, *Sc.* gr. *geinitzi* existe encore en 12 et 11. Enfin, le niveau 4 a livré un très bel exemplaire de *Peroniceras tridorsatum*, indicateur traditionnel du Coniacien (d'Orbigny, 1850 ; de Grossouvre, 1901). Ce spécimen a été figuré précédemment par Amédéo et Robaszynski (1978b, Pl. III, fig. 2, 2a, 2b).

La comparaison entre les sections de Caffiers et du Cap Blanc-Nez montre une répartition semblable des faunes dans les deux coupes. En particulier, les niveaux 29 et 26 de Caffiers, caractérisés par la présence de *S. neptuni*, *L. mantelli* et *Sc.* gr. *geinitzi*, correspondent aux hardgrounds "GBN" du Cap Blanc-Nez. Mais le grand intérêt de la tranchée de Caffiers est de permettre, en tenant compte des conceptions antérieures (d'Orbigny, 1850 ; de Grossouvre, 1901), de situer dans une succession dépourvue de discontinuité majeure, la base du Coniacien par l'apparition de *Peroniceras tridorsatum*. Un intervalle important existe d'ailleurs (20 m de craies) entre les niveaux à *Subprionocyclus neptuni*, *Lewesiceras mantelli*, *Scaphites* gr. *geinitzi* et le banc à *Peroniceras tridorsatum*. Cependant *Sc.* gr. *geinitzi* persiste dans cet intervalle.

C) INOCERAMES

Les exemplaires d'un premier lot d'inocérames récolté à la tranchée de Caffiers ont été déterminés en même temps que ceux du Turonien du Cap Blanc-Nez par Sornay (cf. Amédéo et Robaszynski, 1978b). Depuis, d'autres récoltes sont venues compléter le tableau de répartition (fig. 2) et amènent les remarques suivantes (d'après Sornay).

a) Les niveaux les plus inférieurs (109-110).

Ils ont fourni *I. pictus* Sow. (Cénomaniens terminal).

b) Partie inférieure du Turonien.

Entre 108 et 98, on peut noter la présence de *I. mytiloides* Mant., *I. labiatus* Schloth., *I. her-*

cynicus Petr., *I. tenuis* Dietze, non Mant., *I. sp. ex. gr. schoendorfi* Heinz. Les trois premières formes sont bien caractéristiques du "Turonien inférieur" dans toute l'Europe et *I. tenuis* indique un niveau bas dans le "Turonien inférieur". Par contre, la présence d'une forme du groupe de *I. schoendorfi* qui, dans le SE de la France, ne dépasse pas le Cénomaniens et se trouve ici dans le "Turonien inférieur", est intéressante à signaler.

c) Parties moyenne et supérieure du Turonien.

La faune est tout à fait classique avec *I. lamarcki* Park. (71 à 32) et les formes de son groupe : *I. sp. ex. gr. securiformis* Heinz (30, 36), *I. cuvieri* Sow. (23).

Le Turonien terminal a livré des exemplaires incomplets, proches de *I. inconstans* Woods et *I. schloenbachi* Böhm, ainsi que des fragments de *I. mantelli* De Mercey, forme considérée jusqu'ici comme coniacienne.

d) Coniacien.

Si l'on accepte les coupures stratigraphiques fondées sur la répartition des Ammonites (voir ante), le Coniacien commence avec l'apparition des premiers *Peroniceras*. A Caffiers, un *Peroniceras tridorsatum* bien conservé ayant été recueilli au banc 4, le Coniacien débute au moins à ce niveau ou un peu au-dessous. Dans ce cas, *I. waltersdorfensis hannovrensis* Heinz isolé au banc 3 se trouve dans le Coniacien alors que Tröger considère l'espèce appartenant à son "Ober Turon" dans la coupe de Grimberg IV.

D) ECHINIDES (F. A., F. R.)

1) Remarques relatives aux Micrasters.

Nous avons déjà évoqué les difficultés rencontrées dans la détermination des Micrasters à propos du contenu paléontologique de sections à la limite Turonien-Coniacien (Amédéo et Robaszynski, 1978b).

Rappelons le résultat des observations réalisées à partir d'un abondant matériel provenant du Boulonnais et de la région lilloise ainsi que l'examen de figurations originales de Klein, 1734 (*coranguinum*), Goldfuss, 1826 (*cortestudinarium*), Bayle, 1878 (*decipiens*), Rowe, 1899 ("*praecursor*"), Bucaille, 1883 (*normanniae*), et d'illustrations ou descriptions des espèces

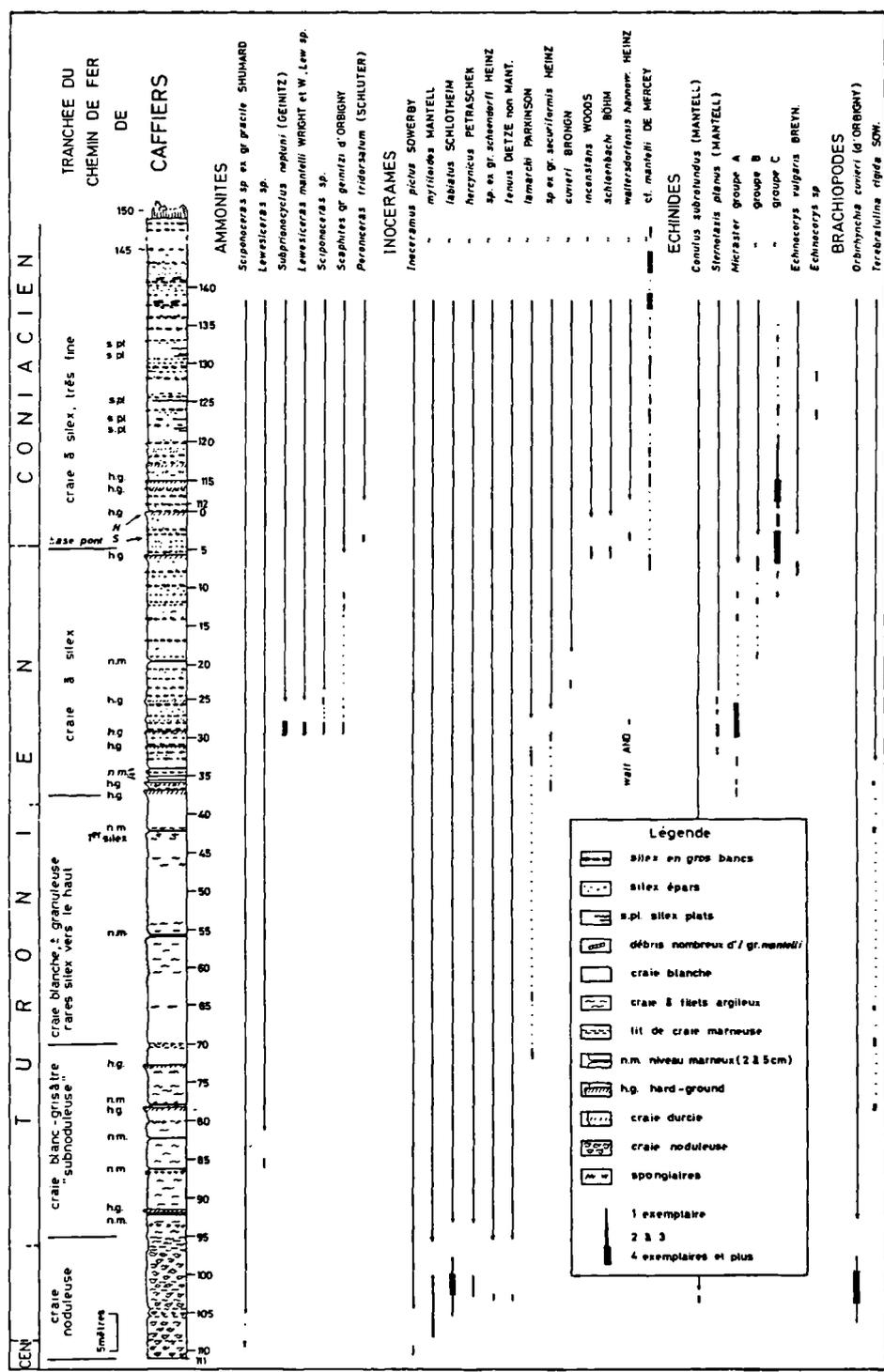


Fig. 2. — Lithologie et contenu macropaléontologique de la Tranchée de Caffiers.

micelini Agass., *breviporus* Agass., *corbovis* Forbes, etc... données par d'Orbigny, 1853-1855 ; Cotteau, 1849-78 ; Lucien Cayeux, 1890 ; Parent, 1892 ; Lambert, 1901 ; Gosselet, 1906 ; Leriche, 1909 ; Louis Cayeux, 1961-65 ; Stokes, 1975 et 1977.

En reprenant les conceptions de Rowe et Gosselet, il semble que les différentes espèces peuvent être rassemblées en plusieurs groupes, principalement selon les caractères des zones ambulacraires et ceux du péristome (les zones ambulacraires paires comportent deux rangées de plaques percées chacune de deux pores ; les deux rangées de pores doubles sont séparées par une zone interporifère et, suivant les groupes, des granulations ou des bourrelets peuvent y apparaître).

Micrasters groupe A (partie supérieure du Turonien) : à zones interporifères concaves et lisses, à péristome éloigné du bord et à lèvre très peu ou non saillante.

Quand les caractères morphologiques sont bien marqués, il est possible de séparer des faunes globuleuses à thèque mince (*corbovis* Forbes) et des formes plus petites, assez étroites et à thèque plus épaisse (*leskei* Desmoulins, alias *breviporus* Agass. auct.). Des individus à partie postérieure légèrement rostrée peuvent être rattachés au *M. micelini* Agass. beaucoup mieux représenté dans la moitié supérieure du Turonien du Saumurois et de la Touraine.

Micrasters groupe B (Turonien élevé et parfois Coniacien basal) : à zones interporifères "saturées", occasionnellement soulignées par des granulations légèrement en relief, à péristome toujours assez éloigné du bord et à lèvre peu saillante.

Ce sont des formes correspondant à celles signalées par Rowe sous le nom de "*praecursor*". Des individus à thèque assez aplatie (*normanniae* Bucaille) appartiennent également à ce groupe.

Micrasters groupe C (Coniacien et ? Santonien pars) : à zones interporifères marquées de bourrelets saillants, à péristome assez proche ou proche du bord, recouvert par une lèvre saillante.

Les caractères fondés sur la forme, la hauteur ou la convexité de la thèque semblent très variables et peu constants pour séparer clairement des espèces. Nous incluons dans ce

groupe la forme *decipiens* Bayle (alias *cortestudinarium* Goldf. des auteurs anciens, Lambert et Rowe).

Dans le présent travail, tous les exemplaires recueillis dans le Coniacien de Caffiers et le Coniacien-Santonien "inférieur" de Coquelles ont été rapportés au *Micraster* groupe C.

Pourtant, dans le Nord du Bassin de Paris et le Kent, traditionnellement depuis Hébert (1863, 1874), Barrois (1876, 1878), Rowe (1899, 1900), on accepte l'existence d'une "assise" ou d'une "zone à *Micraster coranguinum*" au-dessus d'une "zone à *Micraster cortestudinarium*" épaisse d'une vingtaine de mètres, cette dernière débutant le "Sénonien" des auteurs. Or, il nous a semblé qu'aucun *Micraster* de la partie supérieure de la section de Caffiers ou de la coupe de Coquelles ne pouvait être rapporté au *M. coranguinum* (espèce d'ailleurs très mal définie au point de vue de la systématique).

Une telle opinion rejoint d'ailleurs les remarques de Barrois sur le même sujet (1878, p. 445) : « La craie à *M. coranguinum* fut distinguée dans le bassin de Paris en 1863 par Hébert... le nom de zone à *M. coranguinum* que je lui ai conservé en Angleterre a également un inconvénient grave, le *M. coranguinum* y est peu abondant et appartient à une variété distincte du type tandis que c'est dans la zone à *Marsupites* que l'on trouve en plus grande abondance le *M. coranguinum* à forme typique ».

2) Éléments biostratigraphiques.

Si, dans la craie noduleuse, *Conulus subrotundus* a été recueilli à 103, le faciès monotone de la craie marneuse, moins favorable aux récoltes de macrofaunes, n'a livré par contre aucun échinide jusqu'à maintenant. Les trouvailles deviennent seulement fréquentes plus haut avec le développement du faciès craie à silex. Les *Micraster* gr. A apparaissent à 38, abondent de 30 à 26 et subsistent jusqu'en 11. Là, ils sont relayés par les *Micraster* gr. B qui restent occasionnels de 19 à 6. Enfin les *Micraster* gr. C interviennent à partir de 11 et jusqu'au sommet de la coupe. Leur fréquence est cependant maximale dans un ensemble de petits hardgrounds de 5 à 120. Parmi les Holasteridae, *Sternotaxis planus* a été recueilli dans un intervalle assez restreint mais en abondance de 32 à 25. Les premiers *Echynocorys vulgaris* font, quant à eux, leur apparition à 8.

3) Zonation.

Comme pour le Blanc-Nez (Amédéo et al., 1978a), une biozonation basée sur les *Micraster* peut être envisagée. On reconnaît ainsi, du bas vers le haut :

— une Interval-zone à *Micraster* gr. A de 38 à 19, avec, dans la partie moyenne de la Zone, un horizon à *Sternotaxis planus* abondant,

— une Interval-zone à *Micraster* gr. B de 19 à 11 avec les derniers *Micraster* gr. A,

— une Interval-zone à *Micraster* gr. C à partir de 11 où, à la base, subsistent les derniers *Micraster* gr. B.

N.B. - La "zone à *Holaster planus*" — au sens de Hébert, 1874 — qui débute classiquement par une série de hardgrounds : "Chalk rock" à Douvres, hardgrounds "GBN" au Blanc-Nez, banc 29 à Caffiers, est à abandonner. En effet, l'examen du tableau d'extension des espèces montre que *St. planus* apparaît sous les hardgrounds de base de sa zone. De plus, il ne monte pas jusqu'au sommet de celle-ci.

E) FORAMINIFERES (F. R.)

Les extensions relatives des foraminifères planctoniques et benthiques du Turonien de la partie occidentale du Boulonnais ont déjà fait l'objet d'une publication antérieure (Robaszynski in Amédéo et al., 1978a). La section de Caffiers (fig. 3) vient confirmer les données obtenues au Cap Blanc-Nez pour le Turonien et apporte en outre des éléments nouveaux pour le Coniacien.

Nous avons proposé précédemment un essai de zonations parallèles avec les foraminifères planctoniques d'une part et, d'autre part, avec les foraminifères benthiques. Dans ce qui suit, nous reprenons pour le Turonien de Caffiers (avec quelques modifications mineures) les principaux termes de ces zonations auxquels nous ajoutons les divisions pour le Coniacien. Comme antérieurement, les limites de zones tiennent surtout compte des apparitions d'espèces-index et occasionnellement de leur disparition. Selon les recommandations formulées dans Hedberg (1971, 1976), on suivra les définitions suivantes :

Total range-zone ou **Taxon range-zone (TRZ)** : intervalle représentant l'extension totale d'un taxon, de son apparition à son extinction.

Interval-zone (IZ) : intervalle compris entre deux biohorizons (ou datum planes) identifiables par l'apparition ou l'extinction d'espèces-index.

Partial range-zone (PRZ) : cas particulier d'Interval-zone (selon la définition proposée à Londres, 1967, cf. Hedberg, 1971) ; intervalle compris entre deux biohorizons dont l'inférieur correspond à l'extinction d'un taxon et le supérieur à l'apparition d'un nouveau.

1) Zonation à partir des foraminifères planctoniques.

a) *Whiteinella archaeocretacea* PRZ : intervalle compris entre l'extinction de *Rotalipora cushmani* et l'apparition de *Praeglobotruncana ch. helvetica*.

L'espèce *W. archaeocretacea* Pess. ayant été reconnue récemment comme synonyme senior de *Praeglobotruncana lehmanni* Porth. (in Robaszynski et Caron, coord., 1979), la PRZ à *P. lehmanni* (Robaszynski in Amédéo et al., 1978a) et la PRZ à *W. archaeocretacea* sont donc exactement équivalentes et correspondent sensiblement à la zone à "grosses globigérines" des auteurs.

Dans cette zone s'éteignent les dernières *P. stephani*, se développent les *Dicarinella hagni* et apparaissent les *D. imbricata* et les premières *Marginotruncana marginata*.

b) *Praeglobotruncana helvetica* TRZ : intervalle défini par l'extension totale de *P. helvetica* et de la forme très voisine *P. praehelvetica*.

A Caffiers, l'extension verticale de *M. sigali* est entièrement comprise dans la zone, et *M. pseudolinneiana* y apparaît au sommet

c) *Marginotruncana pseudolinneiana* PRZ : intervalle défini à la base par l'extinction de *P. helvetica* et au sommet par l'apparition de *M. coronata*.

La plupart des espèces citées précédemment ne franchissent pas la base de la zone (tout au moins à Caffiers) mise à part *M. marginata* que l'on retrouve d'ailleurs plus haut.

d) *Marginotruncana coronata* IZ : intervalle compris entre l'apparition de *M. coronata* et l'apparition de *G. cf. paraventricosa*. Les foraminifères planctoniques deviennent beaucoup plus rares dans le faciès crayeux et seules quelques espèces du genre *Marginotruncana*

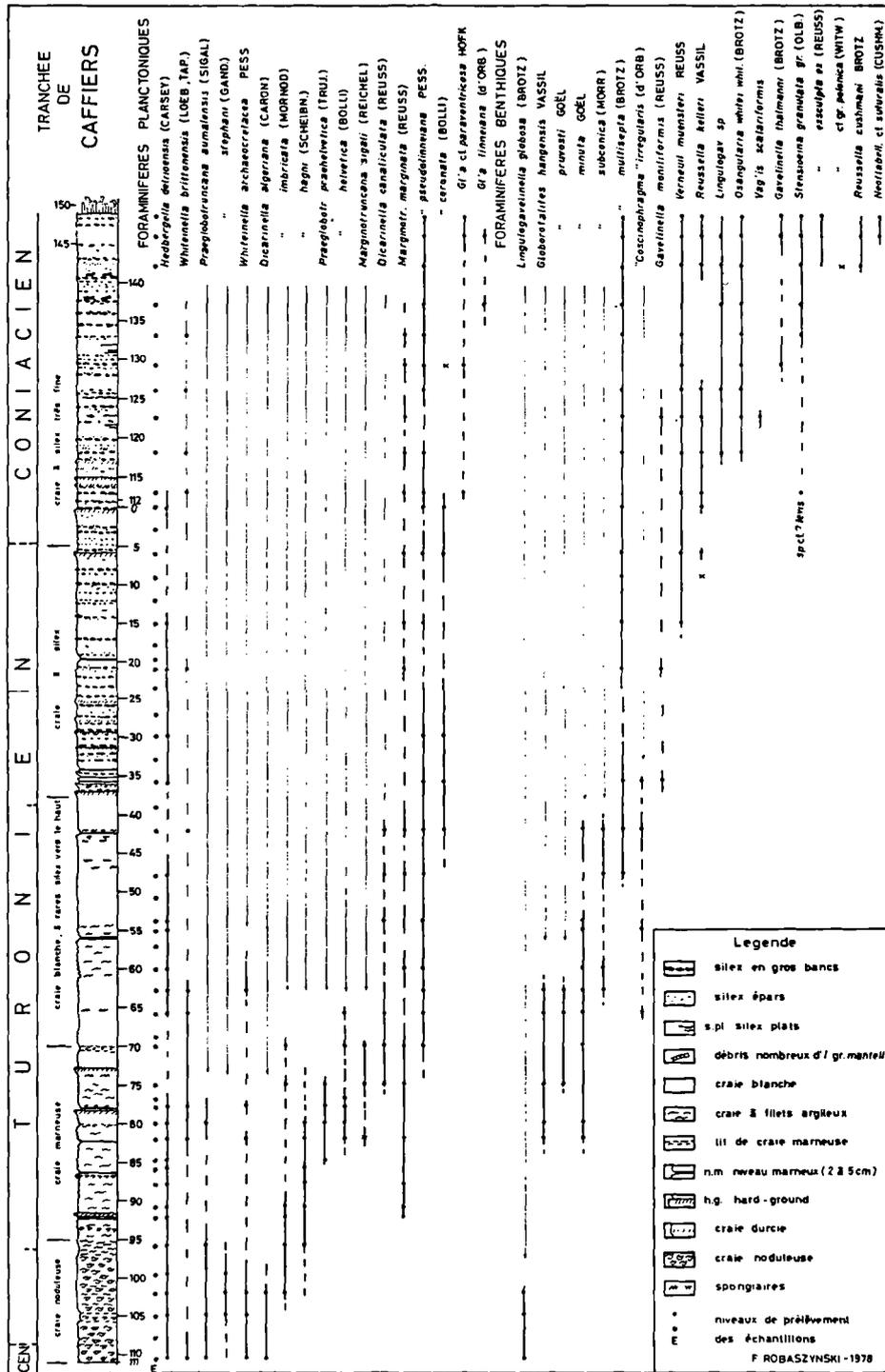


Fig. 3. — Lithologie et contenu micropaléontologique (Foraminifères) de la Tranchée de Caffiers.

subsistent, principalement *M. pseudolinneiana* et *M. marginata* associées à *M. coronata*.

e) *Globotruncana* cf. *paraventricosa* IZ : intervalle débutant avec l'apparition de l'espèce ; sommet non défini à Caffiers.

L'installation du faciès " craie à silex " semble fort défavorable au développement des foraminifères planctoniques. Seules quelques Hedbergelles et Whiteinelles (*W. sp. ex. gr. baltica*) accompagnent des individus rapportés ici avec doute à l'espèce *paraventricosa*.

2) Zonation à partir des foraminifères benthiques.

Les zones de la moitié inférieure du Turonien sont sensiblement identiques à celles définies au Cap Blanc-Nez :

a) *Lingulogavelinella globosa* PRZ

b) *Globorotalites hangensis* IZ

c) "*Coscinophragma*" *irregularis* IZ

Puis viennent :

d) *Globorotalites multisepta* IZ : intervalle compris entre l'apparition de *G. multisepta* et l'apparition de *Reussella kelleri*.

Dans cette zone s'éteignent *C. irregularis* et les espèces à ombilic large du genre *Globorotalites* : *G. hangensis*, *G. minuta*, *G. subconica* et apparaissent les premières *Verneuilina muensteri*.

e) *Reussella kelleri* IZ : intervalle compris entre l'apparition de *R. kelleri* et l'apparition de *Osangularia whitei whitei*.

Alors que dans le haut des falaises du Grand Blanc-Nez, les premières *R. kelleri* sont franchement turoniennes (avec *Subprionocyclus nep-tuni*), à Caffiers, on ne décèle les mêmes formes que dans le Turonien sommital, quelques mètres seulement sous le niveau 4 à *Peroniceras*.

f) *Osangularia w. whitei* IZ : intervalle compris entre l'apparition de *O. w. whitei* et l'apparition de *Stensioeina gran. granulata*. Quelques *Gavelinella thalmani* et *Vaginulinopsis scalariformis* interviennent sporadiquement dans la zone.

g) *Stensioeina granulata granulata* IZ : intervalle compris entre l'apparition de l'espèce et celle de *S. exs. exsculpta*.

h) *Stensioeina exsculpta exsculpta* IZ : intervalle défini, à la base, par l'apparition du taxon.

L'espèce-index n'est décelée que dans les tout derniers mètres de la section où elle est encore rare. Y sont associées *R. kelleri*, *R. cushmani*, *O. w. whitei*, *G. thalmani* et *S. gran. granulata*.

3) Conclusion.

Dans le Boulonnais, il est relativement aisé de subdiviser la presque totalité du Turonien en zones de foraminifères planctoniques, les formes benthiques n'intervenant que pour préciser certains niveaux. Il en est d'une manière toute différente pour le Turonien sommital et le Coniacien où les espèces planctoniques deviennent rares ou peu significatives alors que les foraminifères benthiques, toujours très abondants et diversifiés, permettent des coupures très fines.

Grâce aux travaux récents et détaillés de Koch (1977), en particulier sur les foraminifères benthiques, la mise au point d'une zonation faisant intervenir les différentes espèces et sous-espèces du genre *Stensioeina* a été grandement facilitée. A noter que dans le NW de l'Allemagne, le genre apparaît dès la base du Turonien et développe quatre sous-espèces jusqu'au début du Coniacien (successivement *granulata pokorny*, *gr. humilis*, *gr. kelleri* et *gr. levis*), tandis que dans le Boulonnais et le Nord de la France, la première sous-espèce décelée (*gran. granulata*) se trouve largement au-dessus de la limite Turonien-Coniacien. Seul, un échantillon à 113 (base Nord du pont de la gare de Caffiers) a livré deux minuscules exemplaires pouvant être rapportés avec doute à *Stensioeina granulata levis*.

F) NANNOPLANCTON (H. M.)

L'examen en microscopie photonique de 28 échantillons qui m'ont été fournis venant de la coupe de Caffiers permettent de distinguer six zones de Nannoplancton, s'étageant du Turonien basal au Coniacien élevé.

Parmi les 54 espèces de Nannofossiles déterminés, 42 proviennent du Cénomaniens et de l'Albien, 5 disparaissent au cours du Turonien. Par contre, 12 espèces font leur apparition.

Définition et description des zones.

De l'échantillon 111 à 123, les quatre premières biozones reconnues sont identiques à celles définies au Cap Blanc-Nez avec des associations semblables (cf. Amédéo et al., 1978a). Il s'agit, du plus ancien au plus récent, des zones à :

- 1) *Microrhabdulus decoratus*,
- 2) *Quadrum gartneri*,
- 3) *Eiffelithus eximius*,
- 4) *Marthasterites furcatus*.

La répartition des espèces avec leur fréquence est reportée dans la fig. 4 qui montre une Nannoflore riche, assez bien conservée, avec cependant des indices de recristallisation sur les disques marginaux des Coccolithes. On note que, dans les échantillons 142 et 129, les phénomènes de diagenèse sont plus importants.

Les remarques d'ordre paléobiogéographique énoncées dans l'étude du Cap Blanc-Nez sont également valables pour Caffiers.

5) La zone à *Micula decussata* Vekshina, que je propose dans la coupe de Caffiers, est définie par la première apparition de *Micula decussata* (éch. 137) jusqu'à la première apparition de *Rucinolithus hayii* Stover (éch. 142). Dans cette zone apparaît aussi *Tetralithus obscurus* Deflandre, espèce dont Thierstein rapporte l'apparition au Coniacien (1976).

Sissingh (1977) propose la première apparition de *Micula* ex. gr. *staurophora* (Gardet, Bramlette et Martini) dans la coupe du Kef, comme datant le Coniacien supérieur.

Thierstein (1974), dans l'Océan Indien (leg 25), observe *Micula staurophora* au Coniacien au site 285 a.

Verbeek (1977a) définit la zone à *Micula concava* Stradner dans la coupe du Kef, comme l'intervalle entre la première apparition de cette espèce jusqu'à la première apparition de *Rucinolithus hayii*. Pour lui, la limite inférieure de la zone à *Micula concava* est basée sur l'évolution de *Micula concava* en *Micula decussata*, il est donc difficile de comparer la zone de Verbeek avec celle des autres auteurs.

Personnellement, je considère, d'une part, *Micula decussata* comme synonyme de *Micula concava* et, d'autre part, l'espèce *Micula staurophora* telle qu'elle a été décrite par Stradner

(1963), Thierstein (1974) et Sissingh (1977) comme ayant été confondue avec *Quadrum gartneri* (Manivit et al., 1977).

Toutes ces remarques justifient donc la position de ma zone à *Micula decussata* reconnue dans la coupe de Caffiers. A noter aussi que je n'ai pas rencontré dans le Boulonnais (peut-être en raison de la diagenèse qui pourrait obstruer certains pores) l'espèce *Broinsonia lacunosa* Forcheimer qui, pour Verbeek, serait l'ancêtre de *Broinsonia parca* (Stradner) et le synonyme de *Broinsonia furtiva* au sens de Thierstein (1974). Verbeek propose l'apparition de *Broinsonia lacunosa* pour définir dans la coupe du Kef en Tunisie une zone correspondant à une partie du Santonien inférieur.

6) La dernière zone reconnue dans la coupe de Caffiers est la zone à *Rucinolithus hayii*, définie dans le Boulonnais par l'intervalle entre l'apparition de cette espèce jusqu'à l'apparition de *Broinsonia parca*.

Dans cet Interval-zone apparaissent aussi *Lucianorhabdus cayeuxi* Deflandre et *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre).

Roth en 1973, dans le Pacifique (leg 17), et moi-même en 1971 dans le stratotype, avons observé l'existence de *Rucinolithus hayii* dans le Santonien.

Je n'ai pas non plus rencontré de *Zygodiscus spiralis* Bramlette et Martini dans le Boulonnais, alors que Verbeek l'a reconnu à Saintes et dans le Kef associé à *Lucianorhabdus cayeuxi*.

G) CONCLUSIONS

Plusieurs aspects soulignent l'intérêt de la section de Caffiers :

— la nouvelle tranchée expose 148 m en continu de craies diverses ;

— de bonnes conditions d'affleurement ont permis l'établissement d'une suite lithologique précise ;

— l'ensemble des craies a livré un abondant matériel macropaléontologique : ammonites, inocérames, échinides, etc... ;

— la microfaune de foraminifères et le nannoplancton sont très diversifiés spécifiquement.

Après avoir noté que les limites des différentes zones et des étages ne correspondent pas avec des limites de faciès, récapitulons les prin-

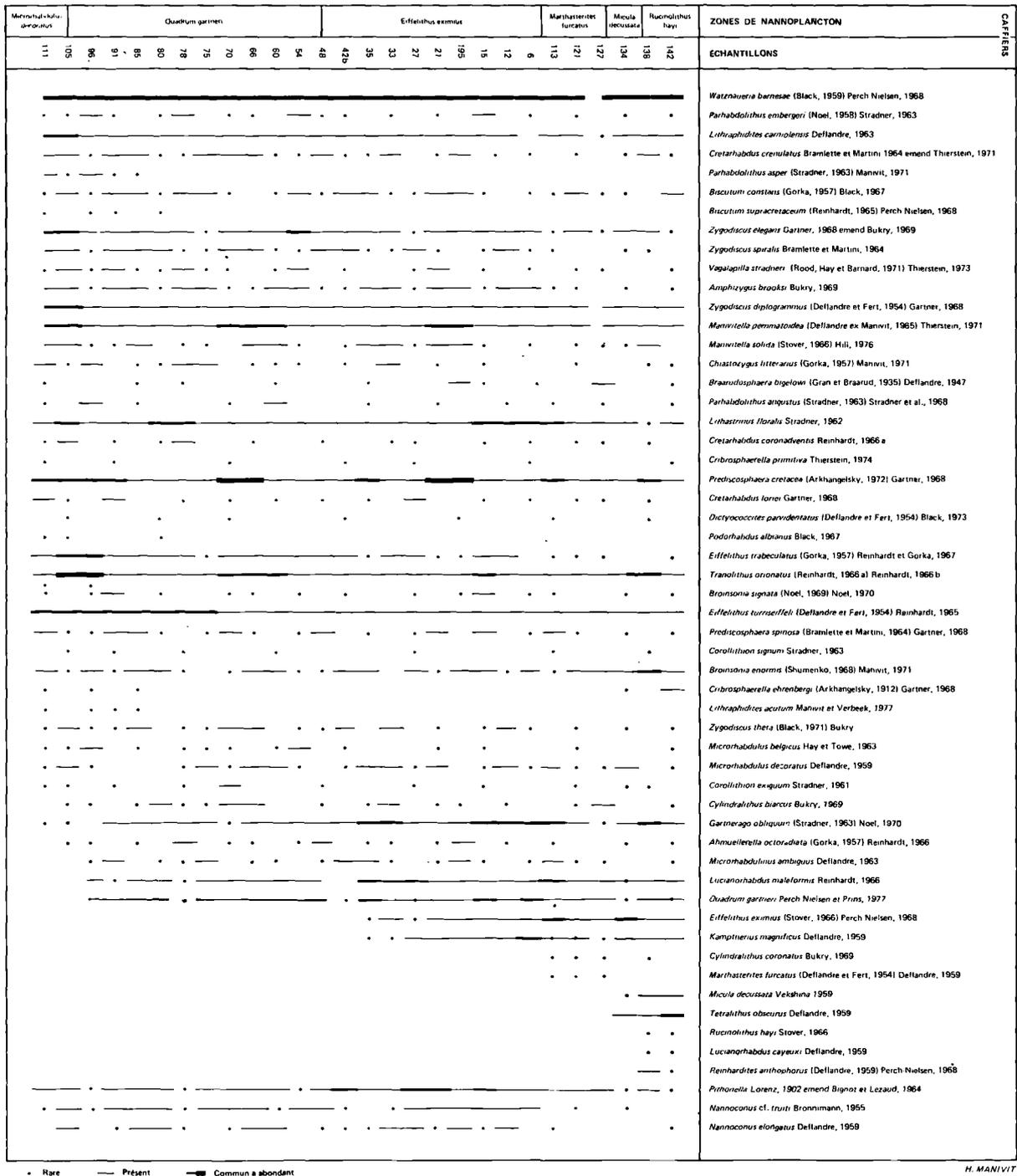


Fig. 4. — Répartition du Nannoplancton dans la Tranchée de Caffiers.

(Errata : dans la colonne « échantillons », au lieu de 121, 127, 138, 142, lire respectivement 123, 129, 137, 142, 148).

cipaux termes lithostratigraphiques mis en évidence dans la coupe, soit du plus récent au plus ancien :

- 148- 38 : Formation de la Craie à silex de Caffiers (75 m) subdivisée en deux membres :
- membre supérieur (148-120) : Craie de la Gare de Caffiers (28 m), entièrement coniacienne;
 - membre inférieur (120-38) : Craie du Pont de Caffiers (47 m), à hard-grounds et niveaux marneux ; les 15 m du sommet sont Coniacien et le reste est Turonien "supérieur" ;
- 38- 70 : Craie blanche à niveaux marneux et silex rares au sommet (32 m) ; partie moyenne du Turonien ;
- 70- 95 : Craie marneuse "subnoduleuse" (25 m) ; partie moyenne du Turonien ;
- 95-111 : Craie noduleuse (16 m) ; partie inférieure du Turonien, les 2 m de base étant d'âge Cénomarien terminal.

II. — LES CARRIERES DE COQUELLES

Une ancienne cimenterie située à 1,8 km de Coquelles vers Sangatte sur la D 243E montre, au Sud des bâtiments maintenant abandonnés, un ensemble de deux carrières de craie : Coquelles-Est et Coquelles-Ouest. Les deux affleurements exposant les mêmes niveaux de craie, les levés ont été effectués dans la carrière de Coquelles-Ouest où le front de taille est plus accessible grâce à l'existence d'un palier d'exploitation médian.

A) LITHOLOGIE (F. A., F. R.)

a) *Front inférieur* (0 à 12) : craie blanche, fine et traçante, très tendre à la base, plus massive vers le haut, avec de nombreux lits de silex noirs en rognons. Quelques boules de limonite apparaissent entre 8 et 9 ainsi que des silex colmatant des joints obliques en 10.

Lacune d'observation sur 2 m environ (palier avec éboulis).

b) *Front supérieur* (14 à 31) : craie blanche avec niveaux de silex en rognons identique à la précédente ; silex plats qui disparaissent latéralement en 17 et 24,5. Vers le sommet, le cortex des silex semble plus épais. En 16 a été découvert un silex noir en colonne conique, évasé vers le haut, de 20 cm de diamètre au sommet et s'enfonçant de 40 cm dans le banc crayeux inférieur.

L'ensemble des niveaux crayeux exposés dans la carrière Ouest est nommé : Membre de la Craie à silex de Coquelles.

B) MACROFAUNE (F. A.)

Bien que ce type de craie soit notoirement très peu fossilifère, une importante macrofaune a été recueillie. *Inoceramus* cf. *mantelli* apparaît de 1 à 8, puis *I. (Sphenoceramus) gr. cardisoides* en 23. Chez les échinides, *Micraster* gr. *C* est assez fréquent de 0 à 12, puis se raréfie au-dessus. Un horizon riche en *Conulus albogalerus* existe à partir de 22 jusqu'au sommet de la coupe. Enfin *Echinocorys vulgaris* intervient occasionnellement en 22, 25 et 28, ainsi que *Tylocidaris clavigera* en 22.

C) FORAMINIFERES (F. R.)

Comme vers le haut de la section de Caffiers, les craies des carrières de Coquelles ne renferment pas suffisamment de matériel ni d'espèces planctoniques pour que l'on puisse construire une échelle zonale valable. Seuls quelques fragments pouvant faire penser à *Dicarinella primitiva* ou *D. concavata* ont été isolés, mais ils sont trop rares et trop mal conservés pour servir de base à une zonation.

On leur préférera les foraminifères benthiques qui, beaucoup plus abondants et très diversifiés spécifiquement, justifient une échelle à intervalles courts.

On distingue ainsi sur les 30 m de craies, deux divisions (provisoires) :

— *Stensioeina granulata polonica* IZ : intervalle compris entre l'apparition de *S. gran. polonica* et l'apparition de *Cibicides* aff. *excavata*.

La sous-espèce *polonica* est peu commune à la base des carrières mais il est possible qu'elle apparaisse dans des niveaux plus inférieurs (déjà au sommet de Caffiers, bien qu'exceptionnelles, des formes à face spirale presque lisse avaient pu être séparées) ; elle devient très fréquente dans les craies du front supérieur où apparaissent quelques *Eponides concinna* et se développent de nombreuses *Reuss. cushmani*, *G. thalmani* et *O. w. whitei*.

— *Cibicides* aff. *excavata* IZ : intervalle défini à la base par l'apparition de l'espèce.

Ce n'est que dans les deux derniers mètres de la coupe que se révèle une nouvelle association comprenant quelques exemplaires de *Cibicides* aff. *excavata*, *Reussella* sp. cf. *szajnochae* et *Stensioeina granulata* cf. *perfecta*.

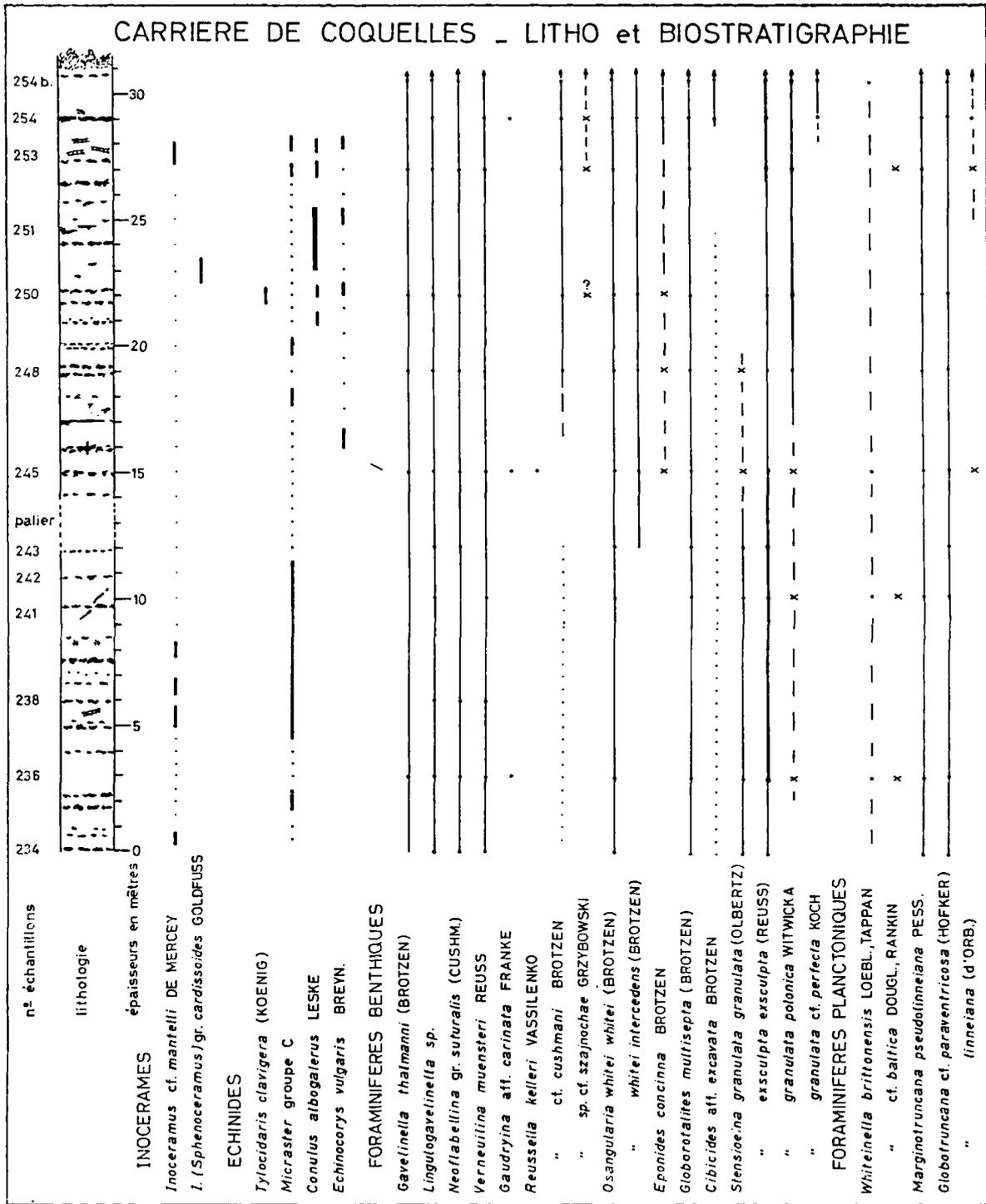


Fig. 5. — Carrières de Coquelles : lithologie, macro et micropaléontologie (Foraminifères).

Si l'existence de la sous-espèce *perfecta* se confirmait ultérieurement dans des niveaux supérieurs à ceux visibles à Coquelles, ce taxon serait à préférer à *C. excavata* comme fossile-index.

D) NANNOPLANCTON (H. M.)

Les échantillons sont assez riches en Nannofossiles ; certains d'entre eux présentent des traces de dissolution ou de recristallisation ; cependant les phénomènes de diagenèse sont moins importants qu'au Blanc-Nez.

Les associations reconnues permettent de rapporter la totalité de la section à la zone à *Rucinolithus hayii* telle qu'elle a été définie à Caffiers. L'extension des espèces est donnée à la fig. 6.

III. — REMARQUES ET CONCLUSIONS

1) Tranchée de Caffiers.

Par des arguments paléontologiques, nous avons montré que la section de Caffiers expose en continu le Cénomanién terminal, la totalité du Turonien et une grande partie du Coniacien.

La limite Cénomanién-Turonien y est fixée par l'apparition d'*I. gr. labiatus* concordant avec l'extinction de *Sciponoceras gr. gracile* et *I. pictus*.

La base du Coniacien est justifiée par l'apparition de *Peroniceras tridorsatum* qui détermine un biohorizon se trouvant coïncider sensiblement avec le développement des *Micraster gr. C* (cf. *M. decipiens* = *M. cortestudinarium* auct. et *M. coranguinum* pars auct.). (Voir à ce sujet la discussion dans Amédéo et Robaszynski, 1978b et travaux de d'Orbigny, 1850, Arnaud, 1877, de Grossouvre, 1901).

2) Carrières de Coquelles.

Alors que les fronts de carrière présentent des craies traditionnellement considérées comme peu fossilifères, des recherches méthodiques ont abouti à une récolte consistante de macrofaune qui, jointe aux données micropaléontologiques, permet d'attribuer les 30 m de craies à silex au Coniacien terminal et à la partie inférieure du Santonien. En effet, bien que les récoltes n'aient pas encore livré *Texanites texanum*, l'ammonite caractéristique de la base du

<i>Rucinolithus hayii</i>		Int. zone		254		COQUELLES	
234	238	242	245	248	251	NANNOPLANCTON calcaire	
							<i>Watznaueria barnesae</i>
•		•			•		<i>Parabdolithus embergeri</i>
							<i>Lithraphidites carniolensis</i>
•							<i>Cretarhabdus crenulatus</i>
—	•	—	•	—	•		<i>Biscutum constans</i>
							<i>Zygodiscus elegans</i>
•	•			•	—		" <i>spiralis</i>
							" <i>diplogrammus</i>
—	•			—	•		<i>Vagalapilla siradneri</i>
•	•			—	•		<i>Amphizygus brooksi</i>
							<i>Manivitella pemmatoidea</i>
•							" <i>solida</i>
•					•		<i>Chiasozygus litterarius</i>
•					•		<i>Braarudosphaera bigelowi</i>
•					•		<i>Parabdolithus angustus</i>
							<i>Lithastrinus floralis</i>
•							<i>Cretarhabdus coronadventis</i>
•							<i>Cribrosphaerella primitiva</i>
							<i>Predicosphaera cretacea</i>
•					•		<i>Cretarhabdus lorieri</i>
•					•		<i>Dictyococites parvidentalis</i>
•					•		<i>Eiffelithus trabeculatus</i>
							<i>Tranolithus orionatus</i>
•					•		<i>Brainsonia signata</i>
					•		<i>Eiffelithus turris-eiffeli</i>
					•		<i>Predicosphaera spinosa</i>
							<i>Corollithion signum</i>
•					•		<i>Brainsonia enormis</i>
•					•		<i>Cribrosphaerella erhenbergi</i>
•					•		<i>Zygodiscus theta</i>
							<i>Microrhabdulus belgicus</i>
•					•		" <i>decoratus</i>
•					•		<i>Corollithion exiguum</i>
•					•		<i>Cylindralithus biarcus</i>
							<i>Gartnerago obliquum</i>
•					•		<i>Ahmuellerella octoradiata</i>
•					•		<i>Microrhabdulus ambiguus</i>
—	•				—		<i>Lucianorhabdus maleformis</i>
—	•				—		<i>Quadrum gartneri</i>
—	•				—		<i>Eiffelithus eximius</i>
—	•				—		<i>Kampteriis magnificus</i>
•					•		<i>Cylindralithus coronatus</i>
•					•		<i>Marthasterites furcatus</i>
•					•		<i>Micula decussata</i>
—	•				—		<i>Tetralithus obscurus</i>
							<i>Rucinolithus hayii</i>
							<i>Lucianorhabdus cayeuxi</i>
							<i>Reinhardtites anthophorus</i>
							<i>Pithonella</i>
•					•		<i>Nannocanus cf. truiti</i>
—	•				•		" <i>elongatus</i>

Fig. 6. — Carrières de Coquelles : répartition du Nannoplancton.



FOR. PLANCTONIQUES					FORAMINIFERES BENTHIQUES					NANNOPLANCTON calc.					
W.arch.	PR.Z.	Pg. helv.	TR.Z.	M.pseudol.	PR.Z.	Marg. coronata	I.Z.	? G. paraventr.	I.Z.	zonation					
										<i>Praeglobotr. stephani</i> (GAND.) <i>" sumalensis</i> (SIGAL) <i>Whitein. archaecretacea</i> PESS. <i>Dicarinella algerina</i> (CARON) <i>" imbricata</i> (MORN.) <i>" hagni</i> (SCHEIBN.) <i>Marginotr. marginata</i> (REUSS) <i>Praeglobotr. prae-helv. TRUIJ., helvet.</i> (BOLLU) <i>Marginotr. sigali</i> (REICH) <i>" pseudolinneana</i> PESS. <i>" coronata</i> (BOLLU) <i>Globotruncana paraventricosa</i> HOFK. <i>" "</i> <i>" linnetana</i> (d'ORB.)					
										<i>Lingulogav. globosa</i> (BROTZ) <i>Globorotalites hangensis</i> VASS., <i>minuta</i> COËL <i>"Coscinophragma " irregularis</i> (d'ORB.) <i>Globorot. subconicus</i> (MORR.) <i>" multisepta</i> (BROTZ) <i>Verneuilina muensteri</i> REUSS <i>Russella kelleri</i> VASS. + <i>R. cushm.</i> BROTZ. <i>Lingulogav. sp.</i> <i>Osangularia whitei whitei</i> (BROTZ.) <i>Vaginulinopsis scaliformis</i> <i>Gavelinella thalmani</i> (BROTZ) <i>Stensioeina gran. granulata</i> (OLB.) <i>" exsc. exsculpta</i> (REUSS) <i>Neoffabelina cf. gr. suturalis</i> (CUSHM.) <i>Stensioeina gran. polonica</i> WITW. <i>Eponides concinna</i> BROTZ <i>Stensioeina gran. cf. perfecta</i> KOCH <i>Russella sp. cf. szajnochae</i> GRZYB. <i>Cibicides aff. excavata</i> BROTZ.					
										<i>St. polonica</i> I.Z. <i>Cib. exc.</i> Interval-zone					
										<i>St. polonica</i> I.Z. <i>Kelleri</i> I.Z. <i>Gr. multisepta</i> I.Z. <i>Gr. irreg.</i> I.Z. <i>Gr. hang.</i> I.Z. <i>Gr. kelleri</i> I.Z. <i>O. whitei</i> I.Z. <i>S. exsc.</i> I.Z. <i>S. gr.</i> I.Z.					
										<i>Rucinolithus hayi</i>					
										<i>Par. asper</i> (STR.), <i>Pod. alb.</i> BLACK, <i>Lithr. acutum</i> <i>Microhabdulus decoratus</i> DEFL. <i>Lucianorhabdulus maleformis</i> REINH. <i>Quadrum gartneri</i> PERCH.-N. PR. <i>Eiff. eximius</i> (STOV.), <i>Kampt. magnif.</i> DEFL. <i>Marthasterites furcatus</i> (DEFL., FERT) <i>Tetraithus obscurus</i> DEFL. <i>Micula decussata</i> VEKS. <i>Rucinolithus hayi</i> STOV. <i>Lucianorhabdulus cayeuxi</i> DEFL. <i>Reinhardtites anthophorus</i> (DEFL.)					
										<i>M. furcatus</i> M. dec. <i>Eiff. eximius</i> <i>Quadrum gartneri</i>					

synthèse biostratigraphique.

Santonien, un inocérame tel que *I. cardissoides* trouvé en 23 à Coquelles, indiquerait bien le Santonien puisque, en Allemagne, selon Tröger, ce taxon est associé à *T. texanum*.

D'après les descriptions données par Barrois (1876), Rowe (1900) et Jukes-Browne (1904) de l'“ Upper Chalk ” des falaises du Kent, on peut rattacher les craies de Coquelles au sommet de leur “ zone à *M. coranguinum* ”. Plusieurs faits s'accordent pour soutenir cette proposition :

— au niveau 16 a été repéré un silex conique (équivalence ? avec le “ columnar band ” de Bedwell) ;

— au niveau 29 existe un banc à silex épais (à paralléliser avec le “ three-inch-band ” de Whitekar) ;

— les 10 m supérieurs de la carrière voient le développement de *Conulus albogalerus* (espèce fréquente aux approches de la “ zone à *Marsupites* ” ;

— à 2 m du sommet débute la zone de foraminifères à *Cib. excavata* (espèce qui existe dès le “ three-inch-band ” dans le SE de l'Angleterre).

L'ensemble de ces arguments laisse à penser que la “ craie à *Marsupites* ” (ou sa partie inférieure à *Uintacrinus* reposant sur le “ Sponge Bed ” de Barrois) ne devrait se trouver qu'à quelques mètres seulement du sommet des craies visibles à Coquelles.

3) Zonations parallélisées.

L'établissement systématique d'échelles paléontologiques parallèles dans les craies du Cénomaniens terminal au Santonien “ inférieur ”

de la bordure Nord du Boulonnais (Caffiers, Coquelles, Cap Blanc-Nez) a permis de définir :

5 zones d'ammonites,

4 zones d'échinides,

5 zones de foraminifères planctoniques,

10 zones de foraminifères benthiques et

6 zones de nannoplancton.

Suivant le matériel recueilli, il devient maintenant possible de se repérer dans l'ensemble monotone des craies à silex en utilisant l'une ou l'autre des zonations.

4) Evaluation du hiatus dans la suite lithologique des craies à silex entre Caffiers et Coquelles.

Le contenu micropaléontologique (foraminifères benthiques) semble bien indiquer qu'il n'y a pas de recouvrement entre les deux coupes. Pour prendre un exemple, l'espèce *Stensioeina* exs. *exsculpta* — rare à Caffiers — est très développée et abondante dès les bancs inférieurs de Coquelles.

En outre, si l'on se réfère à la description et au contenu paléontologique des falaises du Kent donnés par Barrois, Rowe et Jukes-Browne et si l'on considère qu'une certaine continuité puisse exister de part et d'autre du Déroit du Pas-de-Calais (qui est réelle et vérifiée du Cénomaniens au Coniacien pars), on peut admettre comme hypothèse de travail pour le futur une lacune d'observation d'environ 15 à 25 m de craies entre les deux coupes.

Remerciements. - Nous exprimons notre gratitude envers Sornay, qui a toujours accepté nos colis d'inocérames et déterminé leur contenu avec la plus grande compétence.

BIBLIOGRAPHIE

Stratigraphie générale. Ammonites. Inocérames

- 1) AMEDRO F., DEJONGHE L., DUPUIS Ch., ROBASYNSKI F. (1976). — Les falaises crayeuses du Boulonnais : lithostratigraphie et repères biostratigraphiques de l'Aptien au Sénomaniens. C.R. somm. Soc. Géol. France, p. 91-94, 2 fig.
- 2) AMEDRO F., DAMOTTE R., MANIVIT R., ROBASYNSKI F., SORNAY J. (1978). — Echelles biostratigraphiques dans le Cénomaniens du Boulonnais (Macro, micro, nannofossiles). Géol. Médit., t. 5, n° 1, p. 5-18, 5 tabl.
- 3) AMEDRO F., BIDAR A., DAMOTTE R., MANIVIT H., ROBASYNSKI F., SORNAY J. (1978a). — Echelles biostratigraphiques dans le Turonien du Cap Blanc-Nez (Pas-de-Calais, France). Bull. Inf. Géol. Bassin Paris, vol. 15, n° 2, p. 3-20, 8 fig.
- 4) AMEDRO F., ROBASYNSKI F. (1978b). — *Peroniceras*, faunes et microfaunes associées dans le Nord de la France. Comparaison de quelques sections dans le Turonien-Coniacien. Ann. Soc. géol. Nord, t. XCVIII, p. 35-50, 5 fig., 2 pl.
- 5) ARNAUD H. (1877). — Mémoire sur le terrain créacé du Sud-Ouest de la France. Mém. Soc. géol. France, 2, 10, n° 4.
- 6) BARROIS Ch. (1873). — Comparaison des assises créacées mises au jour dans les tranchées de chemin de fer de Saint-Omer à Boulogne avec celles du Blanc-Nez. Mém. Soc. Sc. Lille, 3^e série, 11^e vol., p. 63-75.
- 7) BARROIS Ch. (1876). — Recherches sur le terrain Créacé supérieur de l'Angleterre et de l'Irlande. Mém. Soc. géol. Nord, 232 p., 3 pl.-cartes, 13 fig.

- 8) BARROIS Ch. (1878). — Mémoire sur le terrain crétacé des Ardennes et des régions voisines. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. V, p. 227-487.
- 9) BARROIS Ch. (1879). — A geological sketch of the Boulonnais. *Proceed. Geol. Ass.*, 6, 1, 37 p.
- 10) BRIQUET A. (1919). — Turonien supérieur et Sénonien inférieur dans le Nord de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XLVI, p. 127-137.
- 11) JUKES-BROWNE A.J., HILL W. (1904). — The Cretaceous rocks of Great Britain; vol. III, the Upper Chalk of England. *Mem. of the Geol. Surv. U.K.*, 556 p.
- 12) CHELLONNEIX M.E. (1872). — Note sur le Diluvium de Sangatte et les assises crétacées du Cap Blanc-Nez. *Mém. Soc. Sc., Agric., Arts de Lille*, 3, 10, p. 1-27.
- 13) DEHEE R., DUBOIS G. (1927). — Coupe des terrains traversés par le sondage de Coquelles. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LII, p. 34-41.
- 14) GROSSOUVRE A. de (1901). — Recherches sur la craie supérieure. *Stratigraphie générale. Mém. carte géol. Fr.*, p. 1-783.
- 15) HEDBERG H.D. (1971). — Preliminary report on Biostratigraphic Units. International Subcommission on Stratigraphic Classification. *Intern Geol. Congress. Montréal, Canada*, 49 p.
- 16) HEDBERG H.D. (1976). — International stratigraphic guide, 200 p. J. Wiley and Sons, London.
- 17) ORBIGNY A. (d'). (1850). — Prodrôme de Paléontologie. Terrains crétacés. Masson, éd., Paris, t. 2, p. 1-428.
- 18) PARENT H. (1892). — Etude de la craie à Micraster du Boulonnais et sur les plissements de la craie dans cette région. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XX, p. 304-332.
- 19) ROWE A.W. (1900). — The zones of the white chalk of the english coast. I. Kent and Sussex. *Proc. geol. Ass.*, vol. XVI, 6, p. 289-367, 3 pl.
- 20) TOPLEY W. (1868). — On the Lower Cretaceous Beds of the Bas-Boulonnais, with notes on their english equivalents. *Q. Jl. geol. Soc. London*, 24, p. 472-483
- 21) TROGER K.A. (1972 ?). — Zur Biostratigraphie des Ober-Turon bis Unter-Santon aus dem Schachtaufschluss der Zeche Grimberg IV bei Bergkamen (BRD), *Freib. Forsch - H.C.* 298, p. 109-138, 10 pl., 4 fig., Tabelle n° 3.
- Echinides (Micrasters)**
- 22) BUCAILLE E. (1883). — Etude sur les échinides fossiles du Département de la Seine inférieure. *Bull. Soc. géol. Normandie*, 8, p. 1-24, 8 pl.
- 23) BAYLE E. (1878). — Fossiles principaux des terrains. *Expl. Carte Géol. France*, t. IV, 158 pl.
- 24) CAYEUX Lucien (1890). — Mémoire sur la "Craie grise" du Nord de la France. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XVII, p. 105-141, 1 pl.
- 25) CAYEUX Louis (1967). — Répartition des Echinides du Coniacien du Bec de Caux. *Bull. Soc. géol. Normandie*, t. LVII, p. 21-38, 2 pl.
- 26) COTTEAU G. (1849-1878). — Etudes sur les Echinides fossiles du département de l'Yonne. Paris, Baillière, 518 p., 84 pl.
- 27) COTTEAU G. et TRIGER J. (1855-1869). — Echinides du Département de la Sarthe. Paris, Baillière, 458 p., 75 pl.
- 28) DEHEE R., DUBOIS G. (1928). — Craie et formations superficielles à Saint-Aubin, près Etaples. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LIII, p. 276-282, 2 fig.
- 29) GOSSELET J. (1906). — Légende de la feuille de Montreuil, avec un appendice sur les Micrasters. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXV, p. 7-35.
- 30) HEBERT E. (1856). — Tableau des fossiles de la Craie de Meudon et description de quelques espèces nouvelles. *Mém. Soc. géol. France*, 2, t. V, mém. n° 4, p. 345-375, 3 pl.
- 31) HEBERT E. (1858). — Note sur les caractères paléontologiques de la Craie de Meudon. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2, t. 16, p. 143-150.
- 32) HEBERT E. (1863). — Note sur la craie blanche et la craie marneuse et sur la division de ce dernier étage en quatre assises. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2, t. 20, p. 605-631.
- 33) HEBERT E. (1874). — Comparaison de la craie des côtes d'Angleterre avec celle de France. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3, 2, p. 416-428.
- 34) KLEIN J.T. (1734). — *Naturalis dispositio Echinodermatum*. 79 p., 37 pl.
- 35) LAMBERT J. (1901). — Essai d'une monographie du genre *Micraster* et notes sur quelques Echinides; in De Grossouvre (1901): Recherches sur la craie supérieure. *Mém. carte géol. dét. France*, 1013 p., 3 pl.
- 36) LERICHE M. (1909). — Sur la limite entre le Turonien et le Sénonien dans le Cambrésis et sur quelques fossiles de la Craie grise. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXVIII, p. 53-73, 3 pl.
- 37) ORBIGNY A. (d') (1853-55). — *Paléontologie française, terrains crétacés*. VI, Echinides irréguliers. Paris, Masson.
- 38) PARENT H. (1892). — Description de quelques oursins nouveaux de la craie blanche. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XX, p. 8-21, 2 pl.
- 39) PARENT H. (1892). — Etude de la craie à Micraster du Boulonnais et sur les plissements de la craie dans cette région. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XX, p. 304-332.
- 40) ROWE A.W. (1899). — An analysis of the Genus *Micraster*... *Quart. J. Geol. Soc. Lond.*, 55, p. 494-547, 5 pl.
- 41) STOKES R.B. (1975). — Royaumes et provinces fauniques du Crétacé établis sur la base d'une étude systématique du genre *Micraster*. *Mém. Mus. Nat. d'Hist Nat.*, Paris, C, t. XXXI, 94 p., 12 pl.
- 42) STOKES R.B. (1977). — The Echinoids *Micraster* and *Epiaster* from the Turonian and Senonian of England. *Palaeontology*, vol. 20, p. 805-821, 2 text-fig., Pl. 106-109.

Foraminifères

Pour une bibliographie plus complète, voir le titre marqué d'un astérisque

- 43) AKIMEZ U.S. (1961). — Stratigrafia i foraminiferi verchne melovich otlojenii belorussii. *Akad. nauk. Biclors SSSR, Minsk*, n° 3, p. 1-245, 18 pl.
- 44) BROTZEN F. (1936). — Foraminiferen aus dem Schwedischen untersten senon von Eriksdal in Schonen. *Sver. geol. unders.*, n° 396, 30, 3, p. 1-206, 14 pl.
- 45) KOCH W. (1977). — Biostratigraphie in der Oberdreide und Taxonomie von Foraminiferen. *Geol. Jb.*, A, 38, p. 11-123, fig. 2 et 3, tabl. 1, 17 pl.
- 46) MONCIARDINI C. in DEVRIES A. et coll. (1974). — Données lithologiques et biostratigraphiques dans le Turonien et le Sénonien de la Thiérache et du Marlois (NE du Bassin de Paris). *Bull. B.R.G.M.*, sect. 1, n° 4, p. 189-207, 1 fig., 5 tabl.
- 47) ORBIGNY A. (d') (1840). — Mémoire sur les foraminifères de la craie blanche du Bassin de Paris. *Mém. Soc. géol. Fr.*, t. 4, n° 1, p. 1-51, Pl. 1-4.
- 48) * ROBASZYNSKI F. (in COLBEAUX et coll.) (1975). — Les craies de Sainghin-en-Mélantois (Nord) : faunes du passage turono-coniacien, tectonique cisailante, physico-chimie. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCV, p. 17-35, 5 fig., 1 pl.
- 49) ROBASZYNSKI F., CARON M., coord. (1979). — Atlas de foraminifères planctoniques du Crétacé moyen (mer boréale et Téthys). Groupe de travail M.C.E. *Cah. Micropal. C.N.R.S.*, fasc. 1979-1 : 185 p., Pl. 1-39 ; fasc. 1979-2 : 181 p., Pl. 40-80.
- 50) VASSILENKO V.P. (1961). — Foraminifery verchnego mela poluostrova Mangyslaka. *Trudy V.N.I.G.R.I.*, 171, p. 3-487, 41 pl.

Nannoplancton

- 51) BUKRY D. (1969). — Upper Cretaceous Coccoliths from Texas and Europe. *Univ. Kansas Paleont. Contr. Art. 51 (Protista 2)*, p. 1-79, 40 pl., 2 tabl.
- 52) MANIVIT H., PERCH-NIELSEN K., PRINS B., VERBEEK J.W. (1977). — Mid Cretaceous calcareous Nannofossil biostratigraphy. *Proc. Kon. Ned. Akad. Wet.*, Ser. B, 80, p. 169-181.
- 53) ROTH P.H. (1973). — Calcareous nannofossils - Leg 17, *Init. rep. Deep Sea Dril. project, 17*, U.S. Government Printing Office, p. 695-793.
- 54) SISSINGH W. (1977). — Biostratigraphy of Cretaceous calcareous Nannoplancton. *Geologie en Mijnbouw*, vol. 56 (1), p. 37-65.
- 55) THIERSTEIN H.R. (1974). — Calcareous Nannoplankton. Leg. 26 of the *Deep Sea Drilling Project. Init. Rep. Deep Sea Drilling Project, 26*, Government Printing Office, p. 619-667.
- 56) THIERSTEIN R. (1976). — Mesozoic calcareous Nannoplankton biostratigraphy of marine sediments. *Marine micropaleontology*, 1, p. 325-362.
- 57) VERBEEK J.W. (1977a). — Calcareous nannoplankton biostratigraphy of Middle and Upper Cretaceous deposits in Tunisia, Southern Spain and France. *Utrecht Micropal. bull.*, 157 p., 12 pl. 22 fig.
- 58) VERBEEK J.W. (1977b). — The position of the Cenomanian and Turonian stratotypes in planktonic biostratigraphy. *Proc. Kon. Akad. Wat.*, Ser. B, 80, p. 16-37.
- 59) WONDERS A.A.H., VERBEEK J.W. (1977). — Correlation of planktonic foraminiferal and Calcareous Nannofossil zonations of late Albian, Cenomanian and Turonian. *Proc. Kon. Ned. Akad. Wet.*, Ser. B, 80, p. 1-15.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche XXIV

Fig. 1. — *Micraster* groupe A ("leskei", "breviporus" auct.). Coll. F.A. 873.

Tranchée de Caffiers, niveau 29, partie supérieure du Turonien (a, b, c : Gr. nat. ; d : Gr. = 5 env).

- a. face apicale (thèque étroite, pétales excavés) ;
- b. profil gauche ;
- c. face orale (péristome éloigné du bord, lèvres non saillantes) ;
- d. ambulacre antérieur droit (zone interporifère concave et lisse).

Fig. 2. — *Micraster* groupe A ("corbovis" auct.). Coll. F.A. 876.

Tranchée de Caffiers, niveau 26, partie supérieure du Turonien (a, b, c : Gr. nat. ; d : Gr. = 4 env).

- a. face apicale (pétales excavés) ;
- b. profil gauche (thèque mince, de grande taille, élevée, dodue) ;

c. face orale (péristome éloigné du bord, lèvres non saillantes) ;

d. ambulacre antérieur droit (zone interporifère concave, lisse ou très faiblement suturée).

Fig. 3. — *Micraster* groupe A (voisin des premières formes "praecursor" de Rowe, 1899). Coll. F.A. 874.

Tranchée de Caffiers, niveau 6, Turonien terminal (a, b, c : Gr. nat. ; d : Gr. = 4 environ).

- a. face apicale (pétales moins excavés que dans le groupe A) ;
- b. profil droit (thèque élevée) ;
- c. face orale (péristome encore éloigné du bord, lèvres marquées mais non saillantes) ;
- d. ambulacre antérieur droit (zone interporifère nettement suturée, à concavité encore marquée ; chacune des plaques ambulacraires est très légèrement renflée).

Planche XXV

Fig. 1. — *Micraster* groupe B (“*normanniae*” auct., “*praecursor*”...). Coll. F.A. 875.

Tranchée de Caffiers, niveau 11, Turonien terminal (a, b, c : Gr. nat ; d : Gr. = 4 environ).

- a. face apicale (pétales peu excavés) ;
- b. profil gauche (thèque aplatie) ;
- c. face orale (péristome encore éloigné du bord) ;
- d. ambulacre antérieur gauche (zone interporifère suturée).

Fig. 2. — *Micraster* groupe C (“*decipiens*”, “*cortestudinarium*” auct.). Coll. F.R.

Tranchée de Caffiers, niveau 113. Coniacien basal (a, b, c : Gr. nat. ; d : Gr. = 4 environ).

- a. face apicale (thèque assez grande, pétales peu profonds) ;
- b. profil gauche ;

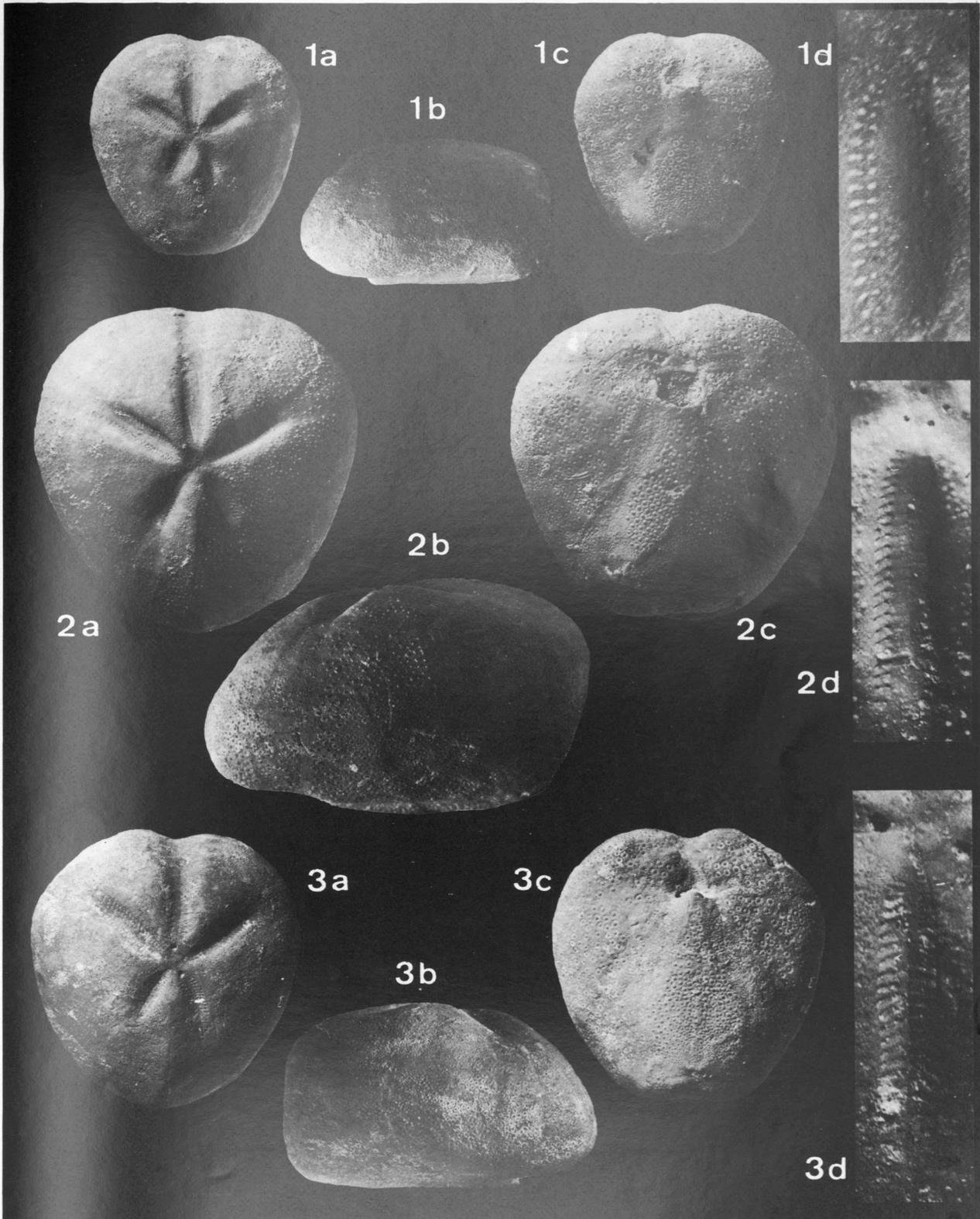
- c. face orale (péristome peu éloigné du bord, recouvert par une lèvre arrondie) ;
- d. ambulacre antérieur droit (chacune des plaques ambulacraires porte des renflements et une arête bien marqués).

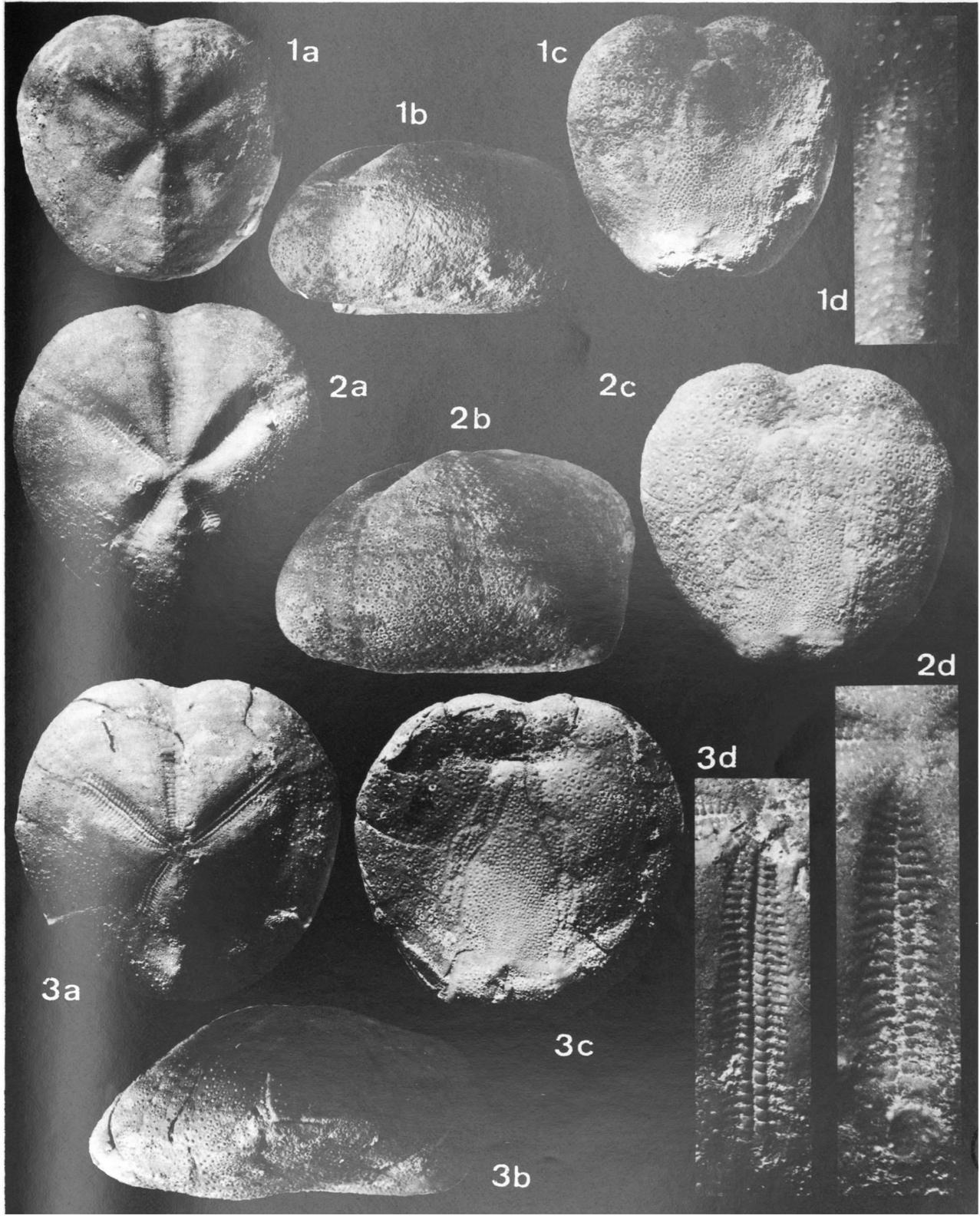
Fig. 3. — *Micraster* groupe C (“*decipiens*”, “*cortestudinarium*” auct.). Coll. F.A. 877.

Tranchée de Caffiers, niveau 118,5, partie inférieure du Coniacien (a, b, c : Gr. nat. ; d : Gr. = 3 env.).

- a. face apicale (pétales peu profonds, presque au niveau de la thèque) ;
- b. profil gauche (thèque un peu écrasée mécaniquement) ;
- c. face orale (péristome peu éloigné du bord, recouvert par une lèvre arrondie, mal conservée dans l'exemplaire figuré) ;
- d. ambulacre antérieur droit (bourrelets médians très en relief, ainsi que les crêtes entre les plaques ambulacraires successives de chaque rangée).

————— « —————





Les Formations dévoniennes de Ferques (Bas-Boulonnais, France)

par D. BRICE (*), J.P. COLBEAUX (**), B. MISTIAEN (*) et J.C. ROHART (*)

Sommaire. — Six unités lithologiques sont définies dans le Dévonien de Ferques : les Formations de Caffiers (Givétien ou Couvinien ?), de Blacourt (Givétien), de Beaulieu et de Ferques (Frasnien), d'Hydrequent (Frasnien et Famennien e.p.) et de Sainte Godeleine (Famennien ?). Pour chacune d'elles sont données : une brève analyse stratigraphique, les subdivisions éventuelles en Membres et en termes, les relations de la Formation avec les Formations encaissantes. Un tableau de corrélation basé sur la biostratigraphie des Conodontes montre les correspondances entre les Formations du Dévonien de Ferques et certaines Formations contemporaines de l'Ardenne.

Summary. — Six lithological units are defined in the Devonian of Ferques : Caffiers Formation (Givetian or Couvinian ?), Blacourt F. (Givetian), Beaulieu F. and Ferques F. (Frasnian), Hydrequent F. (Frasnian and Famennian p.p.) and Sainte Godeleine F. (Famennian ?). For each of them there will be given : - a short stratigraphical analysis, - the occasional subdivisions in members and in terms, - the relation between the Formation and the framing ones. A chart of correlation based on the biostratigraphy of Conodonts shows the correspondences between the Formations of the Ferques Devonian and some contemporary Formations of Ardenne.

I. — INTRODUCTION

Les expressions qui ont servi à désigner les subdivisions de la série dévoniennes du Bas-Boulonnais sont multiples et variées. Elles tiennent compte tantôt de la lithologie, tantôt des données paléontologiques ou des deux à la fois. Il s'ensuit une hétérogénéité de la terminologie et des ambiguïtés sources de confusions. C'est donc dans un souci de clarification que nous avons entrepris de redéfinir les unités lithologiques cartographiables déjà reconnues dans le Dévonien de Ferques. Six Formations sont ainsi établies. Dans l'ordre stratigraphique, elles se nomment : Formations de Caffiers, de Blacourt, de Beaulieu, de Ferques, d'Hydrequent et de Sainte-Godeleine. Pour chacune d'elles, nous proposons une définition, des subdivisions éventuelles en Membres et en termes, un choix de stratotypes et nous précisons ses rapports

avec les formations encaissantes. Pour faciliter les corrélations, nous signalons les niveaux repères et rappelons la terminologie antérieure.

II. — LES FORMATIONS DU DEVONNIEN DE FERQUES

A) FORMATION DE CAFFIERS (J.P.C.)

(fig. 3 A e.p.)

Derivatio nominis.

De la commune de Caffiers où sont situés les principaux affleurements.

Localité-type.

Région de Ferques, commune de Caffiers (fig. 1).
Aucun affleurement ne montre en continuité la totalité de la Formation.

a) Définition et caractères.

Ensemble détritique montrant un passage graduel entre une série à gros galets et une série pélitique devenant gréseuse vers le tiers supérieur pour redevenir essentiellement pélitique vers le sommet. L'épaisseur de la Formation serait variable suivant les affleurements (voir description ci-après et fig. 2).

(*) Laboratoire de Géologie, Faculté Libre des Sciences, 13, rue de Toul, 59046 Lille Cedex (France); G.R.E.C.O. n° 130007 auprès du C.N.R.S.

(**) U.E.R. des Sciences de la Terre, Université de Lille I, 59650 Villeneuve d'Ascq (France).

Note présentée le 7 Décembre 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 5 Avril 1979.

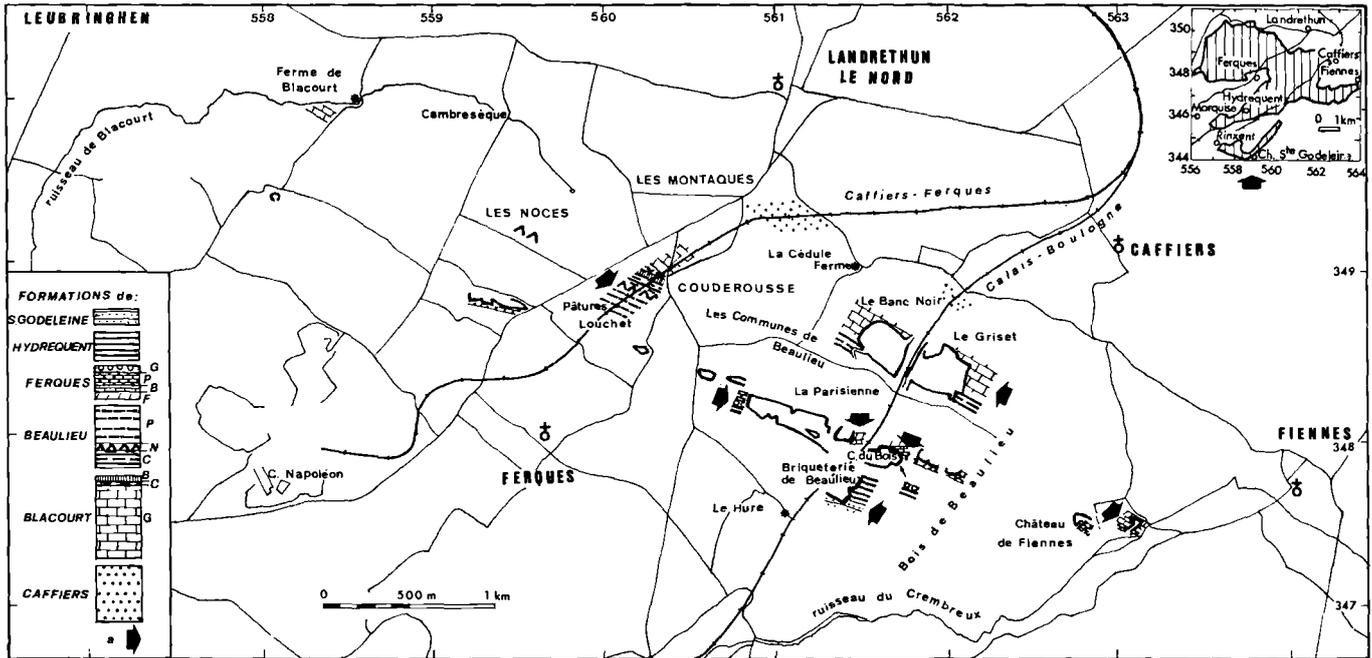


Fig. 1. — Carte des localités et affleurements cités dans le texte. Le carton montre l'ensemble des affleurements du Paléozoïque du Boulonnais. Le cadre porte les amorces du quadrillage kilométrique Lambert, zone N. a : coupe-type.

b) *Limite inférieure.*

La Formation de Caffiers serait discordante sur des schistes siluriens à Graptolites. A ce jour, le contact n'a jamais été observé à l'affleurement.

c) *Terminologie antérieure.*

Grès rouge : Murchison, 1840, p. 239 ; Grès de Blacourt : Austen, 1853, p. 242 ; Barrois, 1879, p. 10 ; Quartzite de Caffiers : Rigaux, 1865, p. 97 ; Grès et Schistes rouges : Gosselet, 1880a, p. 130 ; Conglomérats, Schistes rouges et grès de Blacourt : Zeiller, 1880, figure p. 502 ; Grauwacke de Caffiers : Douvillé, 1885 ; Poudingue et grès de Caffiers : Rigaux, 1892, p. 7 ; Pruvost et Delépine, 1921, p. 201 ; Magne, 1964 ; Poudingue de Caffiers et grès verts à végétaux : Gosselet, 1899, p. 15 ; Schistes rouges et Poudingue de Caffiers : Olry, 1904, p. 23 ; Poudingue de Caffiers : Cornet, 1905, p. 205 ; Mariette, 1961, p. 135 ; Conglomérat et Grès de Caffiers : Robinson, 1920, p. 230 ; Conglomérat de Caffiers : Pruvost et Pringle, 1924, p. 31 ; Grès et Poudingue de Caffiers (d4a) : Pruvost et coll., 1928 et 1964 ; Poudingue de Caffiers, grès à végétaux de Caffiers : Dutertre, 1930, p. 584 ; Schistes rouges de Caffiers avec poudingue intercalé : Stockmans, 1961, p. 116 ; Grès de Caffiers : Ager et Wallace, 1967a, p. 388 ; 1967b, p. 421 ; 1968, p. 245 ; 1969b, p. 89 ; Delattre et coll., 1973, p. 54 ; Poudingue de Caffiers, Grès et Schistes de Caffiers : Bonte, 1969, p. 24 ; Grès et schistes gréseux, " Poudingue de Caffiers " : Bonte et coll., 1971 ; Poudingue, schistes et grès de Caffiers : Brice et coll., 1976, p. 135.

d) *Conditions d'affleurement.*

Elles sont représentées fig. 1.

e) *Description.*

— La comparaison (fig. 2) des coupes levées par Rigaux (1892), Magne (1964) et Colbeaux (in Brice et coll., 1976) amène les remarques suivantes :

1° Les arguments manquent pour tenter d'établir une limite entre poudingues et " Schistes " au sein de la Formation de Caffiers. Il semble plutôt que le passage soit graduel entre ces deux ensembles.

2° Les observations faites sur des affleurements très limités, l'absence de niveaux-repères (les restes fossiles végétaux n'ont pu être déterminés) facilitant les corrélations, jointes à certaines constatations précisées plus loin, ne permettent pas de donner ici une description complète de la Formation ni une estimation de son épaisseur. Parmi ces constatations, je citerai surtout les variations apparentes d'épaisseur constatées entre les coupes de la tranchée de voie ferrée Calais-Boulogne et Caffiers-Ferques qui semblent aller de pair avec des variations

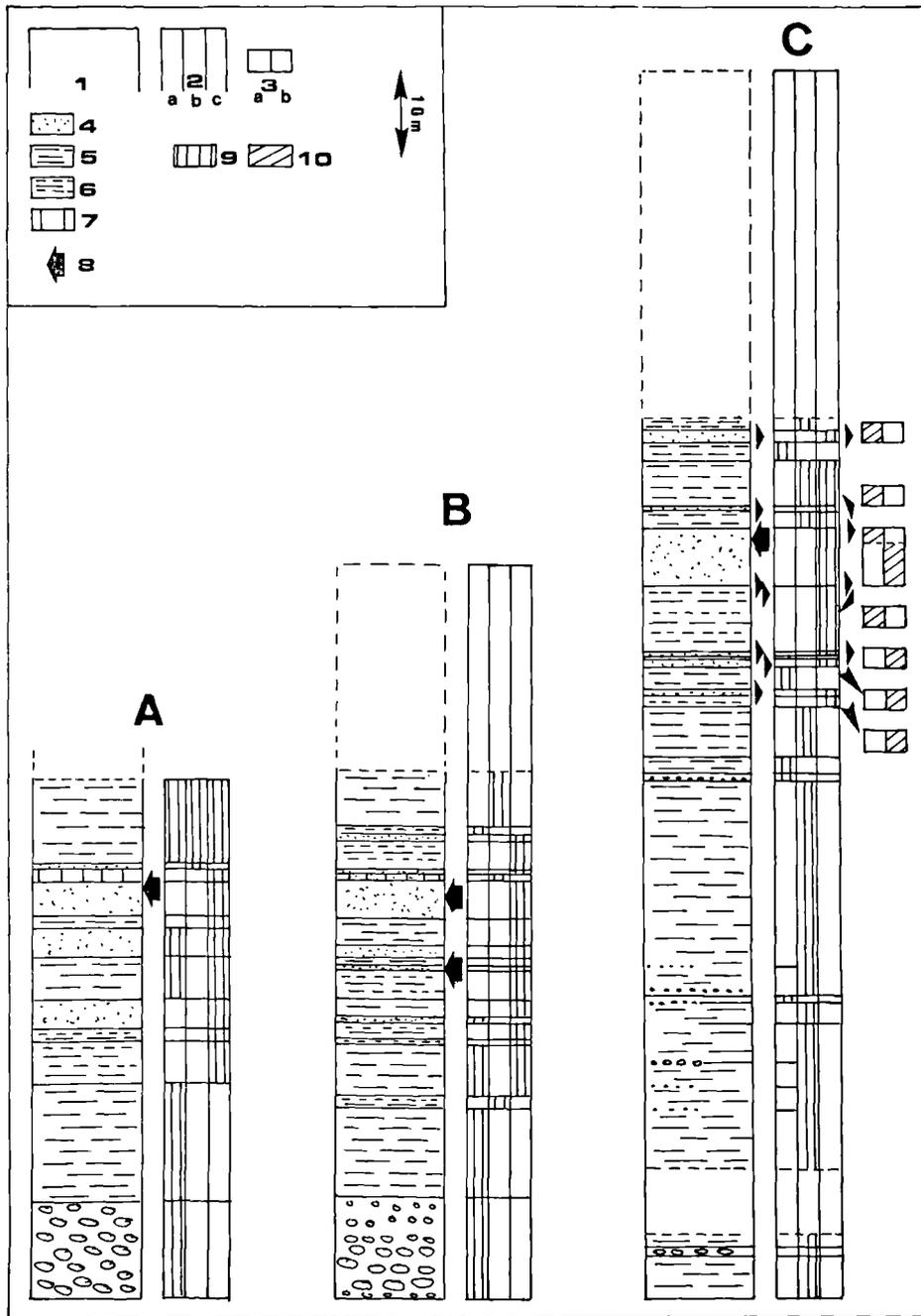


Fig. 2. — Logs stratigraphiques de la Formation de Caffiers.

A: Rigaux, 1892; B: Magne, 1964; C: Colbeaux in Brice et coll. (1976).

1, log. — 2, teinte générale: a, rouge - b, ocre - c, vert. — 3, faciès des grès d'après les lames minces: a, micro-conglomératique - b, grès. — 4, grès. — 5, siltstone. — 6, pélites. — 7, calcaire. — 8, niveaux à végétaux. — 9, teinte présente. — 10, faciès présent.

de largeur d'affleurement, et les variations de pendage observées entre les deux coupes (pendage de 30° vers le S dans la tranchée Calais-Boulogne, de 80° vers le N dans celle de Caffiers-Ferques).

Si les variations apparentes d'épaisseur peuvent correspondre à une variation effective de l'épaisseur de la Formation, on ne peut exclure l'incidence d'une tectonique, le massif de Ferques n'ayant pas partout, à mon avis, le style monoclinale qui lui est accordé par les auteurs.

— L'étude pétrographique des galets du poudingue, faite sur 100 galets et 24 lames minces, a permis de reconnaître (*) :

1° des grès micacés (19 lames) à quartz, mica blanc, chlorite, feldspaths alcalins, plagioclases, globules ferrugineux opaques, tourmaline, sphère, zircon dans un ciment souvent phylliteux peu important ;

2° des grès fins à pélitiques (4 lames) à quartz en petits grains plus ou moins engrenés, mica blanc, chlorite en fuseau, granules opaques dans un ciment de phyllites enchevêtrées parfois orientées ;

3° des "jaspoïdes" (1 lame) à grains de quartz très fins, engrenés, associés à un peu de mica blanc.

— Enfin, l'échantillonnage des niveaux gréseux du tiers supérieur a permis de reconnaître deux grands types de faciès pétrographiques (fig. 2) :

1° grès grossiers à microconglomératiques, à quartz polycristallins, quartz en barreau, rares cristaux de quartz, débris de grès fin à très fin plus ou moins micacé et lité, phyllades (grains de quartz très fins et phyllites) et jaspoïdes dans un ciment finement gréseux et phylliteux, parfois ferrugineux ;

2° grès à quartz, chlorite, mica blanc, tourmaline, zircon, microcline, plagioclase et galets phylliteux dans un ciment phylliteux parfois ferrugineux.

f) Limite entre la Formation de Caffiers et la Formation de Blacourt.

La Formation de Caffiers serait surmontée en concordance par la Formation de Blacourt, mais la limite n'a jamais été observée dans la région de Caffiers.

(*) Déterminations pétrographiques fournies par Dupuis, Faculté Polytechnique de Mons (Belgique).

La limite adoptée ici est la limite morphologique proposée par Magne (1964) et déjà retenue par nous-mêmes (Colbeaux, *in* Brice et coll., 1976).

Remarque. - Près de Caffiers, un niveau de minerai de fer aurait été observé et exploité aux environs de Montagues, sur la route de Landrethun à Ferques (Olry, 1904 ; Ager et Wallace, 1966). Nous l'avons repéré dans les champs jusqu'à la ferme de Blacourt où, sur une distance de plus de 1 km, il semble souligner le passage brutal des faciès détritiques de la Formation de Caffiers aux faciès carbonatés de la Formation de Blacourt.

B) FORMATION DE BLACOURT (B. M.)

(fig. 3 A e.p.)

Derivatio nominis.

Du nom du ruisseau de Blacourt et en référence à la première désignation (partielle) par Austen (1853, p. 241).

Localité-type.

Région de Ferques, commune de Caffiers.

a) Définitions et caractères.

Série calcaire, généralement litée, en bancs massifs, comportant quelques passées argileuses d'épaisseur variable et plusieurs niveaux construits de type bioherme ou biostrome. Puissance de la Formation estimée à 230 m environ, dont 215 m visibles.

b) Subdivisions.

La Formation de Blacourt se compose, de bas en haut : du Membre du Griset, du Membre de Couderousse et du Membre Bastien.

c) Terminologie antérieure.

Calcaire de Blacourt et Calcaire Bastien : Rigaux, 1892, p. 8 ; *Calcaire de Blacourt, Schistes et Calcaire Bastien* : Rigaux, 1908, p. 5-6 ; *Calcaire de Blacourt et Calcaire de Blacourt terminal* : Brice et coll., 1976, p. 137 ; *Calcaire de Blacourt* : Brice et coll., 1977, p. 139 et 141. Le *Calcaire de Blacourt* des autres auteurs ne correspond généralement qu'au Membre inférieur de la Formation de Blacourt définie ci-dessus (voir plus loin terminologie antérieure du Membre du Griset).

d) Conditions d'affleurement.

La Formation occupe une bande large de 500 m environ ; elle affleure essentiellement à l'E dans deux grandes carrières (Griset et Banc Noir), au centre, dans la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques et à l'W, de façon plus limitée, le long du ruisseau de Blacourt.

1) Membre du Griset.

Derivatio nominis.

Du nom de la carrière du Griset où près des trois-quarts inférieurs du Membre affleurent.

Coupe-type.

Carrière du Griset où s'observent actuellement 145 m de la partie inférieure (base exceptée) et tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques pour la partie terminale (40 m environ).

a) Définition et caractères.

Épaisse série de calcaire massif, plus ou moins foncé, à patine généralement plus claire, présentant quelques passées argileuses métriques. Puissance un peu supérieure à 200 m dont 185 m environ sont visibles.

b) Subdivisions.

La partie visible du Membre comprend huit termes, de bas en haut :

- a 4 m de bancs décimétriques (les premiers qui affleurent au-dessus d'une lacune d'affleurement de 15 à 20 m), noirs à gris-verdâtre, gréso-calcaires (33 % à 65 % de CaCO₃) avec des interlits plus argileux. Certains bancs sont très légèrement crinoïdiques, d'autres contiennent des débris charbonneux, quelques-uns présentent des figures de sédimentation (stratification entrecroisée, fentes de dessiccation, bioturbations). Au sommet, un banc de 0,70 m environ, massif à la base, plus lité à la partie supérieure, se termine par un niveau repère caractéristique à ripple-marks.
- b 34 m environ de calcaire lité, dur, sombre, souvent crinoïdique, parfois un peu argileux ou gréseux renfermant des traces charbonneuses ramifiées (restes de végétaux ?) vers la base. Vers le milieu du terme, passée métrique de marnes silteuses gris-verdâtre, à ripple-marks et fentes de dessiccation, sus-jacente à un banc métrique de calcaire argileux marron, crinoïdique, riche en Brachiopodes (Athyridae). Un autre banc à Brachiopodes (Spirifères) est situé à 3 m environ du sommet de b.
- c une trentaine de mètres de calcaire massif plus clair, à tendance récifale. Tiers inférieur nettement construit en biostrome prenant localement une allure de bioherme appelé *récif I* (Le Maître et Devos, 1961a, p. 761 ; 1961b, p. 63 ; Devos, 1962, p. 9), *premier ensemble récifal* ou *premier repère de terrain* (Magne, 1964, p. 49), *niveau B* (Brice et coll., 1977, p. 139).
- d une série carbonatée faillée à sa base, évaluée à une quarantaine de mètres et comprenant des calcaires argileux à débit noduleux, des calcaires à microdébris, des calcaires crinoïdiques et deux horizons argileux repères. L'un, épais de 3 m, est situé à 12 m de la base du terme : c'est le *troisième repère de terrain* de Magne, 1964, p. 49 ; l'autre, double, épais de 3,5 m, est situé au sommet du terme : c'est le *quatrième repère de terrain* de Magne, 1964, p. 50. Dans ce deuxième horizon argileux se trouvent intercalés de petits biohermes construits par des Algues (*niveau G*, Brice et coll., 1977, p. 140).
- e une quinzaine de mètres environ de calcaire gris clair à prédominance récifale. Le terme commence par une barre massive, épaisse de 4 m environ, débutant par un banc métrique localement riche en Rugueux solitaires (*niveau H*, Brice et coll., 1977, p. 140). Il se poursuit par un niveau récifal épais de 10 à 12 m, contenant de très nombreux organismes constructeurs (Rugueux, Stromatopores, Tabulés, Algues) dans une matrice argileuse ou calcaire, nommé *récifs II, III et IV* (Le Maître et Devos, 1961a, p. 761 ; 1961b, p. 63 ; Devos, 1962, p. 10 et 11), *troisième masse récifale* ou *cinquième repère de terrain* (Magne, 1964, p. 50), *niveau I* (Brice et coll., 1977, p. 140).
- f 45 m environ de calcaire généralement en petits bancs, comportant des niveaux oolithiques, des Bancs à Murchisonies, des bancs à constructeurs ou à débris de constructeurs (*niveaux J, K, L et M*, Brice et coll., 1977, p. 141) et quelques passées plus argileuses. Certains bancs calcaires présentent des indices d'émersion ou de dépôt sous faible profondeur : laminations algaires, oncolithes, birdeyes, plaques d'anhydrite épigénisée par de la calcite (cf. Poncet in Brice et coll., 1977, p. 147).
- g une douzaine de mètres de calcaire récifal dont les 2 m de base, finement lités et argileux, renferment des organismes lamellaires. La partie supérieure, non stratifiée et d'allure biohermique, contient de nombreux organismes massifs (*niveau F*, Brice et coll., 1976, p. 138 ; *niveau xi*, Brice et coll., 1977, p. 141).
- h 3,80 m de calcaire en bancs de 0,50 à 1 m, de plus en plus micritique vers le sommet : *niveau G*, Brice et coll., 1976, p. 138. Les bancs de base à microdébris renferment quelques Rugueux solitaires. Ils passent vers le sommet à des calcaires de plus en plus micritiques.

c) Terminologie antérieure.

Calcaire de Blacourt : Rigaux, 1892, p. 8 ; 1908, p. 5 ; *Calcaire de Blacourt et Calcaire de Blacourt terminal* e.p. (jusqu'au *niveau G* inclus) : Brice et coll., 1976, p. 136 et 137 ; *Calcaire de Blacourt* e.p. (jusqu'au *niveau xi* inclus) : Brice et coll., 1977, p. 139.

Remarque : Le Calcaire de Blacourt des différentes éditions de la carte géologique ne représente qu'une partie (inférieure) du Membre. Il en est de même du Calcaire de Blacourt de la plupart des auteurs : Austen, 1854, p. 241 ; Gosselet, 1860, p. 128 ; 1880b, p. 496 ; Robinson, 1920, p. 230 ; Pruvost et Pringle, 1924, p. 31 ; Le Maître et Devos, 1961a, p. 761 ; 1961b, p. 63 ; Devos, 1962, p. 1 ; Le Maître et Magne, 1964, p. 129 ; Magne, 1964, p. 49 ; Ager et Wallace, 1967a, p. 389 ; 1967b, p. 422 ; Wallace, 1968, p. 245 ; 1969b, p. 94 ; Bonte, 1969, p. 25 ; Brice et Meats, 1971, p. 226 ; Delattre et coll., 1973, p. 54.

d) Limite entre le Membre du Griset et le Membre de Couderousse.

On voit le contact dans la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques entre le sommet d'un banc de 0,45 m de calcaire noir, argileux, micritique (Membre du Griset) et le premier lit d'argiles micacées grises (Membre de Couderousse).

2) Membre de Couderousse.

Derivatio nominis.

Du lieu-dit "Couderousse" au NE de la commune de Ferques, proche de l'endroit où ce Membre affleure.

Coupe-type.

Tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques, seul affleurement actuel.

a) Définition et caractères.

8,50 m environ d'argiles (grises) micacées et calcaires à niveaux indurés carbonatés crinoï-

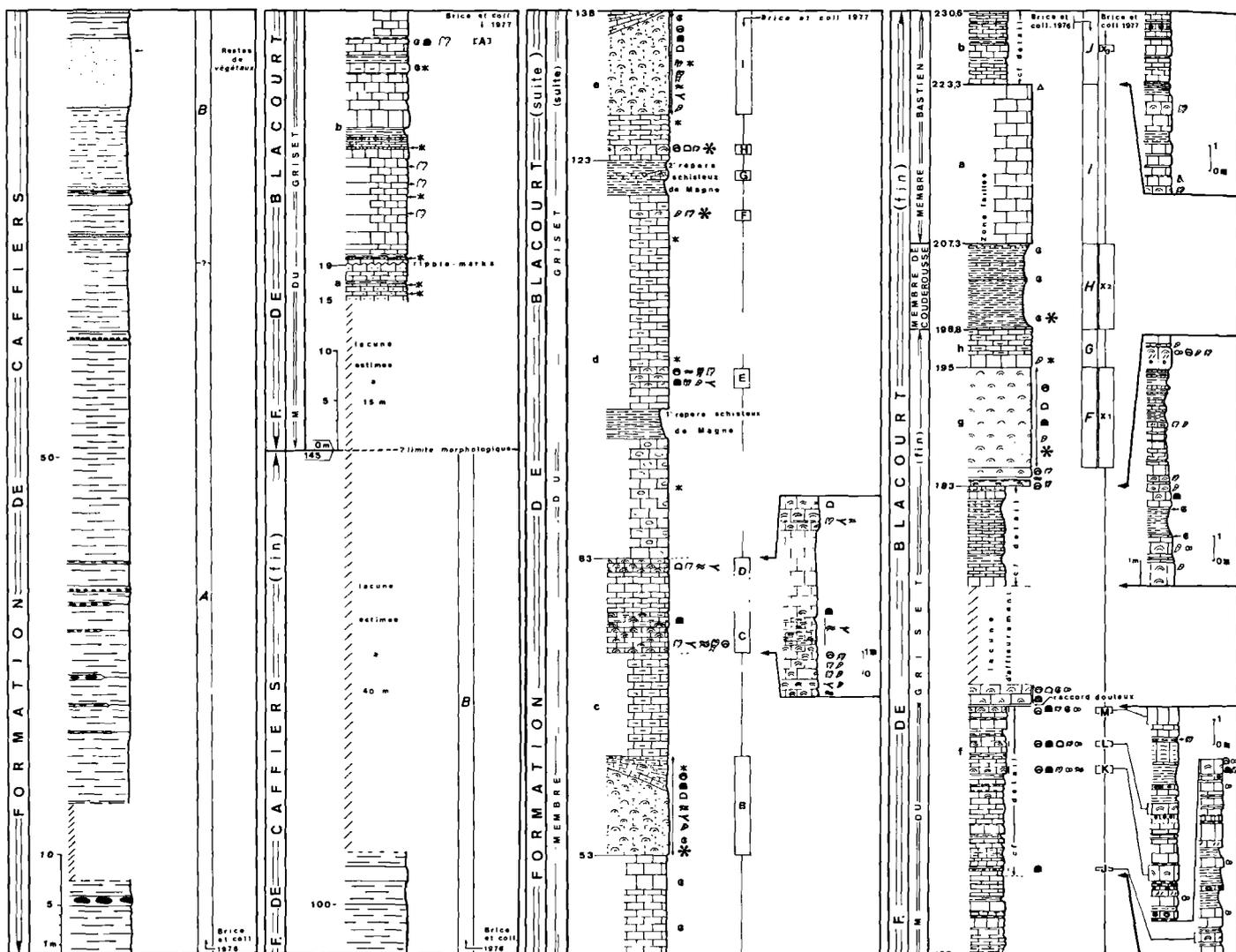


Fig. 3. — Reconstitution de la succession lithologique des six formations de la série dévonienne de Ferques d'après les principaux affleurements étudiés.

A: Formations de Caffiers et de Blacourt.

Légende: Lithologie.

a, calcaire. — b, calcaire argileux. — c, calcaire oolithique. — d, calcaire gréseux. — e, calcaire construit. — f, bioherme. — g, calcaire noduleux. — h, calcaire bioclastique. — i, calcaire à oncolithes. — j, dolomie. — k, sable dolomitique. — l, grès et silt. — m, poudingue. — n, argillites, pélites. — o, marne. — p, calcaire bréchiue.

diques et pyriteux, d'aspect plutôt noduleux, riches en Brachiopodes, Bryozoaires et micro-débris. Le litage s'accroît vers le sommet où les niveaux sont apparemment moins calcaires,

moins micacés (Colbeaux, *in* Brice et coll., 1976, p. 137, *niveau H*). On note la présence d'un niveau à nombreux fossiles (Brachiopodes et Bryozoaires) vers la base, de deux bancs repè-

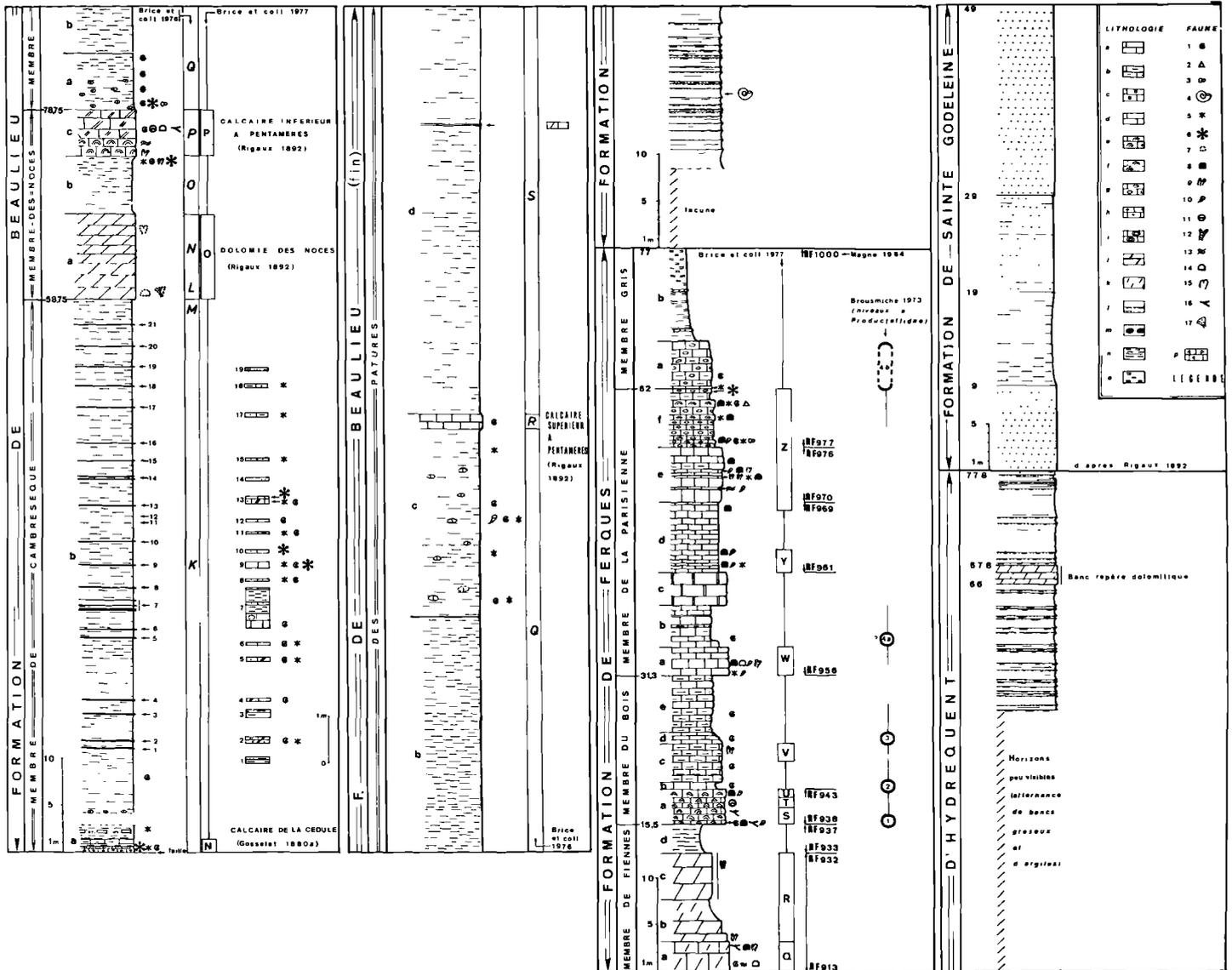


Fig. 3. — Reconstitution de la succession lithologique des six formations de la série dévonienne de Ferques d'après les principaux affleurements étudiés (suite).

B : Formations de Beaulieu, d'Hydrequent, de Ste-Godeleine.

Légende : Faune.

- 1, brachiopode. — 2, lamellibranche. — 3, gastéropode. — 4, goniatite. — 5, entroque. — 6, bryzoaire. — 7, colonie massive. — 8, rugueux massif. — 9, rugueux phacelloïde. — 10, rugueux solitaire. — 11, stromatopore massif. — 12, stromatopore branchu. — 13, stromatopore lamellaire. — 14, tabulé massif. — 15, tabulé branchu. — 16, algue.

res plus calcaires, indurés, situés à 5 m et 7,50 m de la base, et d'un autre niveau à nombreux débris de Brachiopodes au sommet.

b) *Terminologie antérieure.*

Quelques schistes : Rigaux, 1892, p. 8 ; Schistes argileux : Rigaux, 1908, p. 6 ; Niveau H : Brice et coll., 1976, p. 136 ; Niveaux x₂ : Brice et coll., 1977, p. 141.

c) *Limite entre le Membre de Couderousse et le Membre Bastien.*

On voit le contact dans la coupe-type entre le dernier lit d'argiles calcaires grises à nombreux débris de Brachiopodes du Membre de Couderousse et le premier banc de calcaire gris foncé à patine claire du Membre Bastien.

3) **Membre Bastien.**

Derivatio nominis.

En référence à la première désignation par Rigaux (1892, p. 8). A cette époque, le calcaire affleurerait dans la carrière Bastien près de la Cédule.

Coupe-type.

Tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques, seul affleurement actuel.

a) *Définition et caractères.*

Série carbonatée composée de deux termes, de bas en haut :

- a) 16 m environ de calcaire généralement massif, foncé, à patine claire et à microdébris : *niveau I*, Brice et coll., 1976, p. 137. Ce terme est faillé dans la coupe-type.
- b) 7,50 m d'une alternance de calcaire, de calcaire argileux et de calcschistes : *niveau J*, Brice et coll., 1977, p. 141. Ce terme comprend en outre deux bancs construits à *Scoliopora* (Tabulés) situés, le premier à la base, le second vers le milieu du terme. Certains bancs du sommet présentent des remaniements d'abord repérés par Bultynck (comm. orale).

b) *Terminologie antérieure.*

Calcaire Bastien : Rigaux, 1892, p. 8 ; Niveaux I et J, Brice et coll., 1976, p. 137 ; sommet de l'ensemble x Brice et coll., 1977, p. 141.

c) *Limite entre la Formation de Blacourt et la Formation de Beaulieu.*

La Formation de Blacourt est surmontée en concordance par la Formation de Beaulieu à caractère détritique terrigène, les couches ayant même direction et même pendage de part et d'autre du changement de faciès aux différents affleurements. Cependant, le contact est de nature tectonique. Dans la tranchée on observe des étirements de bancs. Les niveaux inférieurs de la Formation de Beaulieu ne sont pas visibles dans la coupe-type (voir ci-après).

C) **FORMATION DE BEAULIEU (D. B.)**

(fig. 3 B)

Derivatio nominis.

Du lieu-dit " Commune de Beaulieu " situé au N de la commune de Ferques où se situent les meilleurs affleurements.

Localité-type.

Tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

a) *Définitions et caractères.*

Formation essentiellement détritique, épaisse de 175 m environ, comprenant trois épisodes carbonatés intercalés dans des argilites litées, l'inférieur dolomitique et d'apparence lenticulaire, le moyen calcaire et récifal, le supérieur plus mince et calcaire.

b) *Subdivisions.*

La Formation de Beaulieu se compose de bas en haut : du Membre de Cambresèque, du Membre des Noces et du Membre des Pâtures.

c) *Terminologie antérieure.*

Schistes de Beaulieu : Rigaux, 1865, p. 98-99 et 1872, p. 11-12 (= parties moyenne et supérieure de la Formation) ; Rigaux, 1892 ; p. 8-12 ; Delattre et coll., 1973, p. 54 ; Brice et coll., 1976, p. 140 ; Schistes de Bovesse : Gosselet, 1880b, p. 497-498 ; Schistes de Cambresèque, Dolomie des Noces et Calcaire à *Pentamerus brevirostris*, Schistes de Beaulieu : Rigaux, 1908, p. 6 ; Schistes de Beaulieu (d 5a) e.p. (car contient aussi la Dolomie de Beaulieu) : Pruvost et coll., 1928 et 1964 ; Magne, 1964 ; Ager et Wallace, 1967a, p. 390 et 1967b, p. 422 ; Bonte, 1969, p. 25, 26 ; Wallace, 1969b, fig. 9 ; Bonte et coll., 1971 ; Brice et coll., 1977, fig. 1.

d) *Conditions d'affleurement.*

La Formation occupe une bande d'au moins 500 m de large couverte de prairies où les affleurements sont rares ou très limités.

1) **Membre de Cambresèque.**

Derivatio nominis.

Du lieu-dit " Cambresèque " situé sur la commune de Leubringhem au N de Ferques où cette unité lithologique a d'abord été reconnue (Rigaux, 1892).

Coupe-type.

Angle SW de la carrière du Banc noir à Ferques (terme a) et tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques (terme b). Aucune coupe ne montre en continuité la totalité du Membre.

a) *Définition et caractères.*

Série épaisse de 56 m au moins, formée d'une alternance de shales et de niveaux indurés ; ces derniers sont décimétriques, calcaréo-gréseux ou silteux, parfois noduleux, souvent riches en entroques, Bryozoaires et fragments de coquilles de Brachiopodes.

b) *Subdivisions.*

Deux termes sont reconnus dans le Membre de Cambresèque, de bas en haut :

- a un banc calcaire bréchiqne de 0,50 m suivi d'une alternance de marnes bleu-foncé et de niveaux décimétriques de calcaire cristallin très dur, gris jaunâtre par altération, se débitant en plaquettes ou en dalles sonores. Les niveaux inférieurs renferment des entroques centimétriques, des Bryozoaires branchus et encroûtants, quelques Tentaculites et des Brachiopodes. a correspond au *Calcaire de la Cédule* : Gosselet, 1880a, p. 106 ; Olry, 1904, p. 25 (e.p.) ; Le Maître et Devos, 1961b, p. 63, 64 ; Magne, 1964, p. 51, 91 ; Lecompte, 1970, p. 65 (e.p.) ; Bonte et coll., 1971 ; Brousmiche, 1973, tabl. I. Ce n'est pas le Calcaire de la Cédule de Austen, 1853, p. 251. Cet auteur désignait ainsi un calcaire observé à la ferme de la Cédule (S de la commune de Caffiers) qu'il croyait sous-jacent à la Formation de Caffiers.

La succession et l'épaisseur sont difficiles à établir, les seuls affleurements connus le montrant tectonisé. Magne (1964) lui attribuait une puissance de 14 m environ qui nous semble exagérée. Le terme n'est pas visible dans la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques, il est conservé (au moins partiellement) dans l'angle SE de la carrière du Griset et l'angle SW de la carrière du Banc Noir où il repose par faille sur des niveaux appartenant au terme f du Membre du Griset (Formation de Blacourt).

- b une cinquantaine de mètres d'une alternance d'argilites finement litées, violacées ou grisâtres et de lits indurés, décimétrique, gris ou verdâtres. La fig. 3B donne le détail de ces lits sur le flanc SE de la coupe-type.

c) *Terminologie antérieure.*

Schistes de Cambresèque ou *Schistes à Chonetes* : Rigaux, 1892, p. 9 ; *Schistes de Cambresèque* : Rigaux, 1908, p. 6, 7 ; Brousmiche, 1973, p. 118 ; *Niveaux K, M* : Brice et coll., 1976, p. 137.

Remarque. - D'après nos récentes observations, les argilites litées et plissotées du niveau M succèdent à celles du niveau K et ne sont pas sus-jacentes au niveau L. Les niveaux L et N appartiennent à la même unité.

d) *Limite entre le Membre de Cambresèque et le Membre des Nocés.*

Dans la coupe-type, on voit le contact entre le dernier lit d'argilites panachées vert clair et bleutées du Membre de Cambresèque et le premier banc de dolomie cristalline rouge et tachetée, argileux et sableux sur 1 à 3 cm à la base, appartenant au Membre des Nocés

2) *Membre des Nocés.*

Derivatio nominis.

Du lieu-dit " Les Nocés " de la commune de Ferques où le Membre affleure partiellement.

Coupe-type.

Tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

a) *Définition et caractères.*

Série carbonatée fossilifère, épaisse d'une vingtaine de mètres dans la coupe-type, dolomitique et calcaire, partiellement construite, interrompue dans la même coupe par un épisode argileux. Rigaux (1892) lui attribuait une puissance de 50 m.

b) *Subdivisions.*

Dans la coupe-type, le Membre comprend trois termes, de bas en haut :

- a 9 m environ de dolomie cristalline dont les 3,80 m inférieurs sont massifs, mal stratifiés, jaune rougeâtre, et montrent des traces de colonies de constructeurs (Stromatopores, Algues?). Le reste, stratifié, débute par quelques bancs de dolomie noire microcristalline, surmontée de niveaux à constructeurs branchus (Stromatopores, Tabulés?). Au sommet, la dolomie est macrocristalline et fissurée. Elle renferme de nombreuses géodes. Le terme a été appelé *Dolomie de Beaulieu* : Murchison, 1839, p. 407 ; *Dolomie des Nocés* : Rigaux, 1892, p. 9 ; Rigaux, 1908, p. 7 ; Pruvost et coll., 1928 et 1964 ; Wallace, 1969b, p. 100 ; Bonte et coll., 1971 ; niveaux L, N, non M, remarque p. 318, Brice et coll., 1976, p. 137 ; niveau O : Brice et coll., 1977, p. 142.

- b 6 m d'argilites litées violettes, verdâtres ou rougeâtres, enrichies en plaquettes calcaires dans la moitié supérieure. Le sommet est crinoïdique.

- c 5 m environ d'un calcaire dur à géodes, cristallin, rosé, ocre dans les fissures, partiellement dolomitisé. La base est construite en biostrome par des Rugueux Disphylidae puis par des Stromatopores lamellaires et des Tabulés branchus ou lamellaires. La partie supérieure est riche en débris de coquilles de Brachiopodes. Le terme a été appelé *Calcaire inférieur à Pentamères* : Rigaux, 1892, p. 9 ; *Calcaire à Pentamerus brevirostris* : Rigaux, 1908, p. 7 ; *Pentamerus limestone* : Wallace, 1969b, p. 100 ; *Niveau P* : Brice et coll., 1976, p. 137 ; Brice et coll., 1977, p. 142.

c) *Conditions d'affleurement.*

Le niveau dolomitique a, connu sous le nom de Dolomie des Nocés depuis Rigaux (1892), affleure en une série de buttes et de rochers isolés plus ou moins alignés, parfois décalés par failles (?), que l'on suit depuis la voie ferrée Calais-Boulogne jusqu'au ruisseau de Blacourt.

d) *Limite entre le Membre des Nocés et le Membre des Pâtures.*

Dans la coupe-type, on voit le contact entre le dernier banc massif de calcaire cristallin à géodes et nombreux débris de Brachiopodes (Pentamères abondants) du Membre des Nocés et les premiers lits d'argilites verdâtres à nodules calcaires riches en petits fossiles dégagés du Membre des Pâtures.

3) Membre des Pâtures.

Derivatio nominis.

Du lieu-dit "Pâtures Louchet" au N de la commune de Ferques où le Membre affleure actuellement.

a) Définition et caractères.

Épaisse série argileuse gris verdâtre à violacée, finement litée, d'une centaine de mètres d'épaisseur, très fossilifère dans sa partie inférieure. Présence d'un horizon calcaire vers le milieu de la série.

b) Subdivisions.

Le Membre des Pâtures comprend trois termes, de bas en haut :

- a) 4 à 5 m d'argilites gris verdâtre un peu violacées, jaunâtres par altération, très riches en petits Brachiopodes, Bryozoaires et Gastéropodes dégagés. Le terme a été appelé *Schistes à Streptorhynchus bouchardi* : Rigaux, 1892, p. 10 ; *Schistes à Spirifer bouchardi Mut. belliloci* : Rigaux, 1908, p. 7-8.
- b) 30 m environ d'argilites rouge violacé apparemment azoïques nommées *Schistes rouges* : Rigaux, 1892, p. 10.
- c) 20 m d'une série plus calcaire, dont une quinzaine de mètres d'argilites jaune verdâtre, fossilifères, renfermant des plaquettes calcaires souvent riches en entroques, certaines sont de véritables encrinites appelées *Zone du Streptorhynchus elegans* : Rigaux, 1892, p. 10-11 ; *Schistes à Orthothes elegans* : Rigaux, 1908, p. 8-9. La série se termine par un niveau de calcaire dur, sombre, ferrugineux, clair et jaunâtre par altération nommé *Calcaire à Pentamères supérieur* : Rigaux, 1892, p. 11 ; *Calcaire à Pentamerus globus* : Rigaux, 1908, p. 9, Niveau R : Brice et coll., 1976, p. 136.

c) Terminologie antérieure.

Schistes de Beaulieu : Rigaux, 1908, p. 7-9 ; Brousmiche, 1973, tabl. I.

d) Limite entre la Formation de Beaulieu et la Formation de Ferques.

Les deux formations sont concordantes. On voit le contact dans la butte à l'E de l'entrée de la carrière La Parisienne, entre le dernier lit d'argilites litées violacées, appartenant à la Formation de Beaulieu et le premier banc de calcaire dolomitique rougeâtre, épais de 1,80 m, de la Formation de Ferques.

D) FORMATION DE FERQUES (J.C.R.)

(fig. 3 B e.p.)

Derivatio nominis.

De la commune de Ferques où sont situés les principaux affleurements.

Localité-type.

Région de Ferques. Aucun affleurement ne montre en continuité la totalité de la Formation.

a) Définition et caractères.

Formation carbonatée, épaisse de 75 à 80 m, comprenant trois phases construites terminées par des épisodes plus argileux.

b) Subdivisions.

La Formation de Ferques est divisée en quatre Membres qui sont, de bas en haut : les Membres de Fiennes, du Bois, de la Parisienne et le Membre Gris.

c) Terminologie antérieure.

La Formation de Ferques ici définie correspond au *Calcaire de Ferques* des auteurs auquel on a rattaché la *Dolomie de Beaulieu* des auteurs. En effet, la couche de sable dolomitique qui les sépare n'a que 3 m d'épaisseur et ne permet pas de les distinguer cartographiquement.

Principales références antérieures : *Formation du Steinkalk* (e.p.) : Rozet, 1828, p. 90 (contient aussi le calcaire carbonifère) ; *Calcaire de Ferques* : Bonnard, 1833, p. 151 ; de Verneuil, 1838, p. 393 ; Rigaux, 1865, p. 99 ; Rigaux, 1892, p. 12 ; Bourgeat, 1892, p. 263 ; Rigaux, 1908, p. 10 ; Robinson, 1920, p. 232 ; Magne, 1964, p. 107 ; Wallace, 1969a, p. 366 ; 1969b, p. 108 ; Brice et coll., 1977, p. 142 ; *Calcaire Steinkalk* : Dumont, 1839, p. 148 ; Delanoue, 1852, Pl. II, fig. 6 ; *Calcaire de Ferques et de Fiennes* : Murchison, 1840, p. 239 ; Austen, 1853, p. 240. Olry (1904, p. 27) et Lecompte (1970, p. 65) désignaient déjà l'ensemble de la Formation de Ferques sous l'expression : *Calcaire de Ferques*.

d) Conditions d'affleurement.

La Formation occupe une bande de 4 km de long où elle est exposée dans de nombreuses carrières toutes actuellement abandonnées et en voie de comblement. Aucune coupe n'est complète à cause de nombreuses failles qui interrompent la succession.

1) Membre de Fiennes.

Derivatio nominis.

Du village de Fiennes où le Membre a d'abord été reconnu (Rigaux, 1908).

Coupe-type.

Butte à l'E de l'entrée de la carrière La Parisienne.

a) Définition et caractères.

14 à 20 m de calcaire dolomitique et de dolomie récifale surmontée d'une couche d'argile bariolée mêlée de sable dolomitique.

b) Subdivisions.

Le Membre est divisé en quatre termes, de bas en haut :

- a) 3 m de calcaire gris bleu, rougeâtre à l'altération, devenant dolomitique vers le sommet, construit sur le type biostrome (Stromatopores et Tabulés lamellaires avec Rugueux solitaires, puis Rugueux coloniaux et Tabulés massifs). Ce terme a été appelé *Dolomie gris-bleu* à *Acerularia goldfussi* et *Bancs de calcaire bleu-noir* à

polypiers : Rigaux, 1908, p. 10 ; *Dolomie compacte violette et verte* : Robinson, 1920, p. 231 ; *Dolomie à coraux et Brachiopodes* : Wallace, 1969b, fig. 10 ; Niveau Q : Brice et coll., 1977, p. 142.

- b) 3 à 9 m de dolomie grenue d'abord rouge bariolée de jaune puis jaune, friable, localement altérée en sable dolomitique (dans la coupe-type) ; ailleurs en bancs massifs souvent mal délimités. La variation d'épaisseur peut être due à un bioherme. Ce terme a été appelé *Dolomie jaune* : Rigaux, 1908, p. 10 ; Robinson, 1920, p. 231 ; Niveau R : Brice et coll., 1977, p. 142.
- c) 5 m environ de dolomie noire massive, à stratification effacée, avec des niveaux d'organismes branchus très mal conservés dont *Stachyodes* Wallace, 1969b, Mistiaen in Brice et coll., 1977. Elle peut redevenir jaune à brune à son sommet par altération. Ce terme a été appelé *Dolomie noire* Ager et Wallace, 1967a, p. 69 et 1967b, p. 423 ; Niveau R, e.p. : Brice et coll., 1977, p. 143.
- d) 3 m d'argile bariolée et de sable dolomitique avec un banc dur de 10 cm à débit cubique. Ce terme a été appelé *Schistes sableux lie-de-vin à jaunâtres* Rigaux, 1908, p. 10 ; *Marnes vertes et rouges* Robinson, 1920, p. 231, *Sable dolomitique* Wallace, 1969 b, fig. 10.

c) Terminologie antérieure.

La présence de dolomie sous le Calcaire de Ferques a été reconnue par de Verneuil (1838, p. 393), mais il s'agit de la Dolomie des Nocés (Formation de Beaulieu). Gosselet et Bertaut (1873, p. 5) ont observé les premiers affleurements de Fiennes et du Bois de Beaulieu mais ont continué de les rattacher à la formation précédente. Rigaux (1892, p. 12) reconnaît pour la première fois que la "moitié inférieure (du Calcaire de Ferques) semble très dolomitique..." et décrit en détail (1908, p. 10) la "Dolomie de Fiennes". Synonymie ultérieure *Dolomie de Fiennes* : Wallace, 1969b, p. 100 ; *Dolomie de Beaulieu* : Robinson, 1920, p. 231 ; Pruvost et Pringle, 1923, p. 31 ; Pruvost et coll., 1928 et 1964 ; *Calcaire dolomitique* (e. p. ?) : Lecompte, 1970, p. 65 ; Bonte et coll., 1971 ; Brice et coll., 1977, p. 142.

d) Conditions d'affleurement.

Le Membre de Fiennes a été considéré comme lenticulaire ou continu selon les auteurs. Les épaisseurs données varient également considérablement (de 12 à 40 m). A l'E du Massif de Ferques, il a une épaisseur de 14 à 20 m et paraît continu mais localement épaissi. A l'W, il n'a pas été identifié avec certitude.

e) Limite entre le Membre de Fiennes et le Membre du Bois.

Dans la coupe-type, ainsi que dans le vallon du N de la carrière du Bois, on voit le contact entre le sommet des argiles sableuses, alternativement violettes et jaunes (Membre de Fiennes) et le niveau de plaquettes calcaires de 2 cm d'épaisseur, riche en fossiles qui est la base du Membre du Bois ("Thin basal limestone" Ager et Wallace, 1967a, fig. 2 ; Wallace, 1969a, p. 367-373 ; 1969b, p. 108).

2) Membre du Bois.

Derivatio nominis.

De la carrière abandonnée du Bois de Beaulieu où la totalité du Membre affleure.

Coupes-types.

Front NE de cette carrière qui est actuellement en voie de comblement. Aussi désignons-nous une deuxième coupe dans l'ancienne carrière, entre le Château de Fiennes et le ruisseau des Crembreux.

a) Définition et caractères.

14,80 m de calcaires lités, construits à la base, plus argileux et riches en Brachiopodes au sommet.

b) Subdivisions.

Le Membre est divisé en cinq termes, de bas en haut :

- a) 3,90 m de biostrome : "Coral zone", Ager et Wallace, 1967a, fig. 2. Formé à la base de calcaire en plaquettes avec Rugueux, Tabulés et Stromatopores lamellaires : Niveau S, Brice et coll., 1977, p. 142 ; *Repère F1*, Magne, 1964 ; puis de bancs massifs à Stromatopores globuleux : Niveau T, Brice et coll., 1977, p. 142, et enfin d'un banc moins construit à *Hexagonaria* : Niveau U, *ibid.*
- b) 0,60 m de calcaire argileux rougeâtre, très riche en Brachiopodes, surtout "Atrypa" et *Cyrtospirifer*.
- c) 4 m de calcaire argileux, gris à jaune, à Douvillines et *Chonetes*. Le sommet est plus massif et contient quelques *Disphyllum* : Niveau V, Brice et coll., 1977, p. 143.
- d) 1,30 m de calcaire argileux en petites plaquettes jaunes et rouges, à Brachiopodes (surtout *Productella* et *Cyrtospirifer*).
- e) 6 m environ de calcaire argileux gris jaune, se débitant en plaquettes ou en petits nodules, semblables à c, mais avec des lits à "Chonetes" nombreux, épines de *Productelles* et *Tentaculites*.

c) Terminologie antérieure.

Austen (1853, p. 240) a observé les lits inférieurs exploités comme marbres et dalles de pavement. Rigaux (1892, p. 12) parle de "bancs bleus géhifs". Wallace (in Ager et Wallace, 1967a) a distingué la première une zone à coraux (terme a) et un lit à Brachiopodes (termes b, c, d).

d) Limite entre le Membre du Bois et le Membre de la Parisienne.

On voit, dans les deux coupes-types, le contact entre le dernier lit de calcaire argileux tendre (Membre du Bois) et le premier lit de calcaire dur, à nombreuses petites entroques, de 30 cm d'épaisseur (Membre de la Parisienne).

3) Membre de la Parisienne.

Derivatio nominis.

De la carrière abandonnée du même nom où la totalité du Membre peut être observée (mais de façon discontinue).

Coupe-type.

Les termes **a**, **b**, **c**, se voient en continuité entre la Château de Fiennes et le ruisseau des Cremeux. Les termes **c**, **d**, **e**, **f**, s'observent sur le front W de la carrière La Parisienne.

a) Définition et caractères.

30,70 m de calcaire dur, gris foncé à chocolat, bien lité, généralement à grain fin, organoclastique.

b) Subdivisions.

Le membre est divisé en six termes, de bas en haut :

- a 3 m de calcaire crinoïdique, dur, à *Hexagonaria* et Tabulés massifs : Niveau W, Brice et coll., 1977, p. 143.
- b 4,50 m de petits bancs calcaires à plaquettes et nodules riches en petits Brachiopodes.
- c 3,50 m correspondant à 3 gros bancs métriques de calcaire dur, peu fossilifère, à fins débris et gros pseudo-nodules de 10 cm ("Marbre de Ferques"). Ce terme a été rapidement remarqué ("Calcaire gris brun à taches foncées" : Garnier, 1823, p. 16).
- d 7,50 m de calcaire en petits bancs de 10 à 30 cm, à pâte fine et petits débris avec, à la base et au sommet, des Polypiers coloniaux : Niveau Y, Brice et coll., 1977, p. 143.
- e 7,50 m de calcaire massif en bancs de 40 à 60 cm, à grain fin et débris organiques, crinoïdique, avec *Hexagonaria*, constructeurs branchus (dont *Alveolites*) et *Rugueux* solitaires dans les interlits. Un gros banc de 1,20 m se repère facilement à la base.
- f 6,50 m de calcaire noduleux, débutant par un niveau à *Hexagonaria* et gros *Rugueux* solitaires. Entre les niveaux construits, des Brachiopodes et Lamellibranches de grande taille sont très abondants. Il n'y a plus d'*Alveolites* branchus.

c) Terminologie antérieure.

Bancs exploités : Rigaux, 1892, p. 12 ; Bancs moyens : Robinson, 1920, p. 232 ; Wallace, 1969b, fig. 13 (seulement à partir des bancs à *Hexagonaria*) ; Bancs supérieurs (e. p.) : Wallace, 1969b, fig. 13.

d) Conditions d'affleurement.

Les termes durs **a**, **b**, **c**, ont été exploités et sont donc rarement visibles. Les termes supérieurs, plus riches en joints argileux, s'observent sur le front S des carrières.

e) Limite entre le Membre de La Parisienne et le Membre Gris.

On voit, dans la carrière de La Parisienne, le contact entre le dernier lit de calcaire très

argileux riche en Bryozoaires branchus de 60 cm d'épaisseur, situé à 1,1-1,2 m au-dessus du dernier niveau riche en *Hexagonaria* (Membre de La Parisienne) et un banc de 30 cm, très riche en petites entroques de 3 mm (Membre Gris).

4) Membre Gris.

Derivatio nominis.

De la couleur dominante du Membre, spécialement du terme **b**.

Coupe-type.

Angle SW de la Carrière La Parisienne.

a) Définition et caractères.

15 m environ de calcaires noduleux très argileux et marnes gris-vert, très riches en Brachiopodes, sans *Hexagonaria*.

b) Subdivisions.

Le Membre est divisé en deux termes, de bas en haut :

- a 5 m de calcaire argileux très noduleux à gros Brachiopodes, Lamellibranches, petites entroques. Ce terme a été appelé *Schistes grisâtres* plus riches en fossiles : Rigaux, 1873, p. 13.
- b 9 à 10 m de marnes gris-vert avec la même faune contenant des lits de plaques calcaires couvertes de coquilles (dont *Retichonetes armatus*). Les deux derniers mètres n'ont pu être atteints dans la coupe-type.

c) Terminologie antérieure.

Les bancs supérieurs "schisteux" (Austen, 1853, p. 240) ont été rapidement remarqués mais non limités avec précision. Les marnes et calcaires noduleux de Lecompte (1970, p. 65) représentent tout ou partie du Membre.

d) Conditions d'affleurement.

Le terme **a** est souvent exposé au sommet du front S des carrières. Le terme **b** est généralement occupé par les bois et se voit seulement dans l'angle E de la carrière du Bois de Beaulieu, et aux deux extrémités du front S de la carrière La Parisienne.

e) Limite entre la Formation de Ferques et la Formation d'Hydrequent.

Ces deux Formations sont concordantes. Leur limite est placée au changement de la couleur verte à la couleur rouge (Wallace, 1969b, fig. 13) entre les dix derniers centimètres d'argile, violette puis verte, de la Formation de Ferques et les trois premiers bancs minces de grès argileux, totalement décalcifiés de la Formation d'Hydrequent (fig. 3B). Le contact n'est

accessible que dans un compartiment effondré entre deux failles, dans l'angle E de la carrière du Bois de Beaulieu. Il est aussi visible, mais inaccessible dans l'angle SW de la carrière La Parisienne.

E) FORMATION D'HYDREQUENT (J.P. C.)

(fig. 3 B e.p.)

Derivatio nominis.

Du nom du lieu-dit "Hydrequent" situé sur la commune de Rinxent, à l'E de Marquise.

Localité-type.

Briqueterie de Beaulieu (561,2-347,7). Aucun affleurement ne montre en continuité la totalité de la Formation.

a) Définition et caractères.

Épaisse de 80 m environ, la Formation d'Hydrequent est essentiellement pélitique et présente un banc dolomitique à 10 m du sommet.

b) Terminologie antérieure.

"Yellow Sandstone group" e.p. : Austen, 1853, p. 239 ; Schistes du Huré : Rigaux, 1865, p. 97 ; 1892, p. 15 ; Olry, 1904, p. 28 ; Schistes rouges : Gosselet, 1899, p. 16 ; Olry, 1904, p. 28 ; Schistes rouges à *Chonetes armata* : Rigaux, 1908, p. 10 ; Schistes de Fiennes : Robinson, 1920, p. 000 ; Schistes rouges d'Hydrequent (d6a) : Pruvost et coll., 1928, et 1964 ; Bonte et coll., 1971 ; Schistes d'Hydrequent : Magne, 1964, p. 116 ; Bonte, 1969, p. 26 ; Lecompte, 1970, p. 65, Brice et Meats, 1971, p. 226 ; Bonte et al., 1975, p. 117 ; Brice et coll., 1976, p. 136.

c) Conditions d'affleurement.

Elles sont représentées sur la fig. 1.

d) Subdivisions.

D'après Bonte et coll. (1975), la Formation d'Hydrequent comporte, de bas en haut :

— 60-70 m d'une alternance de pélites et siltstones à ciment calcarodolomitique ;

— 1,80 m d'une brèche dolomitique ferrugineuse formant un banc massif ;

— 10 m d'argilites pyriteuses lie-de-vin à intercalations verdâtres et rares plaquettes gréseuses lenticulaires.

Remarque. - Les affleurements actuels sont insuffisants pour proposer une subdivision de la Formation en Membres.

e) Limite entre la Formation d'Hydrequent et la Formation de Ste-Godeleine.

La Formation d'Hydrequent est surmontée en concordance par la Formation de Ste-Godeleine.

La limite retenue correspond à l'installation du faciès franchement gréseux de la Formation supérieure. Le contact se voit sur le front S de la carrière de la briqueterie de Beaulieu, entre le dernier lit d'argilite pyriteuse lie-de-vin de la Formation d'Hydrequent et le premier banc de grès blanc psammitique de la Formation de Sainte-Godeleine.

F) FORMATION DE STE-GODELEINE (J.P. C.)

(fig. 3 B e.p.)

Derivatio nominis.

Du nom d'une chapelle (558,5-344,1), située sur le territoire de la commune de Réty, près de laquelle ont été exploités les grès de Ste-Godeleine.

Localité-type.

Actuellement, aucun affleurement ne montre en continuité la totalité de la Formation. Les affleurements principaux s'observent dans les carrières de la briqueterie de Beaulieu et de Ste-Godeleine

a) Définition et caractères.

Série épaisse de 49 m environ, essentiellement gréseuse avec un passage plus argileux dans la partie inférieure.

b) Terminologie antérieure.

Grès à *Unio* : Rozet, 1828, p. 88 ; Grès à *Cypricardes* : du Souich, 1839, p. 417 ; "Yellow Sandstone group" e.p. : Austen, 1853, p. 239 ; Psammites du Huré : Rigaux, 1865, p. 97 ; Grès de Fiennes : Gosselet et Bertaut, 1873, p. 82 ; Barrois, 1879, p. 12 ; Gosselet, 1880a, p. 114 ; Olry, 1904, p. 28 ; Robinson, 1920, p. 233 ; Psammites et Grès de Fiennes (d6b) : Douvillé, 1885 ; Grès du Huré : Rigaux, 1892, p. 14 ; Grès blancs durs à *Cucullées* : Gosselet, 1899, p. 16 ; Grès de Ste-Godeleine : Ager et Wallace, 1967a, p. 393 ; Grès et psammites de Fiennes et (ou) de Ste Godeleine (d6b) : Pruvost et coll., 1928 et 1964 ; Bonte, 1969, p. 27 ; Bonte et coll., 1971 ; Delattre et coll., 1975, p. 15.

c) Conditions d'affleurement.

Il semble qu'une bonne part des affleurements connus aient une position tectonique et stratigraphique confuse (par exemple, les carrières de Ste-Godeleine sont dans le massif charrié d'Hydrequent). Par ailleurs, le creusement de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques n'a pas été suffisant dans ce secteur pour mettre à jour cette Formation.

d) Subdivisions.

Seul Rigaux (1892) présente une description complète de la série le long de la voie ferrée Calais-Boulogne. Cette coupe n'est plus visible actuellement dans son intégralité. Les observations étant trop ponctuelles, nous ne proposons

Succession des zones à Conodontes en Ardenne		BOULLONNAIS		ARDENNE		BASSIN DE MAMUR	
M.g.m. 1-18		Maillieux et Demanet 1929		Bassin de Dinant		Bassin de Mamur	
				Bord Sud		Bord Nord	
				"Schistes de Matagne"		F. de Franc-Warêt	
Upper gigas s.l.	23	F3	F. d'Hydrequent	F. de Neuville	F. de la Mariagne	F. de la Mariagne	F. de Rhisnes
A. triangularis s.l.	22	F2j F2i	?	M. de Boussu-du-Lion en Fagne	Mariagne	F. de la Mariagne	F. de Rhisnes
Upper asymmetricus	21	F2h F2g F2f F2e F2d	F. de Ferques	M. de Bieumont	F. de	F. de la Mariagne	F. de Rhisnes
Middle asymmetricus (A. gigas)	20	F2c	M. des Pâtures	M. de M. de l'Arche l'Ermitage	F. de Malpas	F. de la Mariagne	F. de Rhisnes
Lower asymmetricus	19	F2b	Beaulieu	M. de Chalon	F. de Gourdinne	F. de la Mariagne	F. de Rhisnes
A. rotundiloba	18	F2a	M. des Noces		F. de Gourdinne	F. de la Mariagne	F. de Rhisnes
Lower most asymmetricus	17	F1c	M. de Cambresèque		F. de Gourdinne	F. de la Mariagne	F. de Rhisnes
P. varcus + I. eslaensis	16	F1b F1a	M. Bastien		F. de Gourdinne	F. de la Mariagne	F. de Rhisnes
I. eslaensis	15	G1d	M. de Coudrousse		F. de Roux	F. de la Mariagne	F. de Rhisnes
I. obliquimarginatus	14	G1c	M. du Grisnet		F. de Roux	F. de la Mariagne	F. de Rhisnes
	13	G1b G1a	F. de Caffiers		F. de Névremont	F. de la Mariagne	F. de Rhisnes
Bultynck et Godefroid 1974 Coen, Bultynck et Pel 1974 Mouravieff, Bouckaert 1973		Bultynck in Brice et coll. 1979 b		d'après Tsien 1974 modifié.			

Tableau I. — Essai de corrélation biostratigraphique entre les formations du Dévonien de Ferques et certaines formations contemporaines de l'Ardenne.

pas une subdivision de la Formation en Membres. Nous rappelons pour mémoire la succession observée par Rigaux. De bas en haut, la Formation comprend :

- 9 m de grès fissiles à grain fin et micacés ;
- 10 m de pélites blanches, jaunâtres, avec des passées bleu-foncé ou rouges ;
- 10 m de grès blancs à intercalations pélitiques rougeâtres ;
- 20 m de grès blancs fissiles.

e) *Limite supérieure de la Formation de Sainte-Godeleine.*

Elle n'est actuellement visible en aucun affleurement. D'après Rigaux (1892), le passage aux faciès dolomitiques du Tournaisien est brutal, nos observations de terrain confirment cette interprétation.

III. — ESSAI DE CORRELATION ENTRE LES FORMATIONS DEVONIENNES DE FERQUES ET D'AUTRES FORMATIONS CONTEMPORAINES DE L'ARDENNE

De nombreux auteurs, parmi lesquels on peut citer Delanoüe, Austen, Gosselet, Magne, Mourlon, Bonte, Lecompte..., ont signalé des analogies de faciès entre les unités lithologiques du Dévonien du Boulonnais et celles de l'Ardenne ou de l'Eifel. Des correspondances très précises ont même déjà été proposées entre les formations dévoniennes de Ferques et celles du Bassin de Namur. Elles sont dues surtout à Gosselet et à Magne.

Gosselet a remarqué très tôt (1875, 1880a-b) les très grandes analogies de faciès qui existent entre le Calcaire de Ferques et le Calcaire de Rhisnes, d'une part, entre les Schistes de Beaulieu Dolomie des Noces et les Schistes et Dolomie de Bovesse, d'autre part. Cependant, Magne (1964, fig. 25-26, Pl. XII) fut le premier à établir des corrélations entre toutes les formations du Dévonien du Boulonnais (B) et les formations contemporaines du Bassin de Namur (BN) ou du Bassin de Dinant (BD). D'après lui, les formations qui se correspondent sont, de bas en haut : Poudingue et Grès de Caffiers

(B) et Assise du Poudingue d'Alvaux (BN) ; Calcaire de Blacourt (B) et Assises d'Alvaux et de Mazy (BN) ou encore Calcaire de Blacourt (B) et Calcaire de Givet, Assise de Fromelennes (BD) ; Schistes de Beaulieu, Dolomie des Noces (B) et Schistes et Dolomie de Bovesse (BN) ; Calcaire de Ferques (B) et Calcaire de Rhisnes (BN) ; Schistes d'Hydrequent (B) et Assise de Franc-Warêt (BN) ; Grès de Fiennes (ou de Ste-Godeleine) et Couches d'Evieux, Grès de Montfort (BN).

IV. — CONCLUSIONS

Tableau de corrélation

Le tableau de corrélation proposé ici, basé sur la succession des zones à Conodontes dans le Dévonien des Ardennes (Bultynck et Godefroid, 1974 ; Coen, Bultynck et Pel, 1974 ; Mouravieff et Bouckaert, 1973) et le Dévonien de Ferques (Bultynck *in* Brice et coll., 1976 et 1979b) confirme la plupart des correspondances proposées précédemment par Gosselet et Magne. Il exclut volontairement les Formations détritiques de Caffiers et de Ste-Godeleine, les données paléontologiques fournies jusqu'ici par ces Formations étant encore insuffisantes pour infirmer ou accréditer les corrélations qui ont été avancées sur la base d'analogie de faciès.

Nous remarquerons, après bien d'autres auteurs, les ressemblances existant entre la série dévonnaise du Bassin de Namur et celle du Boulonnais, surtout à partir du Frasnien, mais nous ajouterons cependant que de grandes analogies de faciès et de faunes existent également entre les Formations givétiennes de Ferques et celles du Bord Sud du Bassin de Dinant. Ces analogies ont déjà été soulignées par Magne, Lecompte et, tout récemment, par Mistiaen (1976, inédit).

Un rappel des âges attribués aux différentes Formations définies et des précisions biostratigraphiques nouvelles relatives à certaines d'entre elles font l'objet de la note suivante (Brice et coll., 1979b).

Remerciements. Les auteurs remercient la Direction des carrières Tarstinkal de l'accueil bienveillant qu'elle leur a toujours réservé.

* * *

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AGER D.V. et WALLACE P. (1967a). — The Environmental History of the Boulonnais, France. *Proc. Geol. Assoc., G.B.*, 77, part. 4, p. 385-417, 9 fig.
- 2) AGER D.V. et WALLACE P. (1967b). — Eastern Field Meeting in the Boulonnais, France. *Ibid.*, p. 419-435, 4 fig.
- 3) AUSTEN G. (1853). — On the series of Upper palaeozoic groups in the Boulonnais. *Quart. J. Geol. Soc.*, IX, p. 231-253, Pl. X. London.
- 4) BARROIS Ch. (1879). — A geological sketch of the Boulonnais. *Proc. Geol. Assoc., G.B.*, VI, p. 1.
- 5) BONNARD de (1833). — Observations sur la disposition du terrain houiller dans le Bas-Boulonnais. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1^{re} sér., III, p. 150-151.
- 6) BONTE A. (1969). — Le Boulonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIX, p. 23-46, 2 fig., 1 annexe. Lille.
- 7) BONTE A. et coll. (1971). — Carte géologique 1/50.000, Feuille de Marquise, 1^{re} édition.
- 8) BONTE A., COLBEAUX J.P., HOYEZ B. et LETHIERS F. (1975). — Les "Schistes d'Hydrequent" (Dévonien supérieur du Bas-Boulonnais) : nouvelles observations. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCIV, p. 117-121, 2 fig. Lille.
- 9) BOURGEAT E. (1892). — Observations sommaires sur le Boulonnais et le Jura. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3^e sér., XX, p. 262-269.
- 10) BRICE D. et MEATS P. (1971). — Le genre *Ripidiorhynchus* Sartenaer, 1966 (Rhynchonellida, Brachiopodes) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCI, p. 215-228, 2 fig., 1 tabl., Pl. XXXVI. Lille.
- 11) BRICE D., BULTYNCK P., COLBEAUX J.P., LETHIERS F., MISTIAEN B., ROHART J.C. et BIGEY F. (1976). — Une nouvelle coupe dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVI, p. 135-155, 8 tabl., 1 fig. Lille.
- 12) BRICE D., BIGEY F., MISTIAEN B., PONCET J., ROHART J.C. (1977). — Les organismes constructeurs (Algues, Stromatopores, Rugueux, Tabulés, Bryozoaires) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). Associations. Répartition stratigraphique, in 2nd Symp Intern. sur les Coraux et Récifs coralliens fossiles (Paris, Septembre 1975). *Mém. B.R.G.M.*, 89, p. 136-151, 1 fig., 1 tabl.
- 13) BRICE D., BULTYNCK P., DEUNFF J., LOBOZIAK S., MISTIAEN B. et STREEL M. (1979b). — Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givétien et le Frasnien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVIII, 4, p. 325-344. Lille.
- 14) BROUSMICHE C. (1973). — Révision des Productellidae (Brachiopodes) du Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCIII, p. 117-136, 9 fig., 5 tabl., 3 pl. Lille.
- 15) BULTYNCK P. and GODEFROID (1974). — Excursion G in Bouckaert J. and Streel M. eds. Guidebook international symposium on Belgian micropaleontological limits from Emsian to Visean, Namur, 1974, 42 p.
- 16) COEN M., BULTYNCK P. and PEL J. (1974). — Excursion E, *Ibid.*, 18 p.
- 17) CORNET J. (1905). — Compte rendu de la session extraordinaire de la Société géologique de Belgique tenue à Boulogne-sur-Mer du 18 au 22 Sept. 1904. *Ann. Soc. géol. Belgique*, XXXI, p. 179-232, 10 fig. Liège.
- 18) DELANOUE J. (1852). — Des terrains paléozoïques du Boulonnais et de leurs rapports avec ceux de la Belgique. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2^e sér., IX, p. 399-406, Pl. II, fig. 6.
- 19) DELATTRE Ch., MERIAUX E., WATERLOT M. (1973). — Région du Nord. Flandres, Artois, Boulonnais, Picardie. MARLIÈRE R. — Bassin de Mons. *Guides géologiques régionaux*. Masson et C^{ie}, 176 p., 107 fig., 9 pl.
- 20) DEVOS I. (1962). — Contribution à l'étude du Givétien et du Frasnien du Boulonnais. *D.E.S. Univ. Lille* (inédit), 81 p., 15 pl., 1 tabl.
- 21) DOUVILLE (1885). — Carte géologique de France au 1/80.000, Feuille de Boulogne, 2^e édition.
- 22) DUMONT A.H. (1939). — On the Equivalents of the Cambrian and Silurian systems in Belgium. *Phi. Mag. and J. of Sc.*, XV, p. 146-152.
- 23) DUTERTRE A.P. (1930). — Les poissons dévoniens du Boulonnais. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4^e sér., XXX, p. 571-587, Pl. LVIII et LIX.
- 24) GARNIER F. (1823). — Mémoire géologique sur les terrains du Bas-Boulonnais et particulièrement sur les calcaires compacts ou grenus qu'ils renferment. Imp. P. Hesse, Boulogne-sur-Mer, 40 p., 1 carte.
- 25) GOSSELET J. (1860a). — Sur les terrains primaires de la Belgique, des environs d'Avesnes et du Boulonnais. *Thèse*, 165 p., 4 pl., 6 fig., tabl. A-F.
- 26) GOSSELET J. (1860b). — Observations sur les terrains primaires de la Belgique et du Nord de la France. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2^e sér., XVIII, p. 18-34.
- 27) GOSSELET J. (1872). — Etudes relatives au Bassin houiller du Nord de la France. *Ibid.*, 3^e sér., I, p. 409.
- 28) GOSSELET J. (1880a). — Considérations générales sur les divisions et la disposition du terrain dévonien dans le Nord de la France, et en particulier dans le Boulonnais. *Ibid.*, 3^e sér., VIII, p. 491-501, 1 fig.
- 29) GOSSELET J. (1880b). — Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines. 1^{er} fasc. : Terrains Primaires.
- 30) GOSSELET J. (1899). — Aperçu général sur la géologie du Boulonnais. *XXVIII^e Congrès Ass. Franç. Avanc. Sc.*, Boulogne-sur-Mer, p. 3-50, 9 fig.-texte.

- 31) GOSSELET J. et BERTAUT E. (1873). — Etude sur le terrain carbonifère du Boulonnais. Ext. *Mém. Soc. des Sc., de l'Agric. et des Arts, Lille*, 3^e sér., 11, 27, 4 pl.
- 32) LACROIX D. (1974). — Sur la Stratigraphie du Méso-dévonien et du Frasnien au bord Sud du Synclinorium de Namur. *Ann. Soc. géol. Belgique*, 97, p. 11-21, 5 fig. Liège.
- 33) LECOMPTE M. (1970). — Die Riffe im Devon der Ardennen und ihre Bildungsbedingungen. *Geologica et Palaeontologica*, 4, S. 25-71, 20 Abb., 3 tab., 4 Taf. Marburg.
- 34) LE MAITRE D. et DEVOS I. (1961a). — Observations nouvelles sur le Dévonien du massif de Ferques en Boulonnais. *C.R. Ac. Sc., Paris*, 252, p. 761-763.
- 35) LE MAITRE D. et DEVOS I. (1961b). — Le Dévonien de la carrière du Banc Noir (Massif de Ferques - Boulonnais). Note préliminaire. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXI, p. 63. Lille.
- 36) LE MAITRE D. et MAGNE F. (1964). — Le Dévonien des carrières du "Banc Noir" et du "Griset" (Boulonnais). *Ibid.*, t. LXXXIV, p. 129-131.
- 37) MAGNE F. (1964). — Données micropaléontologiques et stratigraphiques dans le Dévonien du Boulonnais (France) et du Bassin de Namur (Belgique). Thèse 3^e Cycle, Paris, 2 fasc. ronéo 21 x 27, I : texte, 172 p., 44 fig. ; II : 33 pl. photo, 12 pl. h.t.
- 38) MARIETTE H. (1961). — Observations géologiques sur la région de Landrethun-le-Nord (Pas-de-Calais). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXI, p. 135-137, 2 fig. Lille.
- 39) MOURAVIEFF N.A., BOUCKAERT J. (1973). — Mailieux's (1940) *Manticoceras intumescens* (Beyrich) in the Belgian Frasnian with respect to the Conodont Zonation. *Geologica et Palaeontologica*, 7, p. 93-95, 2 fig. Marburg.
- 40) MOURLON M. (1875). — Sur l'étage dévonien des psammites du Condros dans le bassin septentrional et dans le Boulonnais. *Bull. Acad. Roy. Belgique*, 2^e sér., t. XI, p. 761.
- 41) MISTIAEN B. (1976). — Stromatopores du Dévonien de Ferques. Thèse de 3^e cycle (inédit), 269 p., 38 fig., XV pl. Lille.
- 42) MURCHISON R.I. (1840). — Sur les roches dévoniennes du Boulonnais et des pays limitrophes. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1^{re} série, XI, p. 229-257, 1 fig.
- 43) OLRV A. (1904). — Topographie souterraine du bassin houiller du Boulonnais au bassin d'Hardinghen. *Etude des gîtes minéraux de la France*, 240 p., 44 fig., 3 pl. Paris.
- 44) PEL J. (1974). — Les unités lithostratigraphiques du Givétien, de Givet à Hotton. Note présentée à la Commission nationale belge de Stratigraphie du Dévonien.
- 45) PRUVOST P. et coll. (1928) et (1964). — Carte géologique de la France au 1/80.000, feuille de Boulogne, 3^e et 4^e édition.
- 46) PRUVOST P. et DELEPINE G. (1921). — Observations sur la faille d'Hydrequent et sur les couches de base du Carbonifère dans le Bas-Boulonnais. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4^e sér., XXI, p. 189-206, 1 pl.
- 47) PRUVOST P. et PRINGLE J. (1924). — A synopsis of the geology of Boulonnais including a correlation of the mesozoique rocks with those of England, with report of Excursion. *Proc. Geol. Ass.*, 35, p. 29-67.
- 48) RIGAUX E. (1865). — Notice stratigraphique sur le Bas-Boulonnais. *Bull. Soc. Acad. de Boulogne*, 4, p. 95-101.
- 49) RIGAUX E. (1872). — Notes pour servir à la géologie du Boulonnais. Description de quelques Brachiopodes du terrain dévonien de Ferques. *Mém. Soc. Acad. de Boulogne*, V, p. 1-16, 1 pl.
- 50) RIGAUX E. (1892). — Notice géologique sur le Bas-Boulonnais. Boulogne-sur-Mer. Ext. *Mém. Soc. Acad. Boulogne*, XIV, 108 p. (pour 1889), 2 pl., 1 tabl.
- 51) RIGAUX E. (1908). — Le Dévonien de Ferques et ses Brachiopodes. Boulogne-sur-Mer. 33 p., 1 tabl., 2 pl.
- 52) ROBINSON J.W.D. (1920). — The Devonian of Ferques (Lower Boulonnais). *Quart. J. Geol. Soc. London*, LXXXVI, part. 3, p. 228-236.
- 53) ROZET (1828). — Essai sur la constitution géognostique des environs de Boulogne-sur-Mer. *Mém. soc. Hist. Nat. Paris*, t. III.
- 54) ROZET (1833). — Réponse à M. de Bonnard. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1^{re} sér., III, p. 201.
- 55) SOUICH du (1839). — Note sur les terrains anciens du Bas-Boulonnais. *Ibid.*, 1^{re} sér., X, p. 404-412, Pl. IV, fig. 13.
- 56) STOCKMANS F. (1961). — Géologie et Paléobotanique du Bas-Boulonnais. *Les Naturalistes belges*, 42, n^o 3, p. 105-121, 14 fig.
- 57) TSIEN H.H. (1974). — Excursion J in Bouckaert J. and Streeel M. eds. Guidebook international symposium on Belgian micropaleontological limits from Emsian to Viséan, Namur, 1974, 34 p.
- 58) VERNEUIL E. de (1838). — Note sur les terrains anciens du Bas-Boulonnais. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1^{re} sér., IX, p. 388-396, Pl. IX, fig. 14.
- 59) WALLACE P. (1969a). — Specific frequency and environmental indicators in two horizons of the Calcaire de Ferques (Upper Devonian), Northern France. *Palaeontology*, 12, p. 366-381, 8 fig.-texte 2 tabl. London
- 60) WALLACE P. (1969b). — The sedimentology and Palaeoecology of the Devonian of the Ferques inlier, Northern France. *Quart. J. Geol.* 125, p. 83-124, 13 fig., Pl. 6-7. London.
- 61) WATERLOT G. (1956). — Lexique stratigraphique international. Vol. I, Europe. Fasc. 4a, France, Belgique, Pays-Bas, Luxembourg. 1 antécambrien, Paléozoïque inférieur. 432 p.
- 62) ZEILLER R. (1880). — Sur les empreintes végétales des grès dévoniens de Caffiers. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3^e sér., VIII, p. 501-504, 2 fig.

Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givétien et le Frasnien de Ferques (Boulonnais, France)

par Denise BRICE (*), Pierre BULTYNCK (**), Jean DEUNFF (***),
Stanislas LOBOZIAK (****) et Maurice STREEL (*****)

(Planches XXVI à XXVIII)

Sommaire. — La représentation et la répartition des spores, Conodontes, Brachiopodes Spiriferida (Atrypacea excepté) sont données dans deux formations de la série dévonienne de Ferques : la f. de Blacourt givétienne et la f. de Beaulieu frasnienne. Il s'y ajoute celles des Acritarches de la partie moyenne de la formation de Beaulieu. Les associations, la préservation des faunes et des microflores, leurs affinités sont analysées. Parmi les Conodontes, dix faunes sont identifiées (Bultynck). Ces faunes permettent d'attribuer un âge aux deux formations et d'établir des corrélations précises, avec des niveaux allant du "Gia-Gib" au "F2c-d" en Ardenne. Les niveaux visibles les plus anciens de la formation de Blacourt sont datés pour la première fois. Ils ne correspondent pas à l'extrême base du Givétien mais sont plus anciens que le Givétien moyen.

Summary. — The representation and distribution of spores, Conodonts, Brachiopods Spiriferida (except Atrypacea) are given into two formations of the Devonian sequence from Ferques : the "f. de Blacourt" (givetian) and the "f. de Beaulieu" (frasnian). Those of Acritarches of the middle part of the "Formation de Beaulieu" are added. The associations, the preservation of faunas and microflores, their affinities are also analysed. Among the Conodonts, ten faunas are identified (Bultynck). Thanks to these faunas we can date the two formations and establish accurate correlations with levels going from "Gia-Gib" to "F2c-F2d" in the Ardenne. The oldest visible levels of the "formation de Blacourt" are dated for the first time. They do not square with the extreme base of Givetian but are older than the middle Givetian.

I. — INTRODUCTION

En dépit de la richesse en fossiles de la série dévonienne de Ferques et malgré les études paléontologiques déjà réalisées, l'âge

d'un certain nombre de termes de cette série reste encore imprécis, incertain ou ambigu. Pour s'en convaincre, il suffit d'examiner le tableau I où sont rappelées les attributions d'âge proposées par les auteurs.

De nouvelles recherches paléontologiques conduites systématiquement et simultanément sur plusieurs groupes s'avéraient donc nécessaires afin de réduire les ambiguïtés ou les imprécisions et permettre de meilleures corrélations.

Elles ont été entreprises sur deux formations fossilifères nouvellement définies (Brice et al., 1979a) encore partiellement mal datées : la formation de Blacourt givétienne et la formation de Beaulieu frasnienne. Les échantillons qui ont servi à l'étude ont été prélevés à Ferques, dans les carrières Tarstinkal (du Banc Noir, du Griset) et dans leurs tranchées d'accès ou dans la coupe de la voie ferrée Caffiers-Ferques.

(*) Laboratoire de Paléontologie, Faculté Libre des Sciences, 13, rue de Toul, 59046 Lille Cedex (France). GRECO n° 130007/2 associé au C.N.R.S.

(**) Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, 31, rue Vautier, B. 1040 Bruxelles (Belgique).

(***) Laboratoire de Paléontologie, Université de Bretagne occidentale, 6, Avenue Le Gorgeu, 29283 Brest Cedex (France). GRECO n° 130007/1 associé au C.N.R.S.

(****) Laboratoire de Paléobotanique, Sciences de la Terre, Université des Sciences et Techniques de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex (France). GRECO n° 130007/2 associé au C.N.R.S.

(*****) Laboratoire de Paléobotanique, Université de Liège, 7, Place du XX Août, B. 4000, Liège (Belgique).

Note présentée le 7 Décembre 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 3 Mai 1979.

Les spores ont été étudiées par Loboziak (Lille) et Streel (Liège), les Conodontes par Bultynck (Bruxelles), les Acritarches par Deunff (Brest) et les Spiriferida (Atrypacea excepté) par Brice (Lille).

Les résultats obtenus sont commentés ci-après pour chacun des groupes étudiés.

Dans ce travail, nous avons retenu comme limite supérieure du Givétien, celle adoptée pour la carte géologique de France au 1/50.000^e, feuille de Marquise, qui correspond au sommet de l'Assise de Fromelennes et à la base de l'Assise de Frasnes, limite "F1c" - "F2a".

II. — LES SPORES

(S. L. et M. S.)

La palynologie du Boulonnais a fait l'objet de quatre publications de Taugourdeau-Lantz (1960, 1967a et b, 1971) qui concernent essentiellement les couches frasniennes des carrières Tarstinkal à Ferques, subdivisées jusqu'ici, de bas en haut, en Schistes de Beaulieu, Calcaire de Ferques et Schistes d'Hydrequent (en partie).

Dans les publications de 1967a et 1971, cet auteur mentionne, en plus, cinq espèces appartenant au Calcaire de Blacourt sous-jacent, présumé d'âge givétien et provenant de trois échantillons prélevés dans le Calcaire bleu dur de la carrière du Griset dont la localisation est difficile à préciser. Ce sont *Anapiculatisporites atrebates* Taugourdeau-Lantz, *Endosporites globosus* Taugourdeau-Lantz, *Samarisporites inaequus* (Mc Gregor) Owens, *Ancyrospora langi* (Taugourdeau-Lantz) Allen et *Punctatisporites duplex* Taugourdeau-Lantz.

Un autre échantillon (n° 597), venant de la carrière voisine du Banc Noir et noté Givétien inférieur à la page 20 et Frasnien inférieur sur le tableau 1 de la publication de 1971, a fourni : *Ancyrospora langi*, *Hystricosporites strigosus* Taugourdeau-Lantz, *Geminospora maculata* Taugourdeau-Lantz et *Rhabdosporites cuvillieri* Taugourdeau-Lantz.

Les Schistes de Beaulieu ont été étudiés principalement à partir d'un sondage réalisé par la S.N.P.A. Ils laissent apparaître selon Taugourdeau-Lantz (1971, tableau 1), une microflore plus riche et plus variée.

La nouvelle coupe dans la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques a l'avantage de présenter, en affleurement, la succession du Calcaire de Blacourt s.l. (= formation de Blacourt) et la plus grande partie des Schistes de Beaulieu s.l. (= formation de Beaulieu). C'est l'intérêt de l'étude palynologique entreprise ici.

1) Résultats.

Les prélèvements dans cette coupe ont été effectués dans la partie supérieure de la formation de Blacourt (niveaux D et G à J, Brice et coll., 1976) et la partie inférieure de la formation de Beaulieu (niveau K, op. cit.). Tous les prélèvements n'ont pas livré un matériel palynologique suffisant. Seuls ceux figurés sur le tableau II ont été pris en considération.

Un échantillonnage complémentaire, dans la carrière du Griset, de la formation de Blacourt, nous a donné la possibilité d'atteindre des niveaux inférieurs de cette formation (niveau A, Brice et coll., 1977). L'échantillon 02, prélevé à 3 m du premier niveau visible de la formation, et situé à 18 m environ du contact présumé avec la formation de Caffiers sous-jacente, a donné d'excellents résultats. Nous y avons notamment identifié :

a) Espèces restreintes à ce niveau :

Aneurospora cf. *heterotunda* (Naumova) Streel sensu Streel, 1972; *Archeozonotriletes variabilis* (Naumova) Allen (Pl. XXVI, fig. 10); *Brachotriletes* sp.; *Convolutispora disparalis* Allen; *Convolutispora paraverrucata* Mc Gregor (Pl. XXVI, fig. 3); *Dibolisporites gibberosus* (Naumova) Richardson; *Grandispora douglstownense* Mc Gregor; *Rhabdosporites langi* (Eisenack) Richardson; *Verruciretusispora pallida* (Mc Gregor) Owens.

b) Espèces trouvées aussi plus haut dans la coupe de Ferques :

Acanthotriletes cf. *horridus* Hacquebard sensu Richardson, 1965; *Aneurospora goensis* Streel (Pl. XXVI, fig. 2); *Aneurospora greggsii* (Mc Gregor) Streel (Pl. XXVI, fig. 1); *Contagisporites opivus* var. *vorobjevensis* (Chibrikova) Owens = *Rhabdosporites cuvillieri*; *Ancyrospora ancyrea* var. *ancyrea* Richardson (Pl. XXVI, fig. 18); *Ancyrospora ancyrea* var. *brevispinosa* Richardson; *Ancyrospora logani* Mc Gregor; *Ancyrospora langi*; *Aurorospora macromanifesta* Hacquebard; *Aurorospora micromanifesta* Hacquebard; *Bullatisporites bullatus* Allen; *Cirratiradites dissutus* Allen (Pl. XXVI, fig. 7); *Cymbosporites* cf. *cyathus* Allen; *Grandispora inculta* Allen = *Endosporites globosus* (Pl. XXVI, fig. 16); *Grandispora velata* (Eisenack) Mc Gregor (Pl. XXVI, fig. 17); *Grandispora tomentosa* Taugourdeau-Lantz (Pl. XXVI, fig. 15); *Hystricosporites* sp.; *Samarisporites inaequus* (Pl. XXVI, fig. 11); *Samarisporites triangulus* Allen = *Samarisporites euglyphus* Taugourdeau-Lantz (Pl. XXVI, fig. 12); *Biornatispora reticulata* Lele et Streel

(Pl. XXVI, fig. 9); *Verrucosporites premmus* Richardson (Pl. XXVI, fig. 5); *Dibolisporites echinaceus* (Eisenack) Richardson (Pl. XXVI, fig. 6); *Emphanisporites* sp.; *Retusotriletes rugulatus* Riegel (Pl. XXVI, fig. 13); *Perotriletes ergatus* Allen; *Rhabdosporites parvulus* Richardson (Pl. XXVI, fig. 8).

Le tableau II donne la répartition des microspores dans la partie supérieure de la formation de Blacourt (niveaux G à J, Brice et coll., 1976) et la partie inférieure de la formation de Beaulieu (niveau K, *op. cit.*).

Dans cette coupe, ce sont les argiles micacées et calcareuses du membre de Couderousse (= niveau H, *op. cit.*) qui contiennent les assemblages les plus riches et les mieux conservés. Un lit argileux, intercalé entre les calcaires en bancs du sommet du membre du Grisot sous-jacent (niveau G, *op. cit.*; éch. n° 24) a livré un assemblage plus pauvre en spores que nous considérons provisoirement comme analogue aux assemblages plus riches dans lesquels les espèces suivantes sont notées pour la première fois :

Ancyrospora angulata Tiwari et Schaarschmidt (Pl. XXVI, fig. 19); *Chelinospora concinna* Allen; *Cirratriletes jekhowskyi* Taugourdeau-Lantz; *Geminospira lemurata* Balme (Pl. XXVI, fig. 14); *Dibolisporites* sp. cf. *Lophotriletes atratus* Naumova *sensu* Streeel dans BBST, 1974); *Corytisporites multispinosus* Richardson.

Dans le calcaire massif du membre Bastien (= niveau I, *op. cit.*), un seul lit argileux (éch. n° 33) a révélé un assemblage satisfaisant, alors que les bancs argileux qui alternent avec les calcaires dans la partie supérieure du même membre (niveau J, *op. cit.*) sont stériles.

Dans la séquence sédimentaire de transition membre de Couderousse - membre Bastien (niveaux H-I, *op. cit.*) disparaissent un grand nombre de formes :

Acanthotriletes cf. *horridus*; *Aneurospora goensis*; *Contagisporites opivus* var. *vorobjevensis*; *Ancyrospora ancyrea* var. *ancyrea*; *Ancyrospora ancyrea* var. *brevispinosa*; *Ancyrospora logani*; *Aurorospora macromanifesta*; *Aurorospora micromanifesta*; *Bullatisporites bullatus*; *Cirratriletes dissutus*; *Cymbosporites* cf. *cyathus*; *Grandispora inculta*; *Grandispora velata*; *Samarisporites inaequus*; *Chelinospora concinna*; *Corytisporites multispinosus* (vue seulement dans deux échantillons du membre de Couderousse, niveau H, *op. cit.*).

A la base de la formation de Beaulieu (éch. n° 04), à 2-3 m du contact avec la formation de Blacourt, ont été vues pour la dernière fois :

Aneurospora greggsii; *Biornatispora reticulata*; *Verrucosporites premmus*; *Verrucosporites* cf. *uncatus*.

Il est à noter que nous n'y avons vu aucune espèce apparaissant à la faveur du changement

de lithologie, contrairement à ce que pourraient laisser croire les données du tableau 1 de Taugourdeau-Lantz, 1971.

Le fait essentiel à signaler dans la partie inférieure de la formation de Beaulieu (niveau K, *op. cit.*) est la plus grande abondance des *Geminospira* et des Acritarches. Peut-être convient-il également d'y mentionner la présence de formes apparentées à *Verrucosporites grandis* Mc Gregor et *Convolutispora subtilis* Owens.

2) Comparaisons.

La forme la plus significative rencontrée dans ces niveaux est *Samarisporites triangulatus*. Cette espèce caractérise, par sa présence, le "Triangulatus assemblage" décrit par Allen en 1965 et 1967 au Spitsberg et repris par Richardson (1974) dans sa tentative de synthèse des assemblages de spores qui se succèdent au cours du Dévonien.

Une dizaine de spores identifiées ici ont été trouvées en commun avec celles des assemblages du Spitsberg (Vigran, 1964 et Allen, *op. cit.*). Parmi celles-ci, toutes, sauf deux, caractérisent le "Triangulatus assemblage" qui est aussi l'assemblage le plus récent décrit par ces auteurs (*).

Les sédiments qui contiennent ce "Triangulatus assemblage" au Spitsberg sont datés Givétien inférieur à supérieur par Tarlo (1964) par comparaison des faunes de Psammosteides (poissons) avec des couches équivalentes de la Baltique. Sur la base de la flore, Hoegg (1942) et Vigran (1964) concluent à un âge probable correspondant à la partie inférieure du Dévonien supérieur.

D'autre part, onze espèces trouvées à Ferques sont en commun avec celles des bassins orcadien du Nord-Est de l'Ecosse (Richardson, 1960-1965).

Aucune d'entre elles n'appartient aux espèces restreintes aux couches de transition Eifélien-Givétien (Richardson, 1965, fig.-texte 9). Par

(*) En effet, seules *Bullatisporites bullatus* et *Cirratriletes dissutus* appartiennent, au Spitsberg, à "l'eximius assemblage" plus ancien. A noter cependant, que *Bullatisporites bullatus* est considérée par Mc Gregor (1973) comme partie intégrante d'une "grande espèce" *Dibolisporites echinaceus* connue jusqu'au Famennien (Streeel dans BBST, 1974), ce qui réduit considérablement sa signification stratigraphique.

contre, elles sont toutes présentes dans les couches givéliennes de l'Eday Group et, parmi elles, quatre sont confinées à ce seul horizon qui est équivalent à la partie inférieure de la zone à *Microbachius-Tristichopterus* de Westoll (1951).

Selon Richardson (1974), l'assemblage de l'Eday Group se situe dans le "*Densosporites devonicus* assemblage zone" d'âge Eifélien supérieur et Givétien, et sous-jacent au "*Triangulatus* assemblage" (= Givétien supérieur - Frasnien) qui débute avec l'apparition de *Samari-*

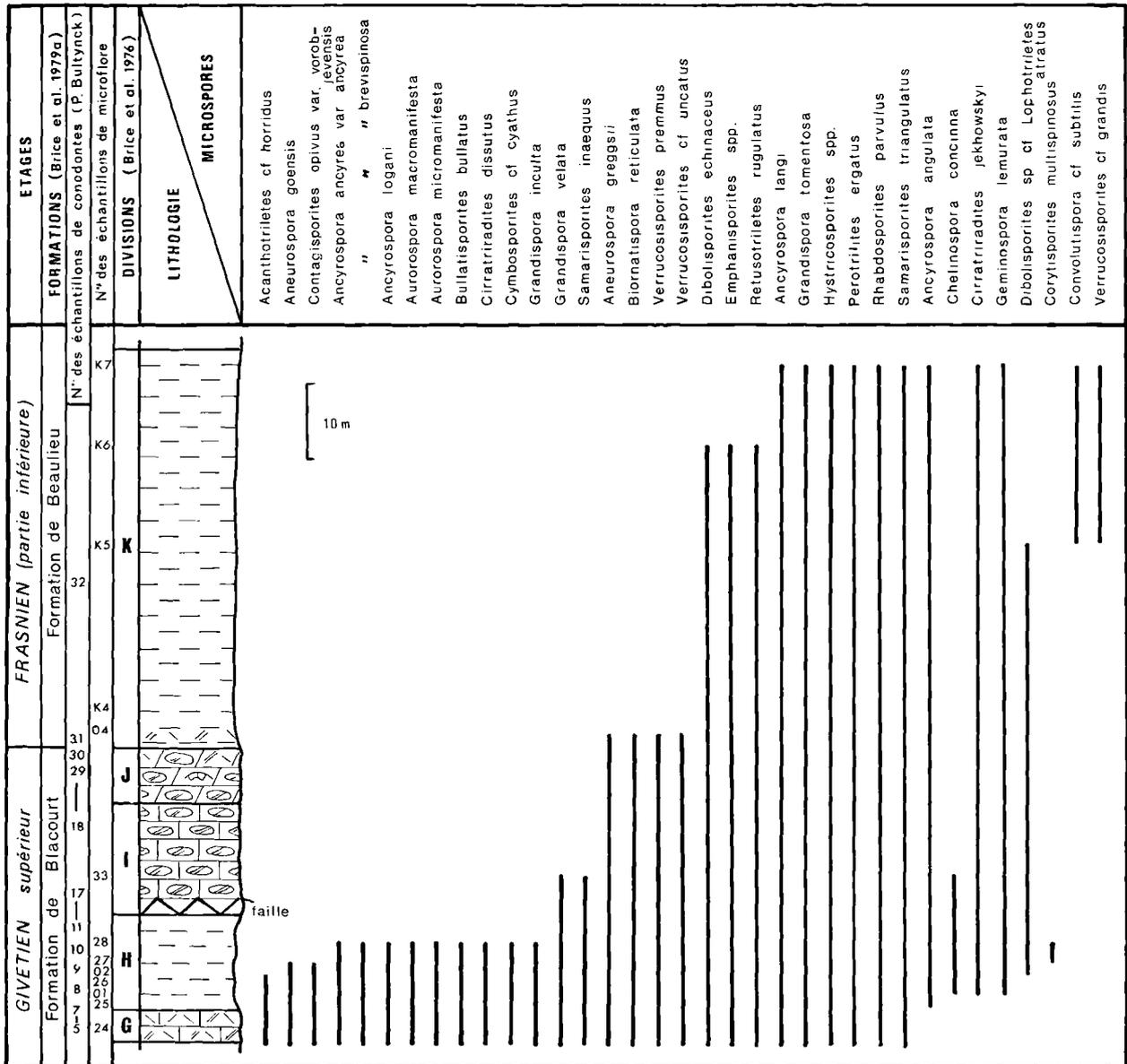


Tableau II. — Répartition des spores dans quelques niveaux de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

sporites triangulatus associée à la présence de *Archeozonotriletes variabilis*. A notre connaissance cependant, ces deux assemblages n'ont pas été jusqu'ici observés en succession.

La présence commune de ces deux espèces avec celles de l'Eday Group, dès le premier échantillon de la formation de Blacourt, nous autorise à supposer que nous nous trouvons dans la partie basale du " *Triangulatus* assemblage ".

Nous noterons aussi, avec intérêt, la présence dans nos échantillons de *Aneurospora goensis* et *Biornatispora reticulata*, connues uniquement jusqu'ici dans les couches givéliennes de Goé (Belgique) (Streel, 1964 et Lele et Streel, 1967), celle de *Ancyrospora angulata*, connue de l'Emsien supérieur au Givétien de l'Eifel (Tiwari et Schaarschmidt, 1975), celles de *Convolutispora paraverrucata* et *Aneurospora greggsii*, du Givétien supposé des Montagnes Rocheuses de l'Alberta (Canada) (Mc Gregor, 1964), celle de *Ancyrospora logani*, du Givétien de Gaspésie (Canada) (Mc Gregor, 1973 et 1977), celles de *Verruciretusispora pallida*, *Verrucosisporites cf. grandis*, *Convolutispora cf. subtilis* et *Samari-sporites inaequus* du Givétien-Frasnien de l'Archipel arctique canadien (Mc Gregor, 1960 et Owens, 1971) et celle de *Aneurospora cf. heterotunda*, du Givétien de l'Etat de New-York (USA) (Streel, 1972).

Notons encore la présence, en un seul exemplaire, de *Grandispora douglastownense*, qui est une espèce de l'Emsien de Gaspésie (Mc Gregor, 1973 et 1977) et celle, plus abondante, de *Retusotriletes rugulatus*, décrite par Riegel (1973) dans les couches de Nohn de l'Eifel (Eifélien). La présence de cette dernière espèce dans toute la séquence étudiée ici, nous permet de lui attribuer une extension stratigraphique plus importante.

III. — LES ACRITARCHES

(J. D.)

Les Acritarches du Dévonien supérieur du Boulonnais ont déjà fait l'objet d'une première reconnaissance (Deunff, 1966).

Leur étude n'a cependant été entreprise qu'en 1976, suite à un échantillonnage systématique des niveaux dévoniens mis à jour par le creusement de la nouvelle tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

L'attaque chimique des échantillons a permis de mettre en évidence, dans la plupart des niveaux, d'abondantes concentrations d'Acritarches, de Spores et de Scolécodontes. Toutefois, ce sont les niveaux de la partie moyenne de la formation de Beaulieu qui ont fourni les assemblages d'Acritarches les plus représentatifs.

La liste ci-après donne un relevé non exhaustif des espèces déjà reconnues dans cette partie moyenne de la formation de Beaulieu (niveaux O et Q, Brice et coll., 1976). Il s'agit de :

Winwaloeusia distracta Dff ; *Veryhachium cf. trispinosum* (Eis.) ; *Veryhachium roscidum* Wic. ; *Veryhachium centralbranchium* Wic. ; *Veryhachium pyramis* (Dff) ; ? *Polygonium cf. gracilis* (Dff) ; *Daillydium quadridactylites* Stock. et Will. ; *Daillydium sp.* ; *Duvernaysphaera krauseli* (Stock. et Will.) ; *Duvernaysphaera angelae* Dff ; *Navifusa bacillum* Dff ; *Solisphaeridium astrum* Wic. ; *Stellinium octoaster* (Staplin) ; *Unellium cornutum* Wic. ; *Solisphaeridium spinoglobosum* (Staplin) ; *Gorgonisphaeridium cf. absitum* Wic. ; *Baltisphaeridium exornatum* Dff ; *Polyedryxium bathyaster* Dff ; *Polyedryxium multifrons* Dff ; *Cymatisphaera cf. nebulosa* Dff ; *Multiplisphaeridium sp.*

1) Remarques concernant la présence d'Acritarches dans la formation de Beaulieu (Frasnien).

a) Conservation.

La conservation du microplancton organique est particulièrement bonne et la transparence du matériel a permis de délicates colorations au Bleu de Toluidine-Sabrazès.

La qualité et l'abondance des microfossiles sont telles que l'étude complète actuellement en cours laisse augurer un certain nombre de résultats substantiels. L'on peut prévoir, à cet égard, que l'emploi du microscope à balayage apportera des éclaircissements concernant la morphologie externe de ces microorganismes.

b) Affinités.

Dès maintenant, un inventaire rapide de la composition du microplancton à Acritarches a révélé plusieurs rassemblements d'individus comparables à ceux que l'on a récemment observés dans des séries contemporaines des Etats-Unis, du Canada, de l'Europe de l'Ouest : Belgique (Stockmans et al., 1974), Massif armoricain (Deunff, inédit), et d'Afrique du Nord : Sahara (Jardiné et al., 1968), et Libye (Deunff, inédit).

Mais il est surtout frappant de constater les analogies que présentent les Acritarches du Frasnien du Boulonnais avec ceux du Lac

Huron (Deunff, 1967) ou ceux qui ont été observés dans les Schistes de l'Ohio (Wicander, 1974) ainsi qu'avec les ensembles organiques de la formation d'Antrim dans l'Indiana (Wicander et al., 1977) ; ces trois séries de l'Amérique du Nord appartenant, elles aussi, au Dévonien supérieur.

2) Conclusion.

Ces résultats, pour le moment très ponctuels et brièvement analysés ici, laissent donc suggérer d'intéressantes corrélations lorsque l'étude complète du microplancton organique à Acritarches du Dévonien moyen (Givétien) et supérieur du Boulonnais aura été menée à bien.

IV. — LES CONODONTES (P. B.)

1) Préservation.

Dans l'échelle d'altération de couleur des Conodontes (Conodont color alteration index, CAI) établie par Epstein, Epstein et Harris (1977), la couleur des Conodontes de la formation de Blacourt et de la formation de Beaulieu correspond à des indices différents. Les formes de la partie inférieure de la formation de Blacourt (membre du Griset), dans la carrière du Griset, sont noires et correspondent au CAI 5 ; celles du membre de Couderousse, du membre Bastien de la même formation et de la formation de Beaulieu sont brun foncé et correspondent à un indice entre CAI 3 et 4. La couleur des Conodontes des couches équivalentes en Ardenne correspond au CAI 5.

2) Fréquence et Biofaciès.

Les Conodontes sont rares dans la formation de Blacourt (0-5/kg ; 15-20/kg dans les échantillons 6 et 10 de la carrière du Griset) sauf au sommet du membre du Griset et dans le membre de Couderousse ; ils appartiennent tous au genre *Icriodus* Branson et Mehl, 1934. Par contre, les faunes sont plus abondantes (20-50/kg) et composées de formes appartenant aux genres *Icriodus* et *Polygnathus* Hinde, 1879 au sommet du membre du Griset (niveau G, Brice et coll., 1976, p. 137) et dans le membre de Couderousse. Les Conodontes sont très nombreux (plusieurs centaines/kg) dans quelques horizons de la formation de Beaulieu, notamment dans les niveaux calcaires à macrofaune

abondante (Brachiopodes, Bryozoaires et Crinoïdes) où les genres *Icriodus* et *Polygnathus* sont prédominants, *Ancyrodella* Ulrich et Bassler, 1926 et *Ozarkodina* Branson et Mehl, 1933, sont bien représentés.

3) Succession des faunes de Conodontes et comparaison avec leur succession en Ardenne.

La succession des faunes de Conodontes montre une grande ressemblance avec celle observée dans les couches givétiennes et frasniennes (Frasnien inférieur) au bord sud du Synclinorium de Dinant.

Dans cette dernière région, comme dans le Boulonnais, les taxa caractéristiques des zones formelles à Conodontes sont souvent absents. De ce fait, nous avons établi la succession des faunes de Conodontes à partir de faunes régionales. Ceci vaut spécialement pour le Calcaire de Blacourt où le genre *Icriodus* est généralement le seul représentant. Dans les Schistes de Beaulieu, la succession des *Ancyrodella* permet une corrélation avec les subdivisions de la zone à *Polygnathus asymmetricus* établie par Ziegler (1962), mais *P. asymmetricus* même est rarement présent et l'espèce apparaît tardivement.

a) Faune I à *Icriodus obliquimarginatus* (Pl. XXVII, fig. 30-31).

La faune I est retrouvée dans les échantillons 2 et 3 du membre du Griset dans la carrière du Griset.

En Ardenne, *I. obliquimarginatus* Bischoff et Ziegler, 1957 est présent au sommet du Couvinien, "Co₂d", et dans la partie inférieure du Givétien, "Gi_a" et "Gi_b" (Bultynck et Godfroid, 1974 ; Coen, Bultynck et Pel, 1974). Dans le Boulonnais, *I. obliquimarginatus* est accompagné de formes de transition avec le groupe *I. eslaensis* Van Adrichem Boogaert, 1967 - *I. brevis* Stauffer, 1940. En Ardenne, ce dernier groupe est observé dans le Givétien moyen et supérieur "Gi_c" à "F₁".

Il est donc probable que la faune I ne corresponde pas à l'extrême base du Givétien et qu'elle soit plus ancienne que le Givétien moyen.

b) Faune II à *Icriodus eslaensis* - *I. brevis* gr. (Pl. XXVII, fig. 22-23).

La faune II est observée dans l'échantillon 4 du membre du Griset dans la carrière du

ETAGES		FRANSNIEN		GIVÉTIEN		F. de BEAULIEU		F. de BLACOURT		F. de CAFFIERS	
Corrélations avec l'ARDENNE		F _{2c.d.e} X		F _{1c} VI F _{1a inf. moy.} V F _{1a base} IV Gid ¹		F _{2a.b.} IX F _{2a.} VIII F _{2a.} VII		M de CAMBRESÈQUE M de COUDEROSSE M de BASTIEN		M des PÂTURES	
FAUNES		IX-X IX-VIII		17 - 13 12 11 10		32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14		M de COUDEROSSE M de BASTIEN		M des PÂTURES	
du Grisnet		36		17 - 13 12 11 10		32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14		M de COUDEROSSE M de BASTIEN		M des PÂTURES	
du Banc Noir		ECHANTILLONS		17 - 13 12 11 10		32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14		M de COUDEROSSE M de BASTIEN		M des PÂTURES	
voie ferrée Caffiers-FERQUES		36		17 - 13 12 11 10		32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14		M de COUDEROSSE M de BASTIEN		M des PÂTURES	
FORMATIONS		36		17 - 13 12 11 10		32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14		M de COUDEROSSE M de BASTIEN		M des PÂTURES	
Membres		36		17 - 13 12 11 10		32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14		M de COUDEROSSE M de BASTIEN		M des PÂTURES	
Subdivisions Brice & al. 1976		36		17 - 13 12 11 10		32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14		M de COUDEROSSE M de BASTIEN		M des PÂTURES	
LITHOLOGIE		36		17 - 13 12 11 10		32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14		M de COUDEROSSE M de BASTIEN		M des PÂTURES	
CONODONTES		36		17 - 13 12 11 10		32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14		M de COUDEROSSE M de BASTIEN		M des PÂTURES	
<p><i>Ancyrodella</i> <i>brachodosa</i> Uyeno, 1967 <i>rotundiloba rotundiloba</i> (Bryant, 1921) <i>rotundiloba alata</i> Glenister et Klapper, 1966 <i>grigas</i> Youngquist, 1947 <i>cf. A. lobata</i> Branson et Mehl, 1984</p> <p><i>Icriodus</i> <i>liqumarginatus</i> Eisehoff et Ziegler, 1957 <i>eslaensis - brevis</i> gr. Van Adrichem Boogaert, 1967 <i>lateacarinatus</i> Rultynok, 1975 - <i>sta. c. sp.</i>, 144 <i>aff. I. subterminus</i> Youngquist, 1945 <i>subterminus</i> Youngquist, 1945 <i>expansus</i> Branson et Mehl, 1984 <i>symmetricus</i> Branson et Mehl, 1984</p> <p><i>Polygnathus</i> <i>agilis</i> Stauffer, 1940 <i>webbi</i> Stauffer, 1953 <i>dubius</i> Kinde, 1979 <i>aff. P. varcos</i> Stauffer, 1940 <i>aff. P. brevicarinus</i> Branson et Mehl, 1984 <i>pseudofoliatus</i> Wittke, 1966 <i>denisbriceae</i> n. sp. <i>asymmetricus</i> Ziegler et Klapper, 1984</p> <p><i>Dacrydina</i> <i>sammemari</i> adventa (Tollock, 1978) <i>sammemari</i> protetra (Jol'ak, 1988) <i>gradata</i> Youngquist, 1945 <i>loricata</i> <i>planus</i> (Eisehoff et Ziegler, 1957)</p>		36		17 - 13 12 11 10		32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14		M de COUDEROSSE M de BASTIEN		M des PÂTURES	

Tableau III. — Répartition des Conodontes dans les formations de Blacourt et de Beaulieu. Corrélations avec l'Ardenne.

? : identification douteuse. — j : spécimens juveniles. — Flèche qui précède éch. 15, Grisnet : formes de transition entre *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* et *A. rotundiloba alata*. — Flèche qui précède éch. 1, 2, Grisnet : formes de transition entre *Icriodus obliquimarginatus* et *Icriodus* groupe *eslaensis-brevis*.

Griset. L'attribution de cette faune à la partie inférieure du "Gi." découle de la présence de *I. eslaensis* - *I. brevis* gr. et de sa position au-dessous de la faune III.

- c) Faune III à *Icriodus eslaensis* - *I. brevis* gr. et *I. aff. I. subterminus* (Pl. XXVII, fig. 22-23 ; 28, 29, 32).

L'association des deux formes est observée dans les échantillons 5 à 11 du membre du Griset dans la carrière du Griset. En Ardenne, la dernière forme apparaît dans la partie supérieure du "Gi." (Bultynck, 1972 : = *Icriodus* n. sp. a).

- d) Faune IV à *Polygnathus pseudofoliatus* et *P. xylus xylus* (Pl. XXVII, fig. 8-15).

La faune IV caractérise l'échantillon 7 au sommet du membre du Griset dans la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques. L'âge de la faune est discuté avec celui de la faune V.

- e) Faune V à *Polygnathus denisbriceae* (Pl. XXVII, fig. 1-7).

La faune V est présente dans les échantillons 8 à 10 du membre de Couderousse dans la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques. En Ardenne, *P. denisbriceae* est trouvée dans la partie inférieure — sauf l'extrême base — et la partie moyenne du membre inférieur de la formation de Fromelennes, "F1_a" (Bultynck, 1975, fig. 2, éch. 10-24). Dans la même coupe, l'échantillon 14 de la partie inférieure de "F1_a" est le dernier à contenir *P. pseudofoliatus* Wittekindt, 1966.

Dans le Boulonnais, la dernière espèce disparaît au-dessus de l'échantillon 9.

Ces similarités dans l'extension stratigraphique de deux espèces citées permettent d'attribuer la faune IV à l'extrême base de "F1_a" et la faune V à la partie inférieure et moyenne de "F1_a". La présence de *Tortodus planus* (Bischoff et Ziegler, 1957) dans les faunes IV et V et d'*Icriodus latecarinatus* dans la faune V, deux espèces retrouvées dans la partie inférieure et moyenne de "F1_a", confirme cette corrélation.

P. xylus xylus Stauffer, 1940 et *P. pseudofoliatus*, trouvés dans les échantillons 7 à 9 permettent une comparaison avec la sous-zone inférieure à *Polygnathus varcus* établie par Ziegler, Klapper et Johnson (1976, p. 113).

- f) Faune VI à *Icriodus subterminus* (Pl. XXVII, fig. 25-26).

I. subterminus Youngquist, 1947, sans *Ancyrodella binodosa* Uyeno, 1967 et sans *A. rotundiloba* (Bryant, 1921), caractérise la faune VI, présente dans les échantillons 6 (1976) à 25 du membre Bastien dans la tranchée de voie ferrée. *Icriodus expansus* Branson et Mehl, 1938 apparaît au même niveau.

En Ardenne, *I. subterminus*, accompagné de *Pandorinellina insita* (Stauffer, 1940) et *Schmidtognathus hermanni* Ziegler, 1966, apparaît dans la partie basale du membre supérieur de la formation de Fromelennes "F1." (Bultynck, 1976, fig. 3).

- g) Faune VII à *Ancyrodella binodosa* (Pl. XXVII, fig. 20).

La faune VII est restreinte au membre de Cambresèque de la formation de Beaulieu. *A. binodosa* y est accompagné de *Ozarkodina sanne-manni adventa* Pollock, 1968 et *O. sanne-manni proxima* Pollock, 1968. La dernière sous-espèce est considérée comme forme ancestrale de *A. binodosa*.

A. binodosa est reconnue à la base de l'Assise de Frasnes, "F2_a", dans plusieurs localités de la région-type en Ardenne (Coen, 1973 ; Mouravieff, 1974 ; Bultynck, 1974).

- h) Faune VIII à *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (Pl. XXVII, fig. 12-13).

A. rotundiloba rotundiloba, sans autres sous-espèces, caractérise l'échantillon 32 de la tranchée de voie ferrée, l'échantillon 15 de la tranchée d'accès à la carrière du Griset et l'échantillon 6 de la carrière du Banc Noir. Tous ces échantillons appartiennent à la partie inférieure du membre de Cambresèque de la formation de Beaulieu. En Ardenne, *A. rotundiloba rotundiloba* apparaît 1 à 2 m au-dessus de *A. binodosa* dans la partie inférieure de l'Assise de Frasnes, "F1_a". D'après Ziegler (1971), *A. rotundiloba*, accompagnée de *Polygnathus asymmetricus* Bischoff et Ziegler, 1957, marque la base de la sous-zone inférieure à *P. asymmetricus*. Comme en Ardenne (Coen, 1973 ; Mouravieff, 1974 ; Jacobs, 1978), *P. asymmetricus* apparaît toujours au-dessus de *A. rotundiloba rotundiloba*. Le dernier auteur note l'apparition de *P. asymmetricus* et de *A. rotundiloba alata* Glenister et Klapper, 1966 dans la partie inférieure de l'Assise de

Frasnes, 1,75 m au-dessous de Schistes contenant *Cyrtospirifer bisinus* (= "F2_b") dans la coupe du Sourd d'Ave.

i) Faune IX à *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba*, *A. rotundiloba alata* et *Polygnathus asymmetricus* (Pl. XXVII, fig. 12, 13, 10, 11 et 14).

La faune IX est présente dans l'échantillon 14 du membre de Cambresèque de la formation de Beaulieu, dans la tranchée d'accès à la carrière du Griset. L'attribution de l'échantillon 35 de la coupe de la tranchée de voie ferrée à la faune IX est incertaine. Il contient des formes juvéniles attribuées avec doute à *Ancyrodella gigas* Youngquist, 1947.

j) Faune X à *Ancyrodella gigas* (Pl. XXVII, fig. 9).

Les premiers représentants certains de *A. gigas* proviennent de l'échantillon 36, de la tranchée de voie ferrée. Des spécimens juvéniles attribués avec doute à la même espèce apparaissent plus bas dans les échantillons 34 et 35.

En Ardenne, *A. gigas* est observée à partir de "F2_{c-d}" (Coen, 1973; Mouravieff et Bouckaert, 1973). D'après Ziegler (1962, p. 18-19), l'apparition de *Palmatolepis punctata* (Hinde, 1879), accompagnée de *Polygnathus asymmetricus* marque la base de la zone moyenne à *P. asymmetricus*; cet auteur admet qu' *A. gigas* apparaît en même temps.

4) Systématique.

Genre *ICRIODUS* Branson et Mehl, 1938

ICRIODUS OBLIQUIMARGINATUS

Bischoff et Ziegler, 1957

(Pl. XXVII, fig. 30, 31)

Discussion.

La diagnose amendée par Weddige (1977, p. 294) est adoptée. Cependant, les spécimens d'*I. regularicrescens* Bultynck, 1970 (Bultynck, 1970, Pl. 8, fig. 2, 4, 7, 8; 1972, fig. 12, A-C), considérés par Weddige (1977, p. 294) comme des formes précoces de *I. obliquimarginatus*, sont maintenus ici dans *I. regularicrescens*. Dans ces formes, la crête distale n'est pas courbée comme dans *I. obliquimarginatus* et la position du point culminant des denticules de la rangée médiane n'est pas la même.

ICRIODUS SUBTERMINUS Youngquist, 1947 (Pl. XXVII, fig. 25, 26)

- * 1947. *Icriodus subterminus* n. sp. Youngquist, p. 103, Pl. 25, fig. 14.
- v 1974. *Icriodus* cf. *I. brevis* Stauffer, 1940. Bultynck, p. 21, Pl. 2, fig. 5-6.
- 1975. *Icriodus subterminus* Youngquist. Klapper, p. 149, Pl. 3, fig. 4 (= Holotype).
- ? 1977. *Icriodus subterminus* Youngquist, 1947. Weddige, p. 297-298, Pl. 3, fig. 44-45 (? = *I. aff. I. subterminus*).

Discussion.

L'identification d'*I. subterminus* repose sur la description récente de l'espèce par Klapper (1975). Weddige (1977) inclut dans l'espèce *Icriodus* n. sp. a décrit par Bultynck (1972, p. 83, fig. 16, A-E). Dans cette forme, la hauteur des denticules de la crête distale ne dépasse pas celle des autres denticules, alors que dans *I. subterminus*, ces denticules augmentent brusquement en hauteur.

ICRIODUS aff. *I. SUBTERMINUS*

(Pl. XXVII, fig. 28, 29, 32)

- v 1972. *Icriodus* n. sp. à assemblage. Bultynck, p. 83, fig. 16, A-E.

Discussion.

Elle a déjà été évoquée lors de l'étude de *Icriodus subterminus*.

Genre *POLYGNATHUS* Hinde, 1879

POLYGNATHUS DENISBRICEAE n. sp.

(Pl. XXVII, fig. 1-8)

- v.p. 1974. *Polygnathus dubius* Hinde, 1879. Bultynck, p. 22-23, Pl. V, fig. 2, caet. exl.
- v. 1976. *Polygnathus dubius* Hinde, 1879 forme précoce. Bultynck, in Brice et al., p. 142 à 143.

Derivatio nominis : L'espèce est dédiée à Denise Brice, du Laboratoire de Paléontologie de la Faculté libre des Sciences à Lille.

Types - Holotype : I.R.Sc.N.B. N° b1112 (Pl. XXVII, fig. 6); Paratypes : I.R.Sc.N.B. N° b1107-b1114 (Pl. XXVII, fig. 1-5, 7, 8).

Locus typicus : Ferques, coupe de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

Stratum typicum : Formation de Blacourt, membre de Couderousse. banc contenant l'échantillon 10.

Matériel : Une cinquantaine de spécimens.

Provenance : Boulonnais, membre de Couderousse, échantillons 8, 9 et 10 dans la coupe de la tranchée de

voie ferrée ; Ardenne, Fromelennes, coupe le long de la route Fromelennes-Flohimont (Bultynck, 1974, fig. 2), membre inférieur de la formation de Fromelennes, "F1a", échantillons 10 à 24.

Diagnose : « La lame est plus courte que la plate-forme et elle porte des denticules de taille assez uniforme. La plate-forme est asymétrique, relativement étroite, et le tiers postérieur en est pointu, recourbé vers l'intérieur. Son ornementation consiste principalement en des crêtes irrégulières, parfois en des nodosités. Sa moitié extérieure est plus large, elle montre une constriction à la partie proximale, juste avant le "point de géniculation" et une expansion latérale dans la région médiane. Dans la région distale, le contour sinueux du bord extérieur est très caractéristique. La moitié intérieure de la plate-forme est plus étroite et le contour du bord intérieur est plus ou moins rectiligne ou légèrement convexe.

Les bords droit et gauche de la plate-forme rejoignent généralement la lame à des hauteurs différentes. A la partie proximale, le bord droit est plus haut que le bord gauche et il est également denticulé. Les bords antérieurs sont raides ou légèrement concaves. Les fossettes de chaque côté de la carène médiane sont profondes ; à la partie proximale, la fossette est moins profonde du côté droit.

La face inférieure montre un petit orifice situé sur le tiers antérieur rétréci de la plate-forme ».

Discussion.

P. denisbriceae se rapproche d'un spécimen de *P. ansatus* Ziegler et Klapper, 1976 (Pl. XX, fig. 12) par le contour de la plate-forme. Chez cette dernière espèce, la lame est plus longue que la plate-forme. Dans *P. pseudofoliatum*, la plate-forme est plus large, l'ornementation est plus développée et le contour du bord extérieur est convexe dans la partie distale.

V. — LES BRACHIOPODES SPIRIFERIDA (Atrypacea excepté)

(D. B.)

1) Fréquence - Préservation.

Les Spiriferida sont présents à de nombreux niveaux dans les formations de Blacourt et de Beaulieu, mais ils y sont inégalement répartis.

a) *Formation de Blacourt.* - Ils sont rares, difficiles à dégager et peu déterminables dans

les niveaux visibles les plus anciens du membre du Griset. Ils deviennent plus nombreux et localement abondants à une quinzaine de mètres sous le premier niveau construit ou dans les calcaires argileux sus-jacents aux premier et second niveaux récifaux. Ils sont bien représentés dans la partie inférieure du membre de Couderousse et dans les niveaux indurés du sommet qui renferment surtout des coquilles brisées. Ils redeviennent rares dans le membre Bastien.

b) *Formation de Beaulieu.* - La partie inférieure du membre de Cambresèque est localement riche en Spiriferida, surtout dans les niveaux indurés. Toutefois, les coquilles sont extrêmement fragiles dans les pelites litées. Elles sont brisées et parfois difficilement déterminables dans les niveaux durcis. Au sommet du membre des Nocés, les Atrypacea forment le groupe dominant des Spiriferida.

C'est sans conteste la partie inférieure du membre des Pâtures qui a livré la faune la plus abondante et la mieux préservée.

2) Remarques systématiques et biostratigraphiques.

a) Sur le genre *Apousiella* Carter, 1972.

Le nom d'*Apousiella*, créé par Carter en 1972, en remplacement de *Bouchardopsis* (*nomen nudum*) proposé par Maillieux en 1933, pour un genre de Spiriferacea (espèce-type : *Spirifer bouchardi* Murchison, 1840 de Ferques) recouvre plusieurs ambiguïtés.

La première concerne les caractères de l'espèce-type.

Carter figure, en effet (*op. cit.*, Pl. I, fig. 36-45) sous le nom d'*Apousiella bouchardi*, des spécimens qui appartiennent sans conteste à la sous-espèce *Apousiella bouchardi belliloci* créée par Rigaux en 1908 (p. 19, Pl. I, fig. 6). Les remarques qu'il écrit au sujet du type de *bouchardi* choisi par Murchison prouvent qu'il ne disposait pas de représentants de cette espèce dans son matériel et qu'il ignorait le travail où Rigaux avait défini *bouchardi belliloci*. Les différences qu'il signale dans ses "Remarks" (*op. cit.*, p. 734) entre les spécimens de son matériel qui appartiennent à *A. bouchardi belliloci* (Rigaux) et le type figuré par Murchison sont justement celles invoquées par Rigaux pour ériger son nouveau taxon.

La seconde ambiguïté se rapporte au niveau stratigraphique des spécimens figurés par Carter. Ceux-ci ne proviennent pas du Calcaire de Ferques où *Apousiella bouchardi belliloci* n'a jamais été reconnu mais de la partie moyenne de la formation de Beaulieu où ce taxon sert à caractériser une biozone : la zone à "*Spirifer*" *bouchardi belliloci* de Rigaux (1908, p. 7-8) équivalente à la biozone 2 (Brice et coll., 1976, p. 151).

— *Emendations relatives à la description de l'espèce-type du genre Apousiella : Spirifer bouchardi* Murchison, 1840.

Valve brachiale un peu convexe et non aplatie. Flancs ventraux et dorsaux faiblement convexes et non légèrement concaves. Sinus ventral peu profond limité par des côtes à peine plus fortes que les côtes latérales adjacentes. Bourrelet dorsal étroit et peu saillant. Caractères internes identiques à ceux figurés par Carter (1972, fig.-texte 2).

— *Désignation d'un Néotype de Spirifer bouchardi* Murchison 1840.

Le type de Murchison étant perdu, je désigne un Néotype dans l'échantillon n° GFCL 709 (Pl. XXVIII, fig. 9a-c) conservé dans les collections de la Faculté Libre des Sciences à Lille. Il provient d'un affleurement localisé à Ferques, sur la pente N du "Trou d'Eau", petite carrière à l'W de "la Parisienne" en bordure de la route D 243. Ce niveau est situé dans le membre de la Parisienne à 40 m environ de la base de la formation de Ferques.

— Validité de l'espèce *bouchardi* Murchison, 1840.

Roemer (1844, p. 69) ne reconnaissait pas l'espèce de Murchison. Il la trouvait identique à *Spirifer comprimatus* Schlotheim, 1822. Si l'on s'en réfère à la figuration de cette dernière espèce par Roemer, celle de Schlotheim étant vraiment trop mauvaise, on observe de nombreuses différences : taille plus grande, plis plus nombreux, valve dorsale moins convexe qui valident l'espèce *bouchardi*.

— *Espèces appartenant au genre Apousiella et répartition stratigraphique.*

En plus de l'espèce-type, deux autres espèces ou sous-espèces sont assignées au genre *Apousiella* :

- *Apousiella bouchardi belliloci* (Rigaux, 1908, p. 19, Pl. I, fig. 6), Pl. XXVIII, fig. 8 et 10, dont le type est conservé à l'Université de Paris-Sud à Orsay. Ce taxon sert à caractériser une biozone à la base du membre des Pâtures (formation de Beaulieu) : Biozone 2 (Brice et coll., 1976, p. 151) équivalente de la zone à "*Spirifer*" *bouchardi belliloci* de Rigaux (1908).

Les niveaux sous-jacents à cette biozone ont livré *Ancyrodella rotundiloba* et *Polygnathus asymmetricus* (faune IX de Bultynck, p. 334).

— Validité de la sous-espèce *bouchardi belliloci* Rigaux, 1908.

Vandercammen (1963, p. 101) trouvait les différences entre la sous-espèce *bouchardi belliloci* et l'espèce *bouchardi* sujettes à variation et insuffisantes pour justifier la création d'une sous-espèce. Il appuyait sa seconde affirmation en citant la phrase suivante de Rigaux (*op. cit.*, p. 19) : « La valve dorsale du *Belliloci* est ordinairement plate mais il se trouve dans la même couche une variété allongée qui se rapproche du *Bouchardi* et a cette valve convexe ».

Sur plusieurs centaines de spécimens d'*Apousiella bouchardi belliloci* récoltés je n'ai trouvé qu'un spécimen à valve plus convexe, ce dernier a cependant tous les autres caractères de *belliloci* : contour, largeur du bourrelet et du sinus, plis plus forts qui limitent le bourrelet.

- *Apousiella dordodoti* (Rigaux, 1908, p. 19, Pl. I, fig. 7), Pl. XXVIII, fig. 12 et 13, dont le type est conservé à l'Université de Paris-Sud (Orsay). Cette espèce caractérise une autre biozone à la partie inférieure du membre de Cambresèque (formation de Beaulieu) qui correspond à la base du Frasnien. Les niveaux qui renferment *A. dordodoti* ont livré des Conodontes : *Ancyrodella binodosa*, *Ozarkodina sanne-mani* (faune VII de Bultynck, p. 333).

b) Sur *Cyrtospirifer syringothyriiformis* Paeckelmann, 1942 et son niveau stratigraphique.

Paeckelmann a créé, en 1942 (p. 123, Pl. IV, fig. 7-8, fig.-texte 59-60) *Spirifer* (*Cyrtospirifer*) *verneuili* Murchison var. n. *syringothyriiformis* à partir de trois spécimens de collection provenant du Dévonien de Ferques, dont deux (?) appartenant à la collection Bouchard. L'auteur range dans son nouveau taxon certaines variations du "*Spirifer*" *verneuili* illustrées par Gosselet (1894, Pl. III, fig. 16 et Pl. V, fig. 43a-c).

En 1959, Vandercammen (p. 142) élève cette variété au rang d'espèce et reconnaît *C. syringothyriiformis* dans le Frasnien "F2b-i" et "F3" de la Belgique.

Après avoir examiné le matériel type de *syringothyriiformis* et retrouvé dans le Dévonien de Ferques des exemplaires identiques aux spécimens figurés par Paeckelmann, je suis amenée à préciser la définition de l'espèce et son niveau stratigraphique.

— Désignation d'un Lectotype et d'un Paralectotype (Pl. XXVIII, fig. 2, 1).

L'exemplaire UBL n 126 conservé au Geol.-Paläont. Mus. Berlin sous le n° B 203-2 et figuré par Paeckelmann (*op. cit.*, p. 123, fig. 60b) est choisi comme Lectotype. Il s'agit sans aucun doute du spécimen figuré par Gosselet (1894, p. 22, Pl. III, fig. 16) provenant des Schistes de Beaulieu à Ferques.

Je désigne comme Paralectotype, le second spécimen UBL n 125 qualifié de typique par Paeckelmann (*op. cit.*, p. 123, fig. 60a, Pl. IV, fig. 8a-b) également conservé à Berlin sous le n° B 203-1.

— Précisions sur la définition de l'espèce.

J'élimine de la collection type de *syringothyriiformis* le spécimen L.M. 07 figuré par Paeckelmann (*op. cit.*, p. 123, fig. 59 a, b, c et Pl. V, fig. 7) provenant, d'après l'auteur, du Calcaire de Ferques. Je supprime de la synonymie de l'espèce le spécimen de "*Spirifer*" *verneuili* de Ferques figuré par Gosselet (*op. cit.*, Pl. V, fig. 43a-c).

Les formes du Frasnien de Belgique décrites par Vandercammen (*op. cit.*, p. 142) ont besoin d'être revues en tenant compte des précisions nouvelles sur la compréhension de l'espèce. D'après la description qui en est faite, elles diffèrent de l'espèce de Ferques par un sinus moins large et plus profond et la présence de microcostules pseudoradiaires.

— Niveau stratigraphique.

C. syringothyriiformis est cantonné dans la formation de Beaulieu, partie inférieure (?) et moyenne. L'espèce apparaîtrait près de la base de la formation où elle est extrêmement rare. Devos (inédit) signale y avoir récolté un spécimen. ¶

L'espèce est bien représentée vers le tiers inférieur du membre des Pâtures, en dessous du niveau qui a fourni la faune de Conodontes à *Ancyrodella gigas* (faune X de Bultynck, p. 334).

Paeckelmann, qui a étudié des spécimens de collection, signale l'espèce dans le Calcaire de Ferques, sans autre précision, même pour l'échantillon figuré par Gosselet provenant des Schistes de Beaulieu. Je ne l'ai jamais récoltée dans la formation de Ferques, ni dans celle d'Hydrequent.

c) Sur *Undispirifer undiferus* (Roemer, 1844).

Deux formes voisines (A et B) de *Undispirifer undiferus* apparaissent successivement dans le Dévonien de Ferques. Il s'agit de deux sous-espèces différentes qui seront précisées et définies lorsque nous disposerons d'un matériel suffisant.

La forme A (Pl. XXVIII, fig. 5), cantonnée dans la formation de Blacourt, se rencontre dans la partie inférieure et moyenne du membre du Griset. Elle est équithyride ou faiblement méga-thyride, de taille moyenne plutôt petite, à crochet ventral peu élevé. Son ornementation est composée d'un nombre de plis très variable. La forme B (Pl. XXVIII, fig. 6), de plus grande taille et brachythyride, a des plis très bas et peu nombreux, elle apparaît plus tardivement que la forme A.

Elle a été récoltée dans le membre de Couderousse (formation de Blacourt) dans le calcaire à Pentamères, près du sommet du membre des Noces (formation de Beaulieu).

d) Sur *Athyris betencourti* Rigaux, 1892.

L'espèce entre dans le genre *Atrythyris* Struve, 1965. ?

Elle en a tous les caractères, notamment l'ornementation caractéristique composée de lamelles de croissance à bord externe festonné et de faibles stries rayonnantes particulièrement bien visibles sur les spécimens légèrement décortiqués. L'espèce est suborbiculaire, de petite taille, équivalve et biconvexe, à sinus et bourrelet peu apparents, uniquement visibles près du front. Elle se rencontre dans la partie du membre du Griset (formation de Blacourt) qui affleure dans les carrières du "Banc Noir" et du "Griset". Elle y caractérise une zone (voir plus loin).]

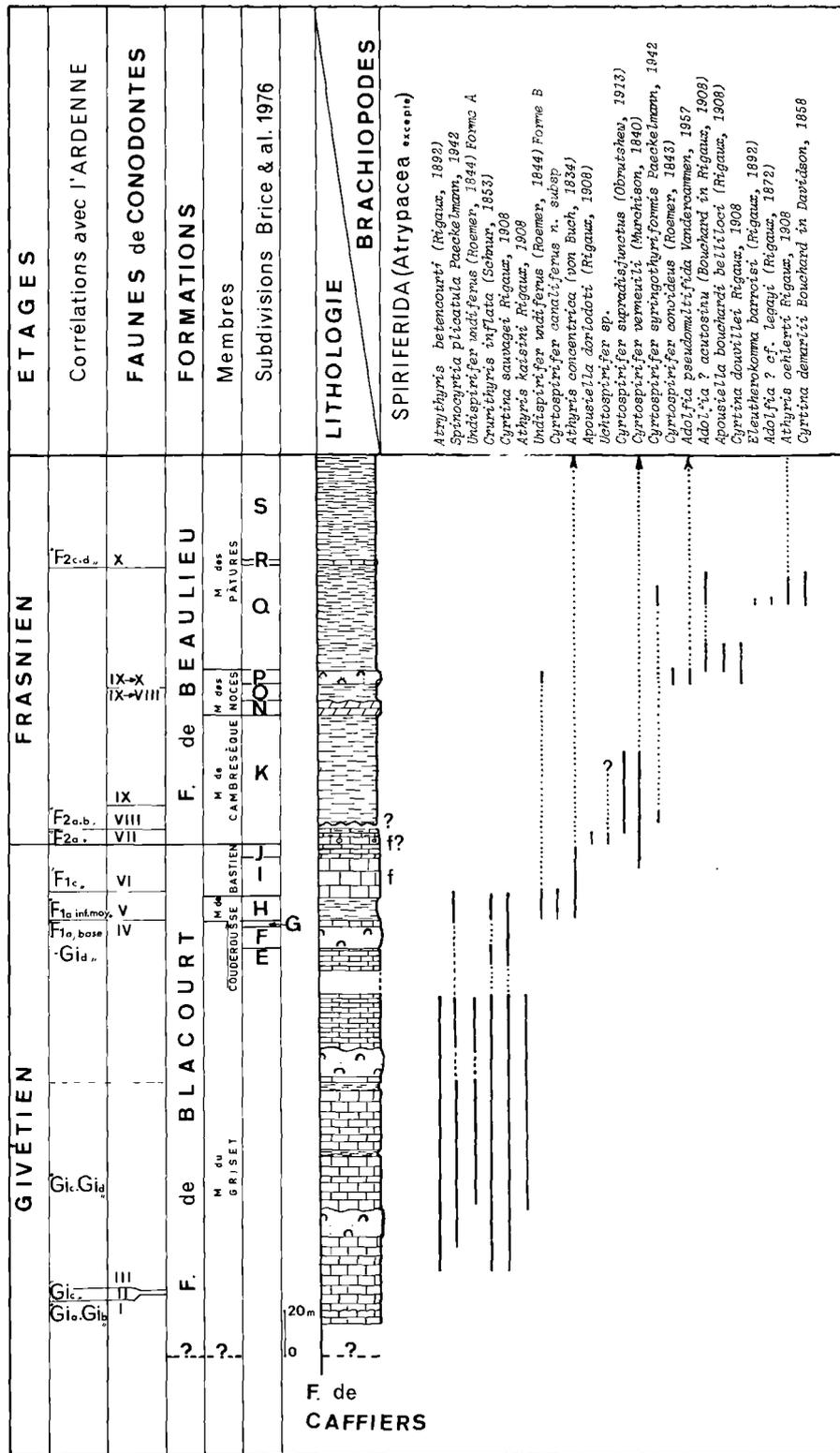


Tableau IV. — Répartition des Brachiopodes Spiriferida (Atrypacea excepté) dans les formations de Blacourt et de Beaulieu.

3) Succession des Faunes.

a) En se basant sur la répartition des espèces présente dans la formation de Blacourt, on peut distinguer deux zones :

— Une zone à *Atrythyris betencourti* tout entière comprise dans la partie du membre du Griset qui a livré les faunes de Conodontes III et IV corréléable avec le "Gic"- "Gid" de l'Ardenne (Bultynck, p. 333).

Une zone à *Atrythyris* a d'abord été reconstruite dans l'Eifel où elle caractérise des niveaux eiféliens (partie supérieure) à givétiens (partie inférieure) donc plus anciens que dans le Boulonnais.

Undispirifer undiferus (Forme A) a sensiblement la même répartition dans la formation de Blacourt que *Atrythyris betencourti* tandis que *Spinocyrtia plicatula* Paeckelmann, 1942 apparaît sensiblement en même temps que *A. betencourti* mais se maintient dans des niveaux plus récents (membre de Couderousse).

— Une zone à *Cyrtospirifer canaliferus verneuiformis* cantonnée dans le membre de Couderousse qui a livré une faune de Conodontes (V, d'après Bultynck, p. 333) permettant de corréler le membre avec la partie inférieure et moyenne du "F1a" en Ardenne.

Le spirifère de Ferques appartient à la sous-espèce *verneuiformis* définie par Paeckelmann en 1942 et considérée par cet auteur comme une variété de *Cyrtospirifer aperturatus* (synonyme junior de *C. canaliferus*). Le type provient des "Plattenkalk des obersten mitteldevons" de Refrath, près de Cologne en Allemagne. D'après Jux (comm. écrite), les couches de Refrath qui ont livré cette espèce sont frasniennes et se situent au-dessus de la zone à *lunilicosta*. Copper (1967, p. 136) leur attribue un âge équivalent à celui de la formation de Fromelennes.

b) Les Spiriferacea peuvent servir à caractériser trois zones dans la formation de Beaulieu :

— une zone à *Apousiella dorlodoti* située à la base du membre de Cambresèque. Elle comprend les niveaux qui ont livré la faune VII à Conodontes (Bultynck, p. 333) connue à la base de l'Assise de Frasnes ("F2a" = Niveau des Monstres) en Ardenne.

Les rares exemplaires de *Cyrtospirifer orbe-lianus* Gosselet non d'Abich (rapportés au genre

Uchtospirifer ou à un genre apparenté par Sartenaer, 1974) que nous avons récoltés proviennent de cette zone. Toutefois, la répartition de cette espèce à Ferques est mal connue. Certains auteurs la citent dans les "Schistes de Beaulieu" sans autre précision.

— Une zone à *Cyrtospirifer supradisjunctus*, qui débute à quelques mètres de la base du membre de Cambresèque. Elle comprend les niveaux qui ont livré les faunes de Conodontes VIII et IX (Bultynck, p. 333-334) trouvées en Ardenne dans l'Assise de Frasnes ("F2a-b").

— Une zone à *Apousiella bouchardi belliloci* qui caractérise la partie inférieure du membre des Pâtures. Elle correspond à la zone à "*Spirifer*" *bouchardi belliloci* de Rigaux, 1908 et à la biozone 2 de Brice et coll. (1976).

VI. — CONCLUSIONS

Il apparaît que les recherches entreprises ont toutes été fructueuses. Elles confirment donc l'intérêt des formations de Blacourt et de Beaulieu pour les recherches paléontologiques et biostratigraphiques.

Parmi les résultats nouveaux qui se dégagent de ces recherches, les plus significatifs se rapportent à la connaissance des groupes fossiles et à l'âge des dépôts qui les ont livrés.

1) Données paléontologiques nouvelles.

Elles concernent :

a) *La représentation des Spores, Acritarches, Conodontes et Brachiopodes Spiriferida.*

De nombreux taxons (genres, espèces) sont reconnus pour la première fois dans les formations de Blacourt (givétienne) et de Beaulieu (frasnienne). C'est le cas notamment pour tous les Acritarches mentionnés dans la partie moyenne de la formation de Beaulieu, pour la plupart des spores, pour un certain nombre de Conodontes et pour quelques genres et espèces de Brachiopodes Spiriferida des deux formations.

b) *La répartition stratigraphique des genres et des espèces.*

Les recherches coordonnées entreprises sur quatre groupes fossiles parmi lesquels figu-

rent les Conodontes, apportent des précisions nouvelles sur la répartition stratigraphique d'un grand nombre de taxons appartenant aux trois autres groupes en relation avec les zones à Conodontes.

c) *Les associations.*

L'étude des associations rencontrées dans les formations de Blacourt et de Beaulieu a permis d'établir des rapprochements avec d'autres associations du même âge.

— D'après Deunff (p. 330-331), le microplancton à Acritarches de la partie moyenne de la formation de Beaulieu a des affinités avec celui de séries américaines contemporaines.

— Les assemblages de spores de la formation de Blacourt ont un certain nombre d'espèces communes avec les microflores du Spitsberg et des bassins orcadien du NE de l'Ecosse (Loboziak et Streel, p. 328).

— Les faunes de Conodontes des formations de Blacourt et de Beaulieu évoquent les faunes de Conodontes du Givétien et du Frasnien (Frasnien inférieur) de l'Ardenne au bord sud du Synclinorium de Dinant (Bultynck, p. 331).

2) **Précisions sur l'âge des Formations de Blacourt et de Beaulieu.**

a) *Formation de Blacourt.*

Grâce aux Conodontes, les niveaux visibles les plus anciens de la formation de Blacourt sont datés pour la première fois. D'après Bultynck (p. 331), ils sont probablement d'âge un peu plus ancien que le Givétien moyen. La plus grande partie du membre du Griset, qui a livré les faunes de Conodontes II à IV peut être corrélée avec le "Gic-Gid" de l'Ardenne, tandis que les membres de Couderousse et Bastien qui ont fourni les faunes de Conodontes V et VI sont corrélables avec le "F1a-c" de l'Ardenne (formation de Fromelennes).

b) *Formation de Beaulieu.*

Les quatre faunes de Conodontes identifiées dans la formation de Beaulieu (VII à X de Bultynck, p. 333-334) confirment l'âge Frasnien inférieur de cette formation. Elles permettent en outre d'établir des corrélations précises avec d'autres régions du monde où ces faunes ont été reconnues, plus particulièrement avec les zones attribuées au "F2a", "F2a-b", "F2c-d" du bord sud du Synclinorium de Dinant qui les ont livrées.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) ALLEN K.C. (1965). — Lower and middle Devonian spores of North and Central Vestspitsbergen. *Palaeontology*, v. 8, pt 4, p. 687-748.
- 2) ALLEN K.C. (1967). — Spore assemblage and their stratigraphical application in the lower and middle Devonian of North and Central Vestspitsbergen. *Ibid.*, v. 10, pt 2, p. 280-297.
- 3) AUSTEN G. (1853). — On the series of Upper palaeozoic groups in the Boulonnais. *Quart. J. Geol. Soc.*, IX, p. 231-253, Pl. X. London.
- 4) BECKER G., BLESS M.J.M., STREEL M. et THOREZ J. (1974). — Palynology and ostracode distribution in the upper Devonian and basal Dinantian of Belgium and their dependance on sedimentary facies. *Mededef. Rijks Geol. Dienst.*, n. ser., v. 25, n° 2, p. 9-99.
- 5) BONTE A. (1969). — Le Boulonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXIX, p. 23-46, 2 fig., 1 annexe. Lille.
- 6) BONTE A. et coll. (1971). — Carte géologique au 1/50.000°. Feuille de Marquise - 1^{re} édition.
- 7) BONTE A., COLBEAUX J.P., HOYEZ B. et LETHIERS F. (1975). — Les "Schistes d'Hydrequent" (Dévonien supérieur du Bas-Boulonnais): nouvelles observations. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCIV, p. 117-121, 2 fig. Lille.
- 8) BRICE D., BIGEY F., MISTIAEN B., PONCET J., ROHART J.C., (1977). — Les organismes constructeurs (Algues, Stromatopores, Rugueux, Tabulés, Bryozoaires) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). Associations. Répartition stratigraphique, in 2^e Symp. Intern. sur les Coraux et Récifs coralliens fossiles (Paris, Septembre 1975). *Mém. B.R.G.M.*, 89, p. 136-151, 1 fig., 1 tabl.
- 9) BRICE D., BULTYNCK P., COLBEAUX J.P., LETHIERS F., MISTIAEN B., ROHART J.C. et BIGEY F. (1976). — Une nouvelle coupe dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVI, p. 135-155, 8 tabl., 1 fig. Lille.
- 10) BRICE D. et MEATS P. (1971). — Le genre *Ripidiorhynchus* Sartenaer, 1966 (Rhynchonellida, Brachiopodes) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). *Ibid.*, t. XCI, p. 215-228, 2 fig., 1 tabl., Pl. XXXVI.
- 11) BULTYNCK P. (1970). — Révision stratigraphique et paléontologique de la coupe type du Couvinien. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, t. XXVI, p. 1-152, 39 pl. Louvain.
- 12) BULTYNCK P. (1972). — Middle Devonian *Icriodus* assemblages (Conodonts). *Geologica et Palaeontologica*, 6, p. 71-86, 17 fig. Marburg.

- 13) BULTYNCK P. (1974). — Conodontes de la Formation de Fromelennes du Givétien de l'Ardenne franco-belge. *Bull. Inst. r. Sc. Nat. Belgique*, t. 50, Sc. de la Terre, n° 10, p. 1-30, 5 fig., 5 pl. Bruxelles.
- 14) BULTYNCK P. et GODEFROID J. (1974). — Excursion G in Guidebook Intern. Symp. on Belgian micropaleontological limits from Emsian to Visean, Namur, 1974, ed. by Bouckaert J. et Streel M., Bruxelles.
- 15) CARTER J.L. (1972). — Two new genera of lamellose Spiriferacean brachiopods. *J. Paleont.*, v. 46, 5, p. 729-734, 1 pl., 2 fig.-texte. Tulsa.
- 16) COEN M. (1973). — Faciès, Conodontes et Stratigraphie du Frasnien de l'Est de la Belgique pour servir à une révision de l'étage. *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. 95, p. 239-253, 5 fig., 2 pl. Liège.
- 17) COEN M., BULTYNCK P. et PEL J. (1974). — Excursion E in Guidebook Intern. Symp. on Belgian micropaleontological limits from Emsian to Visean, Namur, 1974, ed. by Bouckaert J. et Streel M., Bruxelles.
- 18) COPPER P. (1967). — Frasnian Atrypidae (Bergisches Land, Germany). *Palaeontographica*, 126, p. 116-140, Pl. 19-29, 17 fig.-texte.
- 19) CORSIN P. (1928). — Découverte d'une Goniatite dans les Schistes rouges de Fiennes (Boulonnais). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LIII, p. 283-286, fig. 1-2. Lille.
- 20) DEUNFF J. (1966). — Recherches sur les microplanctons du Dévonien (Acritarches et Dinophyceae). *Thèse*, 168 p., 26 pl. Rennes.
- 21) DEUNFF J. (1967). — Présence d'Acritarches dans une série dévonienne du Lac Huron (Canada). *C.R. somm. Soc. géol. France*, 6, p. 258-259, 1 pl.
- 22) EPSTEIN A.G., EPSTEIN J.B. et HARRIS L.D. (1977). — Conodont color alteration an index to organic metamorphism. *Geol. Surv. prof. Pap.*, 955, p. 1-27, 20 fig. Washington.
- 23) GOSSELET J. (1860). — Sur les terrains primaires de la Belgique, des environs d'Avesnes et du Boulonnais. *Thèse*, 165 p., 4 pl., 6 fig., tabl. A-F.
- 24) GOSSELET J. (1894). — Etude sur les variations du *Spirifer verneuili*. *Mém. Soc. géol. Nord*, t. IV, 1, p. 1-61, 7 pl. Lille.
- 25) HOEG O.A. (1942). — The Downtonian and Devonian flora of Spitsbergen. *Skr. Svalb. eg Ishavet*, 83, p. 1-228.
- 26) JACOBS L. (1978). — Faci en stratigraphie van de "Zone des Monstres", J. Gosselet, 1871. Mémoire de licence inédit, Katholieke Universiteit Leuven, p. 1-81, 20 fig.
- 27) JARDINE S. et YAPAUDJAN L. (1968). — Lithostratigraphie et Palynologie du Dévonien-Gothlandien gréseux du Bassin de Polignac (Sahara). *Rev. Inst. Franç. Pet. Ann. Comb. liq.*, pt. 23, p. 439-468.
- 28) KLAPPER G. (1975). — In Catalogue of Conodonts, v. 2, ed. by Ziegler W., Stuttgart.
- 29) LECOMPTE M. (1970). — Die Riffe im Devon der Ardennen und ihre Bildungsbedingungen. *Geologica et Palaeontologica*, 4, S. 25-71, 20 Abb., 3 tab., 4 Taf.
- 30) LELE K.M. et STREEL M. (1969). — Middle Devonian (Givetian) plant micro-fossils from Goé (Belgium). *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. 92, p. 89-121.
- 31) LE MAITRE D. et DEVOS I. (1961a). — Observations nouvelles sur le Dévonien du massif de Ferques en Boulonnais. *C.R. Ac. Sc.*, 252, p. 761-763. Paris.
- 32) LE MAITRE D. et DEVOS I. (1961b). — Le Dévonien de la carrière du Banc Noir (Massif de Ferques, Boulonnais). Note préliminaire. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXI, p. 63. Lille.
- 33) LE MAITRE D. et MAGNE F. (1964). — Le Dévonien des carrières du "Banc Noir" et du "Griset" (Boulonnais). *Ibid.*, t. LXXXIV, p. 129-131.
- 34) MAGNE F. (1964). — Données micropaléontologiques et stratigraphiques dans le Dévonien du Boulonnais (France) et du Bassin de Namur (Belgique). *Thèse 3^e cycle*, Paris, 2 fasc. ronéo 21 x 27, I: texte, 172 p., 44 fig.; II: 33 pl. photo, 12 pl. h-t.
- 35) MAILLIEUX E. (1933). — Terrains, roches et fossiles de la Belgique, 2^e éd., *Musée roy. Hist. nat. Bruxelles*, 212 p., 252 fig.
- 36) Mc GREGOR D.C. (1960). — Devonian spores from Melville Island, Canadian Arctic Archipelago. *Palaeontology*, v. 3, pt. 1, p. 26-44.
- 37) Mc GREGOR D.C. (1964). — Devonian miospores from the Ghost River Formation, Alberta. *Geol. Surv. Canada, Bull.* 109, p. 1-31.
- 38) Mc GREGOR D.C. (1973). — Lower and middle Devonian spores of Eastern Gaspé, Canada. *Systematics. Palaeontographica. Abt. B, Bd 142, Lfg. 1-3*, p. 1-104.
- 39) Mc GREGOR D.C. (1977). — Lower and middle Devonian spores of Eastern Gaspé, Canada. II. Biostratigraphy. *Ibid.*, Bd 163, Lfg 5-6, p. 111-142.
- 40) MOURAVIEFF N.A. (1974). — Excursion F in Guidebook Intern. symp. on Belgian micropaleontological limits from Emsian to Visean, Namur, 1974, ed. by Bouckaert J. et Streel M., Bruxelles.
- 41) MOURAVIEFF N.A. et BOUCKAERT J. (1973). — Mailieux's (1940) *Manticoceras intumescens* (Beyrich) in the Belgian Frasnian with respect to the Conodont zonation. *Geologica et Palaeontologica*, 7, p. 93-95, 2 fig. Marburg.
- 42) MURCHISON R.I. (1840). — Description de quelques-unes des coquilles fossiles les plus abondantes dans les couches dévoniennes du Bas-Boulonnais. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1^{re} sér., XI, p. 250-257, Pl. II.
- 43) OWENS B. (1971). — Miospores from the middle and early upper Devonian rocks of the Western Queen Elizabeth Islands, Arctic Archipelago. *Geol. Surv. Canada, Paper* 70-38, p. 1-157.
- 44) PAECKELMANN W. (1942). — Beiträge zur Kenntnis devonischer Spiriferen. *Abh. Reichstelle f. Bodorforschung, N.F.*, H 197, 188 p., 95 fig., 8 pl. Berlin.

- 45) PRUVOST P. et coll. (1928). — Carte géologique de la France au 1/80.000^e, feuille de Boulogne, 3^e et 4^e édition.
- 46) RICHARDSON J.B. (1960). — Spores from the middle Old Red Sandstone of Cromarty. *Palaeontology*, 3, pt. 1, p. 45-63.
- 47) RICHARDSON J.B. (1962). — Spores with bifurcate processes from the Middle Old Red Sandstone of Scotland. *Ibid.*, v. 5, pt. 2, p. 171-194.
- 48) RICHARDSON J.B. (1965). — Middle Old Red Sandstone spore assemblage from the Orcadian basin north-east Scotland. *Ibid.*, v. 7, pt. 4, p. 559-605.
- 49) RICHARDSON J.B. (1974). — The stratigraphic utilization of some Silurian and Devonian miospore species in the northern Hemisphere: an attempt at a synthesis. Intern. Symp. on Belgian micropaleontological limits from Emsian to Viséan, Namur, 1974, publ. n° 9, p. 1-13.
- 50) RIEGEL W. (1973). — Sporenformen aus den Heisdorf-, Lauchmund Nohn-Schichten (Emsium und Eifelium) der Eifel, Rheinland. *Palaeontographica*, Abt. B, Bd. 142, Lfg. 1-3, p. 78-104.
- 51) RIGAUX E. (1872). — Notes pour servir à la géologie du Boulonnais. Description de quelques brachiopodes du terrain Dévonien de Ferques. *Mém. Soc. Acad. de Boulogne*, v. V, p. 1-16, 1 pl.
- 52) RIGAUX E. (1892). — Notice géologique sur le Bas-Boulonnais. Boulogne-sur-Mer. *Ibid.*, v. XIV, 108 p. (pour 1889), 2 pl., 1 tabl.
- 53) RIGAUX E. (1908). — Le Dévonien de Ferques et ses Brachiopodes. Boulogne-sur-Mer, 33 p., 1 tabl., 2 pl.
- 54) ROEMER C.F. (1844). — Das rheinische Uebergangsgebirge. Eine palaeontologisch-geognostische Darstellung, in-4^e Hanovre (Hahn). 96 p., Pl. I-VI.
- 55) ROEMER F.A. (1843). — Die Versteinerungen des Harzgebirges, in-4^e, Hanovre, p. I-VIII, 1-52, 55-67, Pl. I-X.
- 56) SARTENAER P. (1974). — Signification stratigraphique du "Niveau des Monstres" du Frasnien franco-belge. *Bull. Inst. r. Sc. natur. Belgique*, t. 50, 7, 19 p.
- 57) STOCKMANS F. et WILLIERE Y. (1974). — Acritarches de la "tranchée de Senzeille". *Mém. Acad. roy. Belgique*, 2^e sér., v. 41, p. 1-79, Pl. 1-4.
- 58) STREEL M. (1964). — Une association de spores du Givétien inférieur de la Vesdre à Goé (Belgique). *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. 87, bull. 7, p. 1-29.
- 59) STREEL M. (1972). — Dispersed spores associated with *Leclercqia complexa* Banks, Bonamo and Grierson from the Late middle Devonian of Eastern New York State (U.S.A.). *Rev. of Palaeobot. and Palynol.*, v. 14, p. 205-215.
- 60) STRUVE W. (1965). — *Athyris* n. g. und ihre Arten (Athyridae). *Senck. leth.*, v. 46, 2/3, p. 217-228. Frankfurt.
- 61) TARLO L.B.H. (1964). — Psammosteiformes (Agnatha). A review with description of new material from the lower Devonian of Poland. I. General pt. *Palaeontologia Polonica*, v. 13, p. 1-135.
- 62) TAUGOURDEAU-LANTZ J. (1960). — Sur la microflore du Frasnien inférieur de Beaulieu (Boulonnais). *Rev. de Micropal.*, v. 3, n° 3, p. 144-154.
- 63) TAUGOURDEAU-LANTZ J. (1967). — Les spores du Frasnien du Bas-Boulonnais (France). *Rev. of Palaeobot. and Palynol.*, v. 1, n° 1-4, p. 131-139.
- 64) TAUGOURDEAU-LANTZ J. (1967). — Spores nouvelles du Frasnien du Bas-Boulonnais (France). *Rev. de Micropal.*, v. 10, n° 1, p. 48-60.
- 65) TAUGOURDEAU-LANTZ J. (1971). — Les spores du Frasnien d'une région privilégiée, le Boulonnais. *Mém. Soc. Géol. France*, n. sér., t. L, n° 114, p. 1-86.
- 66) TIWARI R.S. et SCHAARSCHMIDT F. (1975). — Palynological studies in the lower and middle Devonian of the Prüm Syncline Eifel (Germany). *Abh. Senckenb. naturf. Ges.*, 534, p. 1-129.
- 67) VANDERCAMMEN A. (1959). — Essai d'étude statistique des *Cyrtospirifer* du Frasnien de la Belgique. *Mém. Inst. r. Sc. natur. Belgique*, n° 145, 175 p., 119 fig., Pl. I-V.
- 68) VANDERCAMMEN A. (1963). — Spiriferidae du Dévonien de la Belgique. *Ibid.*, n° 150, 179 p., 103 fig., Pl. I-XIII.
- 69) VIGRAN J.O. (1964). — Spores from Devonian deposits, Mimerdalen, Spitsbergen. *Norsk Polarinstittut Skrifter*, n° 132, p. 1-32.
- 70) WALLACE P. (1969). — The sedimentology and Palaeoecology of the Devonian of the Ferques inlier, Northern France. *Quart. J. Geol. Soc.*, p. 83-124, 13 fig., Pl. 6-7. London.
- 71) WEDDIGE K. (1977). — Die Conodonten der Eifel-Stufe im Typusgebiet und in Denarchbarten Faziergebieten. *Senck. leth.*, v. 58, p. 271-419, 9 fig., 6 pl. Frankfurt.
- 72) WESTOLL T.S. (1951). — The vertebrate bearing strata of Scotland. *Report Intern. geol. cong., 18th session, Great-Britain*, pt. 11, p. 5-21.
- 73) WICANDER E.R. (1974). — Upper Devonian-Lower Mississippian Acritarchs and Prasinophycean algae from Ohio (U.S.A.). *Palaeontographica*, Abt. B, Bd 148, Lfg 1-3, p. 9-43, 15 pl.
- 74) WICANDER E.R. et LOEBLICH A.R. J.R. (1977). — Organic-walled microphytoplankton and its stratigraphic significance from the upper Devonian Antrim shale, Indiana (U.S.A.). *Ibid.*, Abt. B, Bd 148, Lfg 4-6, p. 129-165, 11 pl.
- 75) YOUNGQUIST W. (1947). — A new Upper Devonian conodont fauna from Iowa. *J. Paleont.*, v. 21, p. 95-112, 3 pl. Tulsa.
- 76) ZIEGLER W. (1962). — Taxonomie und Phylogenie Oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung. *Abh. hess. L.-Amt. Bodenforsch.*, hft 38, p. 1-166, 18 fig., 14 pl. Wiesbaden.
- 77) ZIEGLER W. (1971). — Conodont stratigraphy of the European Devonian in Symposium on conodont biostratigraphy. *Geol. Soc. Amer. Mem.*, 127, p. 227-284, 3 fig. Boulder.
- 78) ZIEGLER W., KLAPPER G. et JOHNSON J.G. (1976). — Redefinition and Subdivision of the varcus-Zone (Conodonts, Middle - ? Upper Devonian) in Europe and North America. *Geologica et Palaeontologica*, v. 10, p. 109-140, 5 fig., 4 pl. Marburg.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche XXVI (*)

- Fig. 1. — *Aneurospora greggsii* (Mc Gregor) Streel.
Lame 27 - 28/17. Niveau H (Brice et coll., 1976),
Formation de Blacourt, Membre de Couderousse.
- Fig. 2. — *Aneurospora goensis* Streel.
Lame 2F - 23/77. Niveau A (Brice et coll., 1977),
Formation de Blacourt, Membre du Grisot.
- Fig. 3. — *Convolutispora paraverrucata* Mc Gregor.
Lame 21 - 29/41. Niveau A (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre du Grisot.
- Fig. 4. — *Verrucosisorites cf. uncatu*s Naumova.
Lame 27 - 06/95. Niveau H (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre de Couderousse.
- Fig. 5. — *Verrucosisorites premmus* Richardson.
Lame 2E - 26/91. Niveau A (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre du Grisot.
- Fig. 6. — *Dibolisporites echinaceus* (Eisenack) Richardson.
Lame 2F - 18/17. Niveau A (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre du Grisot.
- Fig. 7. — *Cirratriadites dissutus* Allen.
Lame 28 - 13/02. Niveau A (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre du Grisot.
- Fig. 8. — *Rhabdosporites parvulus* Richardson.
Lame 2K - 32/03. Niveau A (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre du Grisot.
- Fig. 9. — *Biornatispora reticulata* Lele et Streel.
Lame 02 - 10/77. Niveau H. (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre de Couderousse.
- Fig. 10. — *Archeozonotrilites variabilis* (Naumova) Allen.
Lame 2F - 29/32. Niveau A (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre du Grisot.
- Fig. 11. — *Samarisporites inaequus* (Mc Gregor) Owens.
Lame 26 - 09/31. Niveau H (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre de Couderousse.
- Fig. 12. — *Samarisporites triangulatus* Allen.
Lame 2J - 08/50. Niveau A (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre du Grisot.
- Fig. 13. — *Retusotrilites rugulatus* Riegel.
Lame 28 - 28/22. Niveau H (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre de Couderousse.
- Fig. 14. — *Geminospira lemurata* Balme.
Lame 04A - 23/46. Niveau K (Brice et coll., 1976),
Formation de Beaulieu, Membre de Cambresèque.
- Fig. 15. — *Grandispora tomentosa* Taugourdeau-Lantz.
Spore isolée n° 26.03. Niveau H (*op. cit.*), Formation
de Blacourt, Membre de Couderousse.
- Fig. 16. — *Grandispora inculta* Allen.
Lame 02 - 09/91. Niveau H (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre de Couderousse.

- Fig. 17. — *Grandispora velata* (Eisenack) Richardson.
Lame 01 - 10/22. Niveau H (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre de Couderousse.
- Fig. 18. — *Ancyrospora ancyrea* var. *ancyrea* Richardson.
Lame 2J - 11/84. Niveau A (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre du Grisot.
- Fig. 19. — *Ancyrospora angulata* Tiwari et Schaarschmidt.
Lame 26 - 21/47. Niveau H. (*op. cit.*), Formation de
Blacourt, Membre de Couderousse.

Planche XXVII (**)

- Fig. 1-7. — *Polygnathus denisbriceae* n. sp.
1-3, 5. - Paratypes. F, éch. 8.
4, 7. - Paratypes. F, éch. 10.
6. - Holotype. F, éch. 10.
- Fig. 8. — *Polygnathus pseudofolius* Wittekindt, 1966
F, éch. 9.
- Fig. 9. — *Ancyrodella gigas* Youngquist, 1947. F, éch. 36.
- Fig. 10, 11. — *Ancyrodella rotundiloba alata* Glenister et
Klapper, 1966. F, éch. 32, GT, éch. 14.
- Fig. 12, 13. — *Ancyrodella rotundiloba rotundiloba* (Bryant,
1921). F, éch. 32. BN, éch. 6.
- Fig. 14. — *Polygnathus asymmetricus ovalis* Ziegler et
Klapper, 1964. F, éch. 35.
- Fig. 15. — *Polygnathus xylus xylus* Stauffer, 1940. F,
éch. 1976-4.
- Fig. 16. — *Polygnathus* aff. *P. brevilaminus* Branson et
Mehl, 1934. F, éch. 32.
- Fig. 17. — *Polygnathus* aff. *P. varcus* Stauffer, 1940. F,
éch. 32.
- Fig. 18. — *Ozarkodina sannemanni adventa* Pollock, 1968.
BN, éch. 3.
- Fig. 19. — *Ozarkodina sannemanni proxima* Pollock, 1968.
BN, éch. 4.
- Fig. 20. — *Ancyrodella binodosa* Uyeno, 1967. BN, éch. 4.
- Fig. 21. — *Icriodus symmetricus* Branson et Mehl, 1934.
F, éch. 35.

(**) Tous les spécimens sont conservés au Département de Paléontologie de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, N° b1107 à N° b1137 et N° b310 (= fig. 29).

Toutes les photographies sont au grossissement 47, sauf les fig. 25, 29 (Gr. = 67) et 30, 31 (Gr. = 90).

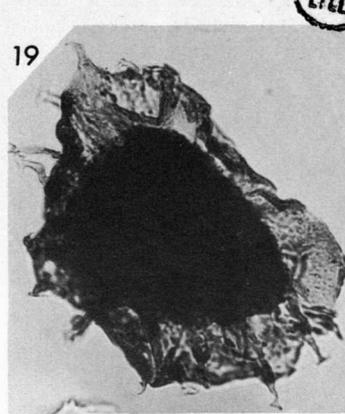
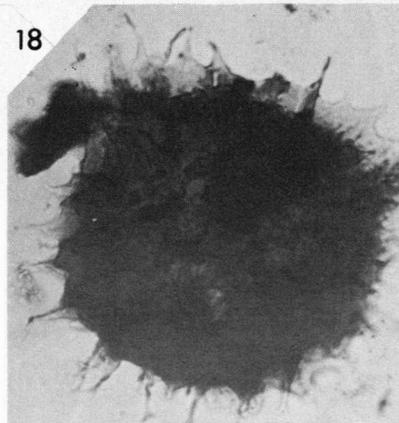
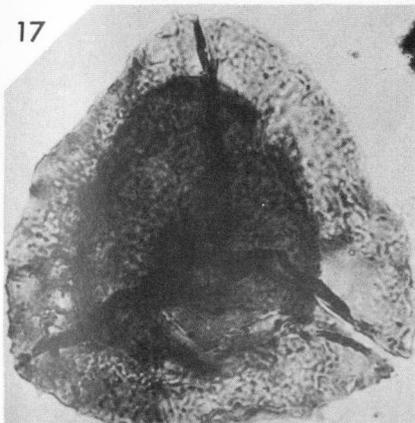
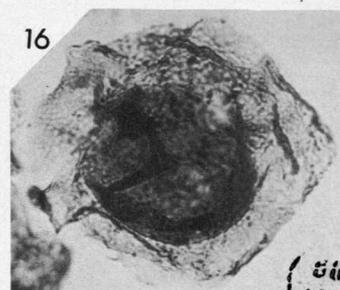
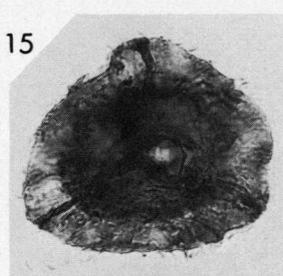
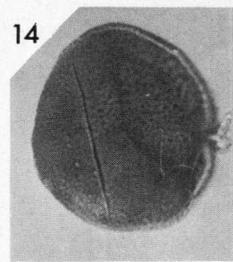
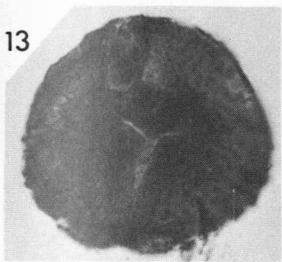
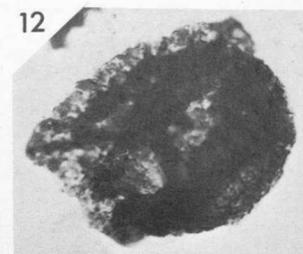
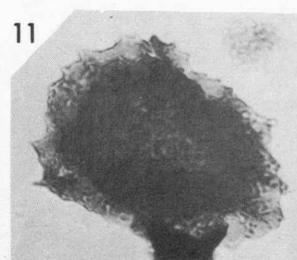
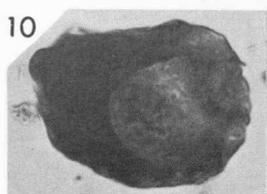
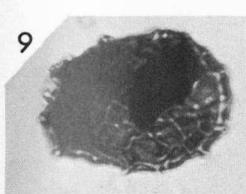
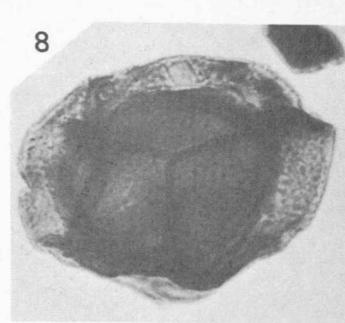
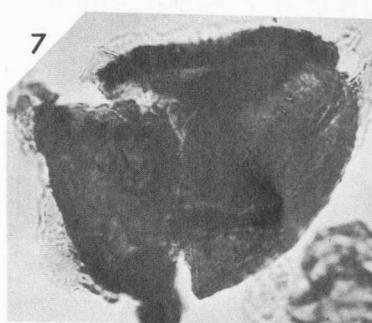
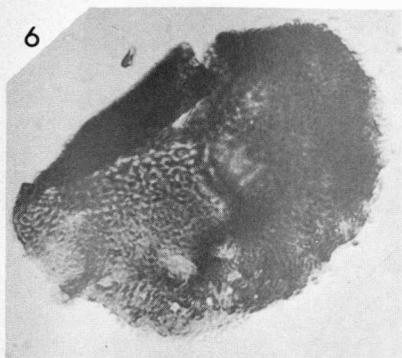
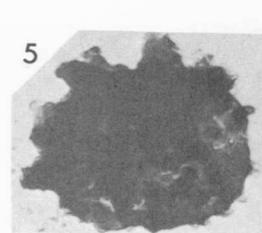
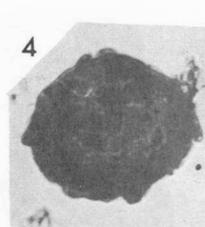
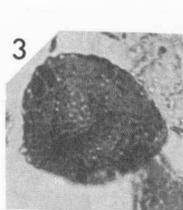
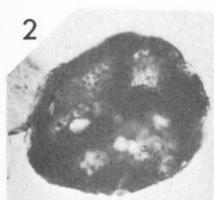
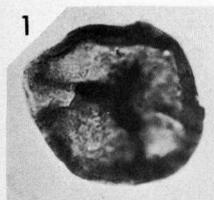
F = Ferques, coupe de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques; BN = carrière du Banc Noir; G = carrière du Grisot; GT = tranchée d'accès à la carrière du Grisot.

(*) Toutes les photographies sont au grossissement 500.

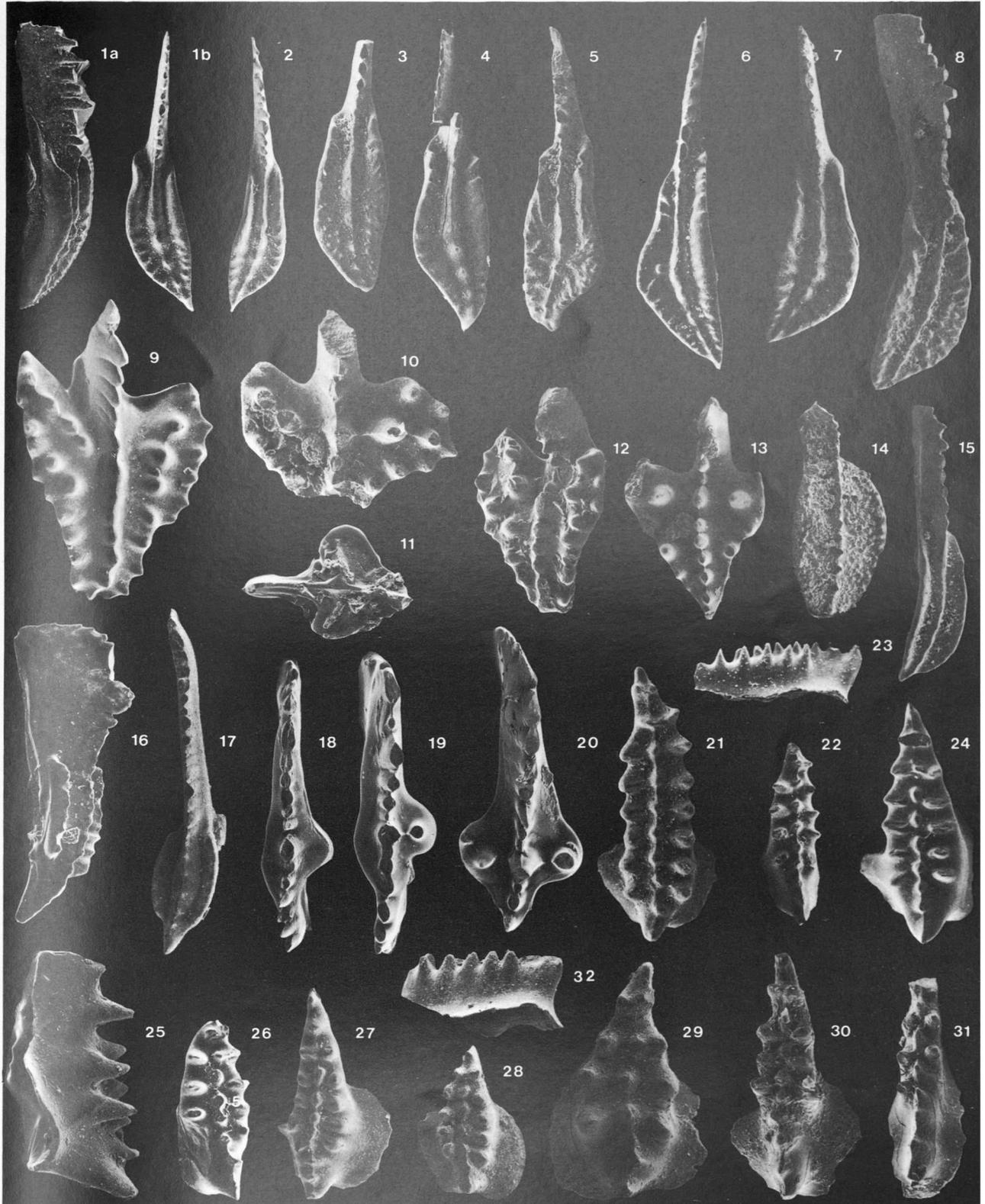
- Fig. 22, 23. — *Icriodus* groupe *I. eslaensis* Van Adrichem Boogaert, 1967 --- *I. brevis* Stauffer, 1940. F, éch. 32.
- Fig. 24. — *Icriodus expansus* Branson et Mehl, 1938. F, éch. 1976-15.
- Fig. 25, 26. — *Icriodus subterminus* Youngquist, 1945. F, éch. 18, F, éch. 1976-15.
- Fig. 27. — *Icriodus latecarinatus* Bultynck, 1975, F, éch. 10.
- Fig. 28, 29, 32. — *Icriodus* aff. *I. subterminus* Youngquist, 1945.
28, 32. - G, éch. 10.
29. - Spécimen b310 in Bultynck, 1972 (fig. 16-B). Givet, Mont d'Haus, Formation de Charlemont, Membre des Terres d'Haus.
- Fig. 30, 31. — *Icriodus obliquimarginatus* Bischoff et Ziegler, 1957. G, éch. 2.
- 14-15. - GFCL 702, 703, détail de l'ornementation chez deux spécimens. Gr. = 2,5 environ.
- Fig. 5. — *Undispirifer undiferus* (Roemer, 1843). Forme A. GFCL 704, Membre du Grisot, Formation de Blacourt, carrière du Banc Noir, niveau situé au-dessus du premier niveau récifal. Vue ventrale. Gr. nat.
- Fig. 6. — *Undispirifer undiferus* (Roemer, 1843). Forme B. GFCL 705, Membre de Couderousse, Formation de Blacourt, tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques. Vue dorsale. Gr. nat.
- Fig. 7. — *Cyrtospirifer conoideus* (Roemer, 1843). GFCL 706. Partie supérieure du Membre des Noces, Formation de Beaulieu, tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.
a, b, c, d : vues ventrale, antérieure, dorsale, postérieure d'un spécimen. Gr. nat.

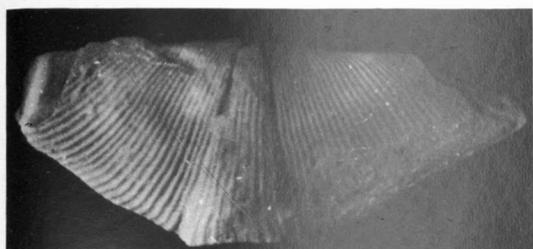
Planche XXVIII

- Fig. 1-3. — *Cyrtospirifer syringothyriiformis* Paeckelmann, 1942.
1a-b. - Paralectotype B 203-1, Geol. Paläont. Mus. Berlin. Gr. nat.
a, vue dorsale ; b, vue ventrale montrant la trace d'une lame dentale subsinale et courte.
2a-b. - Lectotype B 203-2, Geol. Paläont. Mus. Berlin, Formation de Beaulieu, Ferques. Gr. nat.
a, vue postérieure montrant la haute interarea ventrale et le crochet ventral sectionné ;
b, vue ventrale montrant la valve pédonculaire pyramidale, le sinus peu profond.
3. - GFCL 700, Membre des Pâtures. Formation de Beaulieu, affleurement situé au N de la carrière "La Parisienne" à Ferques. Gr. nat. Vue dorsale d'un petit spécimen adulte.
- Fig. 4, 14-15. — *Atrythyris betencourti* (Rigaux, 1892). Membre du Grisot, Formation de Blacourt, banc situé à 15 m environ sous le premier niveau récifal, carrière du Grisot, Ferques.
4. - GFCL 701, vue dorsale d'un spécimen de taille moyenne montrant le foramen tronquant le crochet ventral et le bourrelet peu marqué. Gr. nat.
- Fig. 8-10. — *Apousiella bouchardi belliloci* (Rigaux, 1908). Partie inférieure du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu, tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.
8a-c. - GFCL 707 ; a, b, c : vues ventrale, dorsale, antérieure d'un spécimen. Gr. nat.
10. - GFCL 708, vue ventrale d'un autre spécimen à lamelles de croissance très apparentes. Gr. nat.
- Fig. 9. — *Apousiella bouchardi* (Murchison, 1840). GFCL 709, Néotype. Membre de la Parisienne, Formation de Ferques, niveau situé à 40 m environ de la base de la Formation, carrière du "Trou d'Eau" située à l'W de la carrière "la Parisienne" à Ferques. a, b, c : vues ventrale, dorsale, antérieure.
- Fig. 11. — *Cyrtospirifer supradisjunctus* (Obrutschew 1913). GFCL 710, Membre de Cambresèque, Formation de Beaulieu, tranchée d'accès SW à la carrière du "Banc Noir" à Ferques. Vue dorsale d'un jeune spécimen. Gr. = 1,25 env.
- Fig. 12-13. — *Apousiella dorlodoti* (Rigaux, 1908). Partie inférieure du Membre de Cambresèque, "Niveau de la Cédule", Formation de Beaulieu, angle SW de la carrière du "Banc Noir" à Ferques.
12. - GFCL 711. Vue dorsale d'un spécimen.
13. - GFCL 712. Vue ventrale d'un autre spécimen.



GIS
LILLE





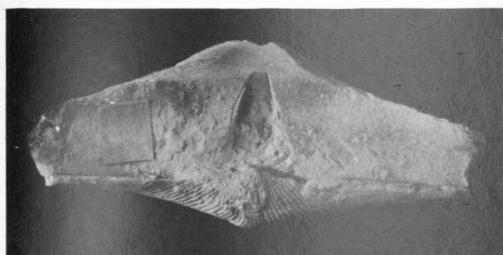
1a



4



1b



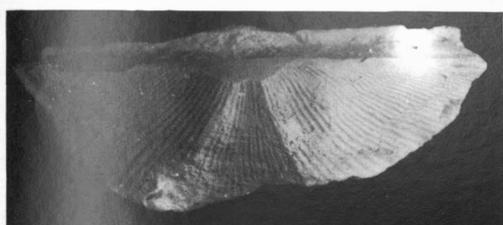
2a



5



3



2b



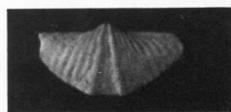
6



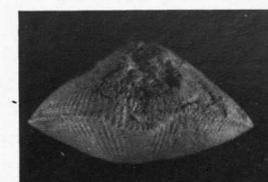
7a



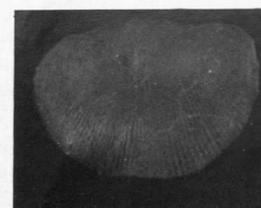
8a



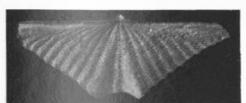
9a



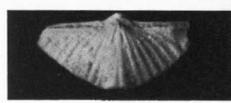
7b



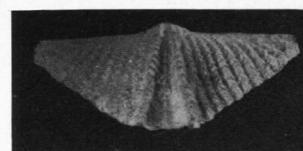
7c



8b



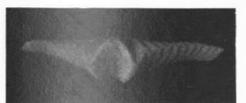
9b



10



7d



8c



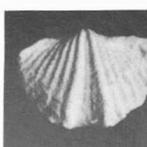
9c



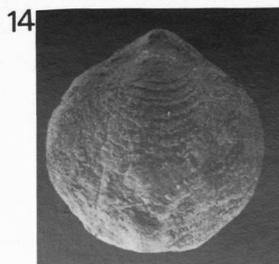
11



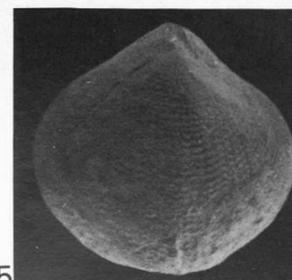
12



13



14



15

Phénomènes tectoniques au voisinage de la Faille de Ferques (Massif primaire du Bas-Boulonnais, France)

par J.P. COLBEAUX (*), R. CONIL (**), et B. HOYEZ (*)

Sommaire. — L'étude stratigraphique et tectonique de quelques carrières du massif paléozoïque de Ferques permet de mettre en évidence au voisinage de la "Faille de Ferques" une bande de terrains tectonisés d'âge Viséen (V_{2b} à V_{3c}) qui seraient en partie renversés. Les implications structurales sont envisagées.

Summary. — The stratigraphy and tectonics of several quarries in the paleozoic outcrop of Ferques show up close to the "Faille de Ferques" a stretch of faulted formations extending from Visean (V_{2b} to V_{3c}) which would be partly overturned. Structural inferences are drawn.

Au cœur de la boutonnière du Boulonnais,affleure le massif paléozoïque de Ferques dont la stratigraphie et la tectonique sont connues dans leurs grandes lignes depuis plus d'un siècle (Gosselet et Bertaut, 1873). La synthèse des données de l'exploitation de la houille et des travaux de reconnaissance miniers permet à Oly de révéler dès 1904, la complexité du dispositif structural profond. Depuis lors, avec l'abandon de l'industrie houillère, cette monographie exhaustive reste un document fondamental pour la compréhension de la tectonique du Boulonnais. Quelques notes fournissent par la suite des précisions : d'une part, Pruvost et Delépine (1921), Danzé (1968), Bonte (1969) et Colbeaux (1975) sur les mécanismes de mise en place des unités et d'autre part, Bouroz (1962) sur les corrélations entre les bassins houillers du Nord et du Pas-de-Calais.

Aujourd'hui, seules les excavations superficielles servant à l'extraction des calcaires restent au fur et à mesure de leur avancement l'unique moyen de reconnaître les structures.

La faille de Ferques, considérée classiquement comme l'un des accidents majeurs affectant le massif paléozoïque, est depuis quelques années joutée ou entamée par de nouvelles

carrières. Etant donné le peu d'informations rassemblées jusqu'alors sur cet accident, il a semblé opportun de faire le point des observations actuelles. Les chantiers dont il sera question dans les descriptions suivantes sont situés, d'une part, au N de la carrière dite "Napoléon" ("Société des Carrières du Boulonnais"), l'une au NE en direction du "Bois-Sergent" (carrière dite du "Bois-Sergent"), l'autre vers le NW en direction de la "Terre des Moines" (carrière des "Moines"); d'autre part, dans la partie septentrionale de la carrière dite de la "Vallée Heureuse" ("Société des carrières de la Vallée Heureuse et du Haut-Banc").

I. — RAPPELS SUR LA STRUCTURE GÉNÉRALE DU MASSIF PALÉOZOÏQUE

Le dispositif hercynien peut se décomposer schématiquement (fig. 1) en un autochtone relatif ou Massif d'Hardinghen-Ferques, chevauché par deux ensembles allochtones : le Massif du Haut-Banc et le Massif d'Hydrequent. Les contacts anormaux qui séparent ces trois unités portent respectivement les noms de faille du Haut-Banc et de faille d'Hydrequent.

a) Le Massif d'Hardinghen-Ferques comprend du Sud au Nord :

- l'anticlinal d'Hardinghen dont seule affleure la retombée méridionale,
- le synclinal d'Elinghen reconnu en sondage,
- l'anticlinal de Caffiers qui met à jour toute la série dévono-carbonifère.

(*) U.E.R. des Sciences de la Terre, Université de Lille I, B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq (France).

(**) Institut de Géologie, Pl. L. Pasteur, 2, B-1348, Louvain-la-Neuve (Belgique).

Note présentée le 7 Décembre 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 5 Avril 1979.

II. — OBSERVATIONS ACTUELLES

A) CARRIERE DES MOINES

1) Tranchée d'accès à la carrière.

La descente dans la carrière (fig. 2 et 3) s'effectue à l'Est par une route décrivant une épingle à cheveux. Le déblai de la branche orientale est implanté dans une zone de calcaires bréchifiés parcourus de filonnets de calcite. On notera cependant que certains bancs sont épargnés par la bréchification. Lors des travaux initiaux de creusement, en plusieurs endroits, et plus particulièrement au début du virage, des paquets de houille "écrasés entre des parois de marbres viséens" (Loboziak, 1972) ont été rencontrés. L'analyse palynologique a révélé un âge namurien supérieur à westphalien A supérieur.

Un peu plus loin, dans le virage, les calcaires forment de véritables brèches à éléments centimétriques à décimétriques anguleux, de nature calcaire, englobés dans une matrice calcitique. La stratification y est généralement indistincte.

Puis, le long du chemin desservant la plateforme intermédiaire, se distingue un contact anormal penté vers le Sud F_1 ($102^\circ/S37^\circ$). Celui-ci se poursuit sur le front inférieur de la carrière ($115^\circ/S30^\circ$). Le compartiment SW est constitué par des bancs fortement redressés à pendage SW, parfois bréchiques, le plus souvent rubanés, d'apparence Viséen supérieur assez élevé ($V_{sb}-V_{sc}$). Le compartiment NE situé sous F_1 (au fond de la carrière) expose des calcaires bréchifiés riches en filonnets de calcite à surfaces de stratification striées ($110^\circ/S45^\circ$, striés $N 167^\circ$ et $102^\circ/S45^\circ$, striés $N 150^\circ$).

A l'angle des deux fronts d'orientation WSW et WNW se situe un niveau remarquable formé de plusieurs bancs riches en macrofaune (polypiers et brachiopodes). Un banc ($127^\circ/SW 72^\circ$) est parcouru sur sa face supérieure par des pistes cylindriques rectilignes en relief positif. Ces traces devaient primitivement appartenir au mur de la couche; ainsi donc, la série serait-elle renversée.

2) Front Sud-Est.

La partie orientale du front (fig. 4a) est mal exposée car recouverte par des argiles char-

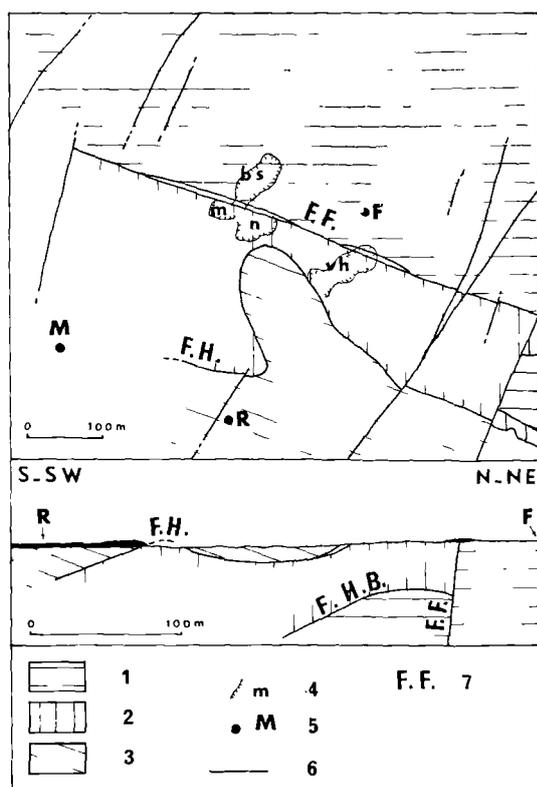


Fig. 1. — Carte structurale et coupe structurale du massif paléozoïque de Ferques (Bas-Boulonnais) d'après la carte géologique de Marquise au 1/50.000.

1, massif de Ferques. — 2, massif du Haut-Banc. — 3, massif d'Hydrequent. — 4, carrières étudiées : bs, Bois-Sergent ; m, Moines ; n, Napoléon ; vh, Vallée Heureuse. — 5, Localités : F, Ferques ; M, Marquise ; R, Rinxent. — 6, faille. — 7, F. F., faille de Ferques ; F.H.B, faille du Haut-Banc ; F.H., faille d'Hydrequent.

- b) Le massif du Haut-Banc constitué presque exclusivement de calcaire carbonifère, forme une écaille qui s'amincit et disparaît vers l'Est.
- c) Le Massif d'Hydrequent intéresse des schistes rouges et des grès blancs du Frasnien supérieur-Famennien. La structure interne n'est pratiquement pas connue ; Bourzo (1962) émet l'hypothèse d'un renversement au sondage de Bazinghen ; cependant, à la carrière Sainte Godeleine, les grès gisent en position normale.

Un réseau de failles tardives très redressées, affecte ce dispositif primitif. La principale d'entre elles, la faille de Ferques d'orientation $N 110^\circ$ a pour effet, selon les conceptions classiquement admises, d'escamoter dans son compartiment Nord, la faille du Haut-Banc.

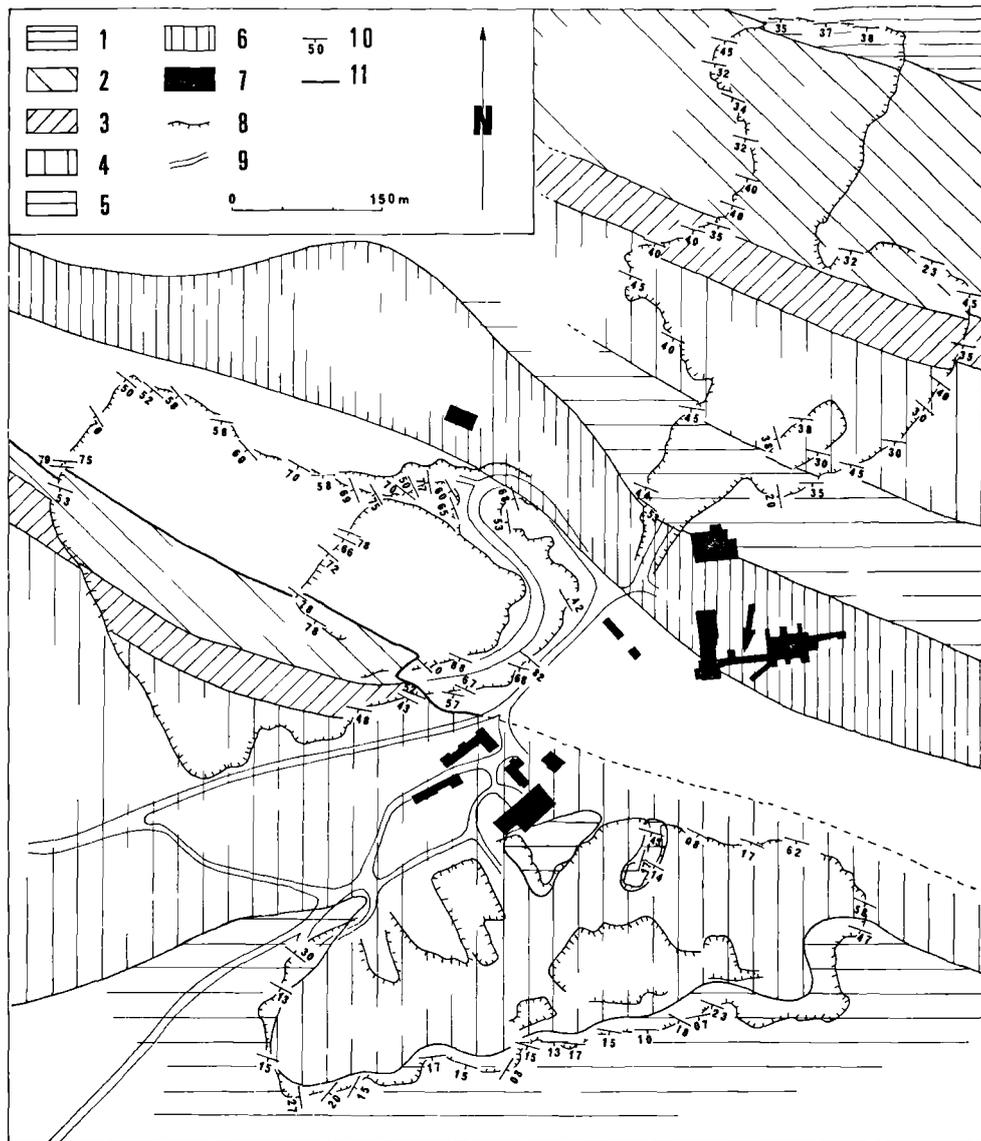


Fig. 2. — Carte géologique schématique des carrières de la " Société des carrières du Boulonnais ".

1, V_{2a} . — 2, V_{2b} . — 3, niveau dolomitique. — 4, V_{3a} . — 5, V_{3b-c} . — 6, zone de " poches ". — 7, bâtiments. — 8, contour de carrière. — 9, chemin d'accès. — 10, stratification à pendage 50° . — 11, faille. — La flèche indique la fosse de Frémicourt n° 1

bonneuses issues de deux grandes " poches ". Le prolongement de l'accident F_1 est notamment partiellement masqué.

Un accident F_2 est tapissé d'argile carbonneuse (éponge NE : $124^\circ/NE81^\circ$; éponge SW :

$105^\circ/N 87^\circ$); il semble rejoint en fond de carrière par un faisceau d'accidents à pied N ($107^\circ/N 68^\circ$) F_3 .

Les couches comprises entre F_2 et F_3 sont d'âge viséen supérieur et dessinent un synclinal

(axe : 125°/SE 26°) dont le flanc SW est légèrement renversé.

Un accident à pied N (125°/NE 37°, striés N 32°, sens du mouvement du N vers le S) F₄ délimite avec F₃ un ensemble de couches verticalisées. Au-dessus de F₄ apparaissent les calcaires dolomitiques du sommet du V_{2b}, alors que vers F₃ sont visibles des calcaires clairs de type V_{3a}.

Au niveau de la plate-forme moyenne se dessine une charnière anticlinale déversée (axe 115°/E 18°) cisillée par une faille F₅ (138°/NE 65°, stries inclinées de 12° vers l'W). La série verticalisée limitée par F₃ et F₄ formerait donc le flanc inverse de cet anticlinal.

Au SW de F₄-F₅ se développe une série normale régulièrement stratifiée (115°/S43°) ap-

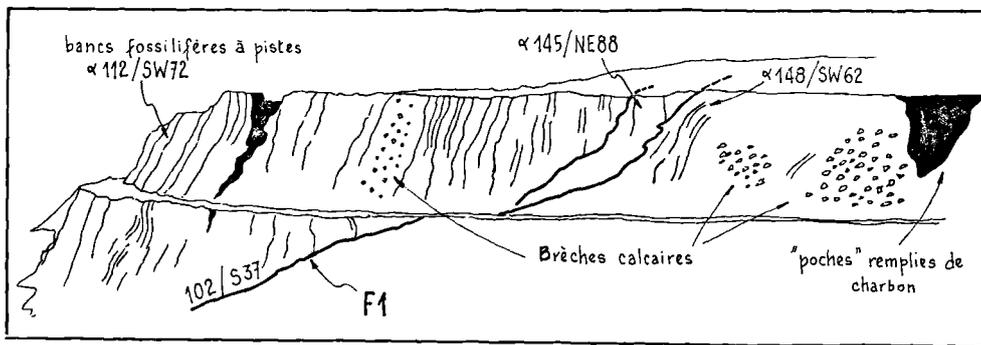


Fig. 3. — Croquis du front dans le virage de la tranchée d'accès à la carrière des Moines. 112°/SW 72° : stratification. 102°/S37° : joint.

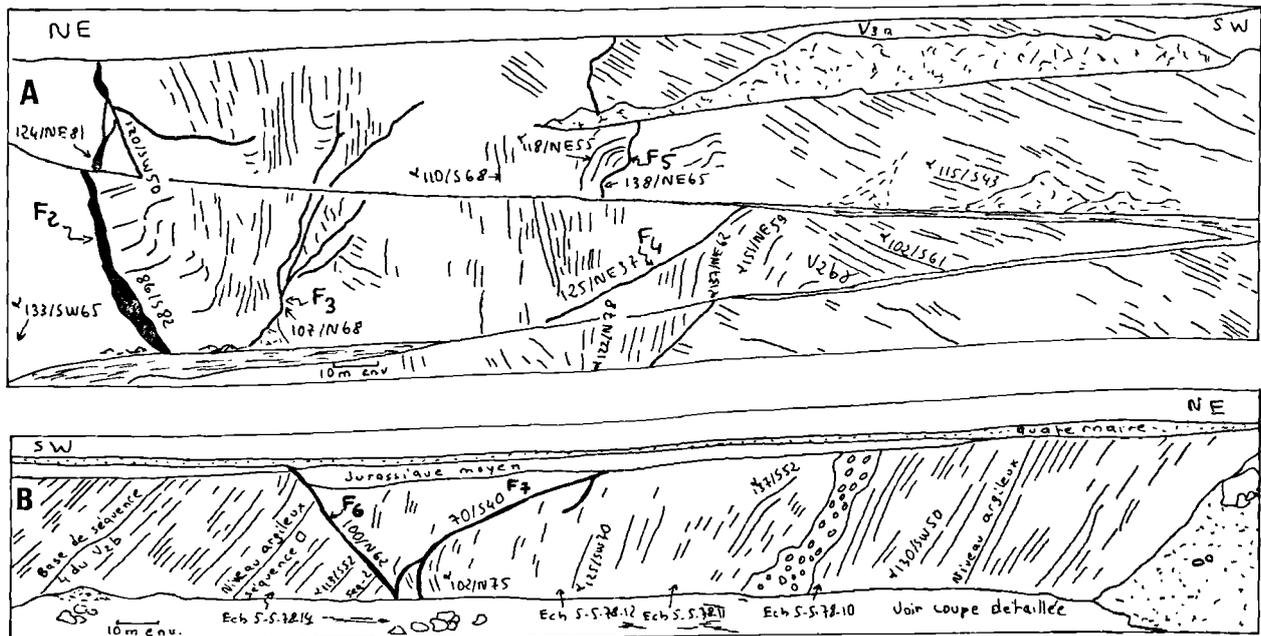


Fig. 4. — A : croquis E-W du front Sud-Est de la carrière des Moines. — B : croquis W-E du front Nord-Ouest de la carrière des Moines.

partenant au massif du Haut-Banc s. str. A l'aplomb des bureaux, du fond de la carrière à la surface, s'observe la succession stratigraphique du V_{2b} aux premières séquences du V_{3a} .

3) Front Sud-Ouest.

Ce front n'intéresse que le Massif du Haut-Banc s. str. et recoupe obliquement les couches. Ainsi s'observent successivement du S vers le N les niveaux du sommet du V_{3a} jusqu'aux dolomies du V_{2b} . Quelques failles affectent cette continuité : $05^\circ/W70^\circ$, $60^\circ/NW72^\circ$, $77^\circ/S65^\circ$ et $20^\circ/NW76^\circ$.

4) Front Nord-Ouest.

On peut diviser schématiquement ce front en trois parties (fig. 4b et 5) :

a) au SW, une série régulièrement stratifiée et monoclinale ($113^\circ/S52^\circ$) qui est la suite vers le bas de celle exposée sur le front Sud-Ouest. L'analyse séquentielle permet de mettre en évidence une suite de séquences : de la séquence + 4 à la séquence - 3 du V_{2b} avec des épaisseurs et des caractères identiques à ceux observés en d'autres points du Massif du Haut-Banc (Hoyez, 1971).

b) Au NE, une série également monoclinale ($130^\circ/SW50^\circ$) dont la coupe séquentielle et le contenu micropaléontologique (fig. 5 et tabl. I) ont été analysés. La phase supérieure des séquences est formée généralement de calcaires rubanés tandis que la phase inférieure est constituée d'un calcaire bioclastique très fin livrant une microfaune d'âge V_{3b} supérieur - V_{3c} . L'évolution des rythmes sédimentaires semble indiquer une série inverse (granoclassement en particulier), mais ceci n'est pas confirmé avec certitude. Des réductions mécaniques d'épaisseurs ont été constatées dans certains bancs ("micro" chevauchements intra-bancs).

c) Entre ces deux ensembles, une zone à stratification confuse, accompagnée par endroits de broyages. La limite ouest est marquée par une faille F_6 ($100^\circ/N62^\circ$ et $114^\circ/NE73^\circ$ à stries de direction $N115^\circ$) qui pourrait être l'homologue de l'accident F_5 du front sud-est. La limite est plus vaguement marquée par une bande bréchique irrégulière, d'environ 10 m d'épaisseur : les épontes de cette brèche correspondent en fait à un calcaire clair (type V_{3a} ou V_{3b})

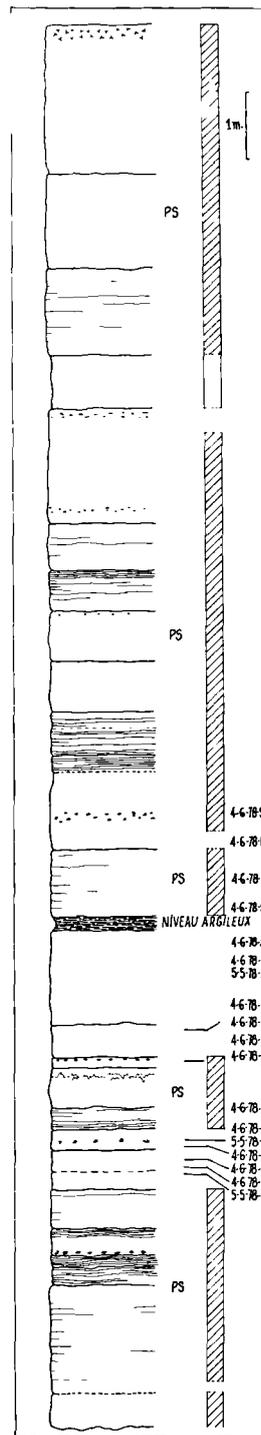


Fig. 5. — Détail de la coupe à l'E du front précédent. 4.6.78.9 : lame mince n° 9.

ECHANTILLONS														
	5.5.78.14	5.5.78.12	5.5.78.11	5.5.78.10	5.5.78.8	4.6.78.9	4.6.78.8	4.6.78.6	4.6.78.5	4.6.78.4	4.6.78.3	4.6.78.2	4.6.78.1	5.5.78.15
Algues diverses														
Chlorophycées (Caulerpales)						●	●							
Coelospora sp.									●	●				●
Koninkopora inflata (de KONINCK)	●	●												
Diplosphaerina inaequalis (DERVILLE)			●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●
Pachysphaerina pachysphaerica (PRONINA)	●	●	●	●	●	●	●			●	●		●	
Cytosphaera bulla (CONIL & LYS)			●		●				●	●				
Parathuramina suleimanovi LIPINA	●	●				●	●							●
Earlandia minor (RAUSER)	●	●	●	●	●	cf.		?	●	●	●	●	●	●
Earlandia vulgaris (RAUSER & REITLINGER)		●	●							●				●
Scalebrina gen.nov. CONIL & LONGERSTAEY ^o (_L impression)			●							●			●	cf. ●
Brunsia sp.	●		●	●					●	●		cf.		?
Brunsia spirillinoides (GROZDILOVA & GLEBOVSKAJA)	●													
Pseudoammadiscus sp.													●	
Archaediscus sp.			●	●	●				●	●	●	●	●	●
Archaediscus stade angulatus			●	●	●				●	●	●	●	●	●
Archaediscus stade tenuis													cf.	cf.
Archaediscus stilus GROZDILOVA & LEBEDEVA			●	●					●	●	●	●	●	●
Archaediscus varsanofievae GROZDILOVA-LEBEDEVA			●		●					●				●
Archaediscus krestovnikovi RAUSER				●					●	●				
Archaediscus convexus GROZDILOVA & LEBEDEVA				●									●	
Archaediscus operosus SCHLYKOVA													●	
Nodosarchaediscus (Nodosarchaediscus) sp.									●	●	●			●
Nodosarchaediscus (Asperodiscus) sp.					●									●
Nodosarchaediscus (Nodasperodiscus) sp.										●				●
Nodosarchaediscus (Asteroarchaediscus) sp.														●
Nodosarchaediscus cf. incertus GROZDILOVA & LEBEDEVA													●	
Nodosarchaediscus (Nodasper) saleei saleei (CONIL & LYS)										●				
Lituotubella sp.	●													
Vissariotaxis compressus (BRAZHNIKOVA)				●										
Howchinia sp.										cf.				
Howchinia bradyana (HOWACHIN)										●				?
Tetrataxis ex gr. conicus EHRENBERG	●	●	●						●	●	●	●	●	●
Valvulinella sp.									●	●				
Palaeotextulariidae													●	
Koskinotextularia sp.														●
Endothyra sp.	●	●	●	●		●			●	●	●	●	●	●
Endothyra spira (CONIL & LYS)									off.	●				
Endospiroplectammina sp.	cf.													
Endothyranopsis sp.											cf.			●
Endothyranopsis compressa RAUSER & REITLINGER														cf.
Dainella sp.	cf.													
Mediacris mediocris (VISSARIONOVA)	●													
Quasiendothyra (?) nibelis DURKINA	cf.	cf.												
Eostaffella sp.	●	●												
Aoujgaliida													●	
Fasciella kizilia IVANOVA									●	●	●			●
Rectangulina sp.									●					
Hexaphyllia sp.	●	●											●	

Tableau I. — Analyse micropaléontologique.

intensément fracturé et recristallisé, alors que le cœur est réellement bréchique avec des blocs calcaires pouvant atteindre plusieurs décimètres, jointifs ou englobés dans une matrice argileuse.

Un accident F_7 ($70^\circ/S40^\circ$) rejoint F_6 sous le plancher d'exploitation et semble être recoupé par ce dernier. Il se ploie de même que les bancs situés au-dessous (axe du ploiement : $102^\circ/W04^\circ$) qui prennent un pendage Nord ($102^\circ/N 75^\circ$).

Au cœur de cet ensemble, entre F_7 et la brèche, certains bancs paraissent verticalisés ($147^\circ/S70^\circ$).

Les niveaux situés sous F_7 appartiennent au Viséen moyen V_{2b} d'après leur pétrographie (horizons dolomitiques), leur macrofaune à Polyptères et Productidés et leur microfaune (Ech. 12 et 13, tabl. I) ; ils passent en direction de la brèche à des calcaires clairs, à niveaux algaires en buissons de type V_{3a} , éventuellement V_{3b} (Ech. 11, tabl. I).

5) Front Nord-Est.

La direction de ce front étant presque parallèle aux directions structurales, les observations sont de ce fait rendues difficiles. On note néanmoins que les bancs d'orientation ($120^\circ-130^\circ/SW 50^\circ-60^\circ$) présentent de nombreux joints emplis de cristaux de calcite d'orientation ($120^\circ-130^\circ/NE 52^\circ-56^\circ$) témoins de l'étirement des couches.

Les bancs sont composés en grande partie de calcaires rubanés d'âge V_{3b} supérieur- V_{3c} qui assurent apparemment la liaison stratigraphique entre le front nord-ouest et celui du virage de la tranchée d'accès à la carrière. Environ au milieu de ce front, une poche argilo-charbonneuse entaille les bancs calcaires.

B) LA CARRIERE DU "BOIS-SERGENT"

L'exploitation actuelle représente la jonction des postes de concassage à l'ancienne carrière de Bois-Sergent. L'intérêt tectonique de cette carrière est limité car elle se situe intégralement dans le massif autochtone de Ferques. Les couches pendent régulièrement vers le Sud ($110^\circ/S 40^\circ$) ; on peut y observer du N au S :

— Une quinzaine de mètres de calcaires bioclastiques assez grossiers à tests entiers de Brachiopodes, de calcaires oolithiques, puis de calcaires micritiques, pouvant correspondre à la deuxième séquence du V_{2a} .

- Une séquence de 6 à 7 mètres d'épaisseur à phase supérieure très développée : troisième séquence du V_{2a} .
- La " petite brèche " (Hoyez, 1971) qui affleure à la côte du terrain naturel à quelques mètres au Sud du chemin de Ferques à la Ferme de la Malassise.
- Le $V_{2b}\alpha$ avec 19 séquences.
- L'épaisse séquence du $V_{2b}\beta$ avec son niveau argileux repère.
- Quatre séquences du $V_{2b}\gamma$.
- La série bioclastique et dolomitique, ainsi que les niveaux à cherts du sommet du V_{2b} - base du V_{3a} .
- Les calcaires (Lunel) du V_{3a} (zone d'extension latérale de la carrière).
- Plusieurs séquences du $V_{3b}-V_{3c}$ le long de la tranchée d'accès à la carrière. Les niveaux supérieurs surtout bioclastiques sont riches en gros Productidés et présentent quelques horizons siliceux blancs. Au sommet, les joints argileux deviennent abondants et s'intercalent entre des bancs calcaires minces.
- Quelques mètres de schistes et grès altérés dont la continuité avec la série précédente n'est pas assurée du fait de glissements superficiels.

C) LA CARRIERE DE LA "VALLEE HEUREUSE"

L'extension récente de cette carrière vers le N et le NE a mis en évidence certaines structures tectoniques inattendues.

En 1968, alors que la carrière n'était pas aussi développée, Danzé avait signalé la présence d'une faille à pendage nord au sein des calcaires viséens. Il l'interprétait comme une faille chevauchante satellite de la faille d'Hydrequent. Cette faille reste encore visible actuellement mais son explication semble devoir être modifiée.

Le dispositif tectonique peut être appréhendé par un panorama depuis le lieu-dit " l'Engoule " en regardant vers l'Est (fig. 6). On y observe du N au S :

- 1) Sur le niveau d'exploitation supérieur, une série régulièrement pentée comprenant le V_{3a} (sauf quelques séquences inférieures), plusieurs séquences du V_{3b} (avec les niveaux noduleux rougeâtres dits " Joinville ") et peut-être la base du V_{3c} . Le pendage et la direction des couches, ainsi que leur localisation géographique, placent cette série dans le Massif autochtone de Ferques. La constance des pendages ne souffre d'exception qu'à la bordure extrême du massif où les couches fléchissent et se gaufrent.
- 2) Sur le front d'exploitation moyen et supérieur, un accident (F) aux épontes assez floues mais dont la trace se suit aisément grâce à la nature du remplissage. Il est en effet garni de matières charbonneuses, de façon irrégulière avec des épaississements ou des réductions. Son inclinaison est d'environ $70^\circ-80^\circ$ vers le Nord.
- 3) A la partie inférieure du front moyen, une bande d'une vingtaine de mètres d'épaisseur de calcaires générale-

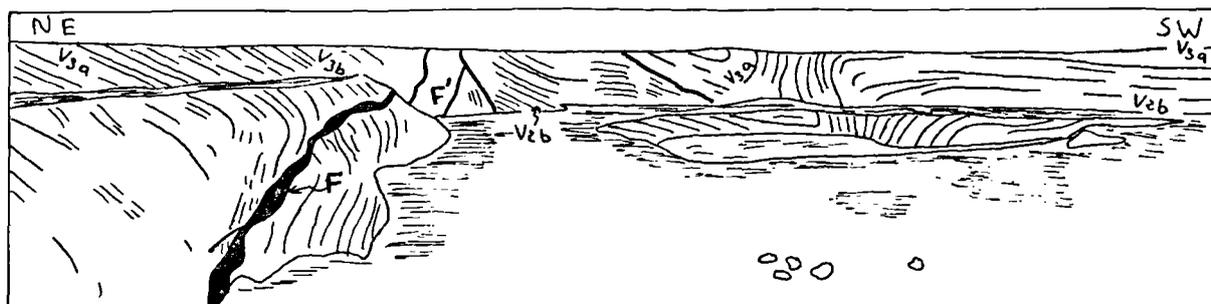


Fig. 6. — Croquis N-S de la carrière de la Vallée Heureuse.

ment fracturés et parcourus de filonnets calcitiques. Le pendage des couches, lorsqu'il est discernable, est proche de la verticalité.

- 4) Actuellement mal visible car recouvert par la plate-forme moyenne, un accident à pied nord (F') que l'on pouvait voir antérieurement se joindre à F, à la base et à l'W du front de taille (Danzé, 1968, fig. 2).
- 5) Un coin de calcaires verticalisés.
- 6) Une faille.
- 7) Un massif compréhensif dans lequel la continuité des niveaux stratigraphiques peut être établie et où l'on reconnaît :
 - les horizons à cherts et dolomies de la limite V_{2b} - V_{3a} ,
 - une faille à faible rejet,
 - les calcaires du V_{3a} dessinant une cuvette synclinale dont le flanc sud se redresse fortement et se renverse même en certains points,
 - les séquences inférieures du V_{3a} et les niveaux à cherts et dolomies du V_{2b} - V_{3a} formant un pli anticlinal en genou, dont le flanc méridional se ploie mollement pour donner le classique "Dôme du Haut-Banc".

II. — GEOMETRIE ET CINEMATIQUE DE LA FRACTURATION DANS LES CARRIERES "NAPOLEON", DU "BOIS SERGENT" ET DES "MOINES" (J.P. C.)

Afin de cerner ce que l'on appelle classiquement la zone de la "faille de Ferques", les carrières ont été divisées en cinq secteurs : secteur I, massif de Ferques, moitié N de la carrière du "Bois-Sergent" ; secteur II, moitié S de cette carrière ; secteur III, massif des Moines, carrière des "Moines" ; secteur IV, massif du Haut-Banc, carrière des "Moines" ; secteur V, carrière "Napoléon".

Les mesures (1.372) ont été traitées à l'aide des méthodes exposées dans deux notes précé-

dentes (Colbeaux, 1977, 1978) ; seuls les résultats bruts seront donc exposés sous la forme du tableau II. On notera une bonne homologie entre les différents secteurs, que ce soit ceux du massif de Ferques (I et II), du massif des Moines (III) ou du massif du Haut-Banc (IV et V) ; homologie tant au niveau géométrique (familles de joints) qu'au niveau de l'interprétation (joints à fort pendage striés, joints peu pentés, stratifications striées).

Seuls les secteurs III (massif des Moines) et V (carrière Napoléon, massif du Haut-Banc) ont permis une comparaison complète de la succession des déformations. Beugnies et Colbeaux (1977) ont montré comment les méthodes d'analyse mésostructurale confirmaient l'analyse structurale classique, dans un massif de même position tectonique que le massif paléozoïque du Boulonnais : le massif de la Tombe, région de Charleroi (Belgique). Aussi la succession des déformations suivante est-elle proposée à titre d'hypothèse à l'analyse structurale.

1° Des plis d'orientation sensiblement E-W, puis des chevauchements à polarité S-N et enfin des joints à fort pendage conjugués par rapport à la direction de raccourcissement N-S caractéristique de cette première phase de déformations.

2° Des plis transverses d'orientation N-S, des chevauchements mineurs et le rejet des accidents chevauchants de phase 1, liés à des raccourcissements E-W (phase 2).

3° Le rejet des joints peu pentés de phase 2 consécutif à des raccourcissements N-S (phase 3).

4° Des joints à fort pendage conjugués par rapport à la direction de raccourcissements E-W caractérisant la quatrième phase de déformations.

III. — LES ASPECTS DE LA “ FAILLE DE FERQUES ” : ESSAIS D'INTERPRETATION DE DONNEES DE SURFACE

(B. H. et J.P. C)

Les observations qui viennent d'être rapportées montrent la complexité de ce qui est classiquement appelé la “ faille de Ferques ”. Entre le massif charrié du Haut-Banc et le massif autochtone de Ferques bien caractérisés, s'étend une zone de terrains déformés, faillés ou bréchifiés dont l'interprétation est rendue encore plus délicate par l'insuffisance d'affleurements. A cet ensemble il est donné le nom de “ massif des Moines ”.

Les auteurs conçoivent différemment l'édifice tectonique et exprimeront séparément leur point de vue. Une coupe N20° traversant la carrière des Moines (X = 557,8, Y = 347,5 ; X = 558,15, Y = 348,6) résume ces conceptions.

A) PREMIERE INTERPRETATION

Cette interprétation proposée par Hoyez (fig. 7 A) considère que le massif des Moines est un coin de terrains verticalisés ou renversés appartenant primitivement au Massif du Haut-Banc (un flanc inverse de pli couché par exemple) ou moins vraisemblablement au massif autochtone d'Hardinghen-Ferques. Ce coin aurait été mis en place par le jeu de la faille de Ferques.

1° A la carrière de “la Vallée Heureuse”, on peut assimiler le massif des Moines à la bande de calcaires bréchiqes comprise entre F et F'. Le contact majeur (faille de Ferques, proprement dite) correspond à l'accident F.

La même fracturation et la même bréchification que dans la tranchée d'accès à la carrière des Moines s'y retrouvent, ainsi que les enduits de substances charbonneuses dont l'origine est à rechercher dans le Houiller sus-jacent.

Une particularité de la faille de Ferques entre l'“ Engoule ” et Elinghen réside dans le pendage nord (70°-80°). Ce trait avait déjà été remarqué par Olry (1904, p. 58) dans les carrières d'Elinghen ; il constitue une exception d'après les travaux miniers car, tant à l'W aux fosses de Leulinghen et de Frémicourt, qu'à l'E dans le bassin d'Hardinghen, cette faille a été repérée avec un pied sud.

L'interprétation des contacts anormaux, ici nommés F et F', comme des failles satellites de la Faille d'Hydrequent, émise par Danzé (1968), semble devoir être rejetée car elle ne laisse pas de place à la faille de Ferques.

2° Le cas de la carrière “ des Moines ” est plus complexe car la configuration de l'exploitation n'offre pas de coupe transversale franche.

Le contact principal de la faille de Ferques est supposé passer dans la tranchée d'accès à la carrière où se manifestent d'importantes brèches calcaires et des paquets de Houiller inclus tectoniquement dans le Viséen. Les indications fournies par l'exploitant indiquant une zone défavorable à l'extraction (poches, failles, charbon...) peuvent servir de base approximative pour le tracé en plan (fig. 2).

Le raccord et l'interprétation des structures à l'intérieur du massif des Moines soulèvent des difficultés en raison notamment d'une mauvaise distinction de la stratification.

Le front sud-est peut être grossièrement schématisé par la jonction d'un anticlinal déversé et d'un synclinal faillé. Une telle structure en flanc inverse d'anticlinal pourrait se reproduire sur le front nord-ouest entre F₀ et le niveau de brèche.

Cette brèche du front nord-ouest appelle deux interprétations, dans l'ordre de vraisemblance :

— soit qu'elle signifie un accident secondaire au NE duquel se poursuit la série renversée du V_{3b} supérieur - V_{3c}. Ainsi la continuité est réalisée avec la série renversée à l'entrée de la carrière ;

— soit qu'elle est homologue de la brèche de la tranchée. En ce cas, les bancs au NE appartiendraient au massif autochtone en série normale et un décrochement senestre interviendrait au niveau du front nord-est.

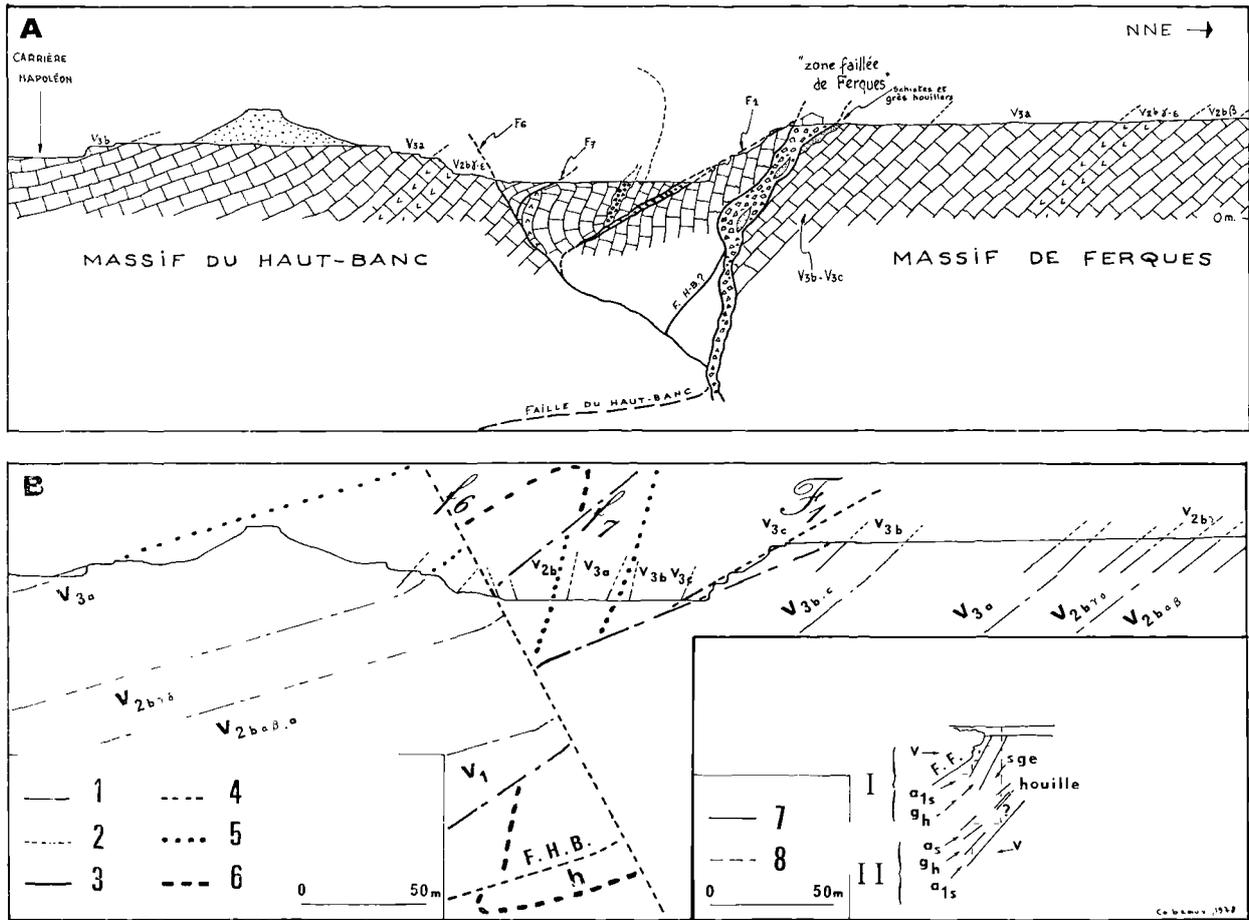


Fig. 7. — Interprétation des observations effectuées dans la carrière des Moines.

7 A : Interprétation de Hoyez. - 7 B : Interprétation de Colbeaux. 1, limite stratigraphique observée. — 2, limite prolongée. — 3, faille. — 4, faille prolongée. 5, limite stratigraphique hypothétique. — 6, allure générale des couches.

— 7, limite stratigraphique. — 8, extension de la fosse Frémicourt n° 1

Légende de la fig. 21, p. 116, de Oly (1904) : a_{1s}, argile schisteuse ; gh, grès houiller ; a_s, argile schisteuse ; S_{gc}, schistes gris calcareux ; v, calcaire Napoléon.

En conclusion, la faille de Ferques se révèle un accident complexe, jouté le long de son tracé par une bande de terrains très tectonisés pouvant atteindre 250 m. Les paquets de calcaires qui composent cette bande semblent avoir été remontés de parties profondes du Massif du Haut-Banc. Le contact majeur (zone faillée de Ferques) est une surface à pendage variable marquée sur une épaisseur allant jusqu'à une dizaine de mètres, par des brèches et des inclusions tectoniques.

B) DEUXIEME INTERPRETATION

Cette seconde interprétation, proposée par Colbeaux, considère le massif du Haut-Banc comme le flanc normal supérieur d'un pli en genou, à flanc inverse étiré (massif des Moines) chevauchant le flanc normal inférieur (massif de Ferques).

Le raisonnement développé ci-dessous portera sur ce qui a été observé dans les "Carrières du Boulonnais", l'analyse structurale d'en-

semble étant entreprise par ailleurs avec Leplat (B.R.G.M. - S.G.R., Lille).

1) Analyse structurale des fronts d'exploitation de la carrière des Moines.

a) Fronts nord-ouest et nord-est.

α) La série renversée présente au SW une zone où les bancs sont affectés de micro-chevauchements intra-bancs, puis vers le NE une zone où les bancs sont étirés (joints emplis de calcite en cristaux). Il apparaît donc que du NE vers le SW on se dirige vers le cœur d'une structure majeure.

β) Si l'on reporte sur le front nord-ouest (fig. 8 A) à partir du niveau argileux limitant le $V_{2b\alpha} - V_{2b\beta}$, les différentes assises du Viséen telles qu'elles ont été étudiées par Hoyez (1971) et que l'on considère à titre de première hypothèse le niveau bréchique comme homologue de la "grande brèche", il aurait subi une diminution d'épaisseur de près de 50 %. On reporte alors le V_{3a} vers le SW avec une épaisseur réduite de 50 %, la limite hypothétique $V_{2b} - V_{3a}$ se situe alors entre les échantillons 12 (V_{2b}) et 11 ($V_{3a} - V_{3b}$?).

γ) Conclusion : il y aurait donc au SW de F_6 une série normale d'épaisseur équivalente à celle de la série classique, au NE de F_6 une série inverse et étirée qui pourrait constituer le flanc inverse d'un anticlinal renversé dont le cœur se situerait près de F_6 .

b) Coupe reconstituée.

α) Sur cette coupe (fig. 8 B) ont été reportées les différentes mesures de stratification indiquées fig. 2. On constate la présence d'une série normale au SW, d'un accident sub-vertical, d'une série très redressée située au-dessus de F_1 et, sous cet accident, de couches à pendage plus faible au fond de l'exploitation.

β) La faille F_1 présente une zone d'une vingtaine de centimètres fortement broyée et recristallisée semblable à celle qui accompagne la faille des Gaux dans le massif de la Tombe (Beugnies, 1976); de plus, les bancs situés sous F_1 contiennent des stylolites à pics bien développés (1 à 2 cm) perpendiculaires à F_1 .

A titre de seconde hypothèse, il est proposé que F_1 soit un accident chevauchant majeur séparant le massif supérieur renversé (massif des Moines) du massif inférieur en position normale : le massif de Ferques.

c) Conclusion.

En simplifiant fortement le panorama (fig. 4 a) du front du sud-est (fig. 8 C), une structure de pli en genou se dessine, identique à celle décrite dans les carrières de la "Vallée Heureuse" (fig. 6). Cette structure serait donc située au-dessus de l'accident chevauchant majeur proposé ci-dessus.

2) Remarque concernant l'analyse méso-structurale.

Pour l'ensemble des familles de joints (tabl. II), les joints parallèles ou sub-parallèles à la "faille de Ferques" n'apparaissent pas comme prédominants. Or, si cette faille avait l'importance qu'on lui accorde : 250 m de largeur, 800 m de rejet vertical, elle devrait se traduire dans l'analyse méso-structurale. A titre de troisième hypothèse, l'importance de la "faille de Ferques", si elle existe, sera fortement minimisée.

3) Analyse d'une fosse d'exploitation située au voisinage : Frémicourt n° 1.

a) Olry (1904), p. 58 : "ouverte directement sur le terrain houiller vers son contact avec le grès des Plaines, elle (cette fosse) a rencontré le calcaire à *Productus giganteus* en stratification concordante avec lui... A cet endroit, la faille (faille de Ferques) superposée au terrain houiller et recouverte par le calcaire Napoléon, est assez ondulée dans les niveaux supérieurs, mais ne tarde pas à prendre un plongement d'environ 45° vers le SSW, alors qu'à son voisinage, l'inclinaison des bancs houillers atteint 70°" (fig. 1 et encart de la fig. 7 B).

b) Si l'on analyse la description de la fosse Frémicourt n° 1 donnée par Olry (1904) à la lumière des conclusions communes aux auteurs, à savoir : l'existence d'une série inverse dont les bancs les plus inférieurs appartiennent au V_{3b} supérieur - V_{3c} , il est possible de concevoir l'ensemble I (fig. 7 B) comme appartenant au massif des Moines, l'ensemble II garde l'interprétation d'Olry et appartient au massif de Ferques.

Retour à la coupe reconstituée.

Les paquets de houille décrits dans la tranche d'accès à la carrière sont situés sous F_1 .

Par analogie avec la Fosse Frémicourt n° 1 et du fait de la présence des brèches, une quatrième hypothèse propose d'adjoindre à F₁ un autre accident chevauchant, limitant avec cette dernière un lambeau de poussée.

4) Conclusion.

La structure d'ensemble visible dans les "carrières du Boulonnais" serait un pli en genou à flanc inverse fortement étiré chevauchant le flanc normal inférieur (fig. 7 B). Une

02-08/E 74-80 16-29/W 64-89	13 33	09-20/E 77-82 W 72-78	10 17	16-27/E W 76-86	8 7	22-30/NW 62-88	16-22/NW 81-86	4	Familles de joints
43-48/NW 72-78	18	31-36/NW 73-80	19						
55-61/NW 60-68 76-79/N 70-76	18 10	64-71/VV 63-78	10	61-73/N S 50-60	7 6	60-75/90			
		98-103/N 39-44	4	88-108/N 55-70	18				
		107-112/N 68-75	8	106-110/90	5	102/S 72	100-104/N 78-86	3	
		124-128/NE 71-76	12	123-129/90	5		111-118/NE 74-84	4	
				126-130, NE 52-56	7	138/NE 65			
		135-146/NE 38-48	8	122-136/NE 27-43	8	115/N 42 138/S 35	123-131/S 38-44	3	
		144-147/NE 72-76	17	140-151/NE 46-55	7				
169-161/NE 51-72	9	157-162/NE 68-75	23						
		07/S 25					15/S 12		Axes de plis
68/SW 10							53/SW 14		
132/E 16		116/00		100/W 14					
158/S 30				160/N 40					
25/E 40 32/NW 04									Joints
45/NW 30		40/NW 45		41/SE 35-43 NW 15-46	163				
64-70/N 43-45							60-70/S 08-28	83 08 79	peu
90/S 48 95-100/N 40-45		115/S 40 98-103/N 39-44		85-123/S 25-48	12 81 86	110 S 35 115/N 42			
135/NE 40		135-146/NE 38-48		122-136/NE 27-43		138 NE 35	123-131/S 38-44	19 28	pentés
155/E 45 170/E 27				142-156/E 19-45 W 33	170				
				170-10/E 40-46 W 15-43			163-169/W 24-38 170-05/E 07.30	48 45	
		86 98 W → E		82 W → E			12 32		Plan de mouvement des stratifications striées
		154 N → S					70		
I		II		III		IV	V		Secteur

Tableau II. — Analyse des déformations dans les "carrières du Boulonnais". — Familles de joints avec indication du nombre de joints par % de surface. — Joints peu pentés avec indication des directions des plans de mouvement.

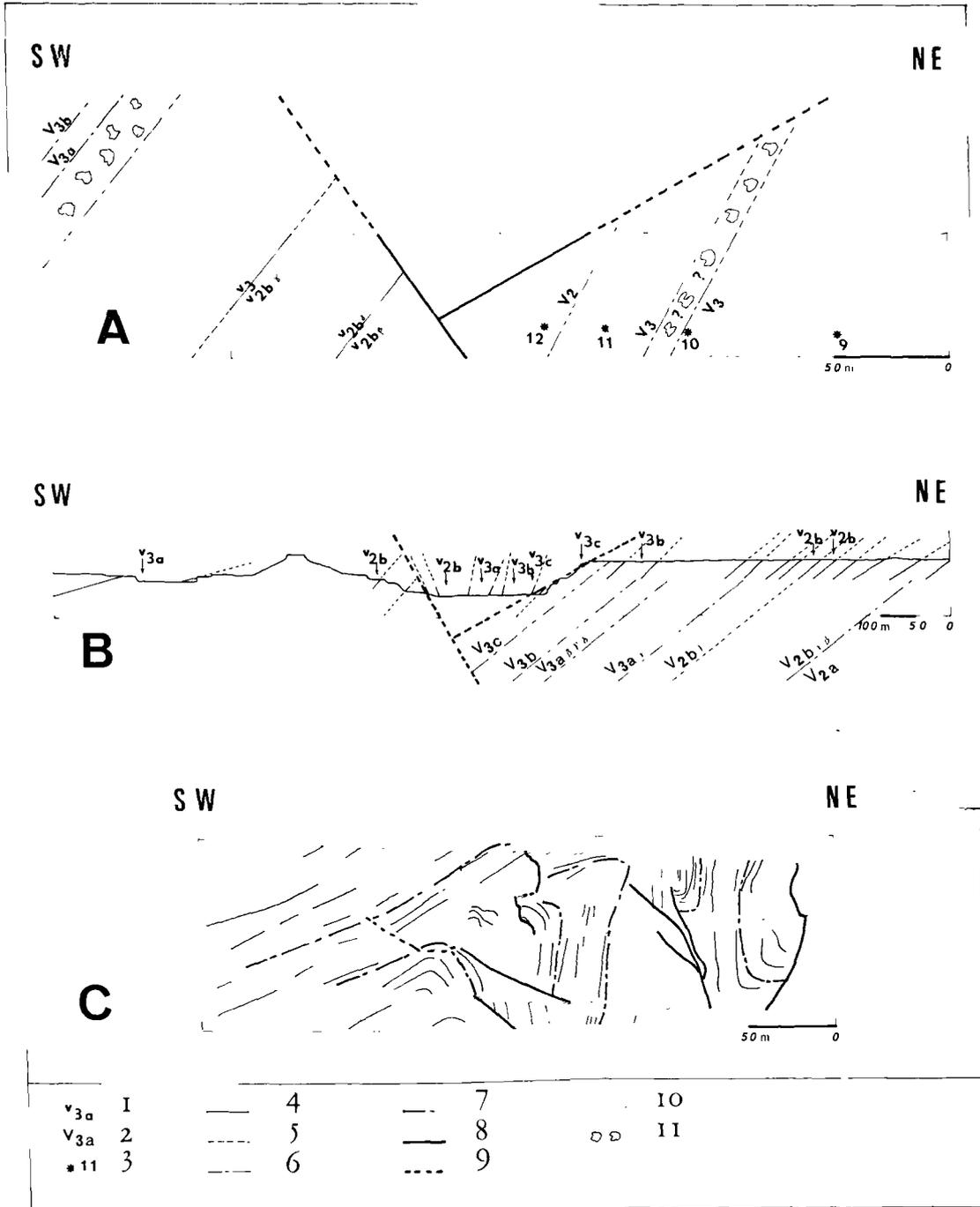


Fig. 8. — Arguments apportés à l'interprétation de Colbeaux.

A : front Nord-Ouest. — B : coupe hypothétique. — C : front Sud-Est.

1, V_{3a}, niveau stratigraphique vu sur le front de taille. — 2, V_{3a}, niveau stratigraphique hypothétique. — 3, lame mince. — 4, limite de couche. — 5, limite prolongée. — 6, limite supposée. — 7, allure générale des couches. — 8, faille. — 9, faille prolongée. — 10, chemin d'accès. — 11, brèche.

fracturation postérieure (F_0) élimine les relations entre flanc normal supérieur et flanc inverse. Le Houiller décrit par Loboziak (1972) serait alors inclus dans un lambeau de poussée coincé au-dessus du chevauchement majeur qui pourrait être l'équivalent de la Faille du Haut-Banc.

Mis à part la non-existence de la faille de Ferques, ceci rejoint un schéma tectonique (fig. 9) proposé dès 1928 par Pruvost (1947).

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BEUGNIES A. (1976). — Le lambeau de poussée hercynien de la Tombe (Ardenne belge). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVI, p. 27-74, 1 carte h.-t., 2 annexes.
- 2) BEUGNIES A. et COLBEAUX J.P. (1977). — Confirmation de la tectonique polyphasée du Massif de la Tombe. *Bull. Soc. belge Géol.*, t. LXXXVI, p. 57-65.
- 3) BONTE A. (1969). — Le Boulonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXI, p. 23-46, 1 annexe.
- 4) BOUROZ A. (1962). — Contribution à l'étude de la structure du bassin houiller du Boulonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXII, p. 27-37.
- 5) COLBEAUX J.P. (1975). — Etude d'une zone de chevauchement : la faille d'Hydrequent (Bas-Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCV, p. 101-107, Pl. XII et XIII.
- 6) COLBEAUX J. P. (1977). — Géométrie et cinématique de la fracturation dans le Nord de la France. *Bull. B.R.G.M.* (2^e série), section IV, n° 4, p. 339-355.
- 7) COLBEAUX J.P. (1978). — Cinématique de la déformation au front de la faille du Midi : les carrières de Pont-à-Nôle (Sud de la Belgique), carrière Napoléon (Nord de la France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVIII, p. 167-177.
- 8) DANZÉ J. (1968). — Failles satellites de la faille d'Hydrequent (Massif primaire du Boulonnais). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXVIII, p. 179-184.
- 9) GOSSELET J. et BERTAUT M. (1873). — Etude sur le terrain carbonifère du Boulonnais. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. IX, p. 88-103, 4 pl. h.-t.
- 10) HOYEZ B. (1971). — Le Viséen du Boulonnais : analyse et corrélations séquentielles. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCI, p. 113-128.
- 11) LOBOZIAK S. (1972). — Une microflore d'âge namurien ou westphalien inférieur de la carrière Napoléon, (Ferques, Pas-de-Calais, France). *Review of Paleobotany and Palynology*, p. 125-146, 3 pl. dans le texte.
- 12) OLRV A. (1904). — Topographie souterraine du Bassin houiller du Boulonnais ou Bassin d'Hardinghen. *Et. Gites Min. France*, vol. VI, 240 p., 3 pl.
- 13) PRUVOST P. (1947). — Excursion to the Boulonnais. *Sedgwick Club, Cambridge*, 17-24 mars 1947, 10 p.
- 14) PRUVOST P. et DELEPINE 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), t. XXI, p. 189-206, 1 pl.

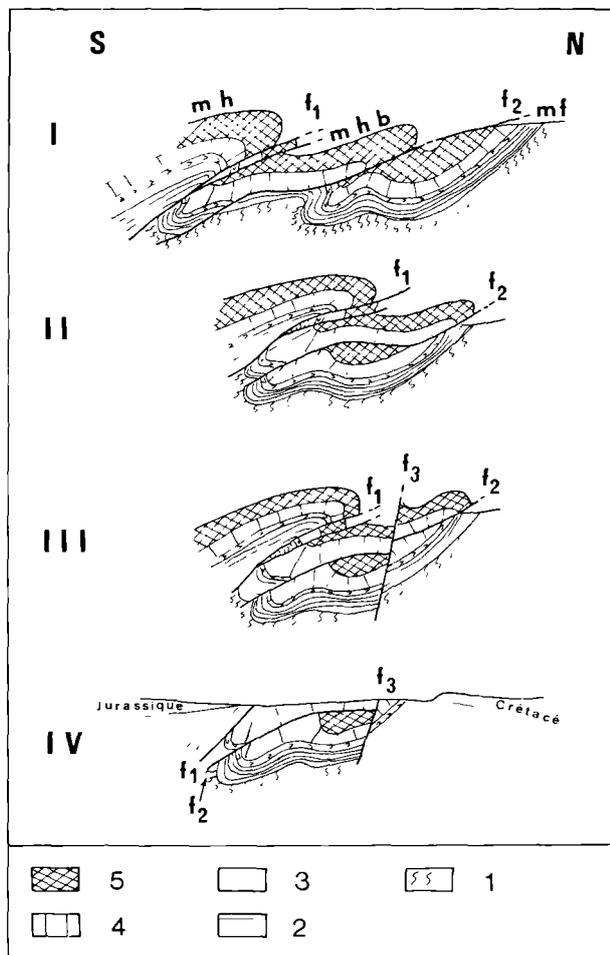


Fig. 9. — Schéma explicatif de la structure tectonique du massif paléozoïque du Boulonnais de Pruvost (1928).

I, formation des écaillles (ou massifs). — II, mise en place des écaillles. — III, failles de tassement (fin des mouvements hercyniens). — IV, état actuel (après les érosions successives). — 1, Silurien. — 2, Dévonien. — 3, Dolomie du Hure et calcschistes de la Vallée Heureuse. — 4, calcaire carbonifère. — 5, terrain houiller. — f_1 , faille d'Hydrequent. — f_2 , faille du Haut-Banc. — f_3 , faille de Ferques. — mh, massif d'Hydrequent. — mhb, massif du Haut-Banc. — mF, massif de Ferques.

Relations Bryozoaires-faciès dans les formations dévoniennes de Ferques (Boulonnais, France)

par Françoise BIGEY (*)

(Planche XXIX)

Sommaire. — Les Bryozoaires des formations dévoniennes de Ferques sont considérés dans leur contexte sédimentaire. Les relations établies entre les divers types zoariaux et les faciès montrent que la diversification est maximale dans les milieux carbonatés de plate-forme et faible dans les niveaux construits. Par leurs débris squelettiques, les Bryozoaires représentent une part variable, souvent importante des allochèmes d'origine biologique. Ils sont absents des séquences strictement schisteuses.

Summary. — Bryozoans from Devonian Ferques Formations are considered within their sedimentary environment. Relations between the various zooarial types and facies indicate that their highest differentiation exists in shelf carbonate complexes and their lowest one in build-ups. As skeletal debris, Bryozoans constitute a variable part, often important among biological allochems. They are lacking in typical shaly sequences.

L'étude des Bryozoaires dévoniens a déjà été abordée dans le cadre de travaux récents de géologie régionale (Brice et al., 1976 et 1977) et sous l'aspect de leur microstructure squelettiques (Bige, 1979). Ils proviennent des Formations les plus fossilifères du Boulonnais : Formations de Blacourt, de Beaulieu et de Ferques, exposées en carrière ou dans la tranchée de chemin de fer Caffiers-Ferques. La systématique en sera publiée ultérieurement. Les données stratigraphiques se réfèrent aux publications de Brice et al. (1979a et b).

Wallace mentionne les Bryozoaires, essentiellement groupés suivant les types morphologiques dans une synthèse sédimentologique et paléocéologique du Dévonien de Ferques (1969b, p. 91, 102) et dans un examen faunique statistique et paléocéologique du calcaire de Ferques (1969a, p. 369, 378).

Les relations entre les Bryozoaires et les roches sédimentaires qui les renferment sont envisagées dans une approche biologique : bio-faciès (Rat, 1978, p. 402). Les Bryozoaires se

rencontrent en lame mince, soit à l'état de fragments assez volumineux pour être déterminés, soit à l'état de débris (Cayeux, 1916, p. 453). La détermination des plus gros fragments peut être faite habituellement au niveau de l'ordre ou du sous-ordre, plus rarement à celui du genre en raison de l'absence de certains critères dans une section quelconque. La limite d'identification au microscope optique, en tant que débris de Bryozoaires, de matériel squelettique broyé appartenant à des formes actuelles a été établie par rapport aux particules clastiques de référence. Elle correspond à un sable fin pour un Membraniporidae à zoarium orbiculaire, et à un silt grossier pour un autre Membraniporidae à zoarium dressé et fin (Ferray, Heuer et Hewatt, 1962, p. 26). La limite d'identification dépend de la morphologie du zoarium. En raison de la recristallisation susceptible d'affecter la structure originelle du matériel squelettique, l'identification dans une roche consolidée de débris comme Bryozoaires est certaine s'ils sont formés de quelques zoécies. La limite d'identification se place au niveau de particules d'un sable moyen, le plus souvent. Des particules plus petites, constituées uniquement de la couche lamellaire originelle, peuvent être confondues avec des débris de Brachiopodes de même structure (Horowitz et Potter, 1971, p. 57). Le

(*) Université P. et M. Curie (Paris VI). Département de Paléontologie, Laboratoire de Paléontologie des Invertébrés. T. 24, 4, Place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05.

Note présentée le 7 Décembre 1978 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 5 Avril 1979.

degré de fragmentation des colonies dépend de leur résistance aux agents du milieu environnant.

La répartition des assemblages de Bryozoaires, numérotés en chiffres romains, est reportée sur la colonne stratigraphique (fig. 1) ; en regard, les différents types morphologiques sont reportés avec leur fréquence.

I. — FORMATION DE BLACOURT (Givétien)

1) Membre du Griset.

a) *Carrières du Banc Noir et du Griset.*

A la base (terme a), des Trépostomes branchus ainsi que des Fenestellidae en éventail (I) sont assez fréquents dans une biomicrite (Folk, 1959, p. 22) à Crinoïdes et Brachiopodes peu fragmentés. La dissociation relativement faible des Fenestellidae indique une sédimentation en milieu calme.

Dans le premier bioherme (inclus dans le terme b), des Fistuliporidae encroûtent des Stromatopores (Pl. XXIX, fig. 1), plus rarement des Rugueux il y a aussi quelques Trépostomes branchus et épais (II). Stromatopores, Rugueux et Tabulés massifs constituent l'essentiel de la faune. La roche est une biomicrite à texture de type wackstone (Dunham, 1962, p. 118) compactée dont les petits allochèmes sont des fragments de Crinoïdes et de Brachiopodes impondusés partiellement recristallisés. Le quartz détritique en est habituellement absent. L'importance des organismes constructeurs et la taille des allochèmes suggère un milieu de sédimentation plutôt agité.

Les lits de schistes calcaires à Crinoïdes et Brachiopodes avoisinant ce bioherme sont plus riches en Bryozoaires : Fenestellidae dont *Hemitrypa* sp. (III).

Dans le terme c, le banc calcaire compris entre les deux repères schisteux de Magne (1964) renferme des Bryozoaires comme allochèmes importants d'une biomicrite à Crinoïdes (IV).

Des colonies fragmentaires de Fenestellidae existent dans un niveau calcaire-marneux à Tabulés branchus, sous le double repère schisteux (V).

Dans le second bioherme (terme d), les Bryozoaires n'ont été trouvés que sous forme

de petits allochèmes d'une biomicrite de type wackstone à Crinoïdes principalement (VI).

b) *Tranchée Caffiers-Ferques.*

Dans le niveau construit d'allure biohermique, Stromatopores, Rugueux et Tabulés surtout massifs sont prédominants. Il s'y trouve également des Bryozoaires d'aspect branchu et massif, *Fistuliramus* sp. qu'encroûtent fréquemment *Spirorbis* et un Cyclostome *Stomatopora* sp. (VII), confirmant l'agitation du milieu.

2) Membre de Couderousse.

Tranchée Caffiers-Ferques.

Dans les argiles micacées et calcareuses, Brachiopodes et Bryozoaires sont abondants : Fistuliporidae branchus et massifs (*Fistulipora* sp. C), Fenestellidae dont *Hemitrypa verneuillana*? Michelin, 1847 en forme d'entonnoir, des Rhabdomesidae branchus et fins dont *Orthopora* sp. et *Saffordotaxis* sp. (VIII). *Fistulipora* sp. C au zoarium creux est rempli dans les niveaux indurés par une biomicrite de type wackstone à Crinoïdes, Brachiopodes impondusés et Fenestellidae, avec du quartz détritique (Pl. XXIX, fig. 2). Le milieu de sédimentation était assez calme puisque des formes zoariales fragiles sont conservées, mais il subissait un léger apport terrigène.

II. — FORMATION DE BEAULIEU (Frasnien)

1) Membre de Cambresèque.

Carrières du Banc Noir et du Griset.

Près de la base de ce membre, le "Calcaire de la Cédule" (Gosselet, 1880, p. 106) est très riche en fossiles : grandes coloniales de Crinoïdes fréquemment en connexion, Brachiopodes à coquille impondusée ou ponctusée, Bryozoaires, petits Tentaculites et Hyolithes (?). Parmi les Fistuliporidae, il y a beaucoup de formes branchues massives (*Fistuliramus* sp.) et quelques formes branchues épaisses (*Canutrypa francqana* Bassler, 1952). D'autres formes branchues épaisses sont rapportées aux Atactotoechidae (*Leptotrypella* sp. A et *Stereotoechus* sp.). Les Rhabdomesidae, finement branchus, sont très fréquents (*Rhombopora* sp.), de même

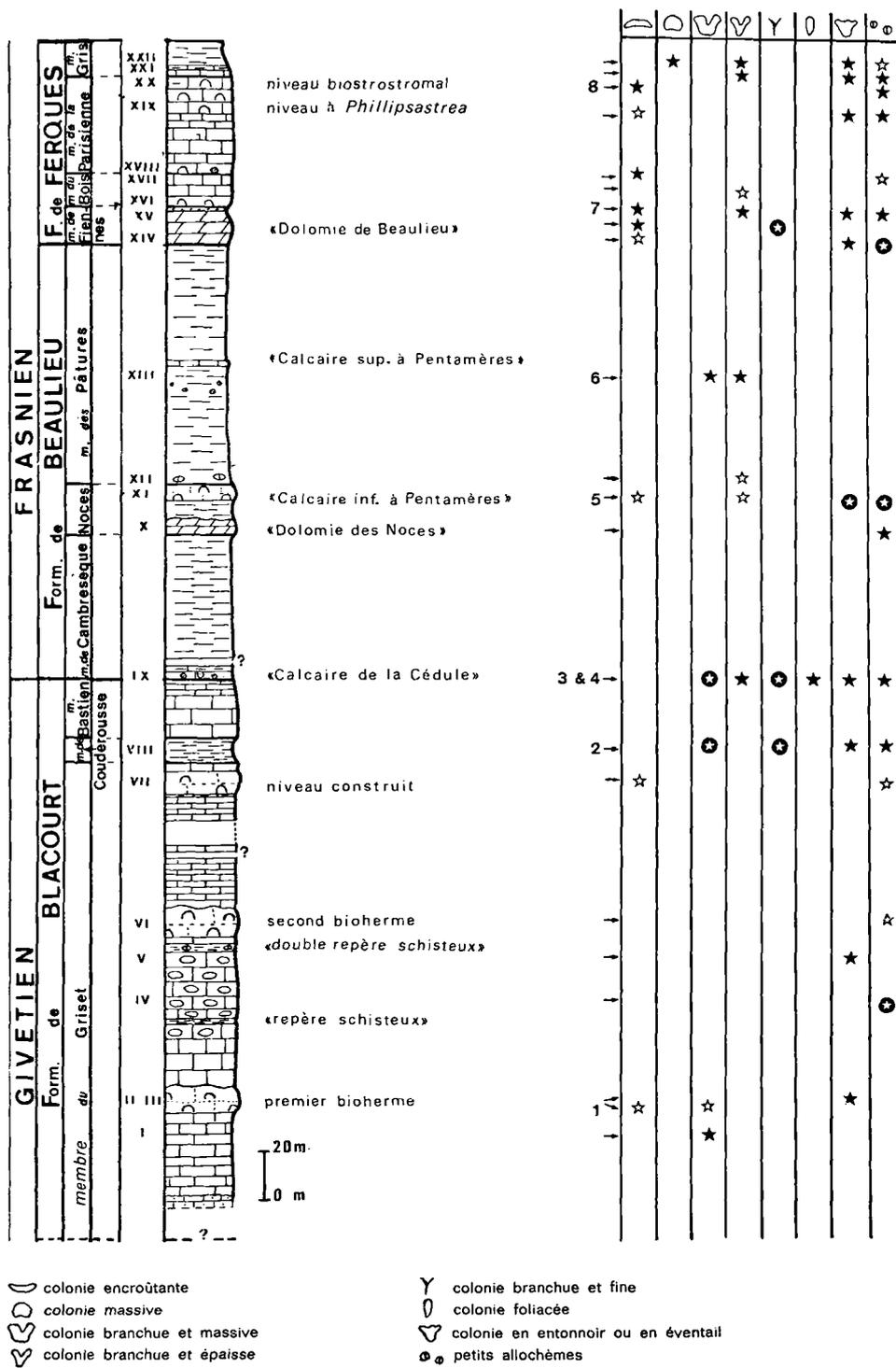


Fig. 1. — Répartition des assemblages de Bryozoaires (chiffres romains) dans les formations dévoniennes de Ferques. Les chiffres arabes renvoient aux figures de la Pl. XXIX. (Données stratigraphiques d'après Brice et al., 1979a).

que les Amplexoporidae foliacés (*Petalotrypa* sp.) tandis que les Fenestellidae en éventail ou en entonnoir, comme *Semicoscium* sp., sont plus rares (IX). Tous ces fossiles, non usés, constituent l'élément dominant d'une biomicrite de type wackstone (Pl. XXIX, fig. 4) ou d'une biomicrosparite, témoin d'une légère recristallisation (Pl. XXIX, fig. 3). Les petits allochèmes y sont des fragments de Fenestellidae, de fins débris de Crinoïdes et du quartz détritique. Cela traduit un milieu de sédimentation calme avec un apport terrigène faible.

2) Membre des Nocés.

Tranchée Caffiers-Ferques.

A la base de ce membre, dans la "Dolomie des Nocés" de Rigaux (1894, p. 9), certains allochèmes demeurent identifiables comme fragments de Bryozoaires malgré la recristallisation grossière qui a fait disparaître des organismes massifs ou lamellaires (X). Les bioclastes de Fenestellidae sont plus abondants que ceux des Fistuliporidae dont les colonies ont pu être affectées par la dolomitisation.

Au sommet de ce membre, le "Calcaire inférieur à Pentamères" de Rigaux (1894, p. 9) renferme de nombreux Brachiopodes, des Rugueux solitaires ou non, des Stromatopores lamellaires, des Tabulés branchus et encroûtants, des coloniales de Crinoïdes encore connectées et des Bryozoaires (XI). Certaines formes parmi les Fistuliporidae sont encroûtantes : l'une, en association avec une Algue, encroûte des Stromatopores, l'autre *Fistulipora* sp. A des Brachiopodes à la coquille recristallisée ; d'autres formes, comme *Eofistulotrypa* sp. et *Canutrypa francqana*, au zoarium branchu et épais, sont assez rares. Par contre, les Fenestellidae abondent, que ce soit des fragments ou des bases de colonie : formes en entonnoir (*Semicoscium* sp., *Fenestella* sp.) et en éventail (*Reteporina* sp. et *Fenestella* sp. A) surtout dans l'horizon argilo-marneux. La roche indurée est une biomicrite à texture de type packstone (Dunham, 1962, p. 118) à fins débris de Crinoïdes, de Brachiopodes impondusés et de Fenestellidae avec du quartz détritique (Pl. XXIX, fig. 5). L'agitation y était plus forte que dans le milieu argilo-calcaireux où la fragmentation des délicates colonies de Fenestellidae est peu importante.

3) Membre des Pâtures.

Tranchée Caffiers-Ferques.

Les niveaux calcaires indurés des schistes à la base du terme a ont livré des Brachiopodes et des Bryozoaires dont *Canutrypa francqana* (XII).

Des passées marneuses dans les schistes du terme b ont livré une faune de Brachiopodes, Rugueux, Tabulés encroûtants et Bryozoaires assez abondants (XIII). Ce sont des formes branchues massives ou épaisses appartenant aux Fistuliporidae (*Fistuliramus* sp., *Canutrypa francqana*) et aux Trépostomata (*Atactotoechus* sp.). Les chambres zoéciales d'*Atactotoechus* sp. présentent un remplissage sparitique en mosaïque (Pl. XXIX, fig. 6). Il s'agit de calcite néomorphe puisque les jonctions enfaciales aux points triples ne sont pas observées (Bathurst, 1975, p. 420).

III. — FORMATION DE FERQUES (Frasnien)

1) Membre de Fiennes.

Carrières du Bois et de la Parisienne.

Dans la "Dolomie de Beaulieu" ou de "Fiennes" (Rigaux, 1908, p. 10), le niveau inférieur renferme surtout des Stromatopores pouvant être encroûtés par des Fistuliporidae, des Tabulés massifs, mais peu de Rugueux. Les Bryozoaires sont principalement représentés par des Fenestellidae en éventail : *Fenestella* sp. et *Polypora* sp. (XIV). Le sédiment est une biomicrite de type wackstone à Fenestellidae. Les autres allochèmes : débris de Crinoïdes ou de Brachiopodes restent tout à fait subordonnés. La dolomite s'y trouve à l'état microcristallin et sous forme de cristaux rhomboédriques en plages ou isolés. La dolomitisation affectant d'abord le ciment puis quelques branches de Fenestellidae et de rares coloniales de Crinoïdes est de type diagénétique (Chillingar, Bisell et Wolf, 1967, p. 291). Les frondes de Fenestellidae assez peu dissociées indiquent un milieu de sédimentation assez calme.

Le niveau supérieur, particulièrement la "dolomie noire", contient des Rugueux solitaires ou non et des Stromatopores qui peuvent encroûter des Bryozoaires : *Fistulipora* sp B (XV). C'est une biomicrite dolomitique dont tous

les allochèmes sont petits : fragments de Brachiopodes pseudoponctués et fins débris de Crinoïdes. Les restes squelettiques atteints par la dolomitisation en rhomboédres appartiennent aux Brachiopodes. La présence de Rugueux et la grande fragmentation des allochèmes sont l'indice d'un milieu plus agité.

2) Membre du Bois.

Carrières du Bois et de la Parisienne.

Le niveau biostromal de base (terme a) est riche en Stromatopores, Tubulés et Rugueux très diversifiés. Les Bryozoaires y sont fréquents (XVI). Parmi les *Fistuliporidae* se rencontrent *Fistulipora* sp. A qui encroûte des Stromatopores et *Canutrypa francqana*. Il y a aussi des Trépostomes branchus et épais comme *Leptotrypella* sp. B (*Atactotoechidae*) et surtout des Fenestellidae en éventail (*Fenestella* sp., *Polypora* sp.) ou en entonnoir (*Hemitrypa* sp.) et des Rhabdomesidae branchus et fins (*Rhombopora* sp. et *Rhombopora* cf. *hemiseptata* Morozova, 1961). Le sédiment, à l'origine une biomicrite de type mudstone (Dunham, 1962, p. 118), présente une recristallisation de la matrice, ce qui en fait une biomicrosparite ; localement, la calcite devient tout à fait sparitique. De grands fragments de Bryozoaires (*Rhabdomesidae*), de Brachiopodes impondués (Pl. XXIX, fig. 7), des Foraminifères et des zoécies isolées de Fenestellidae en constituent les allochèmes. La fragmentation des seuls Fenestellidae correspond à un milieu relativement peu agité. Ce sédiment peut devenir localement dolomitique ou gréseux.

Dans la partie supérieure (terme c), le calcaire argileux possède des Brachiopodes et des Rugueux souvent encroûtés. *Canutrypa francqana* s'y retrouve (XVII).

3) Membre de la Parisienne.

Carrières du Bois et de la Parisienne.

Le niveau de base (terme a) contient surtout des Rugueux coloniaux. Les Bryozoaires sont représentés par *Fistulipora* sp. B qui encroûte des Stromatopores. Le sédiment est une biomicrite à fragments de Crinoïdes et zoécies isolées de Fenestellidae (XVIII).

Le niveau à *Phillipsastrea* (terme d), moins riche en Rugueux, possède des Stromatopores et des Tubulés que peuvent encroûter des Bryo-

zoaires : *Fistulipora* sp. B ; il y a également des Fenestellidae (*Polypora* sp.) retrouvés avec des Brachiopodes pseudoponctués et des coloniales de Crinoïdes comme allochèmes de grande dimension dans une biomicrosparite (XIX).

Le niveau supérieur (terme e), biostromal, est irrégulièrement fossilifère : Rugueux massifs ou non, Tabulés branchus, massif ou encroûtants et Stromatopores plus rares. Des *Fistuliporidae* (*Fistulipora* sp. A et B) encroûtent des Stromatopores très recristallisés (XX). Le sédiment est une biomicrite de type packstone dont les allochèmes petits et très abondants ne sont pas tous identifiables. Des débris de Brachiopodes pseudoponctués (coquilles et épines), de Crinoïdes, de Fenestellidae peuvent être reconnus (Pl. XXIX, fig. 8). Des plages sparitiques de recristallisation se sont développées aussi bien dans le ciment que dans les Stromatopores lamellaires. L'importance des constructeurs, l'abondance et la fragmentation des restes squelettiques suggèrent un milieu assez agité.

4) Membre gris.

Carrière de la Parisienne.

Dans les niveaux de calcaire argileux (terme a), *Canutrypa francqana* est associé à des Brachiopodes tandis que des colonies de Fenestellidae sont plus abondantes dans les passées nettement schisteuses (XXI).

Le calcaire sus-jacent (terme b) est caractérisé localement par des nodules constitués par des lames successives de Bryozoaires (*Fistulipora* sp. D). *Canutrypa francqana* est toujours présent. Des Fenestellidae en éventail, dont *Reteporidra* sp., sont fréquentes (XXII). Le sédiment est une biomicrite de type wackstone à grands fragments de Brachiopodes impondués et pseudoponctués, Crinoïdes et Foraminifères. La faible dissociation des frondes de *Reteporidra* indique un dépôt en milieu assez calme.

CONCLUSIONS

Il a été identifié vingt-deux assemblages de Bryozoaires, répartis dans les Formations de Blacourt, de Beaulieu et de Ferques. Les Bryozoaires se rencontrent dans les sédiments calcaires, marneux ou les passées marneuses des schistes ; ils sont pratiquement absents des schistes proprement dits (= shales, d'après Pettijohn, 1957, p. 341).

Seule la région la plus externe des chambres zoéciales ou hétérozoéciales est remplie par le sédiment originel, tout le reste est occupé par de la calcite néomorphe en mosaïque. Les parois zoéciales elles-mêmes ont habituellement conservé leur structure, sauf chez les *Fistuliporidae* et les *Fenestellidae* où la recristallisation est fréquente.

Dans les formations essentiellement carbonatées, la distribution des Bryozoaires varie en fonction de l'environnement biologique ; leur plus grande fréquence s'observe dans les niveaux où ne dominent pas les *Stromatopores* et les *Rugueux massifs* (Formation de Ferques comparée à la Formation de Blacourt).

Les Bryozoaires ne constituent pas de constructions à eux seuls, cependant les formes encroûtantes participent accessoirement à l'édification de biohermes ; les débris représentent une proportion variable, mais assez importante des allochèmes. Il en est encore ainsi dans l'Actuel (Bermudes, Bahamas, Marshall) d'après Cuffey (1974, p. 360). Les formes encroûtantes s'accommodent d'un milieu agité nécessaire au développement des constructeurs principaux : *Stromatopores*, *Rugueux* et *Tabulés*. La boue calcaire du sédiment originel n'a pas été éliminée par les courants puisque le ciment est micritique.

Dans les niveaux carbonatés de plate-forme (comme ceux des Formations de Beaulieu ou de Ferques), à *Crinoïdes* et *Brachiopodes*, où les Bryozoaires sont les plus abondants, les formes branchues et épaisses (*Fistuliporidae* ou *Trepostomata*) ou fines (*Rhabdomesidae*) et les formes en éventail ou en entonnoir (*Fenestellidae*) sont prépondérantes. Les colonies ne sont pas en position de vie, mais parallèles à

la stratification, peu cassées, non usées, donc peu transportées. Les fragments squelettiques guère triés dans un ciment micritique sont l'indice d'un milieu de sédimentation de basse énergie (Folk, 1962, p. 81). L'apport détritique terrigène (quartz) y est faible. Les Bryozoaires sont des allochèmes importants du sédiment comme dans l'Helderberg Group de l'Etat de New York (Laporte, 1969, p. 104).

Par référence à l'Actuel, de tels faciès carbonatés ne peuvent exister et être conservés que sur les plate-formes des zones tropicales ou subtropicales (Heckel et Witzke, 1978, p. 7), d'où la diversité de la faune, celle de Bryozoaires en particulier. Les associations fauniques indiquent un milieu peu profond, subtidal d'après l'analyse de Laporte (1971, p. 728) sur les carbonates du Paléozoïque inférieur et du Dévonien des Appalaches centrales.

Peu de comparaisons sur les relations entre les Bryozoaires et les faciès carbonatés peuvent être tentées dans le Dévonien d'Europe. Dans l'Ardenne (Frasnien de Neuville, bord S du Synclinorium de Dinant), les Bryozoaires sont plus fréquents dans la zone "quiescente" que dans la zone "sous-turbulente" (Lecompte, 1962, p. B46). Dans les complexes carbonatés d'Allemagne (Eifélien à Frasnien), les Bryozoaires sont limités à l'avant-récif (Krebs, 1974, p. 178).

Dans les niveaux marneux, les Bryozoaires sont diversifiés : formes branchues et massives (*Fistuliporidae*), branchues et fines (*Rhabdomesidae*), en éventail (*Fenestellidae*), tandis que dans les passées schisteuses seules, les formes en éventail ou en entonnoir (*Fenestellidae*) subsistent. L'apport argileux peut correspondre à un milieu plus profond que celui des carbonates (Wilson, 1969, p. 12).

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BASSLER R.S. (1952). — Taxonomic notes on genera of fossil and Recent Bryozoa. *J. Washington Acad. Sci.*, Vol. 42, p. 381-385, 27 fig. Baltimore.
- 2) BATHURST R.G.C. (1975). — Carbonate sediments and their diagenesis. *Developments in Sedimentology*, Elsevier, Amsterdam. 12, 2nd Ed., XIX + 658 p., 359 fig., XXV tabl.
- 3) BIGEY F. (1979). — Microstructure of the main types of Devonian Bryozoa from Ferques area, Boulonnais (Northern, France). *Spec. Vol. Syst. Assoc.* (Academic Press, Londres). Proc. 4th Intern. Conf. I.B.A., Woods Hole, Sept. 1977 (sous presse).
- 4) BRICE D., BIGEY F., MISTIAEN B., PONCET J. et ROHART J.C. (1977). — Les organismes constructeurs (Algues, *Stromatopores*, *Rugueux*, *Tabulés*, Bryozoaires) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). Associations. - Répartition stratigraphique. *Mém. B.R.G.M.*, n° 89, p. 136-151, 1 fig., 1 tabl. Paris.
- 5) BRICE D., BULTYNCK P., COLBEAUX J.P., LETHIERS F., MISTIAEN B., ROHART J.C. et BIGEY F. (1976). — Une nouvelle coupe dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVI, p. 135-155, 1 fig., 8 tabl. Lille.

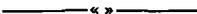
- 6) BRICE D., COLBEAUX J.P., MISTIAEN B. et ROHART J.C. (1979a). — Les formations dévoniennes de Ferques (Bas-Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVIII, p. 307-324, 3 fig., 1 tabl. Lille.
- 7) BRICE D., BULTYNCK P., DEUNFF J., LOBOZIAK S., MISTIAEN B. et STREEL M. (1979b). — Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givétien et le Frasnien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVIII, p. 325-344, 4 tabl., 3 pl. Lille.
- 8) CAYEUX L. (1916, réimp. 1931). — Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires. *Mém. Carte géol. France*, VIII + 524 p., 80 fig. Atlas, 10 p., 56 pl. Paris.
- 9) CHILLINGAR G.V., BISSELL H.J. et WOLF K.H. (1967). — Diagenesis of carbonate rocks. In Larsen G. et Chillingar G.V. (Ed.): *Diagenesis in sediments. Developments in Sedimentology*. Elsevier, Amsterdam, 8, p. 179-322, 21 fig., 12 tabl., 22 pl.
- 10) CUFFEY R.J. (1974). — Delineation of bryozoan constructional roles in reefs from comparison of fossil bioherms and living reefs. In: *Proc. Second Intern. Symp. Coral Reefs*. The Great Barrier Reef Committee, Brisbane. Vol. 1, p. 357-364, 3 tabl.
- 11) DUNHAM R.J. (1962). — Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. In Ham W.E. (Ed.): *Classification of Carbonate Rocks. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem.*, 1, p. 108-121, 1 tabl., 7 pl. Tulsa.
- 12) FERAY D.E., HEUER E. et HEWATT W.G. (1962). — Biological, Genetic, and Utilitarian Aspects of Limestone Classification. In Ham W.E. (Ed.): *Classification of Carbonate Rocks. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem.*, 1, p. 20-32, 3 fig. Tulsa.
- 13) FOLK R.L. (1959). — Practical petrographic classification of limestones. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, Vol. 43, n° 1, p. 1-38, 41 fig., 2 tabl., 5 pl. Tulsa.
- 14) FOLK R.L. (1962). — Spectral Subdivision of Limestone Types. In Ham W.E. (Ed.): *Classification of Carbonate Rocks. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem.*, 1, p. 62-84, 7 fig., 3 tabl. Tulsa.
- 15) GOSSELET J. (1880). — Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines. 1^{er} fascicule: Terrains primaires. Imp. Six-Horemans, Lille. 167 p., Pl. I-VII, 1A-VIA, IB-IXB.
- 16) HECKEL P.H. et WITZKE B.J. (1978). — Devonian carbonate facies. *Palaeont. Assoc. Intern. Symp. Devonian Syst.*, Abstr. p. 7. Bristol.
- 17) HOROWITZ A.S. et POTTER (1971). — Introductory Petrography of Fossils. Springer-Verlag, Berlin. XII + 302 p., 28 fig., 17 tabl., 100 pl.
- 18) KREBS W. (1974). — Devonian Carbonate Complexes of Central Europe. In Laporte L.F. (Ed.): *Reefs in Time and Space. Soc. Econ. Palaeont. Mineral. Spec. Publ.*, 18, p. 155-208, 25 fig., 10 tabl. Tulsa.
- 19) LAPORTE L.F. (1969). — Recognition of a transgressive carbonate sequence within an epi-iric sea (Lower Devonian) of New York State. In Friedman G.M. (Ed.): *Depositional environments in carbonate rocks. Soc. Econ. Paleont. Mineral. Spec. Publ.*, 14, p. 98-119, 15 fig., 3 tabl. Tulsa.
- 20) LAPORTE L.F. (1971). — Paleozoic carbonate facies in the central Appalachian shelf. *J. Sedim. Petrol.*, Vol. 41, n° 3, p. 724-740, 14 fig. Tulsa.
- 21) LECOMPTE M. (1962). — Faciès marins et stratigraphie dans le Dévonien de l'Ardenne. *Ann. Soc. géol. Belg.*, t. 85, (1961-1962), bull. n° 1, p. B17-57, 7 fig. Liège.
- 22) MAGNE F. (1964). — Données micropaléontologiques et stratigraphiques dans le Dévonien du Boulonnais (France) et du bassin de Namur (Belgique). *Thèse 3^e cycle*. Paris et S.N.P.A., Pau. Fasc. I, 172 p., 44 fig. 12 pl. non reliées; fasc. II, 33 pl. photo.
- 23) MICHELIN H. (1840-1847). — Iconographie zoophytologique, description par localités et terrains des polypiers fossiles de France et des pays environnants. Ed. P. Bertrand, Paris, XII p., 348 p., 79 pl.
- 24) MOROZOVA I.P. (1961). — Bryozoaires dévoniens des bassins de Minussin et du Kuznets. *Trudy Paleont. Inst.*, T. LXXXVI, 207 p., 30 fig., 13 tabl., XXXIV pl. Moscou.
- 25) PETTIJOHN F.J. (1957). — *Sedimentary Rocks (2nd Ed.)*. Harper et Brothers, New York. XVI + 718 p., 173 fig., 119 tabl., 38 pl.
- 26) RAT P. (1978). — Sur le concept de faciès en géologie sédimentaire: faciès et environnements. In *Livre jubilaire Jacques Flandrin: Les Sédiments, leur histoire, leur environnement et leur devenir. Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, H.S. n° 4, p. 393-405, 2 fig.
- 27) RIGAUX E. (1894). — Notice géologique sur le Bas-Boulonnais. *Mém. Soc. Acad. Boulogne-sur-Mer*, T. XVI (1891-1894), p. 5-108, 1 tabl., Pl. I-II.
- 28) RIGAUX E. (1908). — Le Dévonien de Ferques et ses Brachiopodes. M^{lle} Deligny, Ed., Boulogne-s-Mer, 34 p., 1 tabl., Pl. I-II.
- 29) WALLACE P. (1969a). — Specific frequency and environmental indicators in two horizons of the Calcaire de Ferques (Upper Devonian), northern France. *Palaeontology*, Vol. 12, pt. 3, p. 366-381, 8 text-fig., 2 tabl., Pl. 70. Londres.
- 30) WALLACE P. (1969b). — The sedimentology and paleoecology of the Devonian of Ferques inlier, northern France. *Quart. J. Geol. Soc. London*, Vol. 125, p. 83-124, 13 fig., 3 tabl., Pl. 6-7. Londres.
- 31) WILSON J.L. (1969). — Microfacies and sedimentary structures in "deeper water" lime mudstones. In Friedman G.M. (Ed.): *Depositional environments in carbonate rocks. Soc. Econ. Palaeont. Mineral. Spec. Publ.*, 14, p. 4-19, 5 fig., 2 pl. Tulsa.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XXIX

- Fig. 1. — Formation de Blacourt. Membre du Griset (II) (*).
Carrière du Banc Noir
Fistuliporidae (section oblique) encroûtant un *Stromatopore*.
Biomicrite de type wackstone avec fragments squelettiques de Crinoïdes et de Brachiopodes imponctués partiellement recristallisés.
Gr. = 10 (lumière naturelle). Lam. GFCL (**) 400-8-2.
- Fig. 2. — Formation de Blacourt. Membre de Couderousse (VIII). Tranchée Caffiers-Ferques.
Fistulipora sp. C. (section transversale).
Biomicrite de type wackstone avec fragments squelettiques de Crinoïdes, Brachiopodes imponctués, Fenestellidae et quartz détritique.
Gr. = 10 (lumière naturelle). Lam. F.B. (**) 177/3.
- Fig. 3. — Formation de Beaulieu. Membre de Cambresèque (IX). Carrière du Banc Noir.
Fenestellidae (section tangentielle).
Biomicrosparite de type wackstone originellement, avec fragments squelettiques de coloniales de Crinoïdes, Brachiopodes imponctués ou ponctués, de Hyolithes (?) et quartz détritique.
Gr. = 10 (lumière naturelle). Lam. F.B. 157/3.
- Fig. 4. — Formation de Beaulieu. Membre de Cambresèque (IX). Carrière du Griset.
Leptotrypella sp. A (section oblique).
- Fig. 5. — Formation de Beaulieu. Membre des Noces (XI). Fondations d'une maison près du château d'eau.
Canutrypa francqana (section transversale).
Biomicrite de type packstone avec fragments squelettiques de Crinoïdes, Brachiopodes imponctués, Fenestellidae et quartz détritique.
Gr. = 10 (lumière naturelle). Lam. GFCL Nb-29-2'.
- Fig. 6. — Formation de Beaulieu. Membre des Pâtures (XII). Tranchée Caffiers-Ferques.
Atactotoechus sp. (section tangentielle).
Remplissage sparitique en mosaïque, néomorphe, des chambres zoéciales.
Gr. = 200 (lumière polarisée analysée, polariseurs croisés). Lam. F.F. UM2.
- Fig. 7. — Formation de Ferques. Membre du Bois (XVI). Carrière La Parisienne.
Rhabdomesidae (section transversale).
Biomicrosparite de type mudstone originellement, à grands fragments squelettiques de Brachiopodes imponctués.
Gr. = 20 (lumière naturelle). Lam. F.B. 170/2.
- Fig. 8. — Formation de Ferques. Membre de la Parisienne (XX). Carrière La Parisienne.
Fistuliporidae (section transversale) encroûtant un *Stromatopore* et encroûté par un *Alveolitidae*.
Biomicrite de type packstone à débris squelettiques de Crinoïdes et de Brachiopodes pseudoponctués.
Gr. = 20 (lumière naturelle). Lam. GFCL 647-20-2.

(*) Les chiffres romains renvoient à la numérotation des assemblages de Bryozoaires : fig. 1 du texte.

(**) GFCL : Géologie Faculté Catholique de Lille.
F.B. : Coll. F. Bigey.



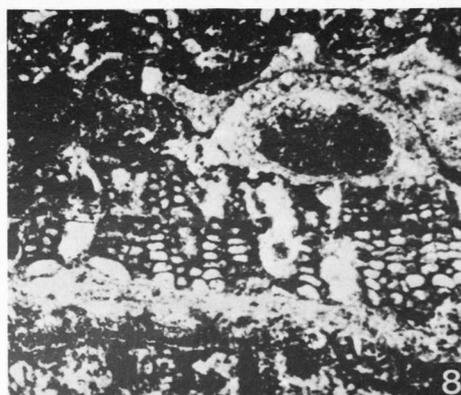
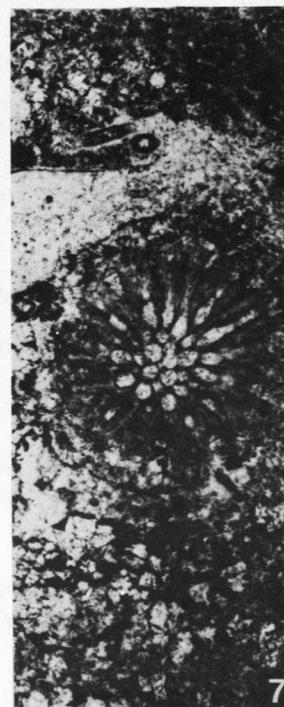
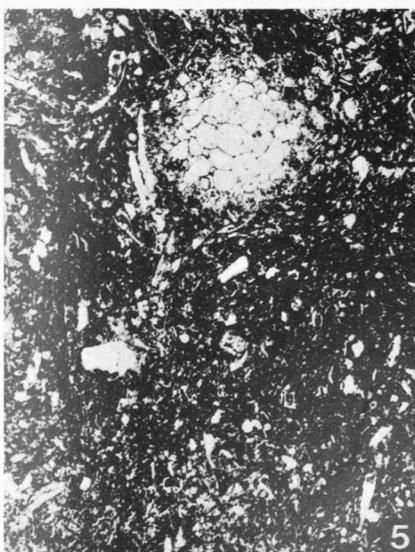
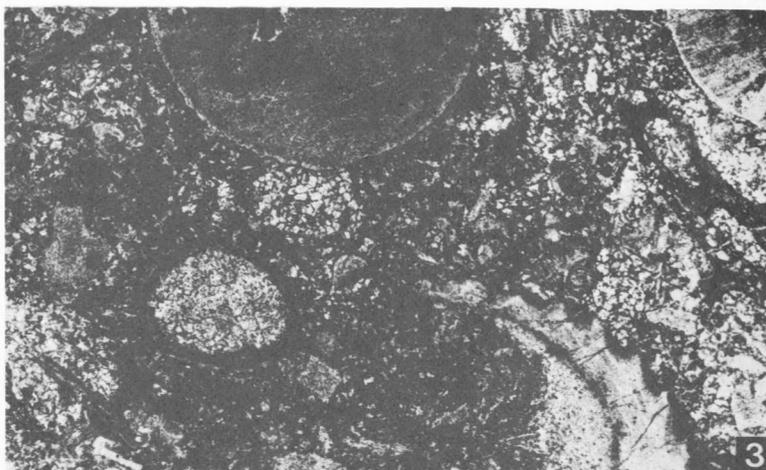


TABLE DES MATIÈRES

1978

TABLE ALPHABETIQUE DES AUTEURS

- F. AMEDRO et F. ROBASYNSKI. — *Peroniceras*, faunes et microfaunes associées dans le Nord de la France. Comparaison de quelques sections dans le Turonien-Coniacien, p. 35.
- F. AMEDRO, H. MANIVIT et F. ROBASYNSKI. — Echelles biostratigraphiques du Turonien au Santonien dans les Craies du Boulonnais (Macro - Micro - Nannofossiles), p. 287.
- P. BAUMGARTNER. — Voir P. DE WEVER et coll., p. 205.
- M. BENSARD, H. TERMIER, G. TERMIER et D. VACHARD. — Le Carbonifère (Viséen supérieur-Bachkirien) entre Bou Chber et Ich ou Mellal (Maroc central), p. 189.
- F. BIGEY. — Relations Bryozoaires - faciès dans les formations dévoniennes de Ferques (Boulonnais, France), p. 359.
- K. BJØRKLUND. — Voir P. DE WEVER et coll., p. 205.
- A. BLIECK. — Voir D. GOUJET et A. BLIECK, p. 263.
- A. BONTE. — Le Jurassique de la bordure septentrionale du Bassin de Paris d'après les sondages, p. 279.
- D. BRICE, J.P. COLBEAUX, B. MISTIAEN et J.C. ROHART. — Les Formations dévoniennes de Ferques (Bas-Boulonnais, France), p. 307.
- D. BRICE, P. BULTYNCK, J. DEUNFF, S. LOBOZIAK et M. STREEL. — Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givétien et le Frasnien de Ferques (Boulonnais, France), p. 325.
- C. BROUSMICHE. — Précisions sur *Discopteris opulenta* Danzé (*Pteridophyta* du Westphalien C et D inférieur d'Europe Occidentale), p. 105.
- P. BULTYNCK. — Voir D. BRICE et coll., p. 325.
- J.C. CAPERA, R. COURTESSOLE et J. PILLET. — Contribution à l'étude de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire. Biostratigraphie et révision des *Agnostida*, p. 67.
- J.P. CAULET. — Voir P. DE WEVER et coll., p. 205.
- B. CLEMENT, P.J. COMBES et E. FOURCADE. — Problèmes posés par une série flyschoides et des latérites chromo-nickelifères associées dans la région d'Antikyra (Béotie, Grèce continentale), p. 233.

- J.P. COLBEAUX. — Cinématique de la déformation au front de la faille du Midi : les carrières du Pont à Nôle (Sud de la Belgique), carrière Napoléon (Nord de la France), p. 167.
- J.P. COLBEAUX, J. LEPLAT, R. PAEPE et J. SOMMÉ. — Tectonique récente dans le Nord de la France et le Sud de la Belgique : Exemple de la Plaine de la Lys (Feuille d'Hazebrouck à 1/50.000), p. 179.
- J.P. COLBEAUX. — Voir D. BRICE et coll., p. 307.
- J.P. COLBEAUX, R. CONIL et B. HOYEZ. — Phénomènes tectoniques au voisinage de la Faille de Ferques (Massif primaire du Bas-Boulonnais, France), p. 345.
- P.J. COMBES. — Voir B. CLEMENT et coll., p. 233.
- R. CONIL. — Voir J.P. COLBEAUX et coll., p. 345.
- R. COQUEL et J.P. LAVEINE. — *Alethopteris jankii* nov. sp., du Westphalien C-D du Nord de la France, p. 123.
- M. COULON. — La zone sud-vosgienne, segment d'une mégastructure du tectorogène varisque, p. 119.
- R. COURTESSOLE. — Voir J.C. CAPERA et coll., p. 67.
- J.M. DEGARDIN. — Etude stratigraphique et paléogéographique du Silurien de la région de Benasque (Pyrénées Centrales espagnoles), p. 51.
- J. DEUNFF. — Voir D. BRICE et coll., p. 325.
- P. DE WEVER et W. RIEDEL, avec la participation de P. BAUMGARTNER, P. DUMITRICA, K. BJØRKLUND, J.P. CAULET, K. DROBNE, A. GRANLUND, R. KOCHER, A. SCHAAF. — Recherches actuelles sur les Radiolaires en Europe, p. 205.
- J. DIDON et B. HOYEZ. — Le Numidien dans l'arc bético-rifain : hypothèses sur sa mise en place sédimentaire et tectonique, p. 9.
- K. DROBNE. — Voir P. DE WEVER et coll., p. 205.
- G. DUEE, Y. HERVOUET, E. LAVILLE, P. de LUCA et D. ROBILLARD. — L'accident nord moyen-atlasique dans la région de Boulemane (Maroc) : une zone de coulissement synsédimentaire, p. 145.
- P. DUMITRICA. — Voir P. DE WEVER et coll., p. 205.
- JJ. FLEURY, F. THIEBAULT et P. TSOFLIAS. — Stratigraphie et structure du Massif de Pylos (zone de Gavrovo-Tripolitza, Péloponnèse sud-occidental, Grèce), p. 223.
- E. FOURCADE. — Voir B. CLEMENT et coll., p. 233.
- D. GOUJET et A. BLIECK. — Les Vertébrés de l'Assise des Schistes et Grès de Pernes (Dévonien du Nord de la France), p. 263.
- A. GRANLUND. — Voir P. DE WEVER et coll., p. 205.
- Cl. GUERNET. — Contribution à l'étude de l'édifice tectonique égéen : l'exemple de l'Eubée, p. 25.
- Y. HERVOUET. — Données tectoniques et sédimentaires nouvelles sur les chaînons du Bou Idoudane et de l'Adrar-n-Ait-Zouggarhène (extrémité occidentale de la chaîne du Gareb, Rif oriental, Maroc), p. 127.

- Y. HERVOUET. — Voir G. DUEE et coll., p. 145.
- B. HOYEZ. — Voir J. DIDON et B. HOYEZ, p. 9.
- B. HOYEZ. — Voir J.P. COLBEAUX et coll., p. 345.
- R. KOCHER. — Voir P. DE WEVER et coll., p. 205.
- J.P. LAVEINE. — Voir R. COQUEL et J.P. LAVEINE, p. 123.
- E. LAVILLE. — Voir G. DUEE et coll., p. 145.
- J. LEPLAT. — Voir J.P. COLBEAUX et coll., p. 179.
- S. LOBOZIAK. — Voir D. BRICE et coll., p. 325.
- P. de LUCA. — Voir G. DUEE et coll., p. 145.
- H. MANIVIT. — Voir F. AMEDRO et coll., p. 287.
- B. MISTIAEN. — Voir D. BRICE et coll., p. 307.
- R. PAEPE. — Voir J.P. COLBEAUX et coll., p. 179.
- J. PILLET. — Voir J.C. CAPERA et coll., p. 67.
- J. PONCET. — Critères sédimentologiques pour servir à la reconstitution du climat au Dévonien inférieur dans le Massif armoricain, p. 113.
- P.R. RACHEBŒUF. — Chonetacea (Brachiopodes) du Dévonien du Boulonnais (Nord de la France), p. 247.
- W. RIEDEL. — Voir P. DE WEVER et coll., p. 205.
- F. ROBASZYNSKI. — Voir F. AMEDRO et F. ROBASZYNSKI, p. 35.
- F. ROBASZYNSKI. — Voir F. AMEDRO et coll., p. 287.
- D. ROBILLARD. — Etude pétrographique du complexe basaltique « permo-triasique » du Moyen-Atlas septentrional (région de Taza, Maroc), p. 135.
- D. ROBILLARD. — Voir G. DUEE et coll., p. 145.
- J.C. ROHART. — Voir D. BRICE et coll., p. 307.
- A. SCHAAF. — Voir P. DE WEVER et coll., p. 205.
- J. SOMME. — Voir J.P. COLBEAUX et coll., p. 179.
- M. STREEL. — Voir D. BRICE et coll., p. 325.
- H. TERMIER. — Voir M. BENSAID et coll., p. 189.
- G. TERMIER. — Voir M. BENSAID et coll., p. 189.
- F. THIEBAULT. — Voir J.J. FLEURY et coll., p. 223.
- P. TSOFLIAS. — Voir J.J. FLEURY et coll., p. 223.
- D. VACHARD. — Voir M. BENSAID et coll., p. 189.
- R.H. WAGNER. — The Valdeinfierno sequence (prov. Córdoba) : its tectonic, sedimentary and floral significance, p. 59.



26^{me} CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL

26th INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS

Le CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL tient ses sessions tous les quatre ans depuis 1878. La 26^e session sera la célébration du centenaire de cette manifestation sous l'égide de l'Union Internationale des Sciences Géologiques. Elle se tiendra à Paris du 7 au 17 JUILLET 1980.

COMITE D'ORGANISATION.

Président Jean AUBOUIN
Secrétaire général Paul SANGNIER

CALENDRIER.

- du 27 juin au 6 juillet matin : Excursions scientifiques pré-congrès ;
- du 7 au 17 juillet : Séances du Congrès au Palais des Congrès de la Porte Maillot - Paris.
- du 19 au 27 juillet : Excursions scientifiques post-congrès.

PROGRAMME SCIENTIFIQUE.

SECTIONS. — Le programme scientifique qui est proposé couvre pratiquement l'ensemble du domaine des Sciences de la Terre et est réparti au sein de 20 sections.

Le Comité d'Organisation s'est également assuré que les travaux des différentes Associations Scientifiques Internationales, affiliées à l'Union Internationale des Sciences Géologiques soient intégrés dans le programme du Congrès.

Les propositions de communications sont libres et doivent être adressées au Secrétariat Général avant le 1^{er} octobre 1979 pour être publiées dans le volume des résumés.

COLLOQUES. — Le programme des colloques a été retenu pour illustrer les principaux thèmes d'actualité scientifique et économique du moment. Ils seront au nombre de 7 et seront animés par les scientifiques figurant parmi les plus illustres.

Les communications ne pourront se faire que sur papiers invités.

EXCURSIONS.

Le Comité d'Organisation s'est assuré le concours des Comités Nationaux de Géologie de 18 pays européens différents pour présenter un programme attractif d'excursions géologiques.

Les thèmes retenus permettent de proposer aux membres du Congrès l'ensemble des aspects géologiques de l'Europe de l'Ouest.

C'est ainsi qu'environ 85 excursions différentes, d'une durée de 9 jours chacune sont proposées, soit du 26 JUIN au 6 JUILLET 1980, soit du 19 JUILLET au 26 JUILLET 1980.

Les excursions ne pouvant recevoir qu'un nombre limité de personnes, les places seront attribuées par le Comité d'Organisation en Octobre 1979 en fonction de l'ordre d'arrivée des demandes d'inscription.

EXPOSITION.

Une exposition intitulée « GEOEXPO 80 » se tiendra sur les lieux mêmes du Congrès, du 7 au 11 JUILLET 1980. Elle sera largement ouverte aux différentes institutions internationales qui y trouveront un lieu de rencontre privilégié avec les scientifiques venus du monde entier.

PROGRAMME SOCIAL.

Le déroulement à Paris du Congrès a permis aux organisateurs de mettre au point un programme très attractif pour les participants, ainsi qu'un programme spécial pour les membres accompagnants.

Sont en vente au Siège de la Société :

MEMOIRES

Tome I, n° 1.	- Ch. BARROIS, <i>Recherches sur le terrain crétacé de l'Angleterre et de l'Irlande</i> , 1876, 232 p.	336,00 F.
n° 2.	- P. FRAZER, <i>Géologie de la partie Sud-Est de la Pensylvanie</i> , 1882, 178 p.	252,00 F.
n° 3.	- R. ZEILLER, <i>Mémoire sur la flore houillère des Asturies</i> , 1882, 24 p.	36,00 F.
Tome IV, n° 1.	- J. GOSSELET, <i>Etude sur les variations du Spirifer Verneuilli</i> , 1894, 63 p., 7 pl.	90,00 F.
Tome VI, n° 1.	- P. BERTRAND, <i>Etude du stipe de l'Adelophyton jutieri</i> B. Renault, 1907, 38 p., 4 pl.	85,00 F.
n° 2.	- J. GOSSELET, Ch. BARROIS, M. LERICHE, A. CREPIN, P. PRUVOST, G. DUBOIS, <i>Faune siluro-dévonienne de Liévin</i> , 1912-1920. (Fasc. 1 épuisé). Fasc. 2	336,00 F.
n° 3.	- V. COMMONT, <i>Saint-Acheul et Montières : Notes de Géologie, de Paléontologie et de Préhistoire</i> , 1909, 68 p., 3 pl.	156,00 F.
Tome VII, n° 1.	- P. BERTRAND, <i>Etude des Stipes d'Asterochloena laxa</i> Stenzel, 1911, 72 p., 6 pl.	102,00 F.
Tome VIII, n° 2.	- Ed. LEROUX, <i>Le tunnel de l'Ave Maria. Observations géologiques et hydrologiques sur le plateau et la falaise au Sud de Boulogne-sur-Mer</i> , 1929, 50 p., 5 pl.	120,00 F.
Tome IX, n° 1.	- G. DUBAR, <i>Etude sur le Lias des Pyrénées françaises</i> , 1925, 332 p., 7 pl.	432,00 F.
n° 2.	- Dom Grégoire FOURNIER et P. PRUVOST, <i>Description des poissons élasmobranches du marbre noir de Denée</i> , 1926, 23 p., 6 pl.	96,00 F.
Tome X, n° 2.	- J.W LAVERDIERE, <i>Contribution à l'étude des terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales</i> , 1931, 132 p., 8 pl.	180,00 F.
Tome XII.	- D. LE MAITRE, <i>Etude sur la Faune des Calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis</i> , 1934, 268 p., 18 pl.	336,00 F.
Tome XIII.	- P. BRICHE, P. DANZE-CORSIN et J.P. LAVEINE, <i>Flore infraliasique du Boulonnais (Macro- et Microflore)</i> , 1963, 145 p., 11 pl.	252,00 F.
Tome XIV.	- G. WATERLOT, <i>Les Gigantotrachés du Siluro-Dévonien de Liévin</i> , 1966, 23 p., 5 pl.	84,00 F.
Tome XV.	- J. MANIA, <i>Gestion des Systèmes aquifères. Applications au Nord de la France</i> , 1978, 228 p.	150,00 F.

FASCICULES SPECIAUX

Fascicule « Géologie du Nord de la France » (Tome LXXXIX, fascicule 1)	70,00 F.
Fascicule « Centenaire de la S.G.N. » (Tome XC, fascicule 4)	100,00 F.
Fascicule « Rupture des roches et massifs rocheux » (Tome XCV, fascicule 3)	70,00 F.
Fascicule « Données nouvelles sur le Paléozoïque de l'Europe occidentale » (Tome XCVI, fascicule 4 et Tome XCVII, fascicule 1)	200,00 F.
Fascicule « Apports récents à la Géologie du Gondwana » (Tome XCVII, fascicule 4)	150,00 F.

PUBLICATIONS

Publication N° 1. — J. CHOROWICZ, <i>Etude géologique des Dinarides le long de la transversale Split-Karlovac (Yougoslavie)</i>	130,00 F.
Publication N° 2. — J. CHARVET, <i>Essai sur un orogène alpin : Géologie des Dinarides au niveau de la transversale de Sarajevo (Yougoslavie)</i>	150,00 F.
Publication N° 3. — J. ANGELIER, <i>Néotectonique de l'arc égéen (sous presse)</i>	140,00 F.

Esquisse géologique du Nord de la France, par J. GOSSELET, Fascicule IV (Terrains quaternaires) 29,00 F.

Ecorché géologique infra-mésozoïque (extrait de « Contribution à la connaissance des bassins paléozoïques du Nord de la France », présentée par C.F.P. (M), COPESEP et S.N.P.A.) 42,00 F.

SERIE DOCUMENTATION (Pochettes de 6 Diapositives avec notice)

Série I. — Paysages du Nord de la France au cours des temps géologiques	30,00 F.
Série II. — Aperçu sur les microfaciès de la craie	30,00 F.
Série III. — Les Nannofossiles calcaires de la craie	30,00 F.
Série IV. — Pétrographie des Houilles	30,00 F.
Série V. — La flore houillère. 1° les plantes à feuilles de Fougères	30,00 F.
Série VI. — Les étapes de la Préhistoire	30,00 F.
Série VII. — Reconstitution de Vertébrés sans mâchoires (« Agnathes ») du Primaire	30,00 F.
Série VIII. — Le gisement paléolithique de Biache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais). - 1) Les fouilles et le cadre stratigraphique	35,00 F.
Série IX. — Le gisement paléolithique de Biache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais). - 2) Les vestiges humains, l'industrie lithique et la grande faune	35,00 F.

Les membres bénéficient d'une réduction de 20 % sur un exemplaire de chacune de ces publications.

Les prix sont augmentés des frais de port et d'emballage quand les volumes ne sont pas pris directement au dépôt.

SOMMAIRE

Tome XCVIII

4^{me} trimestre

	Pages
P.R. RACHEBŒUF. — Chonetacea (Brachiopodes) du Dévonien du Boulonnais (Nord de la France)	247
D. GOUJET et A. BLIECK. — Les Vertébrés de l'Assise des Schistes et Grès de Pernes (Dévonien du Nord de la France)	263
A. BONTE. — Le Jurassique de la bordure septentrionale du Bassin de Paris d'après les sondages	279
F. AMEDRO, H. MANIVIT et F. ROBASZYNSKI. — Echelles biostratigraphiques du Turonien au Santonien dans les Craies du Boulonnais (Macro - Micro - Nannofossiles)	287
D. BRICE, J.P. COLBEAUX, B. MISTIAEN et J.C. ROHART. — Les Formations dévoniennes de Ferques (Bas-Boulonnais, France)	307
D. BRICE, P. BULTYNCK, J. DEUNFF, S. LOBOZIAK et M. STREEL. Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givétien et le Frasnien de Ferques (Boulonnais, France)	325
J.P. COLBEAUX, R. CONIL et B. HOYEZ. — Phénomènes tectoniques au voisinage de la Faille de Ferques (Massif primaire du Bas-Boulonnais, France)	345
F. BIGEY. — Relations Bryozoaires - faciès dans les formations dévoniennes de Ferques (Boulonnais, France)	359

© 1979, Société géologique du Nord Editeur, Lille

Toute reproduction, même partielle, de cet ouvrage est interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteur.

Imprimé en France (Printed in France)