

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome XCVI

1976

2^{me} trimestre

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
BOITE POSTALE 36
59650 VILLENEUVE D'ASCQ

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Extraits des Statuts

Article 2.

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

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

— 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 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 10 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}-1-1975)

	QUALITE	COTISATION	ABONNEMENT
FRANCE et BENELUX	Personnes physiques (2)	15,00 F	55,00 F
	Personnes morales	40,00 F	75,00 F
AUTRES PAYS	Personnes physiques	15,00 F	60,00 F
	Personnes morales	40,00 F	75,00 F

FRANCE et ETRANGER : Abonnement des non-membres : 120,00 F.

Pour tous renseignements et règlements, s'adresser à : Secrétariat S.G.N., Sciences de la Terre,
B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq — Tél. 56.92.00 — C.C.P. Lille 5247

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE 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) 120,00 F.
Tomes LXXXVI et suivants (manque XCI) 130,00 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 (35,00 F).

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome XCVI

1976

2^{me} trimestre

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
BOITE POSTALE 36
59650 VILLENEUVE D'ASCQ

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1976 —

<i>Président d'Honneur</i>	M. G. WATERLOT
<i>Président</i>	M. l'Abbé HEDDEBAUT
<i>Premier Vice-Président</i>	M. M. WATERLOT
<i>Vice-Présidents</i>	M. P. CELET M. G. SOULIEZ
<i>Secrétaire</i>	M. J.J. FLEURY
<i>Secrétaire-Adjoint</i>	M. F. LETHIERS
<i>Déléguée aux Publications</i>	M ^{me} Paule CORSIN
<i>Trésorier</i>	M. l'Abbé TIEGHEM
<i>Archiviste-Bibliothécaire</i>	M. J.L. MANSY
<i>Conseillers</i>	M. A. DALINVAL M. J. PAQUET M. J. SOMMÉ M. I. GODFRIAUX M. CI. DEZOBRY M. J. DERCOURT

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, Boîte Postale 36, 59650 Villeneuve d'Ascq
Tél. 56.92.00 — C.C.P. Lille 5.247

Compte rendu de l'activité de la Société

SEANCE ORDINAIRE DU 8 AVRIL 1976

Présidence de M. l'Abbé HEDDEBAUT, Président

La séance débute avec l'élection d'un nouveau membre. Il s'agit de :

M. DOREMUS Christian, Université des Sciences et Techniques de Lille, Géotechnique, 7/43, Allée des Templiers, 59650 Villeneuve d'Ascq, présenté par MM. J. Paquet et Cl. Heddebaut.

Le Président donne ensuite la parole à Monsieur DEBOURLE, Ingénieur à la S.N.P.A., qui présente une conférence intitulée : « Le rôle de la Géologie dans la recherche pétrolière ».

Communications écrites

D. BRICE, P. BULTYNCK, J.P. COLBEAUX, F. LETHIERS, B. MISTIAEN, J.C. ROHART et F. BIGEY. — Une nouvelle coupe dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France).

S. LOBOZIAK, R. COQUEL et A. JACHOWICZ. — Stratigraphie du Westphalien d'Europe occidentale et de Pologne à la lumière des études palynologiques (microspores).

P. CHOTIN. — Le bassin andin : un paléo-bassin marginal (*).

J. FERRIERE. — Sur la signification des séries du Massif de l'Othrys (Grèce continentale orientale) : la zone isopique maliaque.

(*) Cette communication sera insérée dans le 3^e fascicule du Tome XCVI.

Données stratigraphiques nouvelles sur la série de Tripolitza : du Trias à l'Éocène (Péloponnèse septentrional, Grèce)

par Patrick DE WEVER (*)

Sommaire. — La ceinture montagneuse des poljes de Fénéou et du lac Stymphale présente dans de bonnes conditions d'affleurement une puissante série de calcaires de la zone de Tripolitza surmontée par la Formation à Blocs, elle-même chevauchée par la série du Pinde-Olonos. Un certain nombre de coupes stratigraphiques sont décrites dans la série de Tripolitza de manière relativement précise et permettent de caractériser le Trias, le Lias, le Malm, le Crétacé, le Paléocène et l'Éocène. Cette série peut être comparée à celles décrites ailleurs en Grèce par Fleury et dans le Taygète par Thiebault.

Summary. — The lake Stymphale and Feneou mountain belt displays good exposures of thick Tripolitza limestones overlain by the Formation à Blocs, and by the Pindus-Olonos series. In the Tripolitza limestones some stratigraphical sections are precisely described and exhibit Triassic, Liassic, Malm, Cretaceous, Paleocene and Eocene series. This succession may be compared to those previously described elsewhere in Greece by Fleury and in the Taygete by Thiebault.

En Péloponnèse septentrional, des fenêtres creusées dans la nappe du Pinde-Olonos, permettent d'observer la série carbonatée de Tripolitza représentée toute entière dans une aire relativement restreinte, autour des poljes de Fénéou et de Skotini (fig. 1). Il était donc intéressant d'étudier cet ensemble de la base au sommet afin d'en préciser la stratigraphie, déjà abordée en partie par d'autres auteurs (Boblaye et Virlet, 1833 ; Philippson, 1892 ; Ktenas, 1924 et Dercourt, 1964). Le Jurassique, le Sénonien et l'Éocène sont connus en cette région (Dercourt, 1959, 1964 ; Renz, 1955 ; Boblaye et Virlet, 1833) alors qu'au contraire le Trias, le Crétacé inférieur, le Cénomaniens et le Turonien n'ont jamais été individualisés. Les travaux effectués ces dernières années ont permis de combler paléontologiquement ces lacunes de connaissances ; les résultats sont cohérents avec ce qui a été décrit ailleurs.

I. — LES COUPES

Quelques coupes sont présentées. Seuls ont été exposés les résultats fournissant une donnée

(*) Laboratoire de Géologie structurale, Université des Sciences et Techniques de Lille, 59650 Villeneuve d'Ascq.
Note déposée le 5 Mars 1976.

stratigraphique utile à notre propos. Les coupes ont été notées A, B, C,... G, et montrent :

- A : les Mégalodons datant le Trias supérieur,
- B : les petits Mégalodontidés attribués au Lias,
- C : les Algues du Jurassique supérieur,
- D : les Algues du Crétacé inférieur,
- E : les Foraminifères du Cénomaniens,
- F : le passage des niveaux cénomaniens à sénoniens,
- G : les subdivisions faunistiques du Sénonien et le passage à l'Éocène.

1) Ravin du Styx : Coupe A, le Trias supérieur

Dans un profond ravin entaillant l'E du Chelmos ($x = 22^{\circ} 13' 00''$, $y = 38^{\circ} 00' 00''$), une coupe dans la série de Tripolitza, séparée du Groupe de Zaroukla par un contact anormal (De Wever, 1975 ; Dercourt, De Wever, Fleury, 1975) permet d'observer une série calcaro-dolomitique contenant des niveaux à Mégalodontidés triasiques (**). On voit successivement d'E en W, à partir de la cote 1230 :

— Un premier ensemble T comprenant :

20 m de calcaires dolomitiques, à faciès laminite (***) constitués d'une alternance irrégulière de micrite et de sparite, ces niveaux acquièrent un aspect rubané lorsqu'ils sont plus ou moins dolomitisés

— lacune d'observation (20 m)

(**) Feuille de Kato Klitoria (1/50 000).

(***) Au sens de Kuenen, Migliorini (1950).

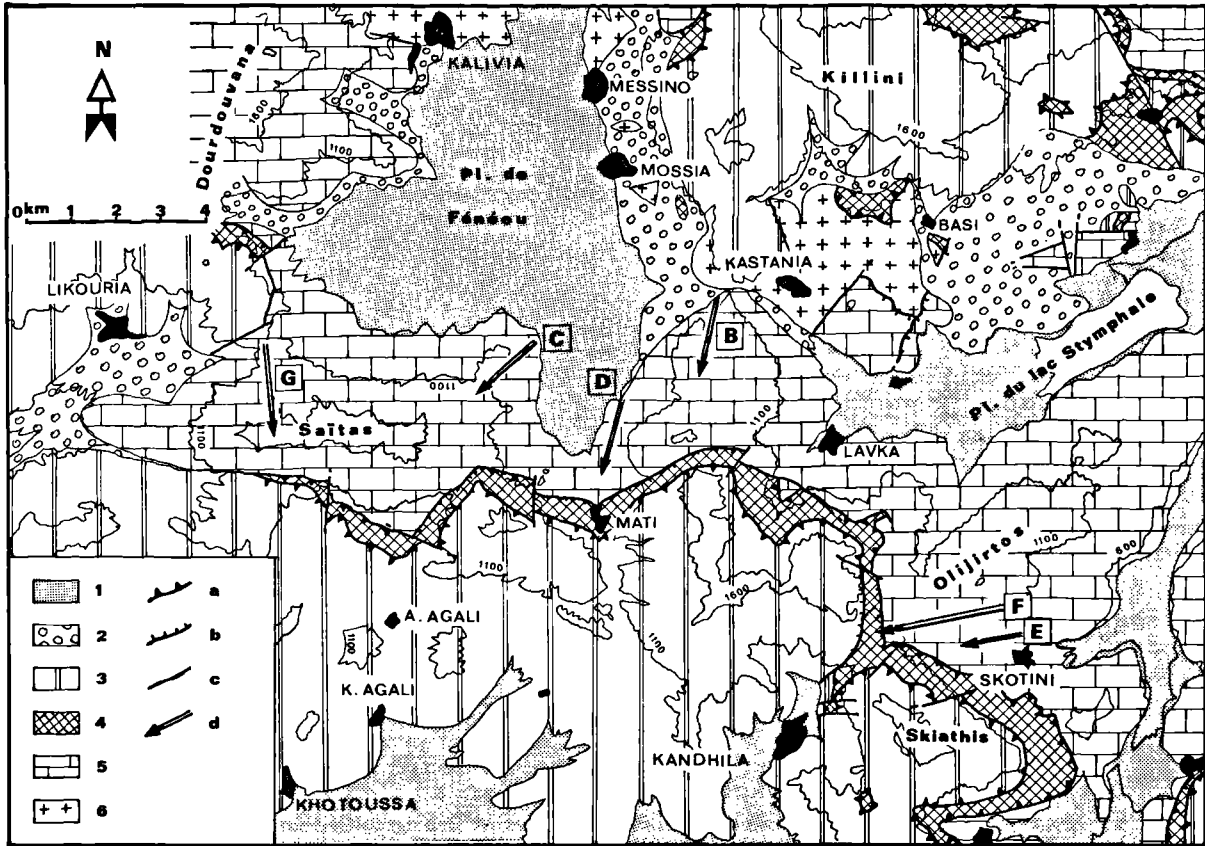


Fig. 1. — Localisation des coupes étudiées aux environs des poljes de Fenéou et Stymphale.
 1, Alluvions. — 2, Plio-quaternaire. — 3, Nappe du Pinde-Olonos. — 4, Formations à Blocs. — 5, Série de Gavrovo-Tripolitza. — 6, Groupe de Zaroukla. — a, Chevauchement. — b, Contact anormal. — c, Faille. — d, Coupes : A, B, C...

25 m de laminites calcaires (micrite et sparite) à fantômes d'Ostracodes. Un niveau bréchique, à 4 m de la base, montre des petits mollusques (Huitres, Gastéropodes) qui n'ont pu être dégagés.

5 m de calcaires dolomitiques à grands Mégalodons à test épais. Il pourrait s'agir de *Megalodon cf. marianii* Di Stefano, *Neomegalodon complanatum* Guembel (*).

10 m de brèches intraformationnelles incluses dans les laminites.

— Un deuxième ensemble TJ comprenant :

200 m de laminites, parfois rosées. La structure à fenestra (= birds eyes) est fréquente.

(*) Je remercie très vivement en les associant à ce travail, les spécialistes qui m'ont fourni les déterminations paléontologiques nécessaires à cette étude stratigraphique : MM. Fleury, pour les microfaunes ; Dubar, pour les Mégalodons ; Bernier, pour les Algues du Jurassique supérieur - Crétacé inférieur.

2) Au col de Kastania : Coupe B (Trias-Jurassique).

Immédiatement au S du col de Kastania (fig. 1), un sentier muletier monte en sous-bois en empruntant le flanc occidental de l'arête montagneuse ($x = 22^{\circ} 22' 00''$, $y = 37^{\circ} 52' 30''$) (**). Un banc à Mégalodontidés est observable dans un ensemble attribuable à un Trias-Lias possible. On peut y voir, de bas en haut et du N vers le S :

— Un ensemble TJ comprenant :

215 m de dolomies blanches, pulvérulentes ou saccharoïdes (dolomicrosparite à structure hypidiotopique).

(**) Feuille de Kandhila au 1/50 000.

— Un ensemble J_1 comprenant :

30 m de calcaires fins, clairs (micrite à la base, microsparite au sommet) et de laminites (micrite et dolomicrite) à niveaux graveleux ou oolithiques (intra-biomicrite et intraoobiomicrite à la base, intrabiomicrite au sommet). Des cristaux anhédriques ou subhédriques de dolomite parsèment le fond de la roche accompagnés à la partie inférieure d'Algues Dasycladacées non déterminées.

Les 5 derniers mètres (calcaire rose, massif) présentent des sections de tests allongés, de grande taille (5 à 10 cm), attribuables à des Mollusques qui n'ont pu être dégagés ;

260 m de calcaires magnésiens, fins (micrite), clairs (roses à la base, gris au sommet). Deux familles de cristaux de dolomite sont visibles. Certains, alignés parallèlement à la stratification, sont petits, anhédriques ; d'autres, disséminés dans l'ensemble de la roche, sont plus gros, subhédriques.

A 30 m du sommet, de petits Mégalo-dontidés (5 cm) à test mince, associés à de petits Gastéropodes, sont visibles sur 5 m ;

15 m de dolomies grises, à débit en plaquettes, ayant parfois un aspect microbréchi-que (éléments de dolomicrite noyés dans une matrice de dolomicrosparite). Un banc de calcaire massif (biomicrosparite), épais de 2 m, très riche en petits Mégalo-dontidés à test mince est interstratifié.

— Un ensemble J_2 comprenant :

100 m de calcaires clairs, fins (micrite), gris ou roses, à cristaux euhédriques ou anhédriques de dolomite. Les 5 premiers mètres, graveleux, contiennent des débris de Lamellibranches et de Gastéropodes. Dans la partie médiane, et à 10 m du sommet, existent des niveaux dolomitiques noirs, à débit en plaquettes, de 20 cm à 2 m de puissance ;

— lacune d'affleurement (10 m) ;

100 m de calcaires et dolomies sombres à la base, clairs au sommet. Les calcaires sont micritiques (localement sparitiques). Les dolomies, au contraire, parfois pulvérulentes, sont constituées d'îlots de dolomicrosparite noyés dans une matrice de dolosparite (résultant de la dolomitisation des calcaires) qui confèrent un aspect microbréchi-que à bréchi-que à la roche.

3) Pointe de Mygdaleza : Coupe C (Jurassique supérieur).

Au S de la plaine de Fénéou (fig. 1), sur le flanc SE de la colline qui s'élève au-dessus du hameau de Mygdaleza, affleurent dans de bonnes conditions, les niveaux inférieurs aux Clypeïnes et attribués au Jurassique moyen à supérieur. On note en montant la série, du N vers le S ($x = 22^\circ 19' 00''$, $y = 37^\circ 52' 00''$) (*) :

(*) Feuille de Kandhila au 1/50 000.

— Un ensemble J_2 comprenant :

50 m de calcaires gris ou roses. A la base, les calcaires graveleux n'ont livré que des *Favreina* sp. dans une intramicrite à bioclastes, de petits Gastéropodes et quelques Algues rendues indéterminables par une recristallisation, dolomitique en partie, qui oblitère les structures ;

150 m de calcaires gris clair, à rhomboèdres de dolomite (structure euhédrique) en alternance irrégulière avec des bancs de dolomie noire à structure hypidiotopique. Seuls quelques petits *Ataxophragmidiidae* ont pu être décelés dans cette masse dismicritique.

— Un ensemble J_3 comprenant :

quelques mètres de calcaires gris, à la surface desquels apparaissent en relief des petits corpuscules clairs, ovoïdes (Algues ?) de la taille du cm. On y note, dans une micrite : des *Ataxophragmidiidae*, *Kurnubia* sp., *Pfenderina* sp. qui datent le Malm ;

50 à 60 m de calcaires noirs, massifs à petites taches arrondies, intercalés avec des bancs dolomitiques ;

30 m de calcaires noirâtres (micrite et microsparite) en très fines plaquettes. Il n'y a plus ici de bancs dolomitiques et des Algues sont visibles : *Salpingoporella sellii* Crescenti à côté d'*Ataxophragmidiidae* ;

20 m de calcaires gris (biomicrite). Des *Clypeina jurassica* (Favre) très abondantes datent le Kimméridgien-Portlandien.

— Un ensemble JC comprenant :

20 m de dolomies noires.

Au SE du massif de la Dourdouvana, des *Nummoloculina* sp. et *Glomospira* sp., trouvées une centaine de mètres au-dessus des niveaux à Clypeïnes, évoquent le Crétacé inférieur.

4) Route de Mati : Coupe D : (Jurassique supérieur - Crétacé inférieur).

Dans la partie méridionale de la plaine de Fénéou, le long de la seule route qui conduit à Mati, l'observation d'affleurements de la série sédimentaire de Tripolitza a permis la reconnaissance de différents niveaux allant des horizons à Clypeïnes (Jurassique supérieur) à ceux du Crétacé ($x = 22^\circ 20' 30''$, $y = 37^\circ 50' 00''$) (*).

Il a été levé successivement, des niveaux inférieurs aux niveaux supérieurs, et du N au S (fig. 1) :

— Un ensemble J_3 comprenant :

20 m de calcaires noirs ou gris à taches blanc-jaune, très riches en Algues Dasycladacées : *Clypeina jurassica* indiquant un âge jurassique supérieur.

Ces calcaires, micritiques, plongeant à 20° vers le S, présentent parfois des tâches blanchâtres (dolomite ?) ou rouille, visibles à la loupe.

— Un ensemble JC comprenant :

- 20 m de calcaires dolomitiques noirs à points blancs qui apparaissent en relief à l'affleurement sans Clypeïnes. Parfois, l'altération permet d'y voir un fin litage. En lame mince, des *Favreina* sp. sont visibles (PT 200). Ce calcaire dolomitique est constitué d'une intramicrite (ou intradolomicrite) dans laquelle des îlots, plus ou moins arrondis, de sparite (ou dolosparite) correspondent aux points blancs visibles à l'œil nu ;
- 60 m d'épaisseur de calcaires clairs couronnés par un niveau oolitique à *Favreina* sp. (oosparite bioclastique) ;
- 50 m de dolomies noires, très carriées ; elles affleurent à la hauteur de deux maisons et constituent une dépression dans laquelle sont installées des brèches de pentes consolidées ;
- 60 m d'affleurement de calcaires très clairs, fins : biomicrite à cristaux isolés (anhédriques) de dolomite. Ils contiennent quelques Miliolides. L'échantillon PT 203 a livré des Miliolies et des Algues Dasycladacées dont *Munieria* sp. (?), *Ataxophragmididae*, *Litiolides*, *Salpingoporella grudi* Radouic, *Actinoporella podolica* datant le Jurassique supérieur - Crétacé inférieur.

Des brèches calcaires (brèches de pente consolidées ?, brèches tectoniques ?) masquent ensuite la roche en place.

5) Route Kandhila-Skotini : Coupe E (Cénomanién-Turonien).

La route qui conduit de Kandhila à Skotini montre, à mi-distance entre les deux premiers virages en épingle à cheveux après le col qui sépare les deux villages, les calcaires noirs à "*?Praesorites* sp." du Cénomanién supérieur. On note de bas en haut dans la série et d'E en W ($x = 22^{\circ} 26' 00''$, $y = 37^{\circ} 47' 30''$) :

— Un ensemble Cs₁ comprenant :

- 20 m de calcaires sombres (biomicrite), parfois légèrement dolomités, contenant à côté de Miliolies : *Nummoloculina regularis* Philippson, "*?Praesorites* sp." Fleury ;
- 3 m de calcaires gris, très riches en Miliolies (biomicrite). Un banc massif épais de 1 m, pétri de tests plats de grands Lamellibranches (3 à 7 cm) occupe le milieu de ce niveau dans lequel les formes suivantes ont été trouvées : Nezzazatidés dont *Biplanata* cf. *peneropliformis* Hamaoui et Saint-Marc, *Biconcava bentori* Hamaoui et Saint-Marc, *Pseudorhapydionina dubia* (De Castro), *Nummoloculina regularis*. Ces faunes indiquent un âge cénomanién supérieur ;
- 16 m de calcaires noirs, azoïques, sublithographiques (micrite) ;
- 20 m de calcaires gris, fins ou grossiers. A la base, un banc de dolomie cristalline (dolosparite à structure hypidiotopique) ne laisse voir que quelques Miliolies. Dans les calcaires (intrabiomicro-

sparite), à côté de ces fossiles, apparaissent des *Cuneolina* sp. écrasées, *Nezzazata* sp., "*?Praesorites* sp." qui impliquent un âge cénomanién supérieur ;

— lacune d'affleurement de quelques mètres due à un cône d'éboulis ;

- 6 m de calcaires gris clair, massifs, à traces vermiformes (1 cm de diamètre), évoquant des pistes de vers. Une dolomitisation, qui se manifeste jusque dans les loges des Miliolies, se marque surtout dans les vermiculures. Des débris de Rudistes, des Algues, des grosses Miliolies, *Chrysalidina* sp., des Nezzazatidés dont *Nezzazata* sp. et *Biplanata* cf. *peneropliformis* datent le Cénomanién supérieur ;

- 55 m de calcaires et dolomies. La dolomitisation de ces calcaires, plus ou moins intense (agrégats de cristaux subhédriques de dolomite) traverse les bancs ;

- 120 m de calcaires clairs, gris ou roses (intramicrite à bioclastes). A côté d'Algues, Miliolies et débris de Rudistes existent : "*?Praesorites* sp.", "*Valvulamina* sp.", *Pseudolituonella* sp., *Pseudorhapydionina* sp. qui datent le Cénomanién supérieur-Turonien inférieur.

— Un ensemble Cs₂ comprenant :

- 55 m de calcaires gris à Miliolies et débris de Rudistes, grossiers. Dismicritiques, bioclastiques, localement pseudolithiques, ces calcaires contiennent des Madréporaires dans les 30 derniers mètres.

6) Proximité du Col Skotini-Kandhila : Coupe F (Cénomanién-Turonien-Sénonien).

Le long de la route qui joint Skotini à Kandhila (fig. 1), après le dernier virage en épingle à cheveux en montant vers le col, les talus permettent d'observer les calcaires cénomaniens à sénoniens. On y note de bas en haut dans la série et d'E en W ($x = 22^{\circ} 26' 00''$, $y = 37^{\circ} 47' 40''$) :

— Un ensemble Cs₁ comprenant :

- 90 m de calcaires gris à Miliolies (intrabiomicrite). Quelques niveaux sont pseudolithiques ou oolithiques (oobiomicrite). A côté d'Ophthalmidiidés ont été trouvés : *Nummoloculina* sp., *Cuneolina* sp., *Chrysalidina* sp. ;

— lacune d'observation sur une distance de 10 m ;

- 60 m de calcaires et dolomies en alternance irrégulière (intrabiomicrite à cristaux euhédriques ou subhédrique de dolomite et dolomicrite). Ces niveaux ont livré de petits Gastéropodes, des Miliolies, des Nezzazatidés dont *Nezzazata* sp., *Cuneolina* sp., qui indiquent un âge Cénomanién - (Turonien ?).

— Un ensemble Cs₂ comprenant :

- 60 m de calcaires gris, fins ou grossiers (micrite et sparite à biointraclastes). Quelques niveaux de dolomies sont intercalés (dolosparite à structure hypidiotopique). Des Rudistes et leurs débris, des Miliolies, des

Algues : *Thaumatoporella parvovesiculifera* Raineri, *Moncharmontia apenninica compressa* (De Castro) indiquent un âge Turonien - (Sénonien ?).

— Un ensemble Cs_{3a} comprenant :

75 m de calcaires rubanés ayant parfois un aspect de laminite (laminæ de microsparite). Des nids oblongs de sparite ou dolosparite confèrent parfois à la roche une structure à fenestra. A côté de Miliolites, *Aeolisaccus* sp., *Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Accordiella conica* Farinacci datent le Sénonien ;

— petite faille ;

110 m de calcaires gris ou noirs. Des bancs azoïques alternent avec des bancs riches en Rudistes et Miliolides (intrabiomicrite). Des Algues tubuleuses, *Moncharmontia* sp., "*Valvulammina* sp.", *Thaumatoporella parvovesiculifera*, *Aeolisaccus kotori* Radoicic, *Nummuloculina* sp., *Cuneolina* sp., *Accordiella conica*, *Murgella lata* Lupertosi caractérisent le Sénonien inférieur ;

120 m formés d'une alternance irrégulière de calcaires azoïques et de calcaires à Rudistes, découpés par de petites failles. Les calcaires azoïques se débitent en plaquettes (2 à 10 cm) alors que les niveaux à Rudistes forment des bancs massifs de 2 m. Outre des Hippuritidés et Radiolitidés, des Algues Dasycladacées et des Foraminifères imperforés existent dans ces horizons.

7) Flanc N du Saïtas : Coupe G (Sénonien-Eocène).

Partant du col qui sépare la plaine de Fénéou de la vallée de Lykouria, la crête montagneuse qui s'élève vers le sommet du Saïtas permet de lever une coupe allant des niveaux fossilifères du Sénonien à ceux du Lutétien.

On y note successivement du N vers le S et de bas en haut, après les 200 m de laminites à Algues Dasycladacées et Ostracodes qui forment le col (x = 22° 15' 00", y = 37° 52' 00") :

— Un ensemble Cs_{3a} comprenant :

150 m de calcaires foncés à Rudistes et Miliolites. Des niveaux riches en Rudistes (intramicrite à bioclastes) alternent avec des niveaux pauvres (biomicrite et biomicrosparite). A côté de débris de Rudistes et Miliolites ont été trouvés *Thaumatoporella* cf. *parvovesiculifera* Raineri, "*Valvulammina* gr. *picardi*" Henson, *Moncharmontia* sp., *Dicyclina* gr. *schlumbergeri* Munier-Chalmas, *Murgella lata* Luperto-Sinni (?), *Accordiella conica*, *Rotorbinella scarsellai* Torre, Orbitolinidés dont *Coskinolina* sp., *Dictyoconus* sp.

— Un ensemble Cs_{3b} comprenant :

55 m de calcaires noirs, azoïques, à débit en fines plaquettes (micrite). Quelques bancs de dolomie bréchique sont intercalés et contiennent des débris de Rudistes et *Orbitoides* sp. (intradolomicrosparite à bioclastes) ;

40 m de calcaires à Rudistes en gros bancs, ne contenant pas de microfaune ;

70 m de calcaires riches en microfossiles, fins le plus souvent, parfois micrograveleux. Dans une biomicrosparite à intraclastes ont été trouvés, à côté de Miliolites et débris de Rudistes : *Cuneolina* sp., *Lepidorbitoides* sp., Textulariidés, *Minouxia* sp., Ophthalmitidés, *Orbitoides* sp., des Rhapydionininae ("*Raadshoovenia* sp." et/ou *Murciella* sp.). Cette association indique un âge Campanien supérieur-Maastrichtien.

— Un ensemble Cs_{3c} comprenant :

120 m de calcaires et dolomies blanches en alternance irrégulière. Foncés à la base, les calcaires deviennent clairs au sommet et ne contiennent alors plus que des débris de Rudistes. De nombreuses *Rhapydionina liburnica* (Stache) et quelques *Broeckinella* cf. *arabica* Henson indiquent un âge maastrichtien (Fleury, 1973).

— Un ensemble E₁ comprenant :

50 m de calcaires gris clair et dolomies claires. Très fossilifères au sommet, ils montrent des Miliolidés, Algues Dasycladacées, Rotalidés, *Pseudochrysalidina* sp., qui indiquent un âge paléocène.

— Un ensemble E₂ comprenant :

25 m de calcaires et dolomies blanchâtres ayant fourni des Miliolidés, Pénéroplidés, *Lituonella roberti* ou *Discorinopsis* sp. qui datent le Lutétien.

Sans qu'aucune coupe ne montre l'ensemble des niveaux éocènes, ceux-ci ont été estimés à 100 ou 200 m et se terminent par des niveaux à *Nummulites millecaput* (Boubée) forme A, *Discocyclina* sp., *Asterodiscus* sp., *Actinocyclina radians*, *Grzybowskiia multifida* Bieda dans lesquels sont intercalées des passées métriques de marnes jaunes à Globigérinidés avant l'apparition de la zone à *Pellatospira madarazi* (Hantken).

II. — AGE DES SUBDIVISIONS

Les corrélations ont été effectuées suivant le modèle indiqué sur la fig. 2. Les différentes coupes permettent de définir un certain nombre de subdivisions (fig. 3).

1) Les laminites T.

Ce premier ensemble (A 1-4) (*), épais d'au moins 80 m est surtout constitué de laminites. De grands Mégalodontidés à test épais (*Megalodon* cf. *marianii*, *Neomegalodon complanatum*) indiquent un âge triasique sommital.

(*) A 1-4 : Coupe A, niveaux 1 à 4.

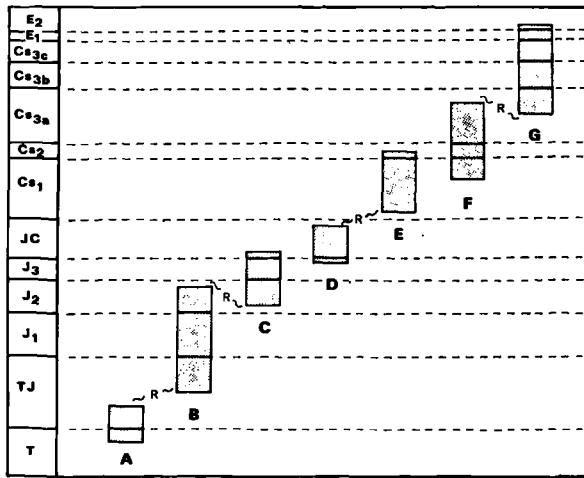


Fig. 2. — Correlations entre les différentes coupes A, B, C. — Coupes décrites précédemment. — R, Recouvrement indéterminé.

2) Les calcaires et dolomies TJ (A 5, B 1).

Epais de 220 m au minimum, ces dolomies et calcaires dolomitiques semblent azoïques. Eu égard à leur position comprise entre T et J₁, un âge triasico-liasique a été retenu.

3) Les calcaires magnésiens J₁ (B 2-4).

Cette formation comprend des calcaires plus ou moins dolomitiques à Algues, Gastéropodes et Mégalodontidés à test mince. Indéterminables, ces fossiles n'ont pu fournir un âge. A la suite de Boblaye et Virlet (1833), Ktenas (1924) attribue un âge triasique à ces niveaux à Mégalodontidés, sous lesquels Dercourt (1964) cite un banc "*Polygonella* sp." (synonyme junior de *Thaumatoporella* cf. *parvovesiculifera* Raineri) et attribue cet ensemble au Lias. Dans le Taygète, Thiebault (1973) décrit des niveaux à Mégalodontidés à test mince et *Paleodasycladus mediterraneus* qu'il attribue au Lias.

Un âge liasique sera donc retenu pour J₁.

4) Les calcaires et dolomies J₂ (B 5-6, C 1-2).

Cette formation, puissante de 250 m, n'a pu être datée paléontologiquement. Cependant, étant donné les niveaux qui l'encadrent (J₁ et J₃), son âge est limité inférieurement au Lias et supérieurement au Malm supérieur.

5) Les calcaires noirs J₃ (C 3-6, D 1).

Puissants de 120 m, ces calcaires contiennent des *Clypeina jurassica* et *Kurnubia* sp. Outre ces formes, Dercourt (1964) avait cité des

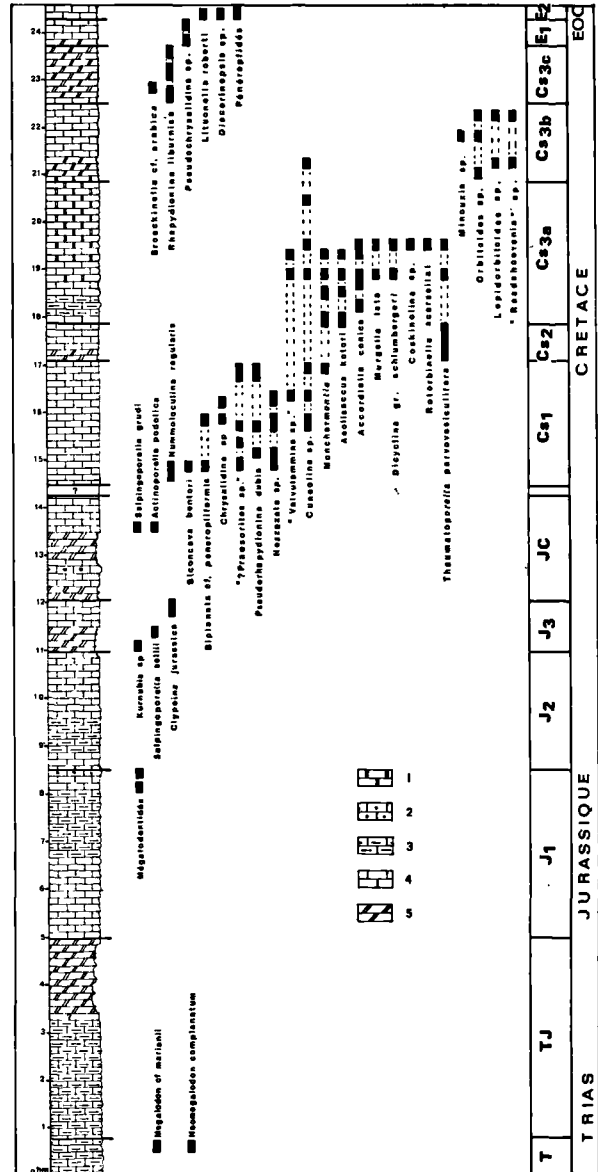


Fig. 3. — Colonne stratigraphique résumée de la série tripolitzique dans le secteur étudié.

1, Calcaires massifs. — 2, Calcaires graveleux. — 3, Laminites. — 4, Calcaires et calcaires dolomitiques, — 5, Dolomies.

Valvulina sp., *Trocholina* sp. et *Salpingoporella annulata*. Associées à une riche faune de *Kurnubia*, des *Cladocoropsis mirabilis* ont également été trouvées au sommet du Chelmos (*), reposant sur des niveaux de calcaire oolithique.

Ces formes permettent donc de dater le sommet de J₃ du Kimméridgien - Portlandien.

6) Les dolomies et calcaires JC (C 7, D 2-5).

Constitué d'une alternance de niveaux dolomitiques et calcaires. JC a livré *Salpingoporella grudi* et *Actinoporella podolica* datant le Jurassique supérieur - Crétacé inférieur. Un âge jurassique terminal - crétacé inférieur lui est donc attribué.

7) Les calcaires Cs₁ (E 1-7, F 1-2).

Epais de 280 m, assez pauvres en microfossiles, quelques niveaux ont cependant fourni une microfaune dont la plus caractéristique est : "*Praesorites* sp.", *Biplanata* cf. *peneropliformis*, *Biconcava bentori*, *Nezzazata* sp., *Chrysalidina* sp., *Pseudorhapydionina dubia*. Cette association et le lithofaciès se rapprochent donc de ce qui est décrit dans le Varassova (Fleury, 1971) et en Serbie occidentale (Radoicic, 1972).

Un âge cénomanien est donc retenu pour Cs₁.

8) Les calcaires noirs Cs₂ (E 8, F 3).

Ces calcaires s'enrichissent en Rudistes vers le sommet. Situé au-dessus des niveaux du Céno-manien supérieur et au-dessous des niveaux du Sénonien inférieur franc, Cs₂ a été rapporté au Turonien.

9) Les calcaires à Dicyclines Cs_{3a} (F 4, G 1).

Riches en Rudistes, les calcaires ne contiennent rien d'autre, à l'exception de Miliolidés. Au contraire, les bancs qui en sont dépourvus fournissent une abondante microfaune dont la plus caractéristique est *Dicyclina* gr. *schlumbergeri*, *Aeolisaccus kotori*, *Accordiella conica*, *Murgella lata*, *Valvulammina* sp., *Coskinolina* sp., *Dictyoconus* sp., *Rotorbinella scarsellai*.

Cette association à *D. schlumbergeri* est identique en tout point à celle décrite par

(*) Ce lieu est situé sur la carte levée par Flament (1973). Cet auteur l'attribuait au Jurassique - Crétacé indifférencié, notre étude précise qu'il s'agit du Kimméridgien - Portlandien.

Fleury (1970) dans le massif du Klokova (*), et en Péloponnèse (1973) et date le Turonien - Sénonien inférieur ; sa limite supérieure pourrait atteindre le Santonien-Campanien.

10) Calcaires à Rhapydioninae et Orbitoides Cs_{3b} (G 2-4).

De faciès identique à la précédente, cette formation n'en a été distinguée que par le contenu faunistique qui diffère. Ce changement est marqué par la disparition de *D. schlumbergeri* et l'apparition de *Raadshoovenia* sp. et/ou *Murciella Orbitoides* sp., *Lepidorbitoides* sp.

Cette association est attribuée au Campanien-Maastrichtien (Fleury, 1973).

11) Calcaires et dolomies à Rhapydionina liburnica Cs_{3c} (G 5).

Marqué par l'alternance de niveaux de calcaire et dolomie blanche, Cs_{3c} se distingue bien des formations précédentes. Les *R. Liburnica*, caractéristiques de ce niveau sont fréquemment associées à *Broeckinella* cf. *arabica*.

Cette association est mentionnée à l'E de Rhodes dans l'île de Megiski (= Kastelorizo) par Christodoulou (1972) et bien connue en Péloponnèse et Grèce continentale, elle y caractérise le Maastrichtien (Fleury, 1973).

12) Calcaires et dolomies E₁ (G 6).

Identique à la précédente, cette formation s'en distingue par : la disparition des *R. Liburnica* et des Rudistes, l'apparition de *Pseudochrysalidina* sp. qui, selon Fleury (1973), permet d'attribuer un âge paléocène à cet ensemble.

13) Calcaires E₂.

Ces calcaires clairs sont fossilifères et fournissent, outre des Pénéroplidés, *Lituonella roberti* qui date le Lutétien.

L'apparition des niveaux détritiques n'est pas brutale mais annoncée par l'intercalation de passées marneuses jaunes riches en microfaune pélagique. Ces "passées flyschoides" sont datées du Lutétien supérieur - Priabonien inférieur, avant l'apparition de la zone à *Pellatospira madarazi*. La région étudiée correspond donc au Tripolitza s. s., zone interne de la série de Gavrovo-Tripolitza (Fleury et Tsoflias, 1972).

(*) Bien que non citée par Fleury, *Murgella lata* existe dans le massif du Klokova (Fleury, 1974, communication personnelle).

III. — CONCLUSIONS

Les résultats de cette étude sont les suivants :

1) Dans le N du Péloponnèse (région de Fénéou et Skotini), la série de Tripolitza présente son entier développement depuis le Trias supérieur jusqu'à l'Eocène supérieur. Aucune lacune n'a pu être décelée mais tous les horizons n'ont pu être datés.

2) La dolomitisation envahit différentes assises.

Entièrement carbonatée, la série présente des passées dolomitiques à tous les niveaux qui représentent une proportion non négligeable de l'ensemble. Elles existent depuis le Trias-Lias jusqu'au Paléocène compris et ne sont pas, contrairement à ce que l'on croyait, uniquement cantonnées au Jurassique.

3) La partie crétacée de cette série correspond à la " sous-zone centrale et orientale " définie pour cette période par Dercourt (1964). On ne peut cependant l'assimiler, contrairement à ce qu'avait proposé cet auteur, à un cauda-

bioherme tel que le définit Marie (1959). En effet, j'ai montré qu'il existe de nombreux niveaux microbréchiques, dolomitiques, à débris de Rudistes, des horizons à Hippuritides enfin ; tous caractères qui ne se retrouvent pas dans les caudabiohermes.

4) La partie supérieure des calcaires éocènes, avant l'installation du flysch, voit l'apparition de " passées flyschoides " qui sont donc maintenant connues dans l'ensemble du domaine de Tripolitza s. s.

5) La série carbonatée de Tripolitza, caractérisée par des sédiments de faible profondeur (laminites, Algues Dasycladacées, Mégalodontidés, Rudistes...) et une épaisseur importante (2 200 m du Trias supérieur à la base de l'Eocène) est le résultat d'une subsidence très active, qui a joué régulièrement du Trias à l'Eocène, son taux moyen est donc évaluable à 15 mm par mille ans.

(*) L'abondance des failles, dont certaines sont inverses, n'autorise pas à évaluer l'épaisseur de la série éocène. En outre, on sait (Dercourt, De Wever, Fleury, 1975) que des failles peu inclinées, voire confondues avec la stratification, interviennent et provoquent des redoublements de série.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BOBLAYE E.P. et VIRLET Th. (1833). — Expédition scientifique de Morée. *Sect. des Sciences Phys., Géol. et Minéral.*, t. 2, 375 p., Paris.
- 2) CHRISTODOULOU D. (1972). — Observation on the geological structure of Kastelorizo island (Dodecanesus) and the age of its limestones. *Bull. Geol. Soc. Greece*, t. IX, p. 387-412.
- 3) DERCOURT J. (1959). — Note préliminaire sur la série de Tripolitza dans le massif du Khelmos (NOME d'Akhaïe, Grèce). *C.R. somm. S.G.F.*, n° 6, p. 144-145.
- 4) DERCOURT J. (1964). — Contribution à l'étude géologique d'un secteur du Péloponnèse septentrional (Thèse Paris, 1964). *Ann. Géol. Pays Hell.*, 1^{re} série, t. XV, 417 p., 1 carte géol. au 1/200 000.
- 5) DERCOURT J., DE WEVER P. et FLEURY J.J. (1975). — Données sur le style tectonique de la nappe de Tripolitza en Péloponnèse septentrional (Grèce). V^e Colloque sur la Géologie des régions égéennes. *B.S.G.F.* (à paraître).
- 6) DE WEVER P. (1975). — Etude géologique des séries apparaissant en fenêtre sous l'allochtone pindique (série de Tripolitza et série épimétamorphique de Zaroukla), Péloponnèse septentrional, Grèce. *Thèse 3^e cycle*, Lille, 341 p. (vol. ronéotypé).
- 7) FLAMENT J.M. (1973). — Etude géologique d'un secteur de la nappe du Pinde, de l'Olonos au Chelmos (Péloponnèse septentrional). *Thèse 3^e cycle*, Lille, 206 p. (vol. ronéotypé).
- 8) FLEURY J.J. (1970). — Le Sénonien et l'Eocène à microorganismes benthoniques du Klokova (zone de Gavrovo, Akarnanie, Grèce continentale). *Rev. micropaléontologie*, vol. 13, n° 1, p. 30-44.
- 9) FLEURY J.J. (1971). — Le Cénomaniens à Foraminifères benthoniques du massif du Varassova (zone de Gavrovo, Akarnanie, Grèce continentale). *Rev. micropaléontologie*, vol. 14, n° 3, p. 181-194.
- 10) FLEURY J.J. (1973). — Sur l'âge crétacé terminal (Maestrichtien) des couches à *Rhapydionina liburnica* (Stache) de la zone de Gavrovo-Tripolitza, Grèce continentale et Péloponnèse. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 125-127.
- 11) FLEURY J.J. et TSOFLIAS P. (1972). — Sur l'âge de la base du flysch de la zone de Gavrovo-Tripolitza en Péloponnèse septentrional. *Bull. Soc. Géol. Grèce*, t. IX, p. 111-121.
- 12) KTENAS C. (1924). — Formations primaires semi-métamorphiques du Péloponnèse central. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 61-63.

- 13) KUENEN P.H., MIGLIORINI (1950). — Turbidity currents as a cause of graded-bedding. *Journ. of Geol. Chicago*, vol. 58, p. 91-127.
- 14) MARIE P. (1959). — Sur le Crétacé supérieur marin de Martigues (Bouches-du-Rhône). *Congrès des Sociétés Savantes*, Dijon.
- 15) PHILIPPSON A. (1892). — Der Peloponnes, 642 p., R. Friedländer Sohn, Berlin.
- 16) RADOICIC R. (1972). — Contribution to the stratigraphy of the upper cretaceous in western Serbia. *Ann. Geol. Pen. Balk.*, t. XXXVII, fasc. 2.
- 17) RENZ C. (1955). — Die vorneogene stratigraphie der normal sedimentären Formationen Griechlands. Athènes. *Inst. Geol. Subs. Res.*, 637 p.
- 18) THIEBAULT F. (1973). — Etude géologique du Taygète septentrional (Péloponnèse méridional, Grèce). *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. XCIII, 1, p. 55-74.
-

Précisions stratigraphiques, sédimentologiques et tectoniques sur les massifs de flysch au Nord de Medjana (Wilaya de Sétif, Algérie)

par Bernard HOYEZ (*)

Sommaire. — Les flyschs au N du village de Medjana sont réexaminés. La série de Medjana, notamment, est considérée comme représentant à l'Aquitainien inférieur une zone de contact entre deux types de bassins : un bassin mobile turbiditique au N, lié à un domaine en cours de structuration, et un bassin abyssal au S, alimenté par les coulées sableuses numidiennes.

Summary. — Flysch units lying in the vicinity of Medjana (Algeria) are reinvestigated. The "Medjana sequence" is regarded, during Lower Aquitanian, as representing a zone of contact between two types of basins : to the North, a turbiditic and moving basin bounded up with a tectonically active margin, and to the South, an abyssal basin fed by numidian sand flows.

La zone subbibanique, comprise entre la chaîne des Biban au N et le parautochtone des Djebels Choukchot et Mansourah au S, est jalonnée d'îlots montagneux couronnés généralement de puissantes assises gréseuses. Les terrains à dominante flysch qui constituent ceux-ci représentent des lambeaux de nappes appartenant aux niveaux les plus élevés de l'édifice structural (Unité C de Caire, 1951, Unité VIII = nappe numidienne et Unité VII = nappe sous-numide de De Chevilly et al., 1956). Ils se superposent à des nappes d'origine plus externe, issues du sillon tellien (Unité B, Caire, 1959 ; Unité VI = nappe épitellienne *p.p.*, De Chevilly et al., 1956).

Parmi ce chapelet de reliefs, la zone située au N du village de Medjana (points culminants : Dj. Metnen, 1 705 m ; Dj. Morissane, 1 497 m) revêt un intérêt particulier. En 1893, Ficheur y définit en partie l'étage "Medjanien" qui figure par la suite sur de nombreuses cartes géologiques (Savornin, 1906). L'extension abusive et erronée de ce terme conduit à son discrédit et à son abandon. Ultérieurement, les études de

Flandrin et Lucas (1934) et de Flandrin (1948) apportent de nouvelles données sur le contenu stratigraphique des massifs "medjanien", mais ce n'est qu'avec la mise en évidence de leur allochtonie totale (Caire, 1953) qu'une interprétation cohérente et décisive est proposée.

Pour cet auteur, au N de Medjana et au-dessus des terrains à faciès tellien, se superposent deux lames : à la base, la lame C1 représentée par un Sénonien conglomératique et, au sommet, la lame C3 néonummulitique comportant une assise inférieure argileuse, calcaire et gréseuse, une assise supérieure gréseuse compacte. Cette assise supérieure peut présenter deux faciès, avec passage latéral de l'un à l'autre : celui de grès numidiens et celui de grès molassiques.

L'objet de cette étude est de préciser la stratigraphie, la sédimentologie ainsi que les relations tectoniques des séries en présence.

I. — LA SERIE DE L'UNITE INFÉRIEURE (lame C1, Caire, 1953)

L'étude stratigraphique de cette série est délicate car elle est de nature essentiellement argileuse et les coupes difficiles à raccorder.

(*) Université de Lille I, Laboratoire de Géologie appliquée, B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq et Laboratoire associé C.N.R.S. n° 215 (Géologie structurale).

Note déposée le 10 Mars 1976.

Diverses observations sur la bordure sud du massif (piste de Medjana à Dar Beida, route W 42, Draa Dilmi) permettent de synthétiser la coupe suivante :

5) Une série épaisse (supérieure à 100 m), à dominante argileuse, dans laquelle s'intercalent des calcaires détritiques variés : calcaires gréseux plus ou moins argileux, en plaquettes, à prismes d'Inocérames, calcaires plus massifs jaunâtres à lamination fine bien visible sur les parements altérés, calcaires microbréchiques, conglomérats, et jusqu'à des blocs de calcaire de plusieurs mètres cubes (feuille Bordj bou Arreridj, CL : 679,15 - 318,65). Ces niveaux livrent à la base *Globotruncana helvetica* ?, puis *G. gr. sigali* très bien conservées. Ils atteignent donc au moins le Coniacien-Santonien.

4) Des argiles grises comportant de gros bancs (jusqu'à 1,50 m) de calcaires microbréchiques grossiers, parfois à base poudinguiforme (5 m approx.). Ces derniers renferment des fragments remaniés d'*Orbitolines*, *Polypiers*, *Mélobésiées*.

3) Des argiles et des pélites silicifiées, intercalées de calcaires fins à débit prismatique et de calcaires à base microbréchique altérés et roussâtres (quelques mètres).

Les microbrèches contiennent des débris de tests et des intraclasts partiellement recristallisés, ayant subi une silicification préférentielle à partir de leur périphérie ou incluant des cristaux de quartz authigènes parfois volumineux. Des produits ferrugineux encroûtent certains éléments, cristallisent à l'intérieur ou se dispersent dans le ciment. Des fragments de roches volcaniques sont abondamment disséminés dans certains horizons. Parmi la microfaune assez mal conservée se reconnaissent des *Orbitolines* à cachet cénomanien, des calciphères, des *Rotalipores* du Cénomaniens dont *R. brotzeni* (Sigal) et *R. cushmani* (Morrow) probable.

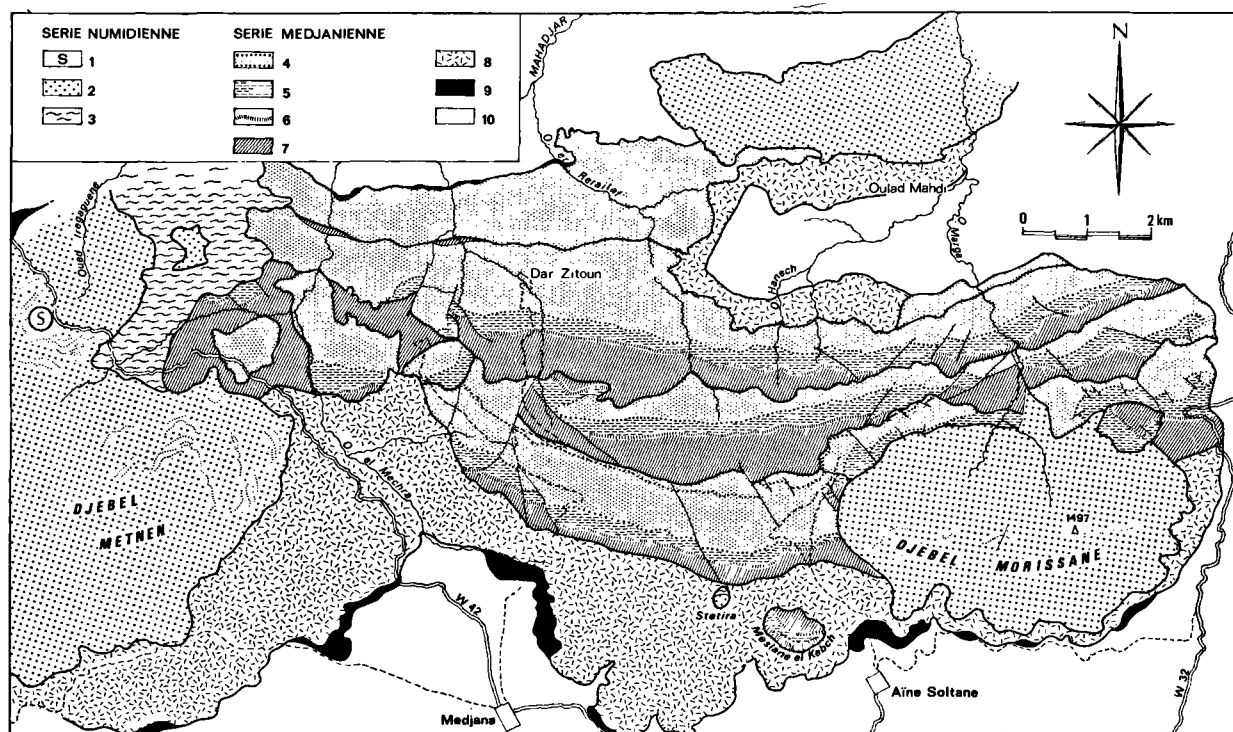


Fig. 1. — Esquisse géologique des massifs de flyschs au N de Medjana.

Série numidienne : 1, Silexites. — 2, Grès à faciès numidien. — 3, Semelle chaotique (Crétacé sup. à Oligocène).
Série "medjanienne" : 4, Aquitanien à faciès "gréso-micacé", avec intercalations de grès à faciès numidien (gros pointillé). — 5, Priabonien à Aquitanien inférieur : pélites sombres et début du "gréso-micacé". — 6, Paléocène à Priabonien : grès calcaires et calcarénites. — 7, Campanien-Maestrichtien argilo-calcaire. — 8, Crétacé supérieur de l'Unité inférieure (C1). — 9, Trias. — 10, terrains à faciès tellien.

Ces microfaciès, examinés par Raoult, évoquent de nettes ressemblances avec les "brèches vertes et rouges massyliennes" du Constantinois, d'âge vraconien-coniacien.

En divers points (ex. : feuille Bordj Boni, CL : 674,1 - 321,4 ou feuille Bordj bou Arreridj, CL : 673,1 - 317,8), à proximité de l'unité supérieure numidienne sans qu'on puisse établir de rapports stratigraphiques certains, apparaissent des phtanites stratifiées en petits bancs, noires en cassure, associées à des calcaires finement bioclastiques (épaisseur inférieure à 10 m). Ces phtanites, attribuées au Cénomanién supérieur-Turonien inférieur, pourraient représenter l'équivalent du niveau 3.

2) Des grès fins verdâtres à rides de courant en bancs peu nombreux couverts d'une patine ferrugineuse, avec parfois des flute-marks (localement dirigés vers le NE), associés à des lentilles hémimétriques de conglomérats à galets calcaires et gréseux (15 m environ).

1) Des argiles azoïques plus ou moins silteuses gris verdâtre, finement stratifiées, avec passées de silts indurés ou plus rarement de grès fins en bancs d'épaisseur inférieure à 10 cm (50 m environ).

Les éléments des conglomérats ont fait l'objet d'une analyse détaillée (Caire, 1956, 1957). Ils comprennent :

- des calcaires à Polyptères du Jurassique supérieur,
- des oosparites et pelsparites à Trocholines,
- des calcaires oolithiques, graveleux ou microconglomératiques à silicification secondaire des éléments (donnant les calcaires à "pustules siliceuses"),
- des oolithes libres ou cimentées intégralement par du quartz en mosaïque,
- des calcaires à filaments,
- des micrites à Calpionelles du Tithonique-Berriasien,
- des calcaires à Globigérines du Crétacé,
- des micrites et des calcaires grumeleux azoïques,
- des calcaires à cristaux de dolomie ferrifère,
- des grains de quartz généralement polycristallins, des débris de silex, des quartz authigènes et des plages silicifiées, accompagnées de néogénèses de dolomite et d'albite,
- de rares minéraux accessoires : muscovite, glauconie, chlorite,
- des fragments de tests épais : Rudistes, Ostracés, Echinodermes,
- des galets de roches volcaniques (diabase albitisée ou spilite à structure intersertale) (*).

Ces conglomérats polygéniques remanient donc un matériel de faciès et d'âges très variés (Trias à Crétacé inférieur) et dont une large

(*) Dét. J. Terry.

proportion s'est formée initialement à faible profondeur. Les conditions de leur gisement montrent cependant certaines particularités : sections lenticulaires discontinues au sein d'une série bien stratifiée à dominante argileuse, association avec des turbidites calcaires (microbrèche granoclassées) et des tractionites (microbrèches argileuses à délit feuilleté), présence de blocs dont l'important volume implique une mise en place gravitaire (éboulement ou glissement). L'ensemble de tels caractères s'accorde avec ceux des conglomérats resédimentés en association avec les turbidites et localisés en bas de talus, par exemple dans une région de suprafan chenalisé.

La succession stratigraphique, la nature des éléments remaniés et la position structurale conduisent à placer cette série dans le flysch massylien (Raoult, 1969) et plus précisément d'en faire un homologue en situation sud-kabyle du flysch de Tagdint (Gélard et Sigal, 1974) ou du flysch de Djebblaa (Laval, 1971).

II. — LA SERIE MOLASSIQUE DE LA LAME C3 (Caire, 1953) OU SERIE DE MEDJANA (**)

La description de cette série correspond pour partie aux dépôts néonummulitiques du Dj. Morissane de Flandrin (1948) ou à la série de Medjana de Caire (1957), caractérisés essentiellement par une puissante série à caractère "molassique". Ces couches molassiques représenteraient pour ces auteurs l'équivalent stratigraphique, partiel au moins, des grès numidiens, avec des passages latéraux de faciès sur certaines coupes (Caire, 1957, p. 416-420). Les différents termes de cette série affleurent clairement, en répétition tectonique, le long des pistes méridiennes (pistes de l'Oued Dar Zitoun, de l'Oued Marga...). On y distingue :

9) AQUITANIEN INFÉRIEUR (minimum) — 800 m minimum.

Série grés-détritique de teinte grise ou beige clair, comportant des termes qui s'échelonnent entre les grès grossiers (\varnothing max. : 4-5 mm) et les siltstones.

Le faciès type est celui d'un grès immature (litharénite) à débris lithiques (gneiss, phyllades), à grains de quartz en majorité polycristallins ou à extinction roulante, à muscovite, biotite, feldspaths abondants, et à ciment argilo-cal-

(**) Malgré les acceptions diverses dont il fut l'objet, l'ancien terme "medjanien" pourrait être appliqué à une telle série, bien représentée sur le territoire du Douar Medjana.

caire. Ces bancs de grès s'ordonnent au sein de séquences sédimentaires (voir plus loin) et la base de certaines séquences renferme de nombreux macroforaminifères remaniés.

Des épisodes peu épais (1-2 mm) à faciès numidien fin s'intercalent en quelques niveaux de la série. Exceptionnellement dans l'échelle méridionale, un banc plus épais (10 m) apparaît à environ 300 m au-dessus de la première barre numidienne (Kef el Mlab).

A la partie supérieure de cet ensemble se développent des faciès marneux incluant des boules de grès d'aspect identique à ceux de la partie inférieure. Ils semblent correspondre à des glissements sous-marins qui ne remanieraient apparemment pas d'horizons plus profonds.

Les associations fossiles, avec de fréquents indices de remaniement, consistent généralement en : Bryozoaires, débris d'Echinodermes, Nummulites, *Discocyclina* sp. de l'Eocène, *Nephrolepidina* sp., *Amphistegina* sp., *Pararotalia* sp., *Planorbulina* sp., *Operculina* sp., *Heterostegina* sp., *Eulepidina* gr. *dilatata*, *Rupertia* sp., *Sphaerogypsina* sp., *Spiroclypeus* sp., *Neoalveolina* sp., et dans plusieurs lames : *Miogypsinoides* sp. et *Myogypsina* sp. (certaines formes téréatologiques).

8) AQUITANIEN INFÉRIEUR — 15 m.

Grès grossier, parfois à dragées, à faciès typiquement numidien.

7) OLIGOCÈNE SUPÉRIEUR - AQUITANIEN INFÉRIEUR — 25 à 115 m.

Série de siltstones et de grès micacés à lamination plane ou ondulée, alternant avec des marnes grises à beige clair. Quelques bancs de grès quartzitiques massifs (40 cm à 120 cm) à base souvent ferrugineuse et tapissée de nombreuses traces fossiles (Paléoduction, Helminthoïdes) ou de marques de courant (orientées vers le secteur N). Transitions avec le niveau inférieur. Un horizon gréseux (échelle 3, à 20 m du sommet du niveau) a livré des débris de *Lepidocyclina* sp., *Amphistegina* sp., *Myogypsina* sp. probable.

6) PRIABONIEN - OLIGOCÈNE — 90 à 120 m.

Série argilo-pélique, rouge lie-de-vin, à passées vertes à la base, évoluant vers un gris rougeâtre sombre au sommet, avec de rares plaques de grès fin verdâtre (épaisseur maximale : 50 cm). Rare faune d'Arénacés. Un gisement incertain de *Tubotomaculum* car à proximité d'une coulée d'argiles sous-numidiennes.

5) PRIABONIEN — 15 m environ.

Alternance de dalles calcaires compactes (biomicrite à débris de Foraminifères) de 20 à 40 cm et de pélites rouges, plus rarement vertes. Vers le haut, les bancs ont tendance à devenir de moins en moins grossiers, à s'enrichir en matériel remanié du Lutétien terminal et en planctoniques. Les quartz détritiques deviennent rares. Ces niveaux fournissent dès leur base : Gros Rotalidés, Gypsiniidés, Miliolidés, Algues, *Orbitolites*, *Nummulites variolaris* (Lamarck) probable, *N. chavannesi* de la Harpe, *N. discorbinus* (Schlotheim), *N. fabianii* (Prever), *N. garnieri* Boussac, *Operculines*, *Sphaerogypsina globulosa*.

4) LUTÉTIEN TERMINAL — 5 à 10 m.

Pélites rouges et vertes avec minces bancs de calcaires finement détritiques et bancs plus épais (40 cm en moyenne) de microbrèches grossières (graviers jusqu'à 1 cm de calcaire à Algues, calcaire à Calpionelles...). Ces niveaux

sont riches en gros embryons de *Nummulites millecaput* Boubée, forme A et de *N. perforatus* Montfort, *N. discorbinus*, *Assilina exponens* Sowerby.

3) PALEOCÈNE SUPÉRIEUR - YPRESIEN ? — 20 à 40 m.

3b) Environ une dizaine de bancs de grès calcaires ou calcaires gréseux (selon l'importance du ciment microsparitique), déconsolidés et blanchâtres, sans structure interne (niveaux gréseux) ou à structure laminée ou convolutive (niveaux calcaires), séparés par des pélites rougeâtres. Base des bancs parfois grossière (gros grains de quartz mono et polycristallins, débris de silice, graviers calcaires). Phénomènes de dissolution et contacts stylolithiques entre quartz et calcite.

3a) Barre d'environ 1 m - 1,50 m, constituée de bancs jointifs (20 à 40 cm) de calcaire gréseux à structure interne laminée ou à ripples : la base renferme des galets plats (galets "mous" synsédimentaires) englobés dans une matrice grésocalcaire grossière avec de gros grains de quartz (2-3 mm de ϕ) arrondis et corrodés. Dans le tiers inférieur, ces horizons renferment : rares Nummulites très primitives de type *fraasi*, *Miscellanea miscella* (Pfender), *Discocyclines*, fragments d'Echinodermes, Lithotamniées, *Distichoplax biserialis* Dietr., Bryozoaires et nombreux débris de *Microcodium*.

2) MAESTRICHIEN — 30 à 40 m environ.

Série comprenant une alternance de :

— Calcaires gréseux fins à patine jaunâtre, montrant, quand l'épaisseur est notable (environ 80 cm), les intervalles de Bouma :

a) mince passée microbréchique avec flute-marks plats systématiquement dirigés vers le quadrant SE, à graviers de calcaires à *Saccocomidés*, *Stomiosphaera*, à Algues de type *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Lias probable),

b) intervalle de calcaire gréseux, massif ou laminé,

c) intervalle à convolutes ou ripples bien développés,

d) intervalle à débit en plaquettes ;

— Marnes beiges ou vert clair ;

— Pélites rouges (enrichissement en teintes rouges et vertes vers le haut). Les passées microbréchiques contiennent : *Sulcoperculina* sp., *Globotruncana contusa* (Cush.), *Siderolites calcitrapoides* Lmk.

1) CAMPANIEN - MAESTRICHIEN — plus de 50 m.

Série à dominante d'argiles gris verdâtre fluantes comprenant des intercalations de :

— Calcaires gréseux fins (grains de quartz : 100-200 μ), à ciment micritique ou microsparitique, massifs ou finement laminés, à base soit craquelée et ondulée, soit tapissée d'un mince niveau microbréchique localement silicifié (intraclasts : micrite azoïque, oomicrite recristallisée, silice, quartz détritique de 500-800 μ). Épaisseur des bancs variable de 20 à 80 cm ;

— Calcaires micritiques bleu clair en cassure, crème en patine, azoïques, parfois à débit prismatique. Épaisseur des bancs de l'ordre de 20 cm.

Les deux lithofaciès s'accolent fréquemment en un seul banc formant un couple caractéristique.

Ces niveaux livrent *Globotruncana ventricosa* White, G. cf. *contusa*, G. cf. *stuarti* (de Lapp.), G. *stuartiformis* D'Albiez, G. *arca* (Cush.), G. *fornicata* Plummer.

La série de Medjana ou "medjanienne" présente une nette affinité avec la série maurétanienne (Gélard, 1969) ou plus encore avec un certain nombre de séries qui, à l'Oligocène, revêtent des caractères numidiens : argiles colorées à *Tubotomaculum*, intercalations de grès grossiers évolués. D'W en E, elles prennent les noms de : série de Bolonia (Didon, 1969), série de Talaa Lakra (Didon et al., 1973), série du Dj. Tigrebine (Flandrin, 1948), flysch du Dj. Zima (Tefiani, 1967), flysch varicolore et grésomiacé de Port-Gueydon (Gélard, 1971), série de l'Oued Yousef... (Laval, 1970).

III. — LA SERIE NUMIDIENNE

Les grès numidiens grossiers, localement à dragées, forment les massifs rocaillieux du Dj. Metnen, du Dj. Morissane, du Kef Aïne Ez Zebda au N d'Oubad Mahdi. Ces grès reposent en contact tectonique et généralement en troncation sur les séries inférieures, par l'intermédiaire ou non d'une semelle chaotique. Cette dernière comporte des argiles varicolores à *Tubotomaculum*, un flysch crétacé supérieur essentiellement argileux, à microbrèches, grès calcaires et calcaires fins, et des phanites jaune clair à noir du Cénomaniens supérieur - Turonien inférieur (feuille Bordj Boni, C.L.: 671,75 - 322,80).

L'épaisseur minimale de l'ensemble gréseux est de l'ordre de 400 m. Au cœur du synclinal d'Aïne Sarviennne (feuille Bordj Boni, C.L.: 670,15 - 322,70) et superposées à des grès numidiens (donc en position intra ou supranumidienne) apparaissent des silexites blanchâtres à laminites microplissées, des calcaires siliceux à Globigérines et des marnes blanches. Ces horizons livrent une microfaune de l'Oligocène supérieur, n'atteignant pas l'Aquitainien.

Cependant, cet affleurement semble être identique à celui cité par Caire (1957, p. 413-414), et qui aurait fourni à Magné : *Globigerinoides triloba* (Reuss), ce qui impliquerait un âge au moins aquitainien supérieur (zone N6 de Blow). Une incertitude stratigraphique reste donc attachée à ces silexites.

IV. — REMARQUES STRUCTURALES

La série medjanienne, depuis le Campanien-Maestrichtien calcaire jusqu'au sommet des grès micacés, se comporte de manière indivise du

point de vue des déformations, par opposition à son terme inférieur à dominante argileuse dans lequel se développent de nombreux plis et failles de petite dimension.

Sur le méridien de Medjana, la série est débitée en quatre écailles : 1) de Sounef ; 2) du Dj. Kious ; 3) de Dar Zitoun ; 4) de la forêt des Beni Yadel. Elles présentent un décollement généralisé au niveau du Sénonien argileux. La structure propre de ces écailles est normalement celle d'un synclinal légèrement déversé vers le S, à flanc N laminé ou inexistant, à flanc S fortement verticalisé.

En bordure de la nappe ou au contact des massifs chevauchants numidiens, ces écailles sont désorganisées en lambeaux dont les orientations tectoniques divergent notablement de l'orientation générale W-E. En certains secteurs (ex. : route W 42), sous le contact avec l'unité numidienne, les grès micacés présentent de petits plis synclinaux couchés vers le N. Des failles décrochantes également vers le N se manifestent à l'approche des massifs numidiens (Teniet el Kerba). Des mouvements relatifs faisant chevaucher vers le N la série numidienne sur la série medjanienne, postérieurement à l'écaillage de cette dernière, ont semblé-t-il dû se produire. Leur ampleur et leur âge restent mal précisés.

La série numidienne réagit par des déformations faibles ou d'assez large rayon de courbure : barres tabulaires de Dra Fallège (Metnen) monoclinale du Dj. Morissane, synclinal d'Aïne Sarviennne.

Les massifs numidiens s'individualisent nettement par rapport aux massifs medjaniens. L'interprétation de certains passages latéraux de faciès semble résulter d'une juxtaposition tectonique avec concordance locale de pendages de séries possédant en commun des grès à faciès numidien. Au niveau de l'Oued Dadra notamment, des calcarénites priaboniennes réapparaissent sous des grès numidiens assez élevés du Dj. Morissane, et impliquent la présence d'un contact normal.

V. — REMARQUES SEDIMENTOLOGIQUES SUR LA SERIE MEDJANIENNE

1) Séquence-type dans les grès micacés.

La qualité de l'étendue des affleurements permet d'observer la répétition d'un motif sé-

quentiel qui se réalise sur une grande partie de la série (sauf vers la base et le sommet).

Cette séquence, variable en épaisseur, reste d'ordre décamétrique (5 à 10 m dans le quart inférieur, 30-40 m vers la moitié supérieure). Elle comprend la succession verticale de types lithologiques suivants :

A) Grès micacés à stratification fruste s'affirmant vers le haut, à lamination non apparente ou à lamination convolutive.

Les débris lithiques et les macroforaminifères s'accumulent à la partie inférieure souvent granoclassée ou se concentrent dans les empreintes de courant. La matrice argilo-calcaire se développe vers le haut. Puissance dans la partie médiane : 5 à 10 m environ.

B) Marnes gris beige mal stratifiées. Puissance : 5 m environ.

C) Alternances, en épaisseurs équivalentes, de petits bancs ou de plaquettes (5 à 20 cm en moyenne) de grès fins ou de siltstones calcaires et finement micacés, à lamination interne ondulée ou convolutive, et d'interbancs marno-silteux d'aspect satiné de teinte beige ou brunâtre. Puissance : 20 m environ.

D) Marnes ou Argiles brunâtres à rougeâtres, à débit noduleux. Ce faciès peut s'intercaler dans C) mais il est le plus souvent cantonné à sa partie supérieure. Puissance : 1 à 5 m environ.

L'interprétation du processus de mise en place de ces différents termes pourrait être ainsi envisagée :

— Le terme A résulterait de la sédimentation d'un courant unique ou d'une succession de courants de turbidité (fréquent développement des intervalles de Bouma à la base de la série, granoclassement normal net, empreintes basales érosives...). Le phénomène se poursuit normalement par le dépôt tractif d'un nuage de faible densité comportant la matrice fine de la coulée turbide, donnant naissance aux boues calcaro-pélimitiques du terme B.

— Les grès fins du terme C ne peuvent se comparer à ceux du terme A par leur granulométrie plus fine, leur classement et leur éluviation. Ils semblent résulter du remaniement

des éléments précédemment déposés par des courants tractifs de fond.

— Le terme D semble correspondre à la réapparition de la sédimentation fondamentale (c'est-à-dire en absence de courants turbides ou de remaniements) : boues argilo-pélimitiques rougeâtres à la base, brunâtres vers le haut. Ce terme peut être réduit ou absent.

L'évolution verticale des séquences comporte : 1) une période d'installation progressive et de définition médiocre qui correspond environ à l'intervalle entre les pélimites sombres oligocènes et la première barre à faciès numidien ; 2) une période de définition au cours de laquelle les séquences en moyenne s'épaississent et deviennent plus grossières ; 3) une période d'effacement par invasion de coulées boueuses.

Une telle évolution semble être liée à l'invasion et au comblement d'un bassin par un prisme d'accrétion détritique pouvant résulter de la destruction de reliefs tectoniques.

2) Directions de courants.

La base des séquences montre communément des figures d'affouillement avec polarité : pour l'essentiel des flute-marks décimétriques. Aucune empreinte de grande taille n'a été rencontrée.

La restitution du vecteur courant présumé originel, après rotation et remise à l'horizontale, a été effectuée pour 24 affleurements et le report opéré sur histogramme circulaire (intervalle de classe 20 degrés).

La moyenne vectorielle générale s'établit autour de 297°, cependant la répartition est grossièrement bimodale avec un vecteur courant principal vers 277° et un vecteur accessoire vers 70°.

Compte tenu du nombre restreint de mesures, il semble donc que la composante majeure de direction de dispersion sédimentaire soit axiale par rapport au bassin, avec un sens privilégié vers l'W.

Les grès à faciès numidien intercalés dans la série medianienne n'ont été l'objet que de 6 points de mesure donnant un vecteur moyen orienté 325°.

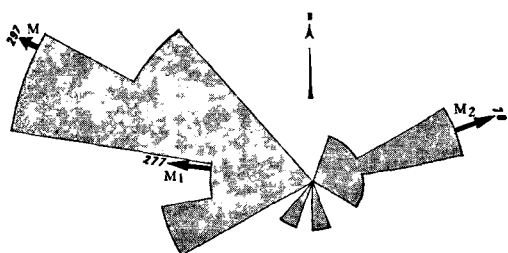


Fig. 2. — Rosette de courants relative à l'Aquitainien "gréso-micacé" (intervalle de classe : 20 degrés : — N = 24. — M : moyenne vectorielle générale. — M₁ et M₂ : moyennes vectorielles partielles).

3) Variations de faciès dans les écailles.

Si l'on fait l'hypothèse que la disposition actuelle des écailles respecte leur ordre paléogéographique, les variations sédimentologiques peuvent refléter une polarité dans les apports.

La barre de grès à faciès numidien (niveau 8 de la coupe) peut être considérée comme un marqueur chronologique du fait de la quasi instantanéité de sa mise en place. Le niveau 7 sous-jacent, ainsi calé stratigraphiquement vers le haut, permet d'estimer l'envahissement de la

série par le faciès "gréso-micacé" ou "molassique". Or, une comparaison de l'importance de ce niveau montre que dans l'écaille méridionale 1) l'épaisseur est nettement plus faible (25 m) que dans les écailles septentrionales (85 à 115 m). La granulométrie y apparaît également plus fine et les bancs moins bien individualisés. Ces constatations laissent supposer que les zones alimentatrices étaient situées au N du bassin.

Une polarité inverse peut être inférée à partir des grès numidiens qui s'interstratifient dans la série "molassique" medjanienne. Ainsi, un plus grand nombre de bancs minces, numidiens ou "numidoïdes", semblent être présents dans les écailles méridionales. D'autre part, la seconde barre épaisse à faciès numidien, bien individualisée au Kef el Mlab, disparaît au N.

CONCLUSIONS ET HYPOTHESES

La structure en nappes des massifs au N de Medjana, mise en évidence par Caire (1953), est ici réaffirmée et leur contenu stratigraphique précisé. Au sein de la lame C3 cependant, une distinction doit être faite entre une série numidienne (grès à dragées, argiles varicolores à *Tubotomaculum*, flyschs chaotiques) et une série

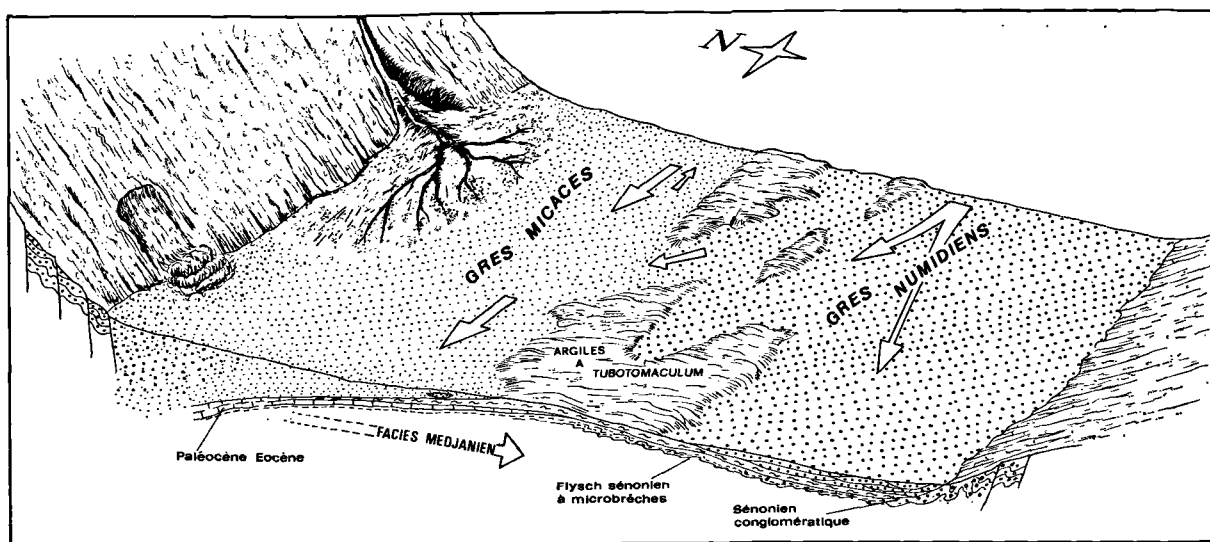


Fig. 3. — Liaisons schématiques envisagées entre les bassins de flyschs à l'Aquitainien inférieur.

medjanienne sénono-nummulitique, nettement indépendantes du point de vue tectonique.

La faible étendue des observations et les imprécisions stratigraphiques limitent les conclusions, notamment celles d'ordre paléogéographique.

Les types sédimentaires rencontrés semblent témoigner de conditions de dépôt en eau relativement profonde (sédimentation fondamentale argileuse associée à des turbidites).

La série inférieure pourrait représenter au Crétacé supérieur une zone à la base d'un talus mobile, marge d'une plate-forme ou d'une barrière. L'étroite analogie du matériel remanié avec celui des Babors internes (Brek-Gouraya) milite en faveur de leur proximité originelle.

La série medjanienne offre des liaisons avec le Maurétanien et la Dorsale kabyle par la nature du matériel et par la chronologie des épisodes sédimentaires se faisant l'écho de la tectonique. La décroissance de la taille des éléments resédimentés (par exemple : niveaux du Paléocène-Eocène inférieur) conduit à situer son aire de dépôt dans les parties du bassin maurétanien les plus éloignées de la dorsale.

A l'Oligocène, d'autre part, les convergences de faciès et les intercalations de grès à dragées laissent présumer de communications occasionnelles entre des zones du bassin maurétanien et du bassin du Numidien.

Les sédiments gréseux restent cependant très différenciés en un type longuement évolué (numidien) et un type jeune ("grésomiacé"), sans mélange intime de leurs composants. Ce fait est difficilement compatible avec une patrie d'alimentation commune.

Si l'on ne tient pas compte de la dispersion essentiellement longitudinale de ces grès, un certain nombre d'arguments sédimentologiques (variation N-S de faciès) et structuraux nécessitent de reporter les sources des "grès micacés" vers le Nord.

Les grès micacés marqueraient l'installation d'un prisme turbiditique lié à des mouvements de structuration de la dorsale et des parties internes du flysch maurétanien. Dans la zone de la série medjanienne, ce flysch se manifesterait plus tardivement (à l'Oligocène supérieur) permettant le dépôt et l'individualisation d'argiles

et de pélites rouges voisines des argiles sous-numidiennes. Il se poursuivrait au cours de l'Aquitaniens (association à *Miogypsinoïdes* et *Miogypsina*) et ne peut donc constituer un homologue stratigraphique exact du Nummulitique II (Lutétien supérieur-Oligocène supérieur) couverture de la série maurétanienne.

Les décharges gréseuses à faciès numidien qui se produisent au cours de l'Aquitaniens s'apparentent, tant par leur composition que par leur âge, aux grès numidiens authentiques. Ces passées accidentelles peuvent être dues au débordement de certaines coulées sableuses numidiennes à des points de jonction locaux entre les deux bassins. Dans la partie supérieure de la série, l'arrêt de telles incursions serait lié à un comblement plus actif du côté du bassin des grès micacés.

L'évolution finale de la série est difficile à appréhender, masquée généralement par les contacts tectoniques ou parfois par des remaniements sédimentaires. L'alimentation détritique s'achève-t-elle simultanément dans les deux bassins ou se poursuit-elle dans le bassin numidien, en empiétant éventuellement sur certaines zones précocement tectonisées? Ces questions restent posées sans données stratigraphiques plus précises.

La superposition actuelle de la série numidienne sur la série medjanienne et leur disposition primitive envisagée entraînent par conséquent un déplacement relatif vers le N des grès numidiens. Ce mouvement pourrait s'être produit dans les phases ultimes de la fermeture des bassins de flysch. La couverture numidienne se décollerait de son infrastructure (argiles à *Tubotomaculum* de l'Eocène-Oligocène supérieur et flysch massylien) et viendrait recouvrir des zones plus internes déjà structurées.

Des glissements ultérieurs s'opérant vers le N ou vers le S dans l'édifice ainsi constitué des flyschs, disperseraient des lambeaux, soit en position nord-kabyle, soit en position sud-tellienne pour les massifs au N de Medjana.

Remerciements. — Les déterminations paléontologiques ont été réalisées par : J.J. Fleury (Crétacé supérieur de la série medjanienne), J.F. Raoult (Crétacé supérieur de la série inférieure), A. Blondeau (Eocène), Cl. Lorenz et G. Glaçon pour l'Oligo-Miocène. Je leur adresse mes sincères remerciements.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) CAIRE A. (1951). — Structure et évolution de la zone sub-bibanique dans la région de Mansourah-les-Biban (Département de Constantine). *Bull. Soc. géol. France*, (6), I, p. 721-734.
- 2) CAIRE A. (1957). — Etude géologique de la région des Biban (Algérie). Thèse Besançon et *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, Alger, n° 16.
- 3) CAIRE A. et MAGNE J. (1956). — Les conglomérats sénoniens de l'Unité C dans la région des Biban (Algérie). *Bull. Soc. géol. France*, (6), VI, p. 931-936.
- 4) DE CHEVILLY F., KIEKEN M. et DE SPENGLER A. (1956). — Géologie de la zone sud-tellienne entre Boghari et Sidi-Aïssa (département d'Alger). *Publ. Serv. carte géol. Algérie*, n¹^o série, bull. n° 8, p. 25-88, 6 fig., 13 pl. h.-t.
- 5) DIDON J. (1969). — Etude géologique du Campo de Gibraltar (Espagne méridionale). Thèse, Sciences, Paris.
- 6) DIDON J., DURAND-DELGA M. et KORNPORST J. (1973). — Homologies géologiques entre les deux rives du détroit de Gibraltar. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XV, p. 77-104.
- 7) FICHEUR E. (1893). — Notice géographique et géologiques. In Hanoteau et Letourneux : La Kabylie et les coutumes kabyles. Paris, 2^e éd., p. 22-105.
- 8) FLANDRIN J. (1948). — Contribution à l'étude stratigraphique du Nummulitique algérien. *Bull. Serv. carte géol. Algérie*, 2^e sér., stratigraphie, n° 19, 334 p.
- 9) FLANDRIN J., LUCAS G. (1934). — Sur l'âge des dépôts à faciès Medjanien du Djebel Morissane (Département de Constantine). *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. 198, n° 22, p. 1937-1939.
- 10) GELARD J.P. (1971). — Les flyschs littoraux de la région d'Azazga - Port-Gueydon (Algérie). *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. 272, série D, p. 917-920.
- 11) GELARD J.P., SIGAL J. (1974). — Le flysch massylien de Tagdint (Grande Kabylie) : étude stratigraphique et structurale. *Bull. Soc. géol. France*, (7), XVI, n° 5, p. 526-536.
- 12) LAVAL F. (1970). — Passage latéral entre le Numidien, l'Oligocène grésomiacé et diverses séries intermédiaires dans le Nord-Est de la Grande Kabylie (Algérie). *C.R. somm. S.G.F.*, p. 313-315.
- 13) LAVAL F. (1971). — La série de l'Oued Flidou, un intermédiaire paléogéographique entre les terrains du sillon tellien et le flysch du Nord-Est de la Grande Kabylie (Algérie). *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. 272, p. 2857-2859.
- 14) RAOULT J.F. (1969). — Nouvelles données sur les flyschs au N du Kef Sidi Dris et dans la zone du col des Oliviers (Nord du Constantinois, Algérie). *Bull. Soc. géol. France*, (7), XI, p. 516-522.
- 15) SAVORNIN J. (1906). — Feuille au 1/50 000 Bordj bou Arréridj. *Publ. Serv. carte géol. Algérie*.
- 16) TEFIANI M. (1967). — Le flysch crétacé-nummulitique de l'unité du Djebel Zima (Sud-Est algérois). *Bull. Serv. carte géol. Algérie*, n° 35, p. 77-80.

Les Brachiopodes du Pliocène I de la Sierra de Santa Pola (Sud d'Alicante, Espagne) : *Terebratula terebratula* (Linné, 1758) et *Phapsirhynchia sanctapaulensis* nov. gen., nov. sp.

par Daniel PAJAUD (*)

(Planche III)

Sommaire. — Echantillon d'environ 80 spécimens de Brachiopodes récoltés dans le faciès glauconieux et dans le faciès zoogène du Pliocène I de la Sierra de Santa Pola, au sud d'Alicante. La plupart sont des spécimens bivalves bien conservés : 72 d'entre eux permettent l'étude des mensurations. Du point de vue systématique, on peut distinguer seulement deux espèces : une Térébratule, *Terebratula terebratula* (Linné), et une Rhynchonelle jusqu'à présent non identifiée : *Phapsirhynchia sanctapaulensis* nov. gen., nov. sp.

Summary. — About 80 specimens of Brachiopods, collected in the glauconitic and the biodetritic facies from the Pliocene I of the Sierra of Santa Pola (province of Alicante, Southern Spain). Most are bivalve and well preserved, with mensurations possible for 72 of them. From a systematical point of view, two species are distinguished : a terebratulid, *Terebratula terebratula* (Linné) and a rhynchonellid not identified up to the present : *Phapsirhynchia sanctapaulensis* nov. gen., nov. sp.

INTRODUCTION

Les études réalisées ces dernières années sur le Néogène des Cordillères bétiques, en Espagne méridionale, tendent vers une meilleure interprétation des données biostratigraphiques et paléoécologiques et la compréhension de l'évolution paléogéographique et géodynamique du domaine méditerranéen depuis la fin du Miocène. L'intérêt porté à sa partie la plus occidentale s'explique par la recherche des relations éventuelles avec le domaine atlantique.

On sait depuis peu que les affleurements du Pliocène présentent en Espagne méridionale une extension plus vaste qu'on ne l'imaginait autrefois. De plus, ce Pliocène est particulièrement fossilifère en quelques endroits, notamment dans le triangle Alicante - Elche - Santa Pola. Située entre le domaine atlantique (Maroc,

Portugal) et le domaine méditerranéen classique (Italie), cette aire représente un jalon intéressant.

La Sierra de Santa Pola, constituée par une puissante assise de calcaire à Lithothamniées et Stromatolites d'âge miocène terminal, a connu durant tout le Pliocène un régime insulaire, de sorte que sa périphérie montre de bons exemples de faciès pliocènes côtiers et de bordures de rivages (Montenat *in* Brébion et *al.*, 1971, p. 199). Les marnes plaisanciennes peu ou pas fossilifères accumulées dans la partie centrale du bassin (par exemple sur la rive droite du Rio Segura) se réduisent fortement en grimpant le talus des terres émergées, prenant un faciès néritique. Le matériel récolté, dont font partie les spécimens étudiés ici (**), provient donc d'un faciès de transition situé sur le flanc nord de la sierra. Notre étude se borne à l'examen des Brachiopodes, appartenant, soit à un faciès calcaire zoogène, soit à un faciès glauconieux. Deux espèces seulement y ont été reconnues :

(*) Laboratoire de Paléontologie des Invertébrés, Université Pierre et Marie Curie, 4, Place Jussieu (T. 24 - E. 3), 75230 Paris Cedex 05. (Groupe Français d'Etude du Néogène).

Note déposée le 10 Février 1976.

(**) Récoltes C. Montenat, Laboratoire de Géologie I.G.A.L., 21, rue d'Assas, Paris 6^e.

une Térébratule et une Rhynchonelle, cette dernière représentant une espèce et même un genre nouveaux. Le niveau est rapporté au Pliocène I (Pliocène inférieur). L'une des caractéristiques des assemblages taphocoenotiques de Santa Pola est la grande taille des espèces et l'absence quasi totale de petits spécimens.

ETUDE PALEONTOLOGIQUE

Ordre des TEREBRATULIDA Waagen, 1883

Sous-ordre des TEREBRATULIDINA
(Waagen, 1883)

Famille des TEREBRATULIDAE Gray, 1840

Sous-famille des TEREBRATULINAE
(Gray, 1840)

Genre TEREBRATULA Müller, 1776

TEREBRATULA TEREBRATULA (Linné, 1758)

(Pl. III, fig. A-C)

1758. *Anomia terebratula* Linné: Syst. Nat., 10^e édit, p. 703 (*).
1907. *Terebratula terebratula* (Linné): Buckman, p. 528-529, Pl. 12. fig. a-c.
1927. *Terebratula terebratula* (Linné): Thomson, p. 192-193, fig. 57 a-c.
1965. *Terebratula terebratula* (Linné): Traité de Moore, p. H 774-776, fig. 635. 1 a-c.

Caractères externes de la coquille.

1) Mensurations.

La taille (longueur, largeur, épaisseur) de 51 spécimens mesurables est comprise entre les valeurs extrêmes suivantes (en cm) :

plus petit individu L = 19,2 l = 15,2 e = 10
plus grand individu L = 53 l = 43,2 e = 31

Le rapport d'allongement L/l varie de 1 à 1,33 sans que les valeurs calculées aient un rapport

(*) *Anomia terebratula*, décrite par Linné en 1758, ne faisait pas partie des espèces recensées par Müller en 1776. Ce n'est qu'ultérieurement, en 1799, qu'elle a été désignée comme espèce-type par Lamarck. Ce choix a été discuté par Buckman en 1907. A ma connaissance, il n'a pas encore été ratifié par la Commission du Code International de Nomenclature Zoologique.

quelconque avec l'âge des individus (par ex. : 25,2/25 ou 47/47 pour L/l \approx 1).

Le rapport de gibbosité (2 e/L + l) est lui-même très fluctuant, entre les valeurs extrêmes 0,47 et 0,76, quels que soient les stades ontologiques considérés. La plus grande largeur de la coquille est le plus souvent située dans la moitié antérieure (42 spécimens sur 51), le rapport P/L atteignant 0,69, tandis que pour neuf exemplaires, la plus grande largeur dépasse de peu la ligne médiane vers l'arrière (rapport P/L compris entre 0,46 et 0,49).

L'examen des angles apicaux mesurés sur le crochet de la grande valve (α) et celui de la petite valve (γ) révèle aussi une grande variabilité :

- pour α : de 40 à 110° avec plus de 80 % des cas entre 70 et 100° ;
- pour γ : de 120 à 150°.

Pour la grande valve, l'angle apical peut varier beaucoup au cours de l'ontogenèse, l'angle initial (α_1) pouvant être égal à l'angle définitif ou le dépasser du simple au double ($\alpha_1 = 40^\circ$, $\alpha = 90^\circ$; $\alpha_1 = 50^\circ$, $\alpha = 95^\circ$: valeurs relevées pour plusieurs grandes coquilles).

2) Morphologie.

Il n'est donc pas surprenant de constater, après lecture des mensurations, une extrême diversité dans l'aspect morphologique de ces Térébratules : coquilles aplaties ou fortement globuleuses, subcirculaires ou très allongées, à crochet massif ou effilé.

La commissure antérieure est normalement sulciplissée mais, en largeur comme en profondeur, plis et sillons sont plus ou moins accusés. Leur dessin paraît en général plus accentué sur les spécimens âgés. On observe tous les intermédiaires entre les coquilles dont la valve brachiale est presque régulièrement plane ou faiblement convexe et celles sur lesquelles les deux plis et le sillon médian sont fortement accusés.

Sur la grande valve, le crochet est normalement massif et bien recourbé (type subérect ou érect). Foramen pédonculaire large, ceinturé d'un épais collier (pour un exemplaire de 48,6 cm de long sur 41,9 cm de large, le collier présente un diamètre externe de 7 mm pour un foramen de 3 mm à peine). Le plan de troncature du crochet

est en général situé entre le plan commissural de la région postérieure et la surface enveloppante de la petite valve. Il peut toutefois présenter une inclinaison très différente. Foramen permésothyride. Symphitium le plus souvent dissimulé sous le crochet de la petite valve.

Toutes les coquilles sont lisses, montrant seulement de fines stries d'accroissement.

Caractères internes de la grande valve.

Quatre valves isolées bien conservées, dégagées de tout sédiment, permettent d'intéressantes observations.

1) Foramen et collier pédonculaire.

Section du collier pédonculaire ovale allongée : 5,9 mm sur 5,4 mm de diamètre externe pour la plus grande des coquilles ; foramen circulaire : 3 mm ; hauteur du collier : 2 mm. Surface interne annulairement striée. Le rebord postéro-dorsal déborde sur la pointe postérieure du triangle symphital.

2) Symphitium.

Deux plaques symphitiales de grande taille, mesurant 6 mm chacune sur le bord cardinal, 7 mm sur le bord latéral et 3 mm sur le bord médian commun, compte non tenu de l'invagination médiane que présente le bord cardinal. Ligne de jonction des deux plaques décelable mais difficile à préciser, donnant l'impression d'être masquée par un dépôt calcaire. L'ensemble du symphitium présente des stries d'accroissement bien accusées parallèles au bord cardinal. Sur d'autres spécimens, le symphitium forme un plateau grossièrement strié, sans ligne de jonction médiane visible et sans invagination sur le bord cardinal.

3) Charnière.

Deux dents cardinales épaisses et saillantes. Longues dépressions adjacentes plongeant sous les plaques symphitiales.

4) Empreintes musculaires.

Un ensemble d'empreintes symétriques est décelable dans la région médiane de la cavité palléale. Il s'agit vraisemblablement de traces d'insertions musculaires. Leur interprétation n'est guère aisée et la similitude n'est pas

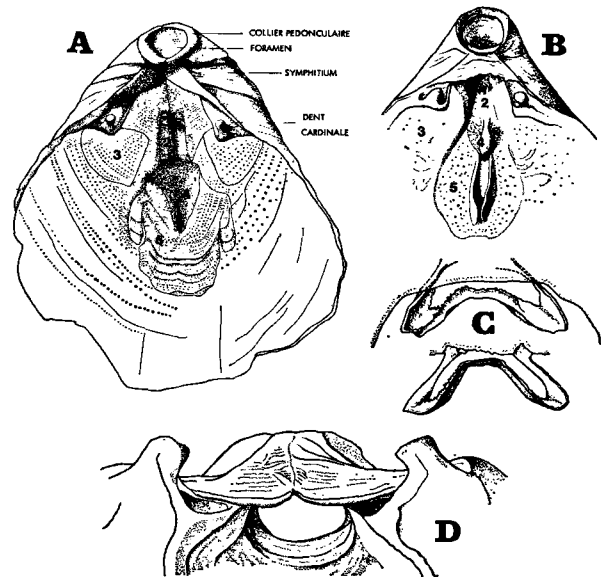


Fig. 1. — *Terebratula terebratula* (Linné).

- A. Grande valve montrant les divers champs musculaires : 1, pédonculaires médians. — 2, diducteurs accessoires (?). — 3, pédonculaires ventraux. — 4, adducteurs. — 5, diducteurs principaux. Gr. = 1,2.
- B. Autre valve pédonculaire avec champs musculaires d'aspect un peu différent. Gr. = 1,2.
- C. Deux vues antérieures du brachiosquelette. Gr. = 2,4. (Voir Pl. III, fig. C).
- D. Région postérieure de la grande valve vue de la cavité palléale. On reconnaît le symphitium formé de deux grandes plaques striées et soudées ; la lumière du foramen ; l'annulation interne du collier pédonculaire et les dents cardinales. Gr. = 2,4.

évidente entre les détails observés et le schéma classique du myosquelette des *Terebratulida*.

Remarquons seulement, à côté de zones parfaitement lisses, des aires striées correspondant à des zones d'accroissement (fig. 1 A).

Des détails différents apparaissent sur une autres coquille (fig. 1 B).

Remarques sur les Térébratules post-miocènes.

Les Térébratules, au sens habituellement restreint du terme, correspondent aux formes réunies dans la sous-famille des *Terebratulinae*. Sept genres y sont actuellement inclus, parmi lesquels quatre possèdent des représentants dans le Pliocène méditerranéen : *Terebratula*,

Abyssothyris, *Gryphus* et *Liothyrella*. De nos jours, sur les onze espèces de Brachiopodes vivant en Méditerranée, une seule appartient encore à ce groupe : *Gryphus vitreus*. Or, il semble que les Térébratules aient été nombreuses et diversifiées durant le Coénozoïque, tout au moins si l'on se fie aux taxons décrits dans la littérature.

Selon Thomson (1927), on trouve dans le Pliocène d'Italie *Anomia scilla* Seguenza, *Terebratula terebratula* (Linné), *T. ampulla* Brocchi, sa "variété" *dertocrassa* Sacco, et *T. sinuosa* Brocchi ; *Abyssothyris meneghiniana* (Seguenza) ; *Gryphus vitreus* (Born) et *Liothyrella affinis* (Calcar). La plupart sont des espèces typiquement méditerranéennes, le Pliocène anglais par exemple faisant apparaître des taxons différents.

En ce qui concerne la forme du Pliocène de Santa Pola, l'attribution au genre *Terebratula*, malgré la variabilité morphologique constatée, ne peut faire de doute. Les coquilles d'*Abyssothyris* sont toujours plus petites, sans biphication dorsale de la commissure antérieure, et à foramen épithyride. Chez *Gryphus*, la commissure est pratiquement rectiligne et le foramen également épithyride. Chez *Liothyrella*, la commissure est sulciplissée comme chez *Terebratula*, mais d'une manière moins accusée, la coquille est moins grande et le foramen épithyride, non mésothyride ou permésothyride. Les seuls caractères externes suffisent donc pour l'attribution générique.

Quant à l'attribution spécifique, elle a pu être faite par comparaison avec toutes les figures de *Terebratula terebratula*, d'une part, et celles de taxons voisins (mais douteux dans certains cas) que l'on trouve dans la littérature, surtout de la seconde moitié du XIX^e siècle. La confusion avec *T. ampulla*, *T. grandis* ou *T. sinuosa* par exemple, n'est plus possible (voir notamment Sirna, 1966). Les matériels-types de ces différentes espèces ne sont plus disponibles et des néotypes devront être désignés à l'occasion d'une révision générale (*).

Dans un travail sur le Pliocène de la région d'Elche (province d'Alicante), Brébion et al. (1971), mentionnent la présence de diverses Térébratules. Je n'ai pu observer ce matériel et savoir si l'espèce *T. terebratula* s'y trouve

(*) Travail en cours dans le cadre des activités du Groupe français d'Etude du Néogène.

représentée. Par contre, elle vient d'être retrouvée, en compagnie de sept autres espèces de Brachiopodes, dans le Pliocène I d'Aguilas, entre Almeria et Murcia (Pajaud, 1976).

Ordre des RHYNCHONELLIDA Kuhn, 1949

Super-famille des RHYNCHONELLACEA
(Gray, 1848)

Famille des HEMITHYRIDIDAE
Rzhonsnitskaya, 1956

Genre *PHAPSIRHYNCHIA* nov. gen.

Diagnose : « Coquille globuleuse : valve pédonculaire presque plane et valve brachiale très renflée dans la région antérieure. Largeur maximale dans le tiers antérieur. Commissures latérales dorsalement convexes. Pli antérieur très marqué. Petit foramen subapical ».

A ces caractères génériques, il faut ajouter le type radulifère des crura, permettant la détermination de la famille.

Derivatio nominis : La racine "phaps", d'origine grecque, signifie "colombe" ; vue de profil, la coquille de cette rhynchonelle ressemble en effet à un pigeon, avec la tête figurée par le crochet recourbé de la grande valve, et surtout la gorge volumineuse à quoi fait songer la petite valve particulièrement bombée. La coquille tient seule "debout", posée sur son bord antérieur, grâce à l'existence d'un pli commissural large et profond.

Espèce type : *P. sanctapaulensis* nov. sp.

PHAPSIRHYNCHIA SANCTAPAULENSIS
nov. sp.

(Pl. III, fig. D-E)

Matériel type : 21 spécimens bivalves mesurables assez bien conservés, dont l'holotype (numéroté J5). Collection de Paléontologie de l'Université P. et M. Curie, Paris.

Niveau et localité types : Pliocène inférieur de la Sierra de Santa Pola (province d'Alicante, Espagne).

Les spécimens proviennent de deux zones distinctes :

- sur le flanc nord de la Sierra, dans les ravins de bordure, au sein d'un calcaire molassique tendre, puissant de 5 m, riche en débris de Lithothamnées et de Bryozoaires, en Oursins et grandes Térébratules, ainsi qu'en moules internes de Mollusques. C'est le faciès zoogène (échantillon K),
- sur une colline située au N de la Sierra, à 1 km environ, en bordure de la route Alicante-Santa

Pola, dans un niveau de marnes gris-vert à taches rouille, puissant de 10 m, riche en Pectinidés, Ostréidés, débris d'Oursins et grandes Térébra-tules. C'est le faciès glauconieux (échantillon J).

Tous les spécimens, hormis l'holotype J5, constituent les paratypes, quel que soit le faciès dont ils proviennent.

Derivatio nominis : *sanctapaulensis*, de la région de Santa Pola.

Diagnose : « Aux caractères génériques mentionnés plus haut, il faut ajouter divers caractères susceptibles de variations d'ordre probablement spécifique : commissure dentelée ou non, formation d'un bourrelet dorsal et d'un sinus ventral, costulation plus ou moins accentuée ».

Caractères externes de la coquille.

Le nombre restreint des spécimens mesurables (15 à 21 selon les caractères dimensionnels choisis) ne m'a pas incité à entreprendre une étude de la variabilité de l'espèce. Cependant, le tableau de valeurs et les graphiques présentés ci-après concourent à préciser la physionomie de l'espèce.

Coquille subtrigone, plus large que longue (rapport l/L compris entre 1 et 1,20), moyennement à fortement gibbeuse (indice de gibbosité allant de 0,44 à 0,81), la plus grande largeur étant située vers le tiers antérieur (P/L compris entre 0,57 et 0,81). Le pli est en général large et profond, mais le rapport hauteur sur largeur varie considérablement (h/x entre 0,32 et 1,41), trois spécimens seulement présentant un rapport voisin de l'unité. D'ailleurs, ce pli n'est pas d'autant plus large que la coquille est large ni d'autant plus profond que la coquille est épaisse. En effet, les rapports correspondants sont très variables (x/l entre 0,32 et 0,60 et h/e entre 0,26 et 0,73). Malgré cette variabilité, le rapport " allure du pli " (h/x) sur " allure de la coquille " (indice de gibbosité) demeure relativement stable (0,51 à 0,75 pour près de 80 % des spécimens). La commissure peut être dentelée, aussi bien sur le pli que sur les ailes.

La grande valve est presque plane, plus ou moins déprimée selon l'importance du pli commissural. Le crochet est petit, moyennement recourbé et se termine par un minuscule foramen subapical. Un collier pédonculaire peut être décelé. L'aréa cardinale est plus ou moins visible selon les individus et montre deux plaques deltidiales soudées.

	L	l	l/L	e	$\frac{2e}{L+1}$	P	$\frac{P}{L}$	x	$\frac{x}{l}$	h	$\frac{h}{e}$	$\frac{h}{x}$
--	---	---	-----	---	------------------	---	---------------	---	---------------	---	---------------	---------------

K1	20	22,8	1,14	11,6	0,54	16,2	0,81	10	0,43	6,3	0,54	0,63
K2	22,2	25,1	1,13	11,5	0,48	14,6	0,65	10,8	0,43	6,9	0,60	0,63
K3	22,3	24,6	1,10	18	0,76	16,3	0,77	10,4	0,42	7,8	0,43	0,75
K4	23	23,3	1,01	18	0,77	17,4	0,75	12,1	0,51	6,2	0,34	0,51
K5	23	24	1,04	16,4	0,69	17	0,73	8,5	0,35	12	0,73	1,41
K6	24,4	25	1,02	13,6	0,55	15	0,61	10,7	0,42	6,3	0,46	0,58
K7	21,8	22,6	1,03	14	0,63	15	0,68					
K8	21,5	24,3	1,13	12,7	0,55	14	0,65	7,9	0,32	6	0,47	0,75
K9	21,7	22,3	1,02	18	0,81	17,7	0,81	13,4	0,60	4,4	0,24	0,32
K10	23,7	26,4	1,11	14,9	0,59	16,7	0,70	12,5	0,47	6,8	0,45	0,54
K11	24	26,2	1,09	14,3	0,56	16	0,66	13,3	0,50	9,3	0,65	0,69
K12	23	25	1,08	18,4	0,76	18,2	0,79	10	0,40	12	0,65	1,20
K13	25,3	25,3	1,00	18,7	0,73	18	0,71	14	0,55	10	0,53	0,71
K14	24,7	27,3	1,10	20,6	0,79	14,6	0,59	12,4	0,45	8,9	0,43	0,71

J1	18,4	20,7	1,12	8,7	0,44			9,5	0,45	6	0,68	0,63
J2		21		10,2		17,3						
J3	24,4	24,8	1,01	17,7	0,71	17	0,69	12,7	0,51	8	0,45	0,62
J4	26	27	1,03	15	0,56	15	0,57					
J5	25	26,5	1,06	16,4	0,63	17	0,68	15,7	0,59	10,2	0,62	0,64
J6	21,7	22,4	1,03	15,6	0,70	13,5	0,62					
J7	21,5	25,9	1,20	16,8	0,70	14,3	0,66					

rapports moyens	1,07		0,64		0,69		0,45		0,51	0,71		
-----------------	------	--	------	--	------	--	------	--	------	------	--	--

Tableau I. — Paramètres et rapports sur un échantillon de 21 spécimens de *Phapsirhynchia sanctapaulensis* nov. gen., nov. sp., dont 14 de faciès zoogène (échantillon K) et 7 de faciès glauconieux (échantillon J) du Pliocène I de la Sierra de Santa Pola (province d'Alicante, Espagne).

L, longueur maximale de la coquille. — l, largeur maximale. — e, épaisseur maximale. — P, distance entre l'apex de la coquille et la ligne de plus grande largeur. — x et h, largeur et hauteur du pli commissural antérieur.

La petite valve est le plus souvent très fortement bombée. Exceptionnellement, elle présente un bourrelet médian costulé dans le cas d'un pli commissural exagérément élevé (spécimen K 5). Ce bourrelet est simplement ébauché sur d'autres exemplaires (fig. 2).

Caractères internes de la coquille.

Les valves partiellement brisées de certains spécimens, provenant tous du faciès glauconieux, ont permis l'observation de certains détails internes de la région postérieure, plus ou moins identifiables. Les caractères les plus importants à reconnaître sont le processus cardinal, les plaques cardinales, les crura et le septum.

Le processus cardinal n'est pas visible. Le septum paraît absent, bien qu'on puisse déceler

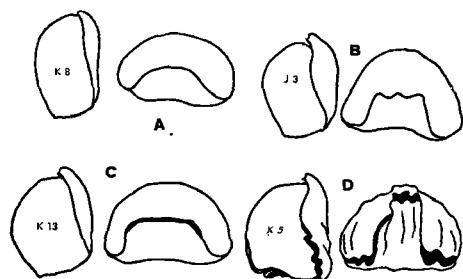


Fig. 2. — *Phapsirhynchia sanctapaulensis* nov. gen., nov. sp. Quatre morphotypes montrant la forte convexité de la valve brachiale (profil gauche) et la variabilité de l'amplitude (largeur et hauteur) du pli commissural antérieur. Gr. = 0,45.

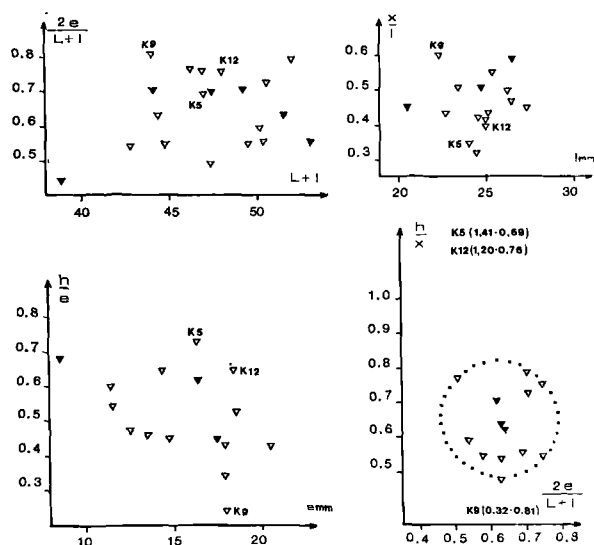


Fig. 3. — Graphiques traduisant quatre couples de relations entre cinq paramètres dimensionnels chez *Phapsirhynchia sanctapaulensis* nov. gen., nov. sp. (triangles blancs : faciès zoogène ; triangles noirs : faciès glauconieux) :

- Variation de l'indice de gibbosité ($2e/L+1$) en fonction de la longueur et de la largeur cumulées ($L+1$) des coquilles : cet indice n'augmente pas dans les limites de tailles étudiées.
- Variation entre le rapport largeur du pli/largeur de la coquille (x/l) au cours de l'accroissement en largeur de la coquille (l) : aucune variation significative.
- *Idem* pour les deux paramètres hauteur du pli (h) et épaisseur de la coquille (e).
- Variation entre la forme du pli (h/x) et celle de la coquille d'après l'indice de gibbosité ($2e/L+1$). Les valeurs restent groupées sauf pour trois spécimens (K 5, K 9 et K 12) très extérieurs au nuage de dispersion. La position "excentrique" de ces trois exemplaires n'apparaît pas dans les graphiques précédents.

une sorte de trait médian sur le fond de la valve brachiale. Les plaques cardinales semblent assez fortes et supportent deux expansions crurales peu épaisses, recourbées vers la valve pédonculaire et s'élargissant progressivement vers leur extrémité libre, en forme de gouttière à concavité dorsale.

Remarques sur les Rhynchonelles cénozoïques et actuelles.

1) Comparaison avec *Phapsirhynchia*.

Coquille très globuleuse à pli médian large et profond, commissure dentelée ou non, grande valve presque plane, plus grande largeur proche du bord antérieur, petit foramen mésothyride : tels sont les principaux caractères de morphologie externe de *Phapsirhynchia*.

Sur les vingt genres de Rhynchonelles post-mésozoïques actuellement décrits, six ont un pli médian large et profond (dont *Basiliola*, *Streptaria* et *Aphelesia*) ; cinq ou six ont un contour triangulaire avec plus grande largeur dans la moitié antérieure (dont *Streptaria*, *Aphelesia* et *Tegulorhynchia*) ; six ou sept ont une gibbosité particulièrement accentuée (dont *Streptaria* et *Tegulorhynchia*) ; cinq ont une commissure plus ou moins dentelée (dont *Notosaria* et *Tegulorhynchia*) ; enfin six présentent un tout petit foramen bien individualisé (dont *Basiliola*, *Streptaria*, *Aphelesia* et *Tegulorhynchia*). Aucun de ces genres ne possède réunis tous les caractères précités, d'où la nécessité de recourir à un nouveau genre. Le choix de la famille a été déterminé par un caractère interne : les crura sont du type radulifère, comme chez les *Hemithyrididae*, et non de type falcifère comme c'est le cas pour les *Basiliolidae*.

Il convient de remarquer que la variabilité décelée par certains auteurs (en particulier Rousselle et Laurin) dans la forme des crura chez une même espèce, doit inciter à la prudence. Aussi bien, quelle que soit la valeur systématique de ce caractère morphologique interne, la création de *Phapsirhynchia*, taxon de rang générique, en est totalement indépendante ; seule sa place dans telle ou telle catégorie taxinomique du groupe-famille pourrait éventuellement être remise en cause.

2) Répartition.

Sur les vingt genres décrits, neuf sont connus avec certitude dans le Pliocène, dont deux

seulement ne sont plus représentés dans les mers actuelles (*Aphelesia* et *Sphenarina*). Ces deux genres sont précisément cantonnés dans le domaine méditerranéen : *S. sicula* (Seguenza), à coquille trigone allongée et rectimarginée, connue dans le Pliocène de Sicile ; et *A. bipartita* (Brocchi), à coquille de forme voisine mais uniplissée, également connue dans le Pliocène de Sicile. Or, récemment (Brébion et al., 1971), cette dernière espèce a été citée dans le Pliocène de la région d'Elche (au NW de Santa Pola), d'après une détermination de Elliott. Peut-être s'agit-il en fait de *P. sanctapaulensis* ?

Il est certain que les Rhynchonelles cénozoïques sont fort mal connues. Les travaux de Cooper (notamment 1959) ont en partie comblé cette lacune, mais seulement pour les espèces d'Amérique du Nord.

CONCLUSIONS

Le caractère le plus remarquable de l'échantillonnage étudié est la grande taille des coquilles, ce qui implique un milieu de vie très favorable, c'est-à-dire une eau bien oxygénée, assez chaude, riche en microorganismes tels que Foraminifères ou Diatomées. L'absence de coquilles de petite taille tient peut-être au fait que les plus jeunes individus ne mouraient que dans une faible proportion, que leur développement était rapide, et surtout que l'hydrodynamisme élevé et le tri mécanique ont dû faire disparaître les éléments fragiles et de petite taille.

Deuxième remarque : *Terebratula* et *Phapsirhynchia* sont deux formes pédonculées. Le foramen transapical de l'une et subapical de l'autre et la présence de plaques deltidiales jointives ou soudées laissent à penser que les coquilles devaient être étroitement accolées au substrat, protégeant ainsi le pédoncule en assurant une plus grande résistance à l'arrachement

durant toute la vie. L'absence de formes cimenterées tient probablement au fait que seules les petites espèces telles que Thécidéidés et Craniidés utilisent, parmi les Brachiopodes récents, ce moyen de fixation au substrat. Or, nous l'avons noté, il semble que la faune de Santa Pola ne contienne pas de représentants de ces petites formes.

Cependant, plus au sud, entre Almeria et Murcia, divers gîtes fossilifères de la région d'Aguilas ont livré une très riche faune d'Invertébrés marins parmi lesquels ont été reconnues huit espèces de Brachiopodes (Pajaud in Brébion et al., 1975). Aux deux espèces de Santa Pola, il faut en effet ajouter six autres formes plus petites, qui appartiennent aux genres *Crania*, *Lacazella*, *Megathiris*, *Cistellarcula* ?, *Platidia* et *Terebratulina*. Dans la faune actuelle de Méditerranée, on retrouve à peu près les mêmes éléments, sauf en ce qui concerne la Rhynchonelle, disparue, et la grosse Térébratule, remplacée par *Gryphus vitreus*, forme rectimarginée et non biplissée. Cette substitution n'est toutefois valable que du point de vue systématique, car sur le plan de l'écologie, nos Térébratules pliocènes vivaient probablement sur des fonds durs situés vers — 20 à — 40 m, tandis que les formes actuelles de Méditerranée sont draguées entre — 100 et — 250 m.

A Santa Pola, on peut seulement constater que deux grandes formes de Brachiopodes ont profité d'une phase de transgressions locales, provoquées par le contre-coup des mouvements orogéniques et qui ont pour effet de donner naissance à des sédiments riches en glauconie. Mais il est difficile de préciser si les Térébratules occupaient strictement la même niche écologique que les Rhynchonelles. Quant à ces dernières, leurs différences par rapport à celles du Pliocène d'Italie sont probablement liées à l'existence de biotopes nettement dissemblables.

* * *

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) BREBION P., DEMARCQ G., LAURIAT A., et MONTENAT C. (1971). — Le Pliocène de la région d'Elche (province d'Alicante, Espagne) et sa faune de Mollusques. *Estud. Geol.*, vol. XXVII, p. 197-211, 2 fig., 1 tabl. *Inst. "Lucas Mallada"*, Madrid.
- 2) BREBION P., LAURIAT-RAGE A., PAJAUD D., POUYET S. et ROMAN J. (1975). — Le Néogène des environs d'Aguilas (provinces de Murcia et d'Almeria, Espagne méridionale). Deuxième partie : Etude paléontologique. *Sous presse*.
- 3) COOPER G.A. (1959). — Genera of Tertiary and Recent Rhynchonelloid Brachiopods. *Smiths. Miscell. Coll.*, vol. 139, n° 5, 90 p., 22 pl., Washington.
- 4) PAJAUD D. (1976). — Les Brachiopodes du Pliocène I de la région d'Aguilas (S d'Almeria, Espagne). *Ann. de Paléontol.* (note déposée).
- 5) RUDWICK M.J.S. (1970). — Living and fossil Brachiopods. 199 p., 99 fig. et tabl., *Hutchinson Univ Libr.*, Londres.
- 6) THOMSON J.A. (1927). — Brachiopod Morphology and Genera (Recent and Tertiary). *N. Zeal. Board of Sci. and Art.*, manual n° 7, Wellington.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III (*)

(Pour chacune des figures, la désinence 1 désigne une vue dorsale, 2 une vue antérieure, 3 un profil).

Fig. A. — *Terebratula terebratula* (Linné).
Approximativement grandeur naturelle.
Pliocène I de la Sierra de Santa Pola, faciès zoogène (spécimen L 26).

Fig. B. — *Terebratula terebratula* (Linné).
Approximativement grandeur naturelle.
; Pliocène I de la Sierra de Santa Pola, faciès zoogène (spécimen L 32).

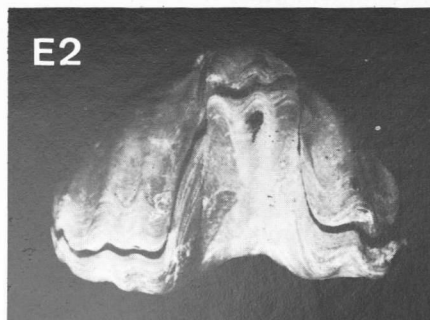
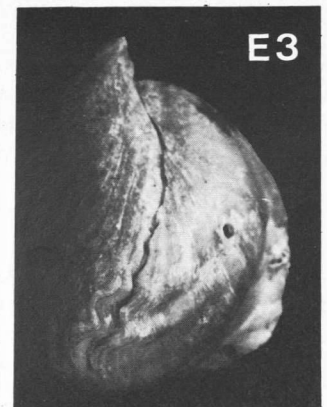
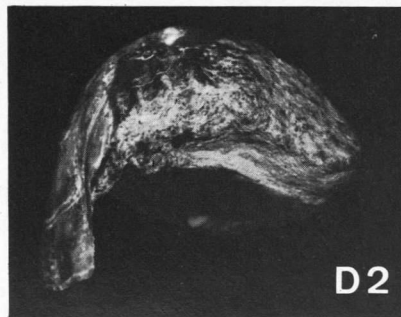
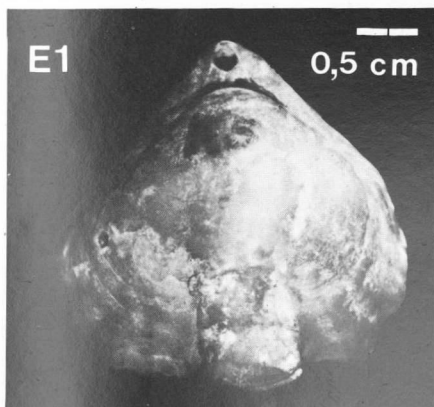
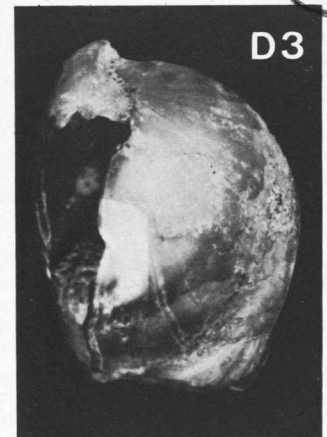
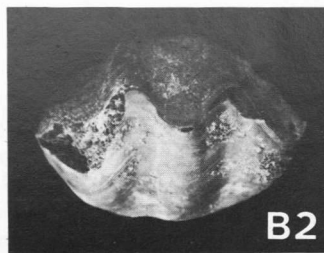
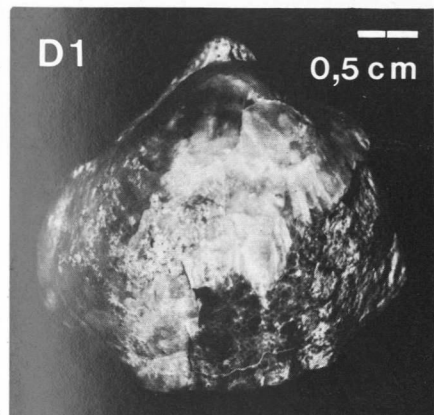
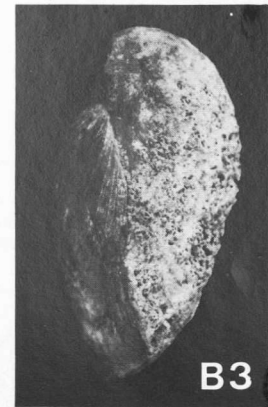
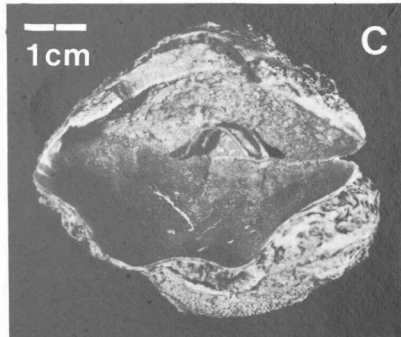
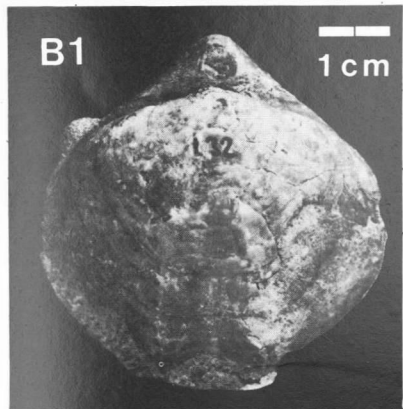
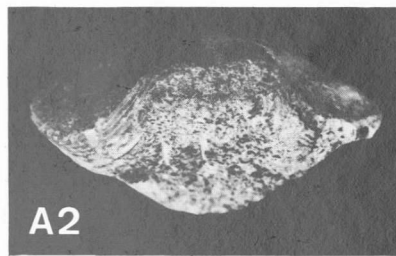
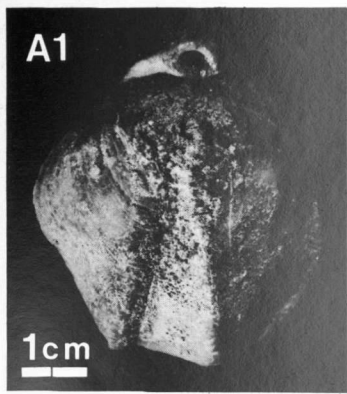
Fig. C. — *Terebratula terebratula* (Linné).
Approximativement grandeur naturelle.
Pliocène I de la Sierra de Santa Pola, faciès zoogène. Coquille partiellement brisée montrant le brachiosquelette avec son jugum intact.

Fig. D. — *Phapsirhynchia sanctapaulensis* nov. gen, nov. sp.
Gr. = env. 2. Pliocène I de la Sierra de Santa Pola, faciès glauconieux (spécimen J 5 : holotype).

Fig. E. — *Phapsirhynchia santapaulensis* nov. gen., nov. sp.
Gr. = env. 2. Pliocène I de la Sierra de Santa Pola, faciès zoogène (spécimen K 5).

(*) Les photographies ont été effectuées par M. Galinier.





Une nouvelle espèce d'Ammonite :
***Neophlycticeras (Eotropitoides) destombesi* nov. sp.**
(Lyelliceratidae) de l'Albien de Wissant (Boulonnais)

par Francis AMEDRO (*)

(Planche IV)

Sommaire. — Description d'une nouvelle espèce de *Neophlycticeras (Eotropitoides)* de l'Albien moyen et supérieur français. L'auteur confirme le schéma évolutif du sous-genre, proposé par Casey en 1965.

Summary. — Description of a new specie of *Neophlycticeras (Eotropitoides)* of the french middle and upper Albian. The author confirms the evolutiv scheme of the group, proposed by Casey.

Les argiles albiennes de Wissant viennent de fournir un exemplaire de *Neophlycticeras* que nous avons pu rapprocher par sa morphologie d'un individu recueilli à la Perte du Rhône par J.P. Destombes en 1946. L'intérêt de cette découverte est de placer un nouveau jalon dans la phylogénie des Lyelliceratidae qui restent très rares dans les populations de l'Albien moyen et supérieur du Bassin anglo-parisien.

DESCRIPTION PALEONTOLOGIQUE

Genre *NEOPHLYCTICERAS* Spath, 1931

Génotype : *Ammonites brottianus* d'Orbigny, 1841.

Sous-genre *EOTROPITOIDES* Casey, 1965

Sous-génotype : *Neophlycticeras jayeti* Breistroffer, 1936.

NEOPHLYCTICERAS (EOTROPITOIDES)
***DESTOMBESI* nov. sp.**

(Pl. IV)

Matériel.

Holotype : l'exemplaire n° W 100 figuré Pl. IV, fig. 1 ; coll. de l'auteur.

Paratype : l'exemplaire n° 1946 figuré Pl. IV, fig. 2 ; coll. P. et J.P. Destombes.

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

Note présentée lors de la séance du 19 juin 1975.

Origine du nom.

Espèce dédiée à MM. P. et J.P. Destombes.

Localité type.

(Holotype) ; affleurements des argiles du Gault situés au Nord de Wissant (Pas-de-Calais, France), niveau de nodules phosphatés P5 de P. et J.P. Destombes (7).

Origine du paratype.

Provient du lieu-dit la Perte du Rhône (Ain), niveau 38 de Jayet (9). Le gisement est maintenant noyé sous les eaux du barrage de Génissiat.

Age.

Holotype : Albien moyen (zone à *Euhoplites lautus*, sous-zone à *Dipoloceras cristatum*) ou Albien supérieur (zone à *Mortoniceras inflatum*, sous-zone à *Hysterocheras orbigny*). Les deux sous-zones sont en effet associées dans le niveau phosphaté P5.

Paratype : Albien supérieur (zone à *Mortoniceras inflatum*, condensation des sous-zones à *Hysterocheras orbigny* et *H. varicosum*).

Diagnose.

« *Neophlycticeras* très involute, section fortement comprimée et très haute. Costulation effacée sur les flancs, 12 côtes mousses et opposées visibles par quart de tour dans la région ventrale ».

Description.

L'holotype est encore cloisonné au diamètre maximal visible de 42 mm : la chambre d'ha-

bitation est inconnue. Coquille très involute, dont les tours s'accroissent rapidement en hauteur ; ombilic légèrement scaphitoïde. La section du tour, très comprimée, présente un maximum d'épaisseur au tiers interne. Les flancs, faiblement convergents, s'infléchissent brusquement dans la région ventrale en forme de toit. La costulation, oblique vers l'avant et faiblement sigmoïde, reste légèrement visible jusqu'au diamètre de 30 mm. Les côtes primaires, peu nombreuses et déjà faibles au pourtour ombilical, s'effacent presque complètement sur la partie moyenne des flancs. Au tiers externe on compte par quart de tour 12 côtes mousses et opposées qui disparaissent totalement sur le ventre. La succession des tubercules siphonaux, pincés, forme une crête ventrale ondulée, peu saillante.

Enfin, la ligne de suture présente une selle externe découpée profondément par un lobe adventitif très marqué, et un premier lobe latéral bifide. Le paratype, plus complet que l'holotype correspond, lui aussi, à un phragmocône. Sa costulation est identique à celle de l'holotype. Par contre, sa section est plus comprimée.

Mensurations.

	diamètre mm	haut. H mm (%)	épais. E mm (%)	H/E	ombilic mm (%)
Holotype ...	41	24 (58)	13 (31)	1,84	6 (15)
Paratype ...	42	24 (58)	12 (29)	2,00	5 (12)



Fig. 1. — Section de *Neophlycticeras (Eotropitoides) destombesi* nov. sp. (holotype) à 41 mm de diamètre.

Rapports et différences.

Neophlycticeras (Eotropitoides) destombesi, par son tour très comprimé et sa costulation considérablement affaiblie vers le milieu du flanc, montre des caractères comparables à ceux de *N. (E.) jayeti* Breistroffer (1), que Casey (4) a utilisé pour créer le sous-genre *Eotropitoides*.

Toutefois l'espèce décrite ici se sépare facilement de *N. (E.) jayeti* Brst. par ses côtes plus fines (bien qu'elles s'épaississent progressivement jusqu'à l'épaule ventro-latérale) et plus denses (12 au lieu de 7 par quart de tour). Les autres espèces de *Neophlycticeras* diffèrent largement de *N. (E.) destombesi*, ainsi que du sous-genre *Eotropitoides*, par leur section plus renflée, leurs côtes droites et obliques vers l'avant, et leur ornementation générale beaucoup plus robuste.

Répartition géographique.

Nord et Sud-Est de la France, toujours extrêmement rare.

REMARQUES PHYLOGENIQUES

Le genre *Neophlycticeras*, cosmopolite, a été décelé non seulement en Angleterre (12) et en France (8), mais aussi au Maroc (8), à Madagascar (5, 6) et au Vénézuéla (11). Quel que soit son gisement, il reste toutefois un élément très minoritaire de la faune. Ainsi Spath (12) ne cite que 5 exemplaires à Folkestone, tandis qu'à Wissant P. et J.P. Destombes n'ont recueilli que deux spécimens pour des milliers d'Hoplitidae (8).

Lors de recherches effectuées de 1970 à 1975 et destinées à l'établissement d'une échelle zonale par espèces dans le Gault de Wissant, j'ai pu récolter personnellement dans le niveau phosphaté P5 1200 ammonites parmi lesquelles un seul *Neophlycticeras*. Aussi, bien qu'il ne soit pas recommandé de créer une espèce avec un matériel aussi réduit, la rareté du genre, les différences avec les autres espèces et l'intérêt phylogénique font qu'il a paru nécessaire de proposer dès maintenant ce nouveau taxon.

Par ses côtes plus fines et plus denses, ainsi que par sa section plus plate, *N. (E.) destombesi* s'écarte de *N. (E.) jayeti*. Mais ces mêmes caractères le rapprochent de *Paradolphia prisca* Casey (Upper Greensand, Cambridge). Ce genre, défini par Casey (4) comme ayant des flancs plats, subparallèles, un ventre en forme de toit, portant une carène faiblement tuberculée, des épaules ventro-latérales et une faible costulation, ne paraît pas s'éloigner suffisamment de *Neophlycticeras* pour en être génériquement séparé. Il semblerait donc préférable

de considérer *Paradolphia* comme un simple sous-genre tardif du genre *Neophlycticeras* [espèce-type du sous-genre : *Neophlycticeras (Paradolphia) prisca* (Casey)].

De ce fait, *N. (E.) destombesi* semble bien réaliser une transition entre *N. (E.) jayeti* et *N. (P.) prisca*. Une telle conception est confirmée par la morphologie du paratype qui, plus aplati que l'holotype et à région ventrale plus tectiforme, a déjà l'aspect général d'un *Paradolphia*. De plus, le lobe adventiciel qui échancre la selle externe apparaît beaucoup plus marqué chez *N. (E.) destombesi* que chez *N. (E.) jayeti*; or, le développement de ce lobe a été noté par Casey (4) comme caractéristique de l'évolution des *Lyelliceratidae* de l'Albien supérieur.

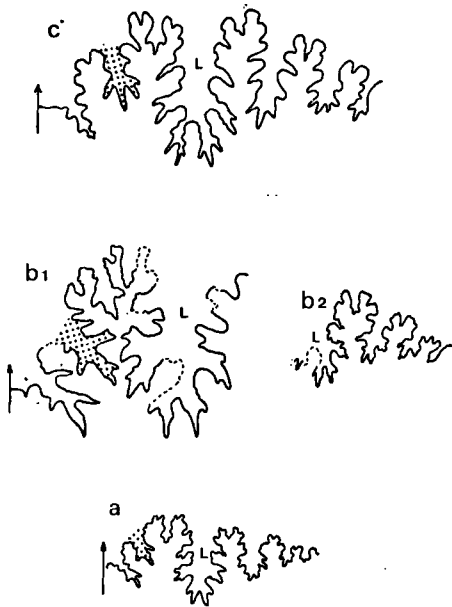


Fig. 2. — Lignes de suture de : a, *Neophlycticeras (Eotropitoides) jayeti* Breistroffer (coll. British Museum n° C73356) au diamètre de 16 mm. — b, *Neophlycticeras (Eotropitoides) destombesi* nov. sp. (holotype). — b1, fragment de la ligne de suture au diamètre de 21 mm. — b2, au diamètre de 38 mm. — c, *Neophlycticeras (Paradolphia) prisca* (Casey) (holotype. Norwich Castle Museum n° 6118.1679) au diamètre de 45 mm. — L, premier lobe latéral. — En pointillé, lobe adventiciel de la selle externe.

On remarque le développement beaucoup plus important de ce lobe adventiciel chez *N. (E.) destombesi* que chez *N. (E.) jayeti* Brst.

Mensurations comparées des espèces proches de *N. (E.) destombesi*.

	diamètre mm	haut. %	épais. %	H/E	ombilic %
<i>N. (E.) jayeti</i> Brst., holotype	30	54	30	1,80	16
<i>N. (E.) destombesi</i> , holotype	41	58	31	1,84	15
<i>N. (E.) destombesi</i> , paratype	42	58	29	2,00	12
<i>N. (E.) prisca</i> (Casey), holotype	50	56	20	2,80	13

La comparaison des mesures fait apparaître deux faits d'évolution dans le groupe : le resserrement de l'ombilic et l'augmentation relative de la hauteur du tour (rapport croissant de H/E).

LES LYELLICERATIDAE DE L'ALBIEN MOYEN ET SUPERIEUR

A la suite des travaux de Collignon (5, 6), Casey (4) et Destombes, il devient possible d'envisager un schéma évolutif pour les *Lyelliceratidae* de l'Albien moyen et supérieur (fig. 3).

Après avoir pullulé à la base de l'Albien moyen durant la sous-zone à *Lyelliceras lyelli*, et ceci de façon cosmopolite, les *Lyelliceratidae* disparaissent apparemment. Ils ne réapparaissent que dans la sous-zone à *Dipoloceras cristatum* avec les premiers *Neophlycticeras* d'ailleurs variables puisque trois types peuvent y être distingués.

Le premier groupe, *N. (Protissotia) itierianum-orion*, est défini essentiellement par une simplification pseudocératitique de la ligne de suture, ce qui a permis à Collignon (5) de le séparer dans le sous-genre *Protissotia*.

Cette conception a été revue par Renz (11). La ligne de suture très simple associée à la présence de côtes fortes et de tubercules ventrolatéraux bien individualisés semblent des caractères primitifs. Aussi l'on peut penser comme Spath (12) que les *Protissotia* seraient dans les *Neophlycticeras* les plus proches espèces des *Lyelliceras* qui leur ont donné naissance. Ces formes n'ont apparemment pas eu de descendants dans l'Albien supérieur.

Le second groupe, *N. boloniense-brottianum*, a été récemment discuté par Destombes (8). Il est caractérisé par une section assez arrondie,

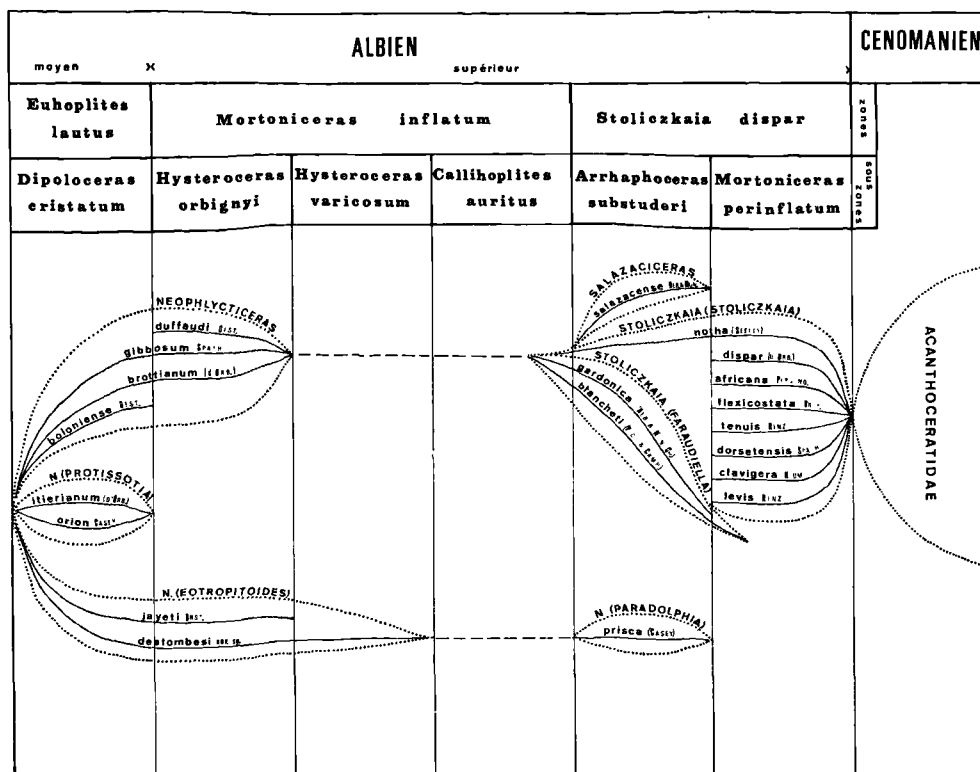


Fig. 3. — Schéma évolutif des Lyelliceratidae de l'Albien moyen et supérieur.

des côtes obliques vers l'avant et des tubercules ventraux allongés. Avec le temps (sous-zone à *Hysterocheras orbigny*), la coquille se comprime, l'ornementation s'affaiblit tandis que les tubercules ventraux s'arrondissent en boutons. C'est le stade de *N. duffaudi* Dest., annonceur des *Stoliczkaia* (*Faraudiella*) du Vraconien, décrits à Salzac et à la Fauge par Breistroffer (1, 2, 3) qui, eux-mêmes, donneront naissance aux Acanthoceratidae du Cénomaniens par plusieurs voies.

Enfin, le dernier groupe, objet de ce travail, *N. (Eotropitoides) jayeti-destombesi*, est marqué par un tour comprimé, une costulation effacée à partir du milieu du flanc et des crêtes ventrales basses tendant à se réunir en une carène continue. Par aplatissement de la section et augmentation de la densité des côtes qui deviennent plus fines, s'annonce le passage à *N. (Paradolphia) prisca* du Vraconien. Cette dernière espèce représente vraisemblablement une fin de groupe car les *Forbesiceras* du Cénomaniens inférieur dériveraient des *Stoliczkaia* (Kennedy, commu-

nication personnelle) et non de *N. (P.) prisca* comme l'avait pensé Casey.

CONCLUSIONS

Par tous ces caractères, *Neophlycticeras (Eotropitoides) destombesi* nov. sp. apparaît, dans la lignée des *Eotropitoides*, comme un stade beaucoup plus avancé vers le sous-genre *Paradolphia* que *N. (E.) jayeti* Brst. Enfin, parmi l'ensemble des Lyelliceratidae de l'Albien supérieur, seul le groupe des *Stoliczkaia* donnerait naissance aux Acanthoceratidae du Cénomaniens par évolution cladogénétique.

Remerciements. — Je dois mes plus vifs remerciements à P. Destombes pour m'avoir fourni le paratype issu de sa collection, ainsi qu'à W.J. Kennedy pour les clichés de *N. (P.) prisca*. Leurs critiques constructives et leur suggestions, jointes à celles de M. Collignon sur le manuscrit et la planche, m'ont beaucoup éclairé sur la complexité de la systématique et des relations phylogéniques. J'exprime également ma reconnaissance à J. Sornay qui m'a permis l'accès à la collection d'Orbigny du Mus. d'Hist. Nat. de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

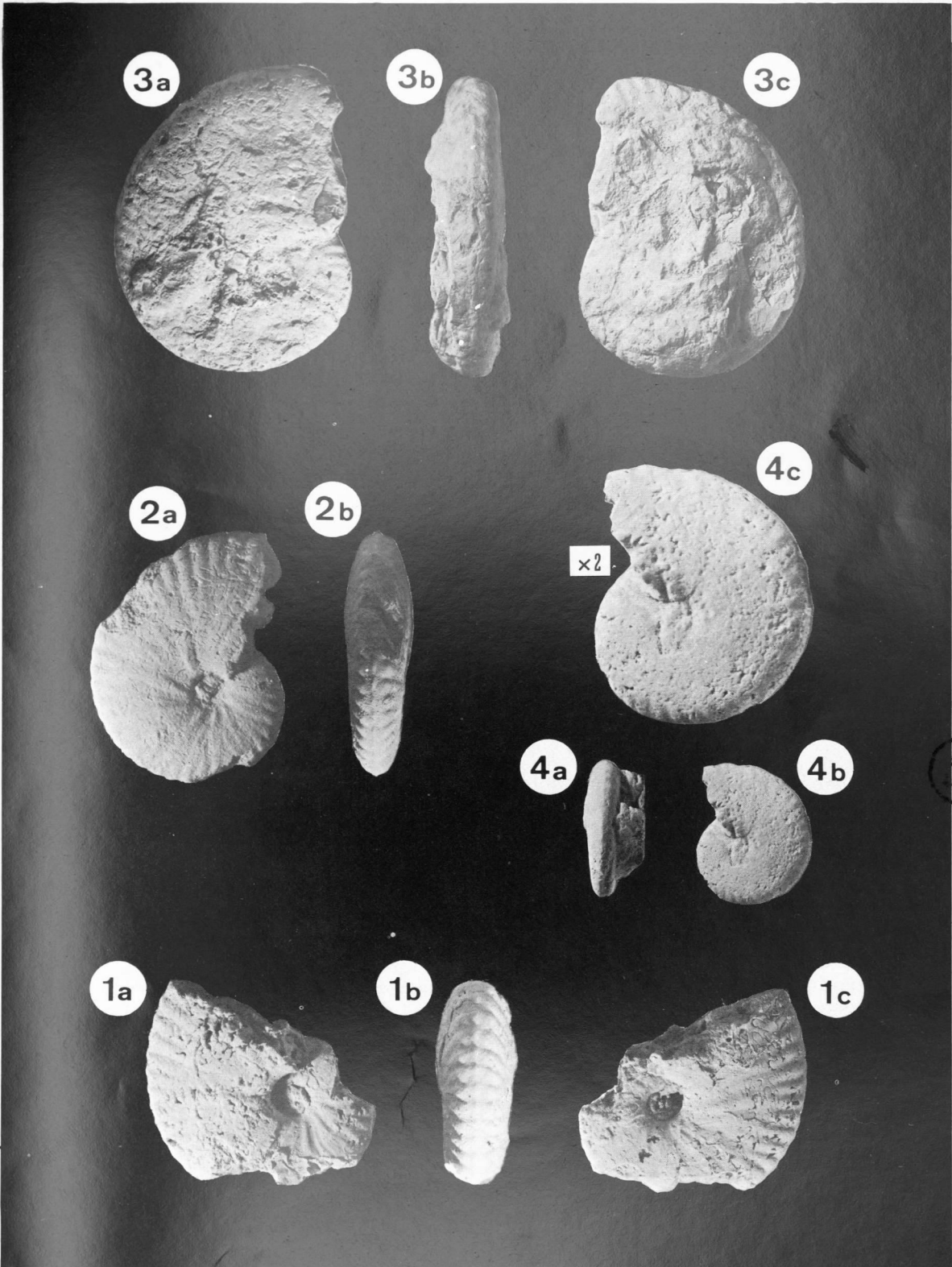
- 1) BREISTROFFER M. (1936). — Les subdivisions du Vraconien dans le Sud-Est de la France. *Bull. Soc Géol. France*, 5^e sér., t. VI, p. 63-68.
- 2) BREISTROFFER M. (1940). — Révision des ammonites du Vraconien de Salazac (Gard) et considérations générales sur ce sous-étage albien. *Trav. lab. géol. Univ. Grenoble*, t. XXII, p. 1-101.
- 3) BREISTROFFER M. (1947). — Sur les zones d'ammonites dans l'Albien de France et d'Angleterre. *Trav. lab. géol. Univ. Grenoble*, t. XXVI, p. 17-104.
- 4) CASEY R. (1965). — A Monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand. Part. VI. *Palaeontogr. Soc.*, Londres, p. 399-546, Pl. LXVII-XC.
- 5) COLLIGNON M. (1932). — Les ammonites pyriteuses de l'Albien supérieur du Mont Raynaud à Madagascar. *Ann. géol. serv. mines, Madagascar*, fasc. 2, p. 5-36, Pl. I-IV.
- 6) COLLIGNON M. (1963). — Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar. Fasc. X. Albien. *Serv. Géol. Républ. Malgache, Tananarive*.
- 7) DESTOMBES P. et J.P. (1965). — Distribution zonale des Ammonites dans l'Albien du Bassin de Paris. *M. Bur. Rech. géol. et min.*, 34, p. 255-270.
- 8) DESTOMBES P. (1969). — Nouvelles Ammonites albiennes (*Neophlycticer*) du Maroc et du Boulonnais. *Notes Serv. Géol. Maroc*, t. 29, n° 213, p. 49-56, Pl. I.
- 9) JAYET A. (1926). — Etude stratigraphique de la Perte du Rhône. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 20, n° 2, p. 1-203.
- 10) RENZ O. (1968). — Die Ammonoidea im Stratotyp des Vraconnien bei Sainte-Croix (Kanton Waadt). *Mém. suisses de Paléont.*, vol. 87, p. 1-99, Pl. 1-18.
- 11) RENZ O. (1970). — Über die Gattungen *Parengonoceras* Spath, *Knemiceras* Böhm und *Neophlycticer* Spath (Ammonoidea) aus den Anden Venezuelas. *Eclogae geol. Helv.*, vol. 63, n° 3, p. 1021-1057, Pl. I-XII.
- 12) SPATH L.F. (1931). — A Monograph of the Ammonoidea of the Gault. Part. VIII. *Palaeontogr. Soc.* Londres, p. 313-378, Pl. XXXI-XXXVI.

* * *

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV

- Fig. 1a. — *Neophlycticeras (Eotropitoides) destombesi* nov. sp. Holotype. Albien (sous-zones à *Dipoloceras cristatum* et *Hysterocheras orbigny*), Wissant (Pas-de-Calais). Coll. auteur n° W 100. Gr. Nat.
Flanc gauche montrant les côtes sigmoïdes du stade jeune.
- Fig. 1b. — Même échantillon, côté ventral.
- Fig. 1c. — Même échantillon, flanc droit.
- Fig. 2a. — *Neophlycticeras (Eotropitoides) destombesi* nov. sp. Paratype. Albien (sous-zones à *Hysterocheras orbigny* et *H. varicosum*), Perte du Rhône (Ain). Coll. J.P. et P. Destombes n° 1946. Gr. Nat.
Flanc gauche.
- Fig. 2b. — Même échantillon, côté ventral.
- Fig. 3a. — *Neophlycticeras (Paradolphia) prisca* (Casey). Holotype. Vraconien, Cambridge. Coll. Crowfoot, Norwich Castle Mus. n° 6118.1679. Gr. Nat.
Flanc gauche.
- Fig. 3b. — Echantillon précédent. Vue ventrale qui met en évidence la carène faiblement tuberculée.
- Fig. 3c. — Même échantillon, flanc droit.
- Fig. 4a. — *Neophlycticeras (Paradolphia) prisca* (Casey). Paratype. Vraconien, Cambridge. Coll. Sedgwick Museum n° B93303. Gr. Nat. Côté ventral.
- Fig. 4b. — Echantillon précédent, flanc droit.
- Fig. 4c. — Même échantillon. Remarquer l'affaiblissement des côtes. Gr. = 2.





Un exemple d'analyse automatique par ordinateur des rabattements des nappes d'eau souterraine : application à l'hypothèse de Theis

par Jacky MANIA (*)

Sommaire. — Une méthode d'analyse automatique des données des pompages d'essai est présentée. Elle ne s'applique que pour un aquifère répondant exactement aux conditions de Theis. Cette procédure est calculée par l'ordinateur et le programme utilisé porte le nom de Theis.

Le principe est basé sur la minimisation des écarts entre les rabattements expérimentaux et les rabattements théoriques. On obtient directement les valeurs du coefficient d'emmagasinement et de transmissivité de l'aquifère testé. Deux exemples d'application ont été réalisés sur des pompages d'essai relatifs à la nappe de la Crau (Bouches du Rhône) et à la nappe des alluvions de l'Escaut (Nord de la France).

Summary. — An automatic analysis of pumping tests datas is presented and applied to Theis'aquifer conditions. This procedure needs a computer and the program is called Theis.

The principle is based on minimization of differences between experimental and theoretical drawdowns. Storage coefficient and transmissivity of tested aquifer are directly obtained.

Two application examples have been carried out pumping tests relating to Crau aquifer (Bouches du Rhône) and to Escaut alluvial aquifer (North of France).

INTRODUCTION

L'examen de l'évolution dans le temps des rabattements d'une nappe d'eau souterraine à la suite d'un pompage d'essai apporte à l'hydrogéologue le moyen de déterminer les valeurs de la transmissivité et du coefficient d'emmagasinement de l'aquifère testé. Nous présentons, afin de déterminer ces deux dernières valeurs, une méthode d'analyse automatique des rabattements mesurés afin d'éliminer la subjectivité de l'opérateur.

Theis (1935) fut le premier à appliquer l'équation de non-équilibre à l'hydraulique des puits. Wenzel (1942), Jacob et Lohman (1952), Walton (1962) et Prickett (1965) mirent au point et

développèrent les méthodes d'analyse des résultats issus des pompages d'essais afin de déterminer les valeurs des caractéristiques hydrauliques d'un aquifère idéal (isotrope, infini, captif et à épaisseur constante). Les techniques les plus courantes de dépouillement des valeurs de rabattement en fonction du temps sont basées sur une représentation graphique, soit semi-logarithmique, soit bilogarithmique. On peut citer de nombreux auteurs qui ont participé à l'élaboration et à la synthèse de ces méthodes, dont Ferris, Knowles, Brown, Stallman (1962), Walton (1962 et 1970), Castany (1963), Forkasiewicz (1970 et 1972), Kruseman, De Ridder et Meilhac (1974).

La méthode graphique du tracé de la courbe des rabattements, qui laisse une part de subjectivité relative à l'opérateur, peut être confrontée à une méthode plus rigoureuse et qui sera présentée ici : L'ANALYSE DES COURBES DE DESCENTE, qui fait l'objet d'un programme

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

Note déposée le 15 Mars 1976.

(appelé THEIS) opérationnel sur l'ordinateur CII 10070 de l'Université de Lille.

I. — METHODE

Le principe de l'analyse automatique est basé sur la minimisation des écarts entre les rabattements expérimentaux et les rabattements calculés théoriquement selon une loi non-linéaire comme c'est le cas pour l'hypothèse de Theis envisagée. On utilise la méthode itérative par degrés successifs de Gauss-Newton développée par Hartley (1961) et appliquée à l'évaluation des erreurs sur les moindres carrés d'une régression non linéaire par Jennrich et Sampson (1968).

L'application de ces méthodes permet d'obtenir rapidement et directement les paramètres en utilisant les différentielles partielles de la fonction par rapport à ses paramètres. Ce type d'analyse est ainsi supérieur à la méthode des différences finies utilisées par Korganoff et Besbes (1973) qui aboutissait parfois à des valeurs négatives.

Nous ne présentons que la partie de programme relative à la fonction de Theis (sous-programme FUN) qui permet le calcul des dérivées partielles.

II. — APPLICATION A L'HYPOTHESE DE THEIS

J'ai utilisé l'hypothèse de Theis qui a établi la relation qui lie les rabattements observés dans un piézomètre (situé à une distance connue de l'ouvrage), aux paramètres hydrodynamiques, au débit (supposé constant) et au temps.

On peut donner ainsi l'expression du rabattement :

$$F = \frac{Q}{4\pi P_1} \int_u^\infty \frac{e^{-u}}{u} du = \frac{Q}{4\pi P_1} W(u)$$

$$\text{avec } u = \frac{x^2 P_2}{4 P_1 t}$$

Q = le débit

P₁ = la transmissivité

P₂ = le coefficient d'emmagasinement

t = le temps de pompage

x = la distance du lieu d'observation à l'ouvrage

W(u) = le symbole de la fonction exponentielle intégrale appelée fonction caractéristique qui peut s'écrire sous la forme suivante :

$$W(u) = -0,5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2.2!} + \frac{u^3}{3.3!} - \dots - \frac{(-u)^n}{n.n!}$$

Il est nécessaire, dans la résolution adoptée, de formuler les dérivées partielles de la Transmissivité puis du coefficient d'emmagasinement par rapport au rabattement théorique (F).

On posera au préalable :

$$W = W(u)/P_1$$

On écrira les dérivées partielles suivantes :

— pour la transmissivité :

$$\frac{\partial F}{\partial P_1} = \frac{\partial F}{\partial W} \cdot \frac{\partial W}{\partial P_1}$$

$$\text{avec } \frac{\partial F}{\partial W} = 0,08 \cdot Q$$

$$\text{et } \frac{\partial W}{\partial P_1} = V \cdot \frac{\partial W(u)}{\partial P_1} + W(u) \cdot \frac{\partial V}{\partial P_1}$$

$$\text{avec } V = 1/P_1$$

— pour le coefficient d'emmagasinement :

$$\frac{\partial F}{\partial P_2} = \frac{\partial W}{\partial P_2} \cdot \frac{\partial F}{\partial W}$$

$$\text{avec } \frac{\partial W}{\partial P_2} = \frac{\partial W(u)}{\partial u} \cdot \frac{\partial u}{\partial P_2}$$

$$\text{et } \frac{\partial F}{\partial W} = 0,08 \cdot Q$$

III. — DESCRIPTION SUCCINCTE DU PROGRAMME "THEIS"

Le programme "THEIS" est constitué de quatre parties :

— une partie appelée programme principal qui se charge de la lecture des données et de l'impression des données et des résultats ;

— de deux sous-programmes MINIZ et STEP établis par Sampson (1971) qui permettent de minimiser les écarts et de diriger le processus d'itération jusqu'au critère de convergence choisi ;

— un sous-programme FUN (Annexe I), où j'ai décomposé la fonction de THEIS ainsi que les dérivées partielles du rabattement calculé, relatives aux paramètres cherchés, c'est-à-dire la transmissivité et le coefficient d'emmagasinement (paragraphe 2).

IV. — DONNEES NECESSAIRES

Les données à fournir sont distribuées sur les cartes suivantes :

1^{re} carte :

— la valeur de n dans la fonction $W(u)$, la distance au forage (m) et le débit (m^3/s).

2^{me} carte :

- le nom du problème (PP, PC),
- le nombre total de variables (NV),
- l'index de la variable dépendante (ND),
- le nombre d'observations effectuées (NC),
- le nombre de paramètres cherchés (NP),
- le nombre maximum d'itérations souhaitées (MXIT),
- le nombre de formats (NF),
- l'index éventuel de la variable poids (IW).

3^{me} carte :

- la valeur du seuil de tolérance ($T\emptyset$),
- la valeur du critère de convergence (EP).

4^{me} carte :

- le format des valeurs de variables.

5^{me} carte :

- les données de rabattement (en mètres) et de temps (en minutes). Il y a autant de cartes que de couples de données.

6^{me} carte :

- valeur maximale (ou borne supérieure) supposée des paramètres cherchés.

7^{me} carte :

- valeur minimale (ou borne inférieure) supposée des paramètres cherchés.

8^{me} carte :

- valeur estimative (ou valeur quelconque comprise entre les bornes inférieures et supérieures) des paramètres.

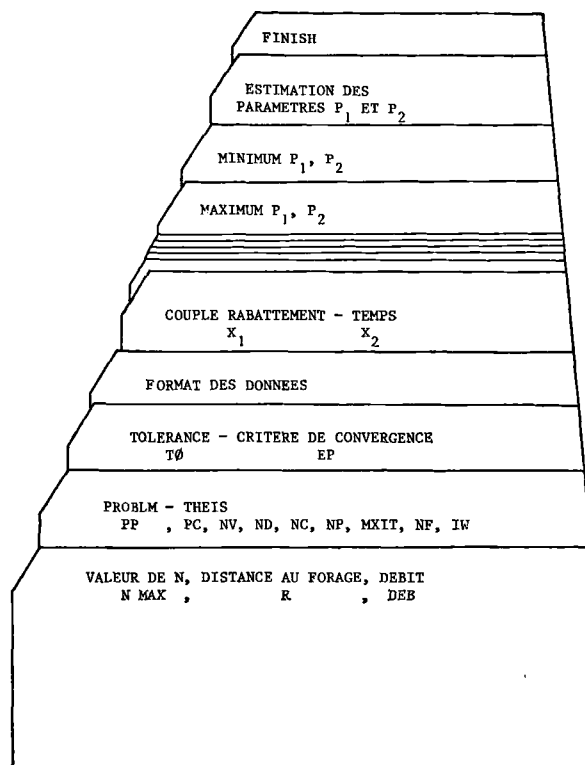


Fig. 1. — Ordre d'entrée des cartes de données.

9^{me} carte :

- carte FINISH d'arrêt de la lecture des données. Sur la fig. 1 on a présenté l'ordre des cartes de données.

Un modèle de bordereau de données est transcrit à l'Annexe III.

V. — SORTIE DES RESULTATS

L'imprimante de l'ordinateur restitue les indications fournies sur les cartes de données, puis le nombre des itérations qui ont été nécessaires au calcul, les erreurs calculées sur les moindres carrés à chaque itération ainsi que pour chacune d'elles les valeurs des paramètres cherchés (transmissivité et coefficient d'emmagasinement). On dispose également des valeurs de la déviation asymptotique standard des paramètres (écart type) et de la corrélation asymptotique matricielle des paramètres (Annexe II).

VI. — APPLICATION

L'application de ce procédé a été réalisée sur quelques essais de pompage, dont celui bien connu effectué sur la nappe de la Crau à Istres et qui a servi d'étalon (in Forkasiewicz, 1972, exemple n° 6).

J'ai choisi les valeurs (au nombre de 46) des rabattements mesurés sur deux piézomètres (Pz1 et Pz2) situés à 20 et 50 mètres du forage débitant 328 m³/h.

Dans le tableau I, nous avons comparé les valeurs de transmissivité P₁ et de coefficient

d'emmagasinement P₂ obtenues à la fois par la méthode graphique classique et la méthode automatique. On peut constater parfois des écarts importants (59,2 % pour la valeur de P₁ au Pz1). Les différences calculées entre les valeurs expérimentales et théoriques de rabattement oscillent entre 1,2 cm et 0,1 mm, ce qui est de l'ordre de l'erreur de mesure. On peut constater que les valeurs de P₁ et de P₂ sont atteintes en une dizaine d'itérations pour un critère de convergence fixé ici à 1/10 mm. Déjà, vers la cinquième itération, on se trouve proche du résultat final (fig. 2 et 3).

		Méthode graphique	Méthode automatique	Différence en pourcentage
Pz1	P ₁ m ² /s	8 . 10 ⁻²	8,01 . 10 ⁻²	0,1
	P ₂	5 . 10 ⁻²	3,14 . 10 ⁻²	59,2
Pz2	P ₁ m ² /s	9,6 . 10 ⁻²	9,28 . 10 ⁻²	3,4
	P ₂	6,5 . 10 ⁻²	6,82 . 10 ⁻²	4,6

Tableau I.

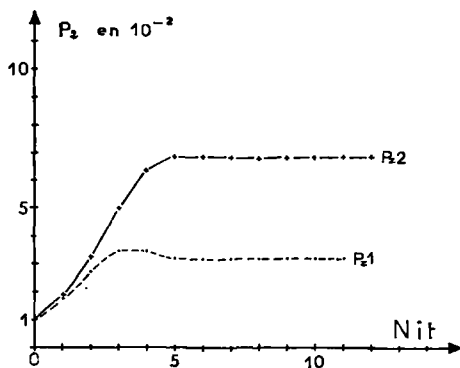


Fig. 2. — Evolution des valeurs calculées du coefficient d'emmagasinement à chaque itération.

Légende : P₂ : Coefficient d'emmagasinement
N it : Nombre d'itérations.
Pz1 et Pz2 : Piézomètres de mesure.

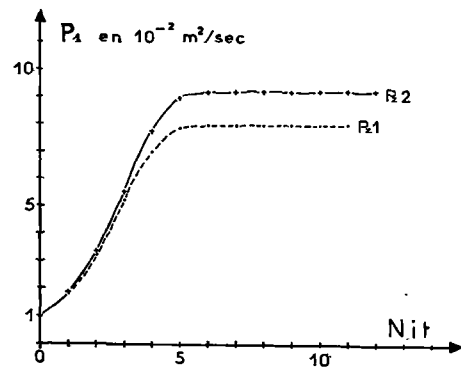


Fig. 3. — Evolution des valeurs calculées de la transmissivité à chaque itération.

Légende : P₁ : Transmissivité.
N it : Nombre d'itérations.
Pz1 et Pz2 : Piézomètres de mesure.

Une autre exploitation a été effectuée sur les résultats d'essais de pompage relatifs aux alluvions de l'Escaut à Bruay (Bernard et Ramon, 1969). L'ouvrage débitait 216 m³/h et la descente était suivie dans neuf piézomètres. Je présente les résultats relatifs à quatre piézomètres surveillés pendant 5 000 minutes (83 heures). Les

couples de rabattement-temps étaient au nombre de 26 par piézomètre.

On remarque de fortes divergences sur les valeurs relatives à Pz8 et Pz6 qui correspondent à l'obtention d'une bonne précision par la méthode automatique (tableau II).

		Méthode graphique	Méthode automatique	Différence en pourcentage
Pz4 (25 m au sud)	P ₁ m ² /s	2,9 . 10 ⁻²	2,75 . 10 ⁻²	5,2
	P ₂	1 . 10 ⁻⁵	1,39 . 10 ⁻⁵	3,5
Pz8 (50 m à l'ouest)	P ₁ m ² /s	3,1 . 10 ⁻²	3,99 . 10 ⁻²	28
	P ₂	6 . 10 ⁻⁵	2,77 . 10 ⁻⁵	55
Pz6 (100 m au sud)	P ₁ m ² /s	3,3 . 10 ⁻²	6,53 . 10 ⁻²	98
	P ₂	5 . 10 ⁻⁵	1,91 . 10 ⁻⁴	282
Pz9 (100 m à l'ouest)	P ₁ m ² /s	3,1 . 10 ⁻²	3,28 . 10 ⁻²	5,8
	P ₂	2 . 10 ⁻⁵	1,31 . 10 ⁻⁵	34,5

Tableau II.

VII. — CONCLUSION

L'utilisation du programme Theis permet de confronter les résultats théoriques calculés aux résultats issus de l'examen graphique des courbes de descente des essais de pompage répondant à l'hypothèse de Theis. C'est un outil facile à manier car il utilise des données expérimentales immédiates (rabattement, temps, débit,

distance du piézomètre d'observation). Une analyse statistique des résultats en fin de traitement est en outre réalisée. Il appartient cependant à l'utilisateur de vérifier si les valeurs expérimentales obtenues ne sont pas entachées d'erreur (suite par exemple à des variations fortes de débit) et de voir si le schéma hydrodynamique de l'aquifère testé est compatible avec un tel traitement.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) BERNARD G. et RAMON S. (1969). — Essai de pompage de l'Écluse de la Folie dans les alluvions de l'Escaut à Bruay-sur-Escaut (Nord). *Rapport B.R.G.M.*, 69 SGN 069 NPA, 9 p., 12 fig.
- 2) CASTANY G. (1963). — *Traité pratique des eaux souterraines*. Ed. Dunod, Paris, 658 p., 396 fig. 79 tabl.
- 3) FERRIS J.G., KNOWLES D.B., BROWN R.H. et STALLMANN R.W. (1962). — « Theory of Aquifer Tests ». *U.S. Geol. Surv. Water Supply Paper* 1536-E.
- 4) FORKASIEWICZ J. (1970). — Guide bibliographique méthodique sur l'interprétation des données des pompes d'essai (évaluation des paramètres aquifères). *Bull. B.R.G.M.*, (2), III, 1, 1970, p. 67-72.
- 5) FORKASIEWICZ J. (1972). — Interprétation des données de pompes d'essai pour l'évaluation des paramètres aquifères. *Rapport B.R.G.M.*, 72 SGN 273 AME, 50 p., 6 pl., fig. 13.
- 6) FORKASIEWICZ J. (1972). — Cahier des travaux pratiques d'interprétation des pompes d'essai. *Rapport B.R.G.M.*, 72 SGN 299 AME, 10 exemples.
- 7) HARTLEY H.O. (1961). — Modified Gauss-Newton method for fitting on non-linear regression functions. *Technometrics*, vol. 3, p. 269-280.
- 8) JACOB C.E. et LOHMAN S.W. (1972). — Nonsteady Flow to a Well of Constant Drawdown, in an Extensive Aquifer. *Trans. Am. Geophys. Union*, vol. 33, n° 4.

- 9) JENNRICH R.I. et SAMPSON P.F. (1968). — Application of stepwise regression to non-linear least squares estimation. *Technometrics*, vol. 10, p. 63-72.
- 10) KORGANOFF A. et BESBES M. (1973). — Restitution des paramètres hydrauliques d'un aquifère à partir de l'historique des niveaux en un puits témoin. *Bull. B.R.G.M.*, (2), III, 2, p. 113-117, 3 fig.
- 11) KRUSEMAN G.P., DERIDDER N.A. et MEILHAC A. (1974). — Interprétation et discussion des pompages d'essai. *I.L.R.I.*, Wageningen, 2^e éd., 213 p.
- 12) PRICKETT T.A. (1965). — Type-curve Solution to Aquifer Test under Watertable Conditions. *Ground Water*, vol. 3, n° 3.
- 13) SAMPSON P.F. (1971). — Program BMD 07 R Non Linear Least Squares. Health Sciences Computing Facility UCLA, p. 387-394.
- 14) THEIS C.V. (1935). — The Relation between the Lowering of Piezometric Surface and the Rate and Duration of Discharge of a Well Using Ground-Water Storage. *Trans. Am. Geophys. Union*, 16th Ann. Meeting, pt. 2.
- 15) WALTON W.C. (1962). — « Selected Analytical Methods for Well and Aquifer Evaluation ». *Illinois State Water Surv. Bull.* 49.
- 16) WALTON W.C. (1970). — Ground Water Resource Evaluation. Mc Graw Hill Book Company. 664 p.
- 17) WENZEL L.K. (1942). — « Methods of Determining Permeability of Water-bearing Materials, with Special Reference to Discharging-well Methods ». *U.S. Geol. Surv. Water Supply Paper.* 887.

* * *

Annexe I. — Ecriture du sous-programme FUN
(Fonction de Theis).

```

1.  SUBROUTINE FUN (F,FP,P,X)
2.  COMMON R,NMAX,DEP
3.  DIMENSION FP(1),P(1),X(1)
4.  U=R*R*X(2)/(4*X(1)*X(2)*60)
5.  B=1
6.  S=0
7.  A=-1
8.  DO 5 I=1,NMAX
9.  A=-A*XU
10. B=B*I
11. 5 S=S+A/(I*B)
12. Z=-0.5772-ALOG(U)+S
13. W=Z/P(1)
14. UP=-U/P(1)
15. B=1
16. S=0
17. A=1
18. DO 10 J=1,NMAX-1
19. A=-A*XU
20. B=B*(J+1)
21. 10 S=S+A/B
22. F=0.08*DEB*XW
23. FP(1)=0.08*DEB*(1/P(1)*X(S+1-1/W)*UP)+((-1/P(1)/P(1))*Z)
24. FP(2)=0.08*DEB*(1/P(1)*X(S+1-1/U)*R*X(2)/P(1)/240)
25. RETURN
26. END
    
```

Annexe II (suite).

VALEURS	RABATTEMENTS	DIFFERENCE	DEVIATION	RABAT.	TEMPS
: CALCULES	:	:	: STANDARD	: REELS	: EN MINUTES
:	:	:	: DE LA VALEUR	:	:
:	:	:	: ESTIMEE	:	:
1	.16387	.01613	.00182	1.18000	10.00000
2	.17895	.01105	.00178	1.19000	12.00000
3	.19188	.00912	.00174	1.20180	14.00000
4	.20320	.00380	.00170	1.20700	16.00000
5	.21327	.00373	.00167	1.21700	18.00000
6	.22233	.00267	.00163	1.22500	20.00000
7	.24169	.00069	.00156	1.24100	25.00000
8	.25763	.00363	.00149	1.25400	30.00000
9	.27119	.00419	.00144	1.26700	35.00000
10	.28299	.00299	.00139	1.28000	40.00000
11	.29342	.00542	.00135	1.28800	45.00000
12	.30278	.00578	.00131	1.29700	50.00000
13	.31903	.00703	.00125	1.31200	60.00000
14	.33280	.00780	.00120	1.32500	70.00000
15	.34476	.00976	.00116	1.33500	80.00000
16	.35533	.00933	.00112	1.34600	90.00000
17	.36479	.00779	.00109	1.35700	100.00000
18	.38118	.00618	.00105	1.37500	120.00000
19	.39179	.00579	.00103	1.38600	135.00000
20	.40129	.00629	.00101	1.39500	150.00000
21	.40988	.00388	.00100	1.40600	165.00000
22	.41774	.00374	.00099	1.41400	180.00000
23	.43166	.00166	.00098	1.43000	210.00000
24	.44372	.00128	.00097	1.44500	240.00000
25	.45437	.00063	.00098	1.45500	270.00000
26	.46390	.00110	.00098	1.46500	300.00000
27	.48040	.00460	.00100	1.48500	360.00000
28	.49436	.00564	.00103	1.50000	420.00000
29	.50645	.00655	.00106	1.51300	480.00000
30	.51712	.00788	.00109	1.52500	540.00000
31	.52667	.00833	.00112	1.53500	600.00000
32	.54319	.00181	.00117	1.54500	720.00000
33	.55717	.00117	.00123	1.55600	840.00000
34	.56928	.00572	.00128	1.57500	960.00000
35	.57996	.00504	.00133	1.58500	1080.00000
36	.58951	.01049	.00137	1.60000	1200.00000
37	.59816	.00684	.00141	1.60500	1320.00000
38	.60605	.00395	.00145	1.61000	1440.00000
39	.61674	.00526	.00150	1.62200	1620.00000
40	.62630	.00370	.00155	1.63000	1800.00000
41	.63494	.00006	.00159	1.63500	1980.00000
42	.64284	.00784	.00164	1.63500	2160.00000
43	.65010	.00010	.00168	1.65000	2340.00000
44	.65683	.00183	.00171	1.65500	2520.00000
45	.66309	.00809	.00175	1.65500	2700.00000
46	.66894	.01194	.00178	1.65700	2880.00000

MINIMA	1.0000E-06	1.0000E-04
MAXIMA	1.0000E-01	1.0000E 00

Annexe II. — Exemple de sortie des résultats.

```

CODE DU PROBLEME          THEIS
NOMBRE DE VARIABLES       2
INDEX DE LA VARIABLE DEPENDANTE 1
INDEX DE LA VARIABLE POIDS 0
NOMBRE DE VALEURS        46
NOMBRE DE PARAMETRES     2
TOLERANCE                 .000001
CRITERE DE CONVERGENCE   .000100
NOMBRE MAXIMUM D'ITERATIONS 200
NOMBRE DE FORMATS DE CARTE DES VARIABLES
ALTERNATE IMPUT TAPE NUMBER 5
REWIND OPTION             NB
FORMAT DES VARIABLES      (2F.0)
    
```

NOMBRE D'ITERATIONS	ERREUR MOINDRE CARRE	PARAMETRES TRANSMIS.	COEFF. EMMAGAS.
0 0	7.1680E 00	1.0000E-02	1.0000E-02
1 0	1.5151E 00	1.8763E-02	1.7539E-02
2 0	2.6796E-01	3.3165E-02	2.7285E-02
3 0	3.2401E-02	5.2670E-02	3.4695E-02
4 0	1.7773E-03	7.0799E-02	3.4583E-02
5 0	5.9796E-05	7.9099E-02	3.1873E-02
6 0	4.2735E-05	8.0179E-02	3.1416E-02
7 0	4.2731E-05	8.0196E-02	3.1406E-02
8 1	4.2731E-05	8.0196E-02	3.1406E-02
9 1	4.2731E-05	8.0196E-02	3.1406E-02
10 3	4.2731E-05	8.0196E-02	3.1406E-02
11 0	4.2731E-05	8.0196E-02	3.1406E-02

DEVIATION ASYMPTOTIQUE STANDARD DES PARAMETRES

5.3359E-04 8.8487E-04

CORRELATION ASYMPTOTIQUE MATRICIELLE DES PARAMETRES

1	2
1 .10000E 01	-.92385E 00
2 -.92385E 00	.10000E 01

Sur la signification des séries du massif de l'Othrys (Grèce continentale orientale) : la zone isopique maliaque

par J. FERRIERE (*)

Sommaire. — L'étude géologique du massif de l'Othrys montre que la notion de zone subpélagonienne, en tant que transition entre un haut-fond oriental (pélagonien) et un "sillon" occidental (celui du Pinde) doit être abandonnée. Les terrains triasico-jurassiques du massif de l'Othrys constituent en fait un ensemble de séries nettement différenciées, superposées tectoniquement (phases anté-Crétacé supérieur). Ces séries permettent de définir une nouvelle zone isopique ayant valeur de bassin profond, situé en bordure de la plate-forme pélagonienne : la zone isopique maliaque dont l'extension et la signification sont nettement différentes de celles de la zone subpélagonienne.

L'analyse du domaine interne permet de penser que cette zone profonde devrait représenter l'un des traits fondamentaux de la paléogéographie de ce domaine au cours de la période triasico-jurassique.

Summary. — The geological study Othris mountains shows that the concept of sub-pelagionian zone, as a transition between an eastern platform (pelagionian) and a western trough (Pindos zone), is to be given up. In fact, triassic and jurassic rocks of Othris mountains consist of a set of series highly differentiated and tectonically superposed (pre-Upper Cretaceous phases).

These series enable to define a new isopic zone, considered as a deep basin on the edge of the pelagionian platform : the "maliaque isopic zone", the extension and signification of which are very different with those of subpelagionian zone.

The analysis of the internal zones enables to think, that this deep zone could be one of the basic paleogeographic features of internal zones during the triassic-jurassic time.

Le massif de l'Othrys, situé en Grèce continentale orientale (fig. 2), a fait récemment l'objet de plusieurs publications, notamment de la part de Ferrière et de Hynes et *al.* à partir de 1972. Plus récemment encore, ces auteurs (Ferrière, 1974 et Smith et *al.*, 1975) ont, dans des notes synthétiques, abordé des problèmes d'ordre stratigraphique, tectonique et pétrographique qui remettent en cause les idées antérieures concernant cette région. Il nous a donc semblé nécessaire de replacer le massif de l'Othrys dans le cadre général de l'évolution des zones helléniques (**).

(*) U.E.R. des Sciences de la Terre, Laboratoire de Géologie Dynamique, B.P. 36, 59650 Villeneuve d'Ascq.

(**) Une publication synthétique de Celet, Clément, Derycke, Ferrière et Godfriaux (4^e Réunion annuelle des Sciences de la Terre, Paris, 1976) aborde également ce problème des zones internes helléniques et notamment celui de la zone pélagonienne.

Note déposée le 15 Avril 1976.

I. — HISTORIQUE SUCCINCT

A) La géologie de l'Othrys.

Les travaux de Philippson (1895 et 1898), de Renz (1910 à 1955) et enfin de Marinos et de son équipe, qui levèrent, de 1954 à 1962, les cartes au 1/50 000 du massif de l'Othrys, ont conduit aux principaux résultats suivants :

— discordance du Crétacé supérieur sur son sous-basement : entrevue par Philippson et établie par Renz ;

— découvertes locales de fossiles permettant de conclure à l'existence (***) :

(***) Les cartes géologiques au 1/50 000^e, levées par Marinos et son équipe (1954 à 1962), possèdent des légendes communes, si bien que des calcaires à *Megalodontes*, *Paleodasycladus* sp., et *Cladocoropsis* sp. sont indiqués sur toutes les cartes de cette région, même sur celles où de toute évidence de telles formations n'existent pas.

- du Permien à Fusulines en Othrys orientale (Renz, 1910) et en Othrys centrale (Marinos et Reichel, 1958),
- du Trias calcaire à Diplopores à l'Est (Renz, 1955 ; Marinos, 1956) et à Ammonites à l'Ouest (Mitzopoulos et Renz, 1938),
- du Jurassique à *Cladocoropsis* (Renz, 1927) et *Paleodasycladus mediterraneus* (?) (Marinos, 1956), mais les affleurements correspondants sont mal situés par ces auteurs,
- du Crétacé supérieur, à Rudistes notamment, et du Tertiaire représenté par le flysch.

En résumé, pour Marinos (1956), la série d'Othrys est une série peu tectonisée, formée de radiolarites et de niveaux ophiolitiques appartenant à la "Schiefer-Hornstein Formation" du Trias-Jurassique à niveaux calcaires intercalés. L'ensemble repose ou non en discordance sur le Permien et il est recouvert en discordance par le Crétacé supérieur qui se termine par le dépôt du flysch.

B) Position de l'Othrys dans le contexte des zones helléniques.

1) C'est à Philippson (1898) que l'on doit la première synthèse fondamentale ayant conduit à la distinction des zones utilisées aujourd'hui. Il distingue, en Grèce continentale, trois grandes zones : le système plissé de la Grèce occidentale et le système plissé de la Grèce orientale dont il sépare les massifs cristallins de l'Egée septentrionale et des Cyclades. C'est dans ce système plissé de la Grèce orientale que se situent la sous-zone de l'Othrys ainsi que celle du Parnasse, de l'Oeta (Iti) et de l'Argolide.

Renz (1940) affine ce schéma en distinguant deux ensembles dans ce même "système" : la série du Parnasse-Kiona et la série Est-hellénique, comprenant l'Othrys, l'iti, une partie de l'Eubée et de l'Attique. Selon cet auteur, ces deux zones constituent des unités tectoniques différentes. Il sépare lui aussi de la série Est-hellénique, les massifs cristallins et notamment le massif Pélagonien qu'il distingue du Massif d'Attique-Cyclades. Si Renz apporte des faits stratigraphiques nombreux, étayant ainsi de données objectives les définitions de ses différentes zones, des erreurs importantes et notamment l'assimilation abusive de plusieurs séries calcaires — celles du Koziakas, de l'Othrys centrale, de la Béotie *p. p.*, de l'Eubée *p. p.* — à celles du Parnasse-Kiona ont conduit certains auteurs à rejeter en partie ce nouveau schéma géologique des Hellénides orientales.

2) C'est Aubouin (1957-1959) qui, à la suite de ses propres travaux dans les Kassidiaris et en Othrys occidentale, de ceux de Brunn (1956), plus au Nord et de Marinos (1956) en Othrys, a établi l'essentiel de la zonation utilisée encore actuellement dans les Hellénides et plus particulièrement dans la région étudiée ici.

Au sein des zones internes définies par l'existence de mouvements orogéniques anté-Crétacé supérieur (Brunn, 1956), Aubouin (1959) distingue d'Est en Ouest : la zone du Rhodope, la zone du Vardar, la zone pélagonienne et la zone subpélagonienne.

Définition de la zone pélagonienne.

En 1957, Aubouin écrit : « J'appelle zone pélagonienne, la zone isopique secondaire et tertiaire correspondant au Massif Pélagonien ; pendant cette période, la zone pélagonienne fut un haut-fond allongé NW-SE (on pourrait dire une ride) présentant à partir du Crétacé une tendance permanente à l'orogénèse (phases orogéniques infra-crétacées, maestrichtienne, eocène, aquitanienne) ».

Dans sa thèse (1959), il précise cette définition de la façon suivante : la zone pélagonienne « caractérisée par une couverture de calcaires récifaux ou lagunaires allant du Trias au Crétacé supérieur, celui-ci étant transgressif jusque sur le socle cristallin, se développe à l'endroit du Massif Pélagonien ».

Définition de la zone subpélagonienne.

Pour Aubouin (1959), la zone subpélagonienne « caractérisée essentiellement par l'association ophiolites-radiolarites et la discordance du Crétacé supérieur, correspond à la bordure SW du Massif Pélagonien ».

L'idée d'une zone subpélagonienne représentant la bordure de la zone pélagonienne est établie sur des observations faites en Othrys occidentale et dans les Kassidiaris (Aubouin, 1957), ce sont :

— " la transgression du Campanien qui suit une orogénèse... d'âge infra-crétacé terminal " ; la zone subpélagonienne a donc une évolution comparable à celle du Massif Pélagonien ;

— " la présence des roches vertes associées à leur manteau de radiolarites " ; l'existence même de ces roches vertes — supposées être nées au niveau des flexures de la ride pélagonienne (Brunn, 1956) — et la présence

de radiolarites sur les ophiolites — qui évoquent celles du Pinde — conduisent Aubouin à attribuer à la zone subpélagonienne la signification d'une zone de transition entre le haut-fond pélagonien et le sillon du Pinde.

Si la zone pélagonienne est définie sur une assez longue période (Trias-Tertiaire), on voit que la zone subpélagonienne, caractérisée comme toutes les zones internes par la transgression du Crétacé supérieur, est, elle, essentiellement définie par "la présence de roches vertes associées à leur manteau de radiolarites". Le soubassement de ces roches vertes n'intervient pas dans la définition; toutefois Aubouin attribue parfois à ce soubassement une valeur de transition entre ride (pélagonienne) et sillon (du Pinde): ainsi, à propos du Trias, il signale (Aubouin, 1959) le caractère profond des calcaires à Ammonites d'Archani par rapport aux calcaires à Diplopores plus orientaux.

A la suite de ces définitions, l'Othrys orientale — métamorphique *p. p.* — est placée dans la zone pélagonienne alors que l'Othrys centrale et l'Othrys occidentale le sont dans la zone subpélagonienne.

C) Remarques sur la signification des zones définies dans les Hellénides orientales.

Pour les premiers auteurs, les zones correspondent, en première approximation, à des portions de chaînes présentant des caractères lithologiques ou/et tectoniques communs; par exemple Philippon (1898) définit la "sous-zone orientale du flysch du Pinde".

Brunn (1956), pour sa part, analyse les critères permettant de définir les zones *isopiques-tectoniques* des Hellénides: il rejette "les critères fondés sur la présence ou l'absence à l'affleurement de certaines roches... les ophiolites et les terrains cristallophylliens"; il retient en revanche les *critères de faciès*, en admettant qu'ils peuvent passer au second plan, et les *critères tectoniques*, en constatant "la prépondérance, dans chaque zone, d'un certain style tectonique".

Mercier (1966) précise la définition des zones isopiques-tectoniques de la manière suivante: "au cours de cette période (le cycle orogénique alpin), s'individualise dans les Hellénides un ensemble de zones offrant chacune non seulement des caractères de sédimentation propre mais aussi un comportement mécanique original au cours des orogénèses...".

Pour les géologues, ces zones sont les témoins tangibles du comportement au cours des temps géologiques d'une portion de l'écorce terrestre telle que terre émergée, mer, plateforme, talus continental, sillon ou ride sous-marine... Les subdivisions établies par cet auteur dans la zone du Vardar correspondent à de telles définitions (zone du Paikon, par exemple).

Une différence essentielle existe dans les définitions proposées par Aubouin (1957-1959). Cet auteur définit des zones qui ont valeur de zones *isopiques*: elles n'existent que pendant une certaine période (la période géosynclinale) et ont une signification paléogéographique bien précise (*sillon* du Pinde, *ride* pélagonienne).

En résumé, les zones helléniques utilisées habituellement correspondent, pour les auteurs qui les ont définies, soit à des zones isopiques, soit à des zones isopiques-tectoniques.

II. — LES TRAVAUX RECENTS EN OTHRYS ET LEURS CONSEQUENCES

A) Stratigraphie et tectonique de l'Othrys.

Les travaux que j'ai effectués depuis 1972 dans cette région (cf. ci-dessus) visent plus particulièrement à replacer le massif de l'Othrys dans son cadre hellénique. Pour leur part, Smith et son équipe ont étudié plus particulièrement le problème des ophiolites et de leur mise en place.

Les observations rapportées ci-dessous ont été exposées précédemment (Ferrière, 1974); toutefois, certains compléments ont été apportés, notamment en ce qui concerne la série de Chatala (fig. 1).

La découverte de l'importance de la phase tectoogénétique anté-Crétacé supérieur ainsi que l'établissement d'une stratigraphie plus précise que celle établie auparavant, m'ont permis de mettre en évidence en Othrys une succession de paléogéographies nettement individualisées, séparées par d'importantes phases tectoniques. Ces différentes paléogéographies sont notamment celles du Trias-Jurassique, du Crétacé supérieur-Tertiaire inférieur et celle qui correspond aux dépôts récents.

1) La paléogéographie du Trias-Jurassique.

Les séries du Flambouri et d'Othrys orientale (I) sont constituées de carbonates déposés

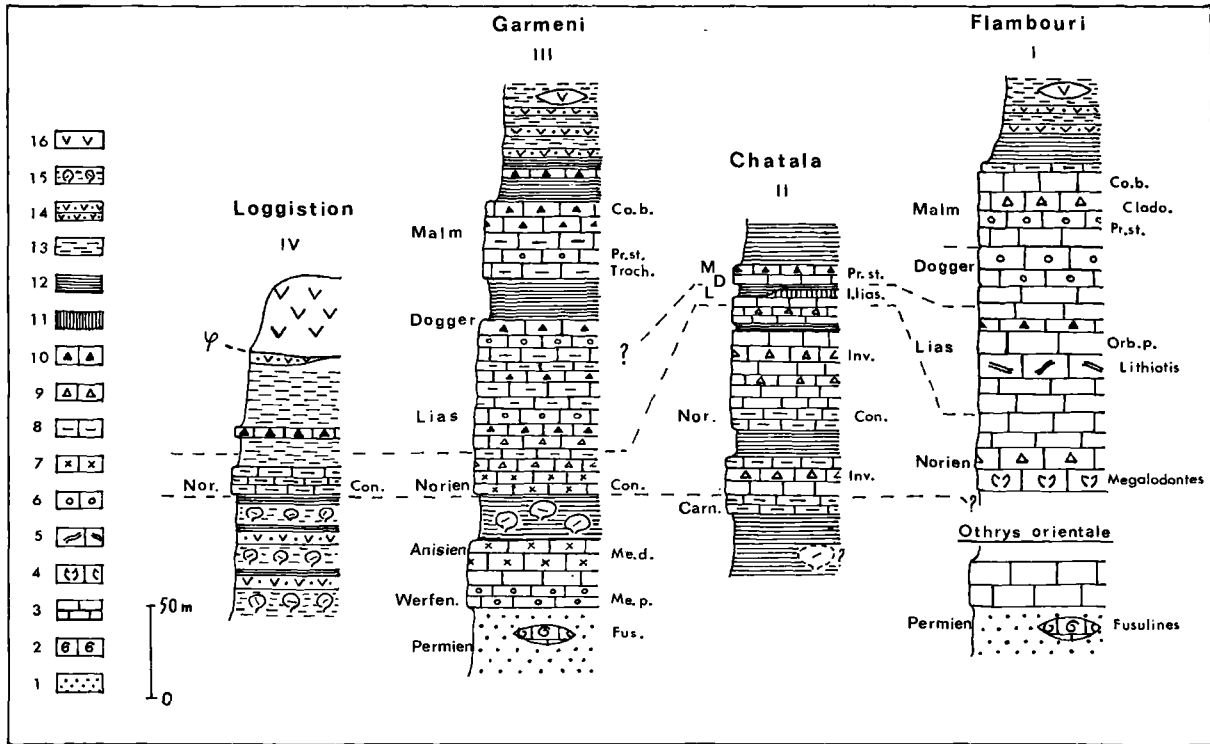


Fig. 1. — La paléogéographie triasico-jurassique : les séries stratigraphiques.

1. Permien schisto-gréseux. — 2 à 11. Calcaires. — 2 : à fusulines ; 3 : massifs à grain fin ; 4 : à mégalodontes ; 5 : à lithiotis ; 6 : oolithiques ; 7 : dolomitiques ; 8 : à silex ; 9 : bréchiques ; 10 : microbréchiques ; 11 : lenticulaires. — 12. Jaspes parfois alvéolaires (niveau moyen de la série II) ou radiolarites. — 13. Pélites siliceuses rouges. — 14. Série volcano-sédimentaire du Malm (mélange) ou du Trias (série IV). — 15. Pillow-lavas. — 16 : Corps de serpentines (séries I et III) ou ensemble ophiolitique (série IV) (laves ou péridotites).

Abréviations : Carn. : Carnien. — Nor. : Norien. — L. : Lias. — D. : Dogger. — M. : Malm. — Fossiles : Fus. : Fusulines. — Me. p. : *Meandrospira pusilla* (H.). — Me. d. : *Meandrospira dinarica* (K.D.-P.). — Con. : Conodontes. — Inv. : Involutines du Norien s. l. — l. lias. : *Involutina liassica* J. — Orb. p. : *Orbitopsella praecursor* (G.). — Troch. : Trocholines. — Pr. st. : *Protopenneroplis striata* W. — Clado. : *Cladocoropsis mirabilis* F. — Co. b. : *Conicospirillina basiliensis* M.

sur une plate-forme peu profonde du Trias au Malm (fig. 1).

La série de Loggiston (IV) est représentée par des faciès volcaniques et radiolaritiques au Trias (moyen supérieur ?) puis pélitiques à partir du Norien supérieur (*). Les seuls calcaires présents sont des calcaires noriens à Conodontes et quelques bancs de calcaires microbréchiques très fins, à silex, probablement jurassiques.

(*) La géochimie de ces faciès pélitiques est en cours d'étude.

Entre ces deux types de séries existent des séries particulières que je considère comme étant des termes de passage entre les extrêmes précédents ; la mieux représentée est celle de Garmeni (III) avec un niveau volcano-sédimentaire post-anisien et anté-norien (comme dans la série de Loggiston) et des niveaux de brèches, fréquents au Jurassique, qui remanient différents niveaux et surtout le Trias supérieur - des séries plus néritiques (I et II). Bernouilli et Jenkyns (1974) d'une part, Nisbet et Price (1973) d'autre part, attribuent à certaines séries d'Othrys (III et IV probablement) un caractère océanique profond.

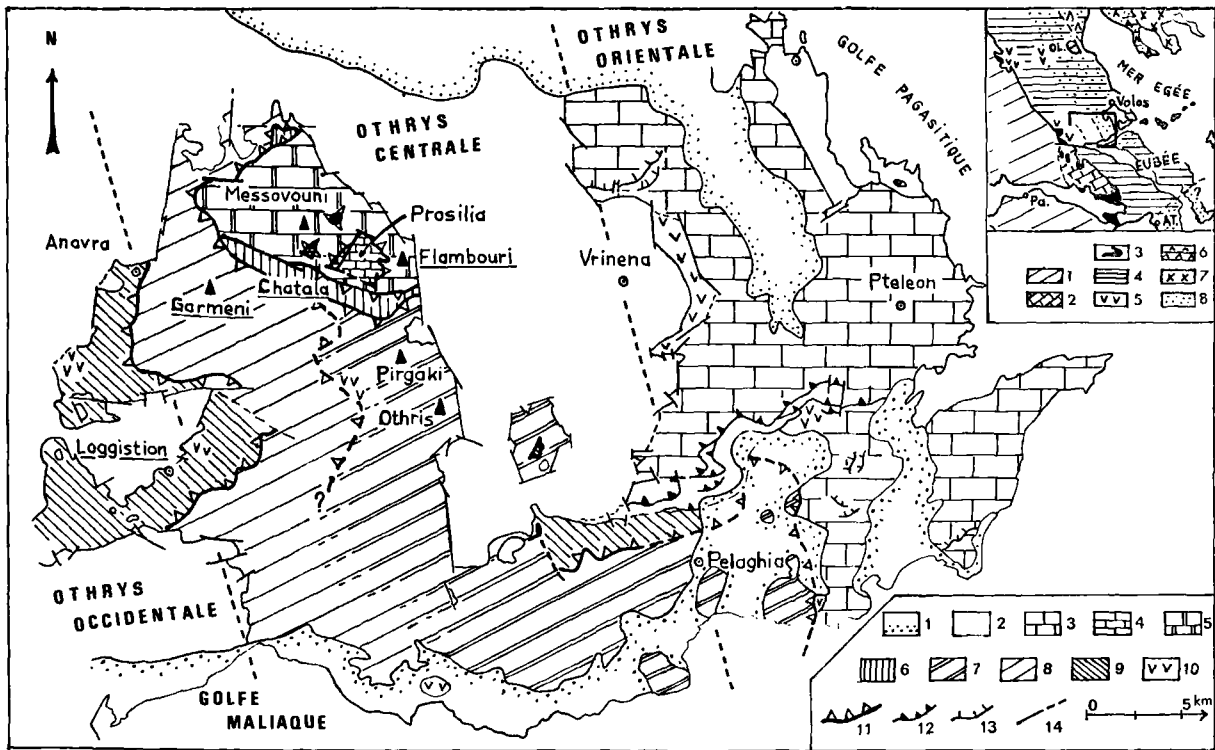


Fig. 2. — Situation du secteur étudié dans les Hellénides.

1. Zones externes indifférenciées. — 2. Zone du Parnasse. — 3. Principaux affleurements de flysch tithonique-éocène (zone béotienne). — 4. Zones pélagonienne et "subpélagonienne". — 5. Principaux affleurements ophiolitiques. — 6. Zone du Vardar. — 7. Massif serbo-macédonien. — 8. Extension des métamorphismes alpins. — Cadre : Secteur étudié correspondant à l'Othrys orientale, centrale et occidentale.

La phase tectonique anté-Crétacé supérieur.

1. Néogène. — 2. Crétacé supérieur (Paléocène) transgressif. — 3. Unité d'Othrys orientale. — 4. Unité de Prasilia. — 5. Unité du Messovouni. — 6. Unité de Chatala. — 7. Unité du Pirgaki. — 8. Unité de Garmeni. — 9. Unité de Loggiston. — 10. Principaux affleurements de serpentines. — 11. Principaux contacts anormaux anté-Crétacé supérieur. — 12. Contacts anormaux tertiaires. — 13. Contacts anormaux d'âge indéterminé. — 14. Failles.

En conclusion, l'ensemble des séries triasico-juressiques d'Othrys pourrait représenter une marge continentale passant progressivement à un bassin profond de type océanique (série de Loggiston).

2) La tectonique anté-Crétacé supérieur.

Une tectogenèse violente post-kimméridgienne et anté-aptienne (fig. 2) entraîne la disparition du domaine paléogéographique précédent et conduit à la superposition d'unités, les plus "pélagiques" reposant sur les plus "néritiques" sans que jamais cet ordre ne soit démenti.

C'est au cours de cette même période, mais peut-être pendant une phase plus précoce, que se mettent en place les ophiolites.

3) La paléogéographie au Crétacé supérieur-Tertiaire.

Après la tectogenèse anté-Crétacé supérieur (fig. 3 et 4), s'individualisent des aires nouvelles de sédimentation : à l'W, la transgression est tardive (Cénomaniens à Campaniens) et les faciès sont très néritiques (Rudistes surtout) ; à l'E, en revanche, la transgression est plus précoce (Aptien à Cénomaniens) et commence par des faciès flyschoides à intercalations calcaires

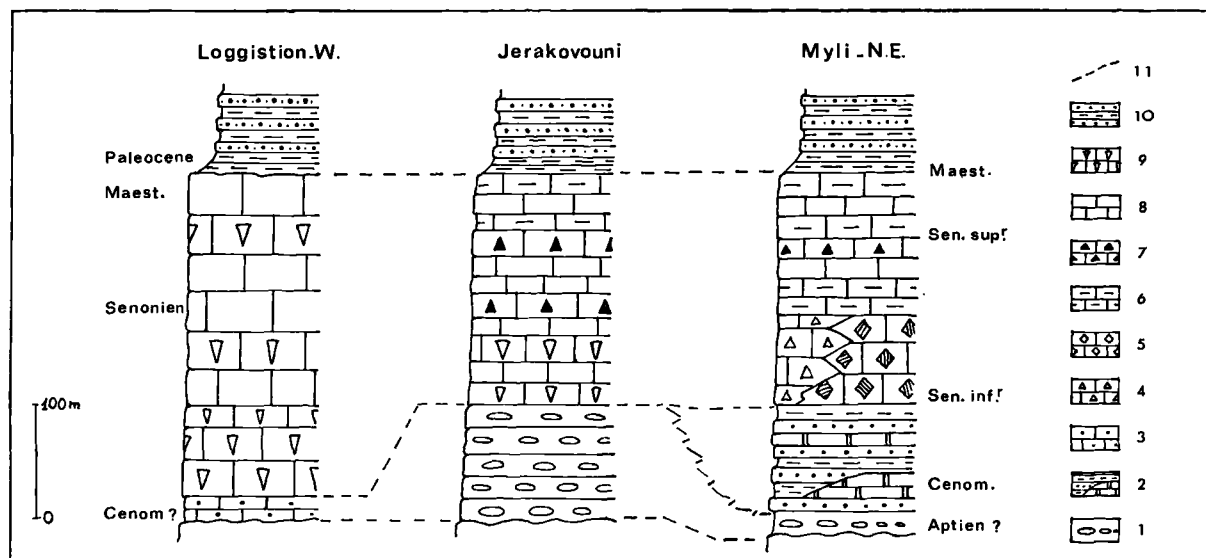


Fig. 3. — Les séries stratigraphiques d'âge Crétacé supérieur-Paléocène.

1. Conglomérats riches en éléments radiolaritiques. — 2. Formation flyschoidé à intercalations calcaires. — 3. Calcaires gréseux. — 4 et 5. Brèches à éléments calcaires triasico-jurassiques de taille centimétrique (4) ou décimétrique (5). — 6. Calcaires marneux. — 7. Microbrèches calcaires. — 8. Calcaires fins en plaquettes ou massifs. — 9. Calcaires à rudistes. — 10. Flysch. — 11. Limites de formations lithologiques.
 Abréviations : Cénom. : Cénomane. — Sén. infr : Sénonien inférieur. — Sén. sup' : Sénonien supérieur. — Maestr. : Maestrichtien.

riches en microfaune pélagique. Entre les deux existe un domaine riche en conglomérats à éléments radiolaritiques.

Le domaine le plus profond est donc difficile à situer ; quoi qu'il en soit, l'âge de la transgression conduit plutôt à placer ce domaine à l'E de l'Othrys au Crétacé supérieur plutôt qu'à l'Ouest.

Un domaine de brèches grossières à éléments carbonatés attribués au Trias-Jurassique prend en oblique (fig. 4) les premiers domaines paléogéographiques du Crétacé supérieur, celui du flysch de base par exemple.

Ce caractère particulier pourrait correspondre à l'existence de failles verticales intra-Crétacé supérieur.

Le Crétacé supérieur se caractérise donc par une paléogéographie instable. Celle-ci peut s'expliquer par le caractère hétérogène de son soubassement constitué d'un empilement d'unités tectoniques aux caractères lithologiques variés.

4) L'histoire tertiaire et récente.

Après le dépôt du flysch maestrichtien-paléocène (fig. 4), une phase tectonique importante affecte la région étudiée et notamment l'Othrys orientale. Cette phase pourrait correspondre à la phase d'axe NE-SW connue à l'E et plus au N dans les terrains métamorphiques du Pelion (*) par exemple (Ferrière, 1975 et 1976) ou bien à une phase d'axe N 120.

Viennent enfin les dépôts néogènes et quaternaires discordants sur les structures tectoniques antérieures.

B) Conséquences : définition de la zone isopique maliaque.

1) Les caractères de transition entre une zone haute orientale (ride pélagonienne) et une zone profonde occidentale (sillon du Pinde)

(*) Les terrains affectés par l'accident chevauchant d'Othrys orientale montrent de nombreuses schistosités, si bien que la direction de mouvement est difficile à mettre en évidence.

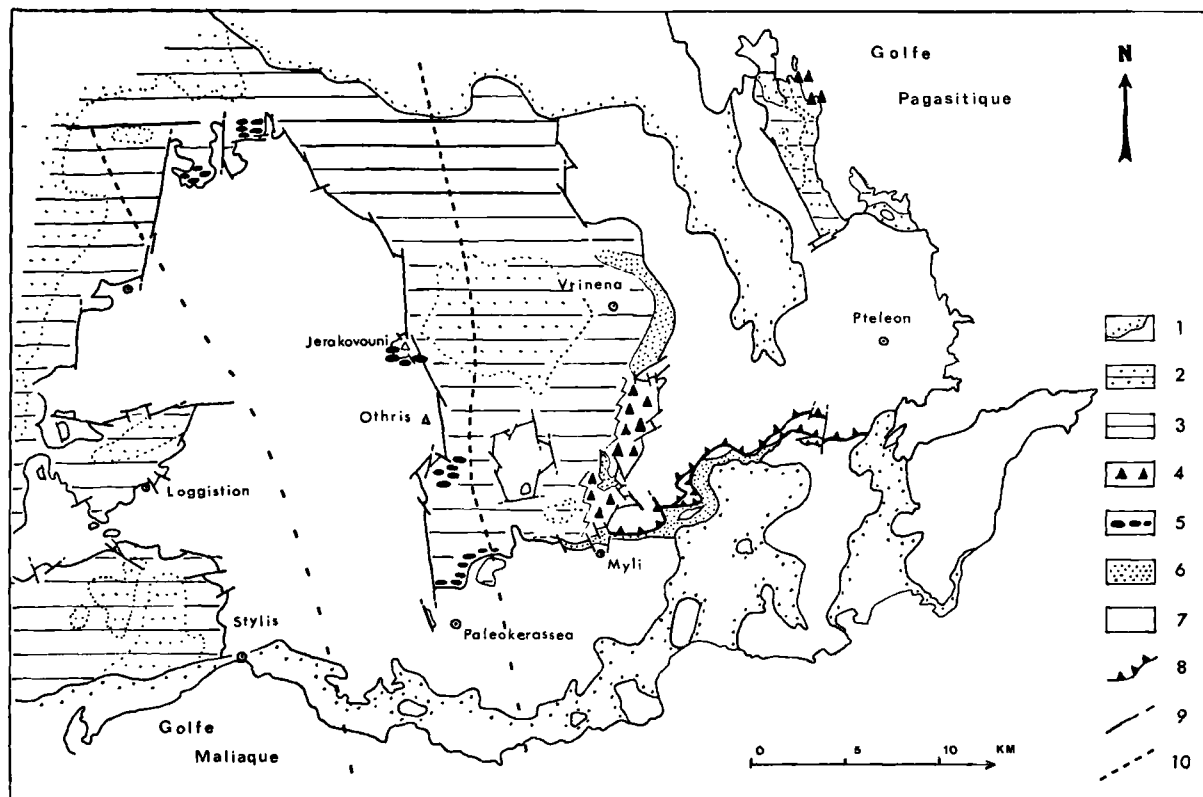


Fig. 4. — Répartition des faciès du Crétacé supérieur.

1. Néogène et Quaternaire. — 2. Le flysch Maestrichtien-Paléocène. — 3. Calcaires indifférenciés (essentiellement du Sénonien). — 4. Brèches grossières calcaires à éléments de calcaires marmoréens triasico-jurassiques [Turonien (?) Sénonien inférieur]. — 5. Conglomérats riches en galets de radiolarites. — 6. Formation flyschoides du Cénomaniens (Aptien ?) au Turonien (Sénonien inférieur ?). — 7. Formations antérieures au Crétacé supérieur. — 8. Accident tertiaire de Myli-Gavriani. — 9. Failles. — 10. Limites très approximatives des principaux faciès de base de la transgression du Crétacé supérieur, d'E en W : flysch et brèches calcaires, poudingues à galets de radiolarites ; calcaires gréseux.

n'apparaissent pas clairement dans la région étudiée.

Au Crétacé supérieur, le domaine le plus profond semblerait plutôt se situer à l'E du massif de l'Othrys qu'à l'W (fig. 3 et 4).

Au Trias-Jurassique, on observe en Othrys même, des séries [Loggiston (IV) et Garmeni (III)] indiquant un bassin profond bien individualisé. En conséquence, même pour cette période, le terme de zone subpélagonienne ne peut être retenu (*).

(*) Guernet, dans sa thèse (1971), rejette également la notion de zone subpélagonienne au Sud du Sperchios, mais pour des raisons différentes : les séries essentiellement calcaires des zones pélagonienne et subpélagonienne lui paraissent similaires.

2) Le caractère particulier des séries triasico-jurassiques de Garmeni et de Loggiston, indicatrices d'un bassin profond bien individualisé (peut-être à croûte océanique p.p.) conduit à envisager une extension horizontale très importante de ce bassin. Or, en Grèce, de telles séries ne semblent pas connues en dehors de l'Othrys, notamment au S du Sperchios. Au N de ce fleuve, la plaine de Trikkala et le sillon méso-hellénique masquent le prolongement éventuel de ces séries ; au N de Farsala toutefois, affleure sous le Crétacé supérieur une série assimilable au Trias-Jurassique, mais il s'agit là d'une série de marbres recouverts de radiolarites peu épaisses.

En revanche, en Yougoslavie, apparaissent dans une position équivalente (bordure occi-

dentale des zones internes) des séries tout à fait comparables à celles de l'Othrys : ce sont celles des sous-zones de Ceotina et du Zlatar (Rampnoux, 1969) appartenant à la zone serbe (Aubouin et *al.*, 1970).

Ainsi, si l'on peut douter de l'extension vers le Sud du bassin profond mis en évidence en Othrys au Trias-Jurassique, il semble que vers le N celui-ci devrait se développer normalement et rejoindre ceux connus en Yougoslavie. Cette observation nous amène à définir une nouvelle zone isopique différente de la zone subpélagonienne par sa signification et son extension : *la zone isopique maliaque*.

3) Définition de la zone isopique maliaque.

Au sein du domaine des zones internes existe au cours du Trias-Jurassique une zone isopique particulière, que j'appellerai zone isopique maliaque (fig. 5), pour désigner les séries bordant le golfe du même nom compris entre les massifs de l'Othrys et du Kallidromon.

Durée de vie : Cette zone isopique n'existe qu'au cours du Trias-Jurassique et plus particulièrement du Ladinien au Kimméridgien *p. p.*, période pendant laquelle elle est représentée par des faciès calcaro-siliceux et volcaniques (série de Grameni) ou volcano-pélimitiques (série de Loggiston), s'opposant aux faciès calcaires de plate-forme de la ride pélagonienne (série de Flambouri).

Signification : Il s'agit très probablement pendant cette période, d'un bassin profond, peut-être en partie à fond océanique (série IV). Ce bassin était probablement situé à l'Ouest de la plate-forme triasico-jurassique pélagonienne (Ferrière, 1974).

Remarque. - Deux séries différentes (séries III et IV) ont été placées dans la même zone isopique maliaque : la série de Loggiston (série IV) représente probablement la partie la plus éloignée du continent d'un bassin dont la partie proximale est représentée par la série de Grameni (série III). La série de Chatala (série II) constitue une série de transition entre ce continent et les séries les plus "océaniques", je la place également dans la zone isopique maliaque afin de limiter le nombre de ces zones.

Situation géographique : Les affleurements de cette zone isopique sont actuellement situés

en bordure occidentale de la "zone pélagonienne", notamment en Othrys centrale et occidentale (fig. 5).

Extension (fig. 5) :

— *Au S du Sperchios* : les affleurements pouvant correspondre à la zone isopique maliaque sont rares ou absents. Les seules possibilités d'existence d'une telle zone sont représentées par des séries connues près de Dremisa, au S de l'Iti (Wigniolle, thèse 3^e Cycle, en cours) et peut-être par certaines séries d'Argolide (?).

— *Au N du Sperchios* : le massif de l'Othrys : l'essentiel des séries appartenant à la zone isopique maliaque affleure dans ce massif. Certaines séries affleurant à l'W de l'Othrys au front du chevauchement des zones internes sur les séries béotiennes (série d'Arhani-Grameni) présentent un Ammonitico-rosso Ladinien-Carnien bien développé (Mitzopoulos et Renz, 1938). Leur position et leur signification paléogéographique par rapport aux autres séries, notamment celle de Loggiston (série IV), ne sont pas bien connues.

Plus au N, seules certaines séries présentes sous la nappe des ophiolites pourraient appartenir à cette zone isopique (*).

— *Au N comme au S du Sperchios* : on peut remarquer la grande richesse en olistolites de la formation "volcano-sédimentaire" du Malm : ces olistolites sont essentiellement des calcaires noduleux à Conodontes du Trias (très souvent du Trias supérieur).

Par ailleurs, ce "mélange" du Malm est formé pour partie de pélites siliceuses et de pillows-lavas dont une grande partie pourrait provenir du remaniement de séries telles que celles de Loggiston ; or ce "mélange" existe aussi bien au S (massif de l'Iti notamment, cf. Celet, 1975) qu'au N du Sperchios, où il semble toutefois mieux représenté.

L'extension représentée sur la fig. 4 est donc une extension minimum, sauf au N du Sperchios, où un raccord vers la Yougoslavie a été esquissé.

(*) L'existence de niveaux volcano-sédimentaires (Ferrière, non publié) coincés entre la série pindique et les niveaux triasico-jurassiques de la terminaison méridionale des séries de type Koziakas à l'W de Karditsa, plaide en faveur du rattachement de ces séries aux zones internes, mais des informations supplémentaires sont toutefois nécessaires pour fournir une réponse définitive.

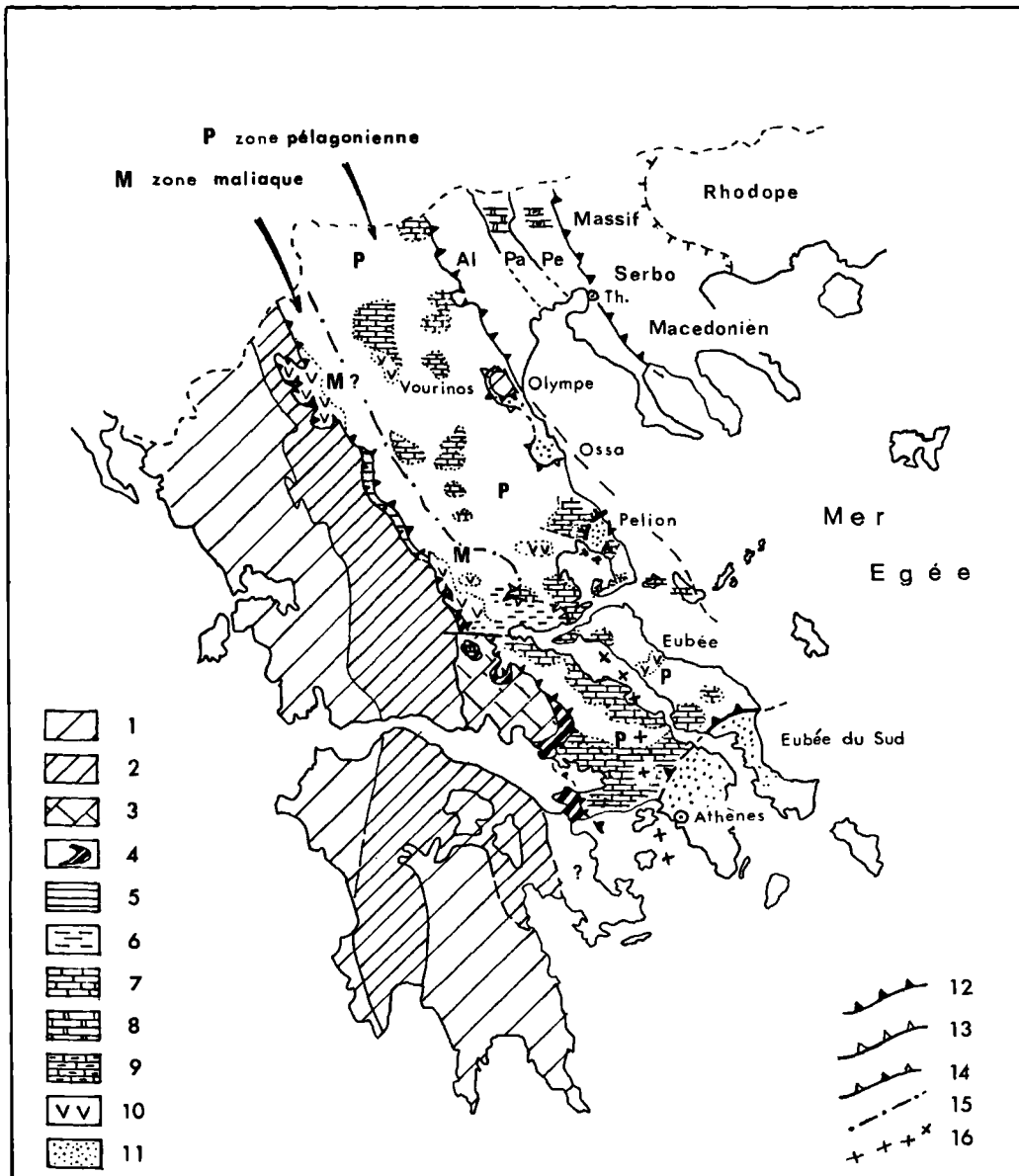


Fig. 5. — Extension de la zone isopique maliaque en Grèce.

1. Zones externes indifférenciées. — 2. Zone du Pinde. — 3. Zone du Parnasse. — 4. Zone béotienne. — 5. Koziakas. — 6 à 9. Affleurements triasico-jurassiques des zones internes. — 6 : zone maliaque (M); 7 : zone pélagonienne (P); 8 : zone du Paikon (Pa); 9 : zone de Peonias (Pe). — 10. Principaux affleurements ophiolitiques. — 11. Fenêtres de la zone pélagonienne s.l. d'appartenance incertaine. — 12 à 15. Principaux contacts anormaux des zones internes. — 12 : tertiaires; 13 : Anté-Crétacé supérieur; 14 : d'âge incertain; 15 : limite supposée des zones maliaque et pélagonienne au N de l'Othrys. — 16. Ancienne limite des zones pélagonienne et subpélagonienne au S du Sperchios.

Remarque : Les zones figurées sur ce schéma correspondent aux zones habituellement utilisées dans les Hellénides sauf pour les zones maliaque et pélagonienne; ces dernières représentent des zones isopiques Triasico-Jurassiques (ou bien les zones s.l. définies d'après ces zones isopiques. Cf. texte).

4) *Signification de la zone isopique maliaque par rapport aux autres zones isopiques triasico-jurassiques du domaine interne.*

Le domaine interne étant caractérisé par l'existence de phases tectoniques entre le Jurassique supérieur *p. p.* et le Crétacé supérieur, une indépendance, telle que celle observée en Othrys, entre les paléogéographies triasico-jurassiques et Crétacé supérieur est envisageable dans la totalité de ce domaine ; par conséquent, des zones isopiques doivent y être définies pour chacune de ces périodes, et en particulier au cours de la période triasico-jurassique anté-ophiolitique. Une telle synthèse n'a pas encore été effectuée dans cette optique, toutefois de nombreux éléments permettant d'approcher ce résultat existent, notamment dans le travail de Mercier (1966), en Macédoine. Cet auteur reconnaît à l'Est de la zone pélagonienne, les trois zones d'Almopias, du Païkon et de Péonias. Seules deux de ces zones, celles du Païkon et de Péonias, présentent un Trias-Jurassique bien développé, la zone d'Almopias n'étant caractérisée que par son Crétacé supérieur.

Les formations métamorphiques rapportées au Trias-Jurassique dans la zone du Païkon sont essentiellement des formations carbonatées, probablement de plate-forme, peu différentes de celles observées dans la zone pélagonienne. Dans la zone de Péonias, le Trias supérieur, et parfois même le Lias, sont également représentés par des faciès néritiques carbonatés. En revanche, sur ces carbonates repose une formation volcano-sédimentaire particulière qui a conduit Mercier (1966) à envisager un approfondissement de cette zone à partir du Lias. Cette formation n'étant pas datée précisément, un doute subsiste cependant quant à son âge : de telles formations volcano-sédimentaires reposant directement sur des soubassements carbonatés néritiques du Trias supérieur (ou du Lias), par l'intermédiaire d'un hard-ground par exemple, sont en effet datées du Malm dans les zones internes yougoslaves et même en Othrys (série du Strimbès, Ferrière, 1974). Quoi qu'il en soit, et même dans le cas d'un âge liasique de cette formation volcano-sédimentaire, la nature particulière du soubassement triasico-liasique de la zone de Péonias, ne permet pas d'assimiler cette zone, probablement déprimée par rapport aux zones environnantes, à des zones telles que la zone isopique maliaque en

Grèce ou de Ceotina et du Zlatar en Yougoslavie (Rampnoux, 1969).

D'autre part, l'absence de formations triasico-jurassiques datées dans la zone d'Almopias ne permet pas de savoir si les plates-formes pélagoniennes et du Païkon étaient ou non en continuité à cette époque. Le problème de la limite orientale de la zone isopique carbonatée ("plate-forme pélagonienne") bordant à l'Est (?) la zone isopique maliaque au Trias-Jurassique reste donc posé.

En résumé, dans l'état actuel des connaissances, la zone isopique maliaque représente, au Trias-Jurassique, le "sillon" le mieux différencié au sein des zones internes helléniques. Naturellement, des bassins aussi profonds ou même plus profonds ont pu exister (à l'est des séries de la zone de Peonias ou au niveau de la zone d'Almopias) et disparaître du fait des différentes tectoniques alpines, mais les preuves manquent encore actuellement pour l'affirmer.

La définition d'une nouvelle zone isopique triasico-jurassique et les difficultés rencontrées lors de l'établissement des autres zones isopiques de même âge dans le domaine interne hellénique conduisent à s'interroger sur la valeur des différentes zones établies antérieurement dans ce domaine.

C) La zone isopique maliaque et les zones helléniques internes.

Nous avons vu que certains auteurs définissaient parmi les zones helléniques des zones ayant valeur de zone isopique (Aubouin, 1957-1959) et d'autres, des zones ayant valeur de zone isopique-tectonique (Brunn, 1956 et Mercier, 1966).

Du fait de l'importance, reconnue récemment (cf. ci-dessus), des phases tectoniques anté-Crétacé supérieur, les zones subpélagonienne et pélagonienne définies à l'origine comme zones isopiques du Trias à l'Eocène (Aubouin, 1957-1959), s'avèrent être en fait des zones de signification différente : les seules réalités géologiques correspondant à ces deux ensembles sont, d'une part, les zones isopiques du Trias-Jurassique (zones isopiques maliaque et "pélagonienne" qui reste à préciser quant à sa limite orientale), et d'autre part celles du Crétacé supérieur (qui sont encore à définir pour la plupart).

Les zones isopiques triasico-jurassique maliaque et "pélagonienne" sont comparables à

certaines zones helléniques externes telles que la zone du Pinde par exemple : elles représentent en effet des éléments uniquement paléogéographiques (zones isopiques). Toutefois leur "durée de vie" est très courte par rapport à celle de ces zones externes : Ladinien-Kimméridgien dans le cas de la zone isopique maliaque ; Trias *p. p.* - Eocène supérieur dans celui de la zone du Pinde. Autrement dit, si la zone du Pinde représente l'essentiel de l'évolution de la portion d'écorce terrestre sur laquelle elle s'est différenciée au cours du cycle alpin, il n'en est pas de même dans le cas de la zone isopique maliaque. De même que l'on distingue des périodes géosynclinales, tardi et post-géosynclinales dans les zones helléniques externes, il est nécessaire (cf. ci-dessus) de séparer plusieurs stades au cours de la "période géosynclinale" dans les zones internes, et la zone isopique maliaque ne représente que l'un de ces stades.

Les études de plus en plus détaillées aboutiront obligatoirement à la reconnaissance, dans le domaine interne, d'un grand nombre de zones isopiques appartenant à des paléogéographies successives (par exemple Werfeno-Anisien, Ladinien-Kimméridgien, Tithonique-Eocrétacé — là où de tels sédiments existent — période tardi-géosynclinale, période post-géosynclinale). Afin de conserver un certain équilibre avec la zonation établie dans le domaine externe, il peut être utile, sinon nécessaire, de définir, dans le domaine interne, des ensembles regroupant "verticalement" certaines de ces zones isopiques.

Malheureusement, dans le massif de l'Othrys, la superposition des zones isopiques n'est pas simple : d'une part, les zones isopiques Crétacé supérieur sont disposées obliquement par rapport à celles du Trias-Jurassique ; d'autre part, la couverture Crétacé supérieur recouvre des sédiments triasico-jurassiques représentant originellement un bassin beaucoup plus important, réduit par la tectonique anté-Crétacé supérieur.

Cette obliquité des zones isopiques successives fait que les "zones isopiques-tectoniques" *s. s.* (isopiques pour chacune des périodes notamment) sont de dimensions très faibles ; autrement dit, il est impossible de définir de véritables "zones isopiques-tectoniques" de dimensions comparables à celles des zones isopiques du domaine externe.

La seule possibilité, pour conserver une certaine ampleur horizontale aux zones du domaine interne, est donc de définir des zones de signification différente de celles des zones isopiques-tectoniques, caractérisées, par exemple, par une seule zone isopique — la plus importante naturellement — et regroupant tous les terrains sous et sus-jacents aux sédiments de la zone isopique choisie. Ainsi la zone isopique maliaque (triasico-jurassique) permettrait de définir une zone particulière — qui pourrait être nommée zone maliaque *s. l.* afin de simplifier la nomenclature — regroupant les terrains de cette zone isopique ainsi que les terrains sous et sus-jacents (jusqu'au contact tectonique de base avec les séries pélagoniennes triasico-jurassiques).

Les limites de cette zone maliaque *s. l.* seraient celles de la zone isopique (maliaque) correspondante (fig. 5). Les différents caractères, autres que ceux ayant permis de définir la zone isopique maliaque (sédimentation du Ladinien au Kimméridgien) permettraient de reconnaître au sein de la zone maliaque *s. l.* différents secteurs, par exemple : un secteur maliaque ophiolitique par rapport à un secteur qui ne l'est pas, un secteur maliaque à Crétacé supérieur essentiellement détritique par rapport à un secteur maliaque à Crétacé supérieur représenté surtout par des calcaires néritiques, etc...

Dans le cas d'absence de terrains triasico-jurassiques, ces différents caractères pourraient, d'après leur "degré de représentativité" établi dans des régions où la zone est bien définie, suppléer à cette absence, afin de déterminer des limites de zones les plus objectives possible.

Afin d'homogénéiser les définitions au sein du domaine interne, il est souhaitable également de choisir une paléogéographie de base commune à toutes les zones de ce domaine, celle du Trias-Jurassique par exemple paraît être la plus significative. Ainsi la zone pélagonienne *s. l.* serait définie, elle aussi, à partir de la zone isopique triasico-jurassique dite pélagonienne [dont la limite orientale (cf. ci-dessus) n'est pas clairement établie] représentée essentiellement par des calcaires néritiques (ou des marbres). Seule parmi les zones internes, la zone d'Almopias ne trouve pas sa place dans ce nouveau schéma géologique ; il est possible, soit de la conserver en tant que zone, à condition de

bien préciser sa définition et notamment sa période d'existence, soit, mieux encore je pense, de la réduire au rang de secteur (secteur d'Almopias) d'une zone qu'il sera peut-être possible de définir lorsque son soubassement triasico-jurassique sera mieux connu.

Ainsi, les schémas géologiques utilisés actuellement et représentant les zones du domaine interne au cours du cycle alpin resteraient globalement valables, sauf naturellement pour les limites zone maliaque - zone pélagonienne différentes des limites subpélagonien-pélagonien au S du Sperchios surtout (*).

CONCLUSIONS

Les observations effectuées dans le massif de l'Othrys, et notamment la mise en évidence d'une phase tectonique anté-Crétacé supérieur fondamentale, séparant deux paléogéographies totalement différentes, permettent d'aboutir aux conclusions suivantes :

— *La notion de zone subpélagonienne doit être abandonnée.*

Ni les séries triasico-jurassiques, ni celles du Crétacé supérieur ne représentent en effet la transition supposée entre un sillon occidental (zone du Pinde) et un haut-fond oriental (zone pélagonienne).

— *Une nouvelle zone isopique, la zone isopique triasico jurassique maliaque, est définie.*

Elle est caractérisée par sa sédimentation calcaro-siliceuse et volcanogène au cours de la période allant du *Ladinien au Malm p. p.* (Kimméridgien ?) qui indique un bassin profond, dont une partie au moins posséderait une croûte océanique (série de Loggiston ?). L'extension de cette zone vers le Sud est incertaine, mais malgré l'exiguïté des affleurements appartenant à cette zone isopique maliaque dans les Hellénides, des relations avec les zones internes Yougoslaves (de Ceotina et du Zlatar) sont envisageables.

L'analyse des différentes séries triasico-jurassiques actuellement connues dans le do-

(*) La présence de nombreuses fenêtres tectoniques au sein de la zone pélagonienne — dans ces fenêtres apparaissent des terrains appartenant à des zones externes (Olympe) ou d'appartenance incertaine (fenêtres de l'Ossa, du Pelion et de l'Attique-Eubée du Sud) — entraîne également des restrictions quant à l'extension de cette zone (cf. Celet et al., 1976).

maine interne permet de penser que ce " sillon " maliaque est l'un des traits paléogéographiques fondamentaux de ce domaine, les autres zones plus ou moins déprimées (zone de Péonias notamment) semblant nettement moins différenciées par rapport aux zones de plate-forme voisines.

— Afin de clarifier l'étude du domaine interne hellénique, et de faciliter les comparaisons entre les différentes parties de ce domaine, ou entre les domaines de chaînes différentes (Hellénides et Dinarides s. s. par exemple), *des zones isopiques doivent être définies pour chaque période paléogéographique indépendante de celle qui la précède et de celle qui la suit, et notamment au Trias-Jurassique p. p., à l'Eocrétacé — lorsque cela est possible — au Crétacé supérieur, etc...*

Toutefois, les " durées de vie " de ces zones isopiques étant assez courtes, celles-ci ne sont, prises isolément, que partiellement représentatives du secteur de chaînes au sein duquel elles sont situées, et comme d'autre part, étant donné le nombre important de paléogéographies indépendantes au sein des zones internes, le nombre de zones isopiques à définir l'est également, des regroupements simplificateurs sont — ou seront — peut-être nécessaires.

L'obliquité observée entre les zones isopiques de différentes périodes paléogéographiques, notamment dans la région de l'Othrys, rend toutefois difficile l'application de certains types de définitions utilisées actuellement (zones isopiques-tectoniques). Une possibilité applicable dans cette région et permettant la définition de zones s. l., regroupant des terrains appartenant à des périodes paléogéographiques différentes, repose sur l'individualisation *d'ensembles définis à partir de la zone isopique la plus représentative* (celle du Trias-Jurassique dans le cas de l'Othrys) : ainsi la zone maliaque s. l. pourrait regrouper les terrains sous et sus-jacents aux séries représentatives du sillon triasico-jurassique maliaque ainsi que ces dernières naturellement. Ce mode de regroupement proposé n'est toutefois qu'un essai de classification conduisant à la définition d'ensembles assez artificiels (dans certains cas au moins) du point de vue de leur signification géologique ; les réalités géologiques fondamentales restant, d'une part, les phases tectoniques, d'autre part, *les zones isopiques.*

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AUBOUIN J. (1957). — Essai de corrélations stratigraphiques en Grèce occidentale. *B.S.G.F.*, 6^e série, t. VII, p. 281-304.
- 2) AUBOUIN J. (1957). — Sur la géologie de la bordure méridionale de la plaine de Trikala (Thessalie). *Ann. géol. Pays hellén.*, t. 8, p. 222-232.
- 3) AUBOUIN J. (1959). — Contribution à l'étude de la Grèce septentrionale : les confins de l'Épire et de la Thessalie (Thèse, Paris, 1958). *Ann. géol. Pays hellén.*, t. 10, 483 p.
- 4) AUBOUIN J. (1973). — Des tectoniques superposées et de leur signification par rapport aux modèles géophysiques : l'exemple des Dinarides ; paléotectonique, tectonique, tarditectonique, néotectonique. *B. S. G. F.*, 7^e série, t. XV, p. 426-461.
- 5) AUBOUIN J., BLANCHET R., CADET J.P., CELET P., CHARVET J., CHOROWICZ J., COUSIN M. et RAMPNOUX J.P. (1970). — Essai sur la géologie des Dinarides. *B.S.G.F.*, (7), t. XII, p. 1060-1096.
- 6) AUBOUIN J., BONNEAU M., CELET P., CHARVET J., CLEMENT B., DEGARDIN J.M., DERCOURT J., FERRIERE J., FLEURY J.J., GUERNET C., MAILLOT H., MANIA J., MANSY J.L., TERRY J., THIEBAULT F., TSOFLIAS P. et VERRIEZ J.J. (1970). — Contribution à la géologie des Hellénides : Le Gavrovo, le Pinde et la zone ophiolitique subpélagonienne. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XC, fasc. 4, p. 277-306.
- 7) BERNOUILLI D. et JENKYN H.C. (1974). — Alpine Mediterranean and central Atlantic Mesozoic facies in relation to the early evolution of the Tethys. In : *Modern and Ancient geosynclinal Sedimentation* (Ed. by R.H. Dott, Jr and R.H. Shaver).
- 8) BRUNN J.H. (1956). — Etude géologique du Pinde septentrional et de la Macédoine occidentale. (Thèse, Paris, 1955). *Ann. Géol. Pays hellén.*, t. 8, 358 p.
- 9) CELET P. (1975). — Colloque sur les régions Egéennes. Orsay, 1975. *B.S.G.F.* (à paraître).
- 10) CELET P., CLEMENT B., DERYCKE F., FERRIERE J. et GODFRIAUX I. (1976). — Les zones internes helléniques de la bordure occidentale de la mer Egée : une mise au point. 4^e réunion annuelle des Sciences de la Terre, Paris.
- 11) CLEMENT B. et FERRIERE J. (1973). — La phase tectonique anté-Crétacé supérieur en Grèce continentale. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. 276, D, p. 481-484.
- 12) FERRIERE J. (1972). — Sur l'importance des déplacements tangentiels en Othrys centrale au Nord-Est d'Anavra (Grèce). *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. 274, D, p. 174-176.
- 13) FERRIERE J. (1973). — Nouvelles données sur la stratigraphie de la fenêtre de l'Othrys (Grèce continentale). Conséquence. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. 276, D, p. 3103-3106.
- 14) FERRIERE J. (1974a). — Précisions sur la tectonique du massif de l'Othrys (Grèce continentale orientale). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n^o 3, p. 58-59.
- 15) FERRIERE J. (1974b). — Nouvelles données stratigraphiques sur le massif du Koziakas. *C.R. Ac. Sc.*, Paris, t. 278, D, p. 995-998.
- 16) FERRIERE J. (1974c). — Etude géologique d'un secteur des zones helléniques internes subpélagonienne et pélagonienne (massif de l'Othrys, Grèce continentale). Importance et signification de la période orogénique anté-Crétacé supérieur. *B.S.G.F.*, (7), XVI, 1974, n^o 5, p. 543-562.
- 17) FERRIERE J. (1975). — Etude préliminaire d'un secteur des massifs cristallins internes ("zone pélagonienne") : la région de Volos, Grèce continentale orientale. *Colloque sur la géologie des régions égéennes*, Orsay, 1975, et *B.S.G.F.* (à paraître).
- 18) FERRIERE J. (1976). — Nouvelles données concernant l'âge des terrains métamorphiques de la partie méridionale de la presqu'île du Pelion (Grèce continentale orientale) : présence probable du Crétacé supérieur. *C.R. Ac. Sc.*, (à paraître).
- 19) GODFRIAUX I. (1968). — Etude géologique de la région de l'Olympe (Grèce). (Thèse, Lille, 1965). *Ann. Géol. Pays hellén.*, t. 19, 280 p.
- 20) GUERNET C. (1971). — Contribution à l'étude géologique de l'Eubée et des régions voisines. Thèse, Paris, 351 p.
- 21) HYNES A.J., NISBET E.G., SMITH A. G., WELLAND J.P. et REX D.C. (1972). — Spreading and emplacement ages of some ophiolites in the Othris region (Eastern central Greece). *Z. Deutsch. Geol. Ges. Hannover*, 123, p. 455-468.
- 22) JACOBSHAGEN V. (1972). — Die Trias der mittleren Ost-Agäis und ihre paläogeographischen Beziehungen innerhalb der Helleniden. *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, Band 123, Hannover.
- 23) KATSIKATSOS G. (1971). — L'âge du système métamorphique de l'Eubée méridionale et sa subdivision stratigraphique. *Prakt. Akad. Athen*, t. 44, p. 223-238.
- 24) KOCH K.E. et NICOLAUS H.J. (1969). — Zur Geologie des Ostpindos-Flyschbeckens und seiner Umrandung. *Inst. Geol. Subs. Res.*, 2 vol., n^o 9.
- 25) MARINOS G. (1956). — Über Geologie, Petrologie und Metallogenese des Ophiolit-Komplexes in Ostgriechenland. *Berg. und Hütten Monatsch.*, 101, p. 34-36.
- 26) MARINOS G. (1957). — Zur Gliederung Ostgriechenlands in Tektonische Zonen. *Sond. Geol. Rundsch.*, B. 46.
- 27) MARINOS G. (1960). — Paleontology and stratigraphic investigations in Eastern continental Greece. *E. G. E.*, Athènes.
- 28) MARINOS G. (1974). — La géologie du Mont Othrys et les questions sur ses Ophiolites (Grèce). *Ann. géol. Pays Hellén.*, 26, p. 118-148.
- 29) MARINOS G., ANASTOPOULOS J., MARATOS G., MELIDONIS N. et ANDRONOPOULOS B. (1962). — Cartes au 1/50 000^e, Almyros, Myli, Anavra, Stylis. *Inst. Geol. Subs. Res.* Athènes.

- 30) MARINOS G. et REICHEL M. (1958). — The fossiliferous Permian in eastern continental Greece and Euboea. *Inst. Geol. Subs. Res.* Athènes.
- 31) MERCIER J. (1966a). — Paléogéographie, orogénèse, métamorphisme et magmatisme des zones internes des Hellénides en Macédoine (Grèce), vue d'ensemble. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. VIII.
- 32) MERCIER J. (1966b). — Sur l'existence de deux phases régionales de métamorphisme alpin dans les zones internes des Hellénides en Macédoine centrale (Grèce). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. VIII, p. 1014-1019.
- 33) MERCIER J. (1968). — Etude géologique des zones internes des Hellénides en Macédoine centrale (Grèce). Thèse, Paris, 1966 et *Ann. Géol. Pays hellén.*
- 34) MITZOPOULOS G. et RENZ C. (1938). — Fossilführende Trias im Griechischen Othrys gebirge. *Ecl. Geol. Helvet.*, 31, p. 71-73.
- 35) NISBET E.G. et PRICE I. (1973). — Siliceous turbidites : bedded cherts as redeposited, ocean ridge derived sediments. *I.A.S.*, spec. Publ., n° 1, HSU Jenkins (Editors) (sous presse).
- 36) PHILIPPSON A. (1895). — Reisen und Forschungen in Nord-Griechenland. *Zeits. Ges. Erdk.*, 30, p. 135-226.
- 37) PHILIPPSON A. (1898). — La tectonique de l'Egée. *Ann. Geogr.*, 7, p. 112-141.
- 38) RAMPNOUX J.P. (1973). — Contribution à l'étude géologique des Dinarides : un secteur de la Serbie méridionale et du Monténégro oriental (Yougoslavie). Thèse, Orléans, 1970 et *B.S.G.F.*, mémoire n° 119, t. LII.
- 39) RENZ C. (1910). — Stratigraphische Untersuchungen im griechischen Mesozoikum. *Jahrb. Osterr. Geol.*, R.A., bd. 60.
- 40) RENZ C. (1927). — Geologische Untersuchungen im Othrys-Gebirge. *Prak. Akad. Athinon*, 2, p. 500-509.
- 41) RENZ C. (1940). — Tektonik der grieschischen Gebirge. *Prak. Akad. Athinon*, 8, 171 p.
- 42) RENZ C. (1955). — Die Vorneogene Stratigraphie der normal sedimentären Formation Griechenlands. *Inst. Geol. Subs. Res.*, Athènes, 1 vol.
- 43) SMITH A.G., HYNES A.J., MENZIES M., NISBET E.G., PRICE I., WELLAND M.J. et FERRIERE J. — The stratigraphy of the Othris mountains. Eastern Central Greece : a deformed Mesozoic Continental Margin Sequence.

Une nouvelle coupe dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France)

par Denise BRICE (*), Pierre BULTYNCK (**), Jean-Pierre COLBEAUX (***),
Francis LETHIERS (***), Bruno MISTIAEN (*), Jean-Claude ROHART (*) et Françoise BIGEY (****)

Sommaire. — La description lithologique des nouveaux affleurements est complétée par l'analyse des données biostratigraphiques et tectoniques.

L'étude de la microfaune (Ostracodes-Conodontes) et de la macrofaune (Stromatopores, Rugose Corals, Tabulés, Bryozoaires, Brachiopodes) permet de paralléliser la partie supérieure du Calcaire de Blacourt dans la nouvelle coupe avec la Formation de Fromelennes en Ardenne (Givétien supérieur). Elle confirme l'âge frasnien inférieur (zone à *Pharciceras lunulicosta*) de la base des "Schistes" de Beaulieu et apporte quelques nouveaux éléments biostratigraphiques pour la zonation de cette formation.

Summary. — The lithological description of the new outcrops is associated with the biostratigraphical and tectonical studies.

Examination of the microfauna (Ostracodes-Conodonts) and macrofauna (Stromatoporoids, Rugose Corals, Tabulates, Bryozoans, Brachiopods) enables to correlate the upper part of the Calcaire de Blacourt in the new section with the Fromelennes formation (Upper Givetian) in Ardenne. A frasnian age (*Pharciceras lunulicosta* zone) at the bottom of the "Schistes" de Beaulieu is corroborated and some new biostratigraphical informations are added.

Cette note présente un ensemble d'observations biostratigraphiques et tectoniques faites à différents niveaux de la série dévonienne de Ferques (Givétien-Frasnien), à l'occasion du creusement d'une tranchée dans les terrains paléozoïques et la couverture secondaire du Boulonnais.

En raison du caractère vraisemblablement éphémère de l'affleurement et pour donner rapidement une vue synthétique, une étude des principaux groupes fossiles a été menée de front avec l'analyse sédimentologique et tectonique.

I. — SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA NOUVELLE COUPE

La nouvelle coupe (fig. 1) longe le futur tronçon de voie ferrée qui reliera Caffiers aux Carrières des Marbres du Boulonnais, sises à Ferques. Elle s'étend sur cinq kilomètres environ et sectionne entre autres les formations paléozoïques. Lorsque la tranchée sera achevée, elle permettra d'observer à l'affleurement la plus grande partie des termes de la série dévono-carbonifère et complètera la coupe aujourd'hui classique qui borde la voie ferrée Calais-Boulogne.

Les observations de cette première note se rapportent uniquement aux meilleurs affleurements dévoniens actuels de la nouvelle tranchée. Elles concernent les termes inférieurs de la série dévonienne : Poudingues, "Schistes" et Grès de Caffiers, rapportés au Givétien (inférieur ?) ; les termes moyens, c'est-à-dire la partie supérieure du Givétien : Calcaire de Blacourt "terminal" et la partie inférieure du Frasnien : "Schistes" de Beaulieu.

(*) Laboratoire de Paléontologie, Faculté libre des Sciences, 13, rue de Toul, 59046 Lille Cedex (France).

(**) Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, 41, rue Vautier, 1040 Bruxelles (Belgique).

Note déposée le 10 Juin 1976.

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

(****) Laboratoire de Paléontologie des Invertébrés, Université P. et M. Curie, Tour 24, 4, Place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05 (France).

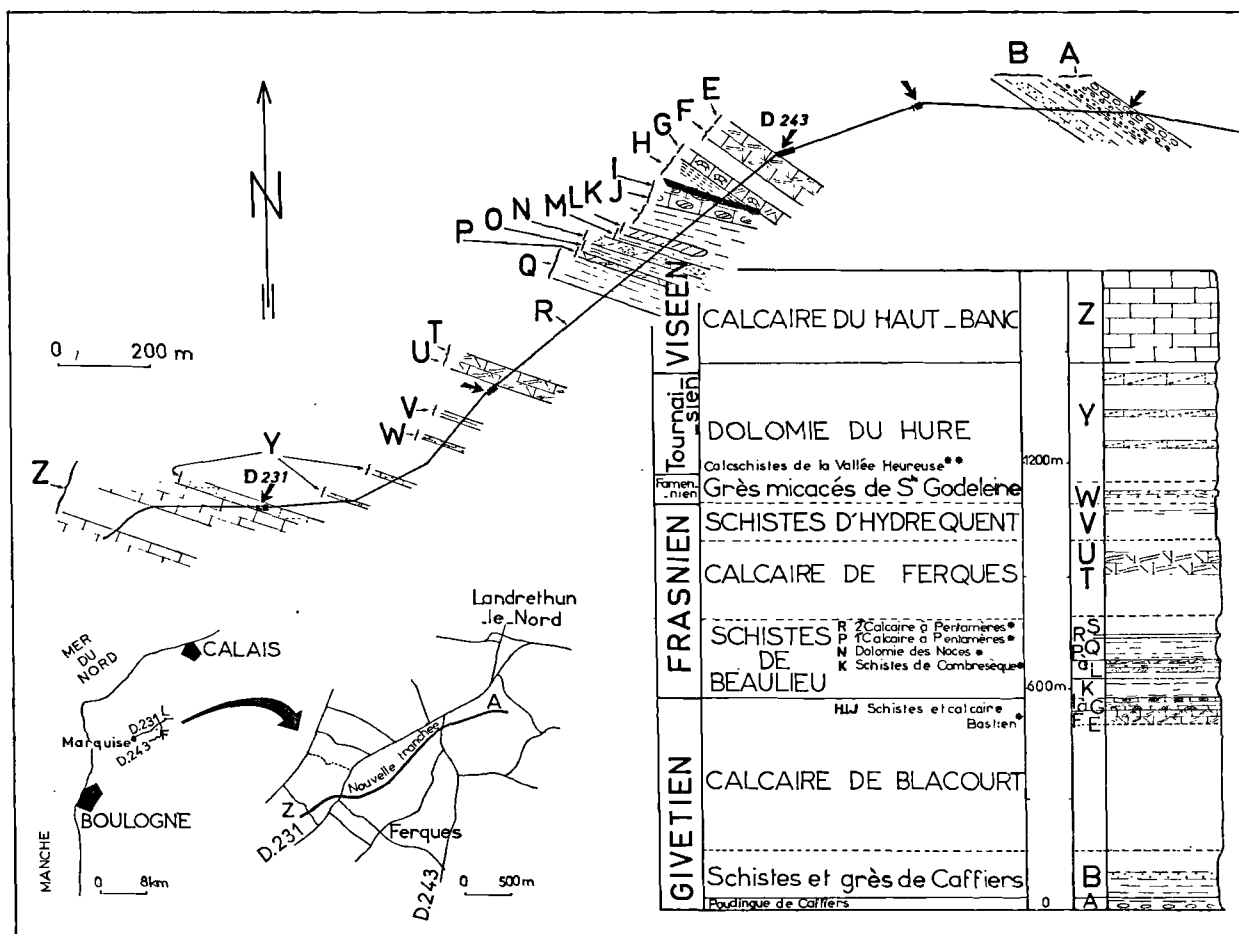


Fig. 1. — Carte de situation de la nouvelle coupe (J.P.C.).

↘ : chemins ou routes départementales. — // : faille. — * : voir Rigaux, 1892. — ** : non observé dans la tranchée.

II. — LITHOLOGIE

(J.P. C.)

Tableaux I et II

1) Lithologie du Dévonien.

A chaque niveau (Tableau I), une lettre de référence a été attribuée. Les conventions de présentation adoptées sont les suivantes : lettre référence - direction/pendage des couches - description lithologique - description du micro-fossils - épaisseur.

S — Shales.

R — Calcaire bleu-noirâtre, jaunâtre par altération, à Pentamères et autres Brachiopodes, visible en fond de fossé.

Q — Shales violets localement riches en Brachiopodes, Bryozoaires, Rugueux, Tabulés encroûtants ; 9 m.

— Shales violets ; 30 m.

— Shales verts ; 5 m.

— Shales en lits de 1 m alternativement violets et verts ; 12 m.

— Shales verts à niveaux calcareux indurés et noduleux devenant jaunes par altération, riches en Brachiopodes : Atrypidae, Spiriferida, Rhynchonellida, Orthida et Strophomenida ; Bryozoaires et Gastéropodes ; 6 m.

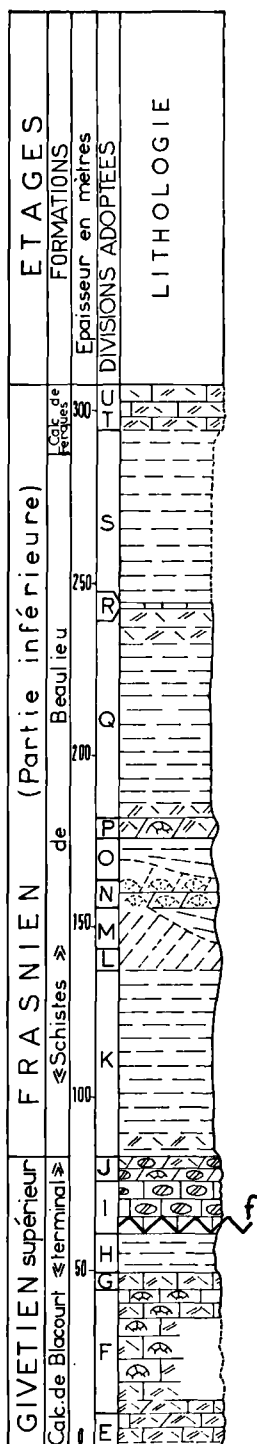


Tableau I. — Description lithologique et microstratigraphique des terrains dévoniens (J.P. C).

- P — (105°/S28°). Calcaire riche en Brachiopodes et organismes constructeurs au sommet.
 - Biostrome comprenant un "gazon" de Rugueux phacéloïdes épais de 10 à 50 cm à la base, surmonté par un niveau riche en Stromatopores lamellaires et tabulaires. Biosparite largement dolomitisée ; 2 m.
 - Niveau très mince argilo-calcaireux riche en entroques, Brachiopodes, Tabulés branchus et Bryozoaires.
- O — (108°/S28°). Shales en lits alternativement verts, rouges et violets, épaisseur variant de 0,5 à 8 m (nombreuses entroques au sommet).
- N — (100°/S27°). Bancs de dolomie microcristalline noirâtres, à traces d'organismes : entroques, Brachiopodes et bancs de dolomie macrocristalline bariolés, rouges, jaunes et ocres ; 2 m.
 - Dolomie jaune, très poreuse, plus ou moins pulvérulente ; 7 m.
- M — Shales violacés à nombreux lits verdâtres, bariolés jaune ou rouge brique.
- L — Dolomie pulvérulente, jaune-rougeâtre.
- K — (100°/S55° et 110°/S48°). Shales violacés avec quelques passées de shales verdâtres. A la base, quelques niveaux décimétriques indurés, violacés et verdâtres très crinoïdiques riches en coquilles brisées de Brachiopodes.
- J — (97°/S28°). Alternance de niveaux calcaireux (10-15 cm) et argileux (20 cm à 1 m) ; 3,50 m.
 - Calcaire construit vers le milieu du banc par des Tabulés branchus : *Scoliopora* ; 0,50 m. Calcaire à sections de Brachiopodes désarticulés. Gravières de calcaire micritique à la base du banc ; 0,45 m.
 - Calcaire argileux noir, lité à nodules calcaireux plus clairs ; 0,50 m.
 - (85°/S27°). Calcaire à nombreux débris très grossiers vers la base, ceux-ci devenant plus rares vers le sommet ; 0,90 m.
 - (103°/S34°). Calcaire massif noir, construit à la base par des Tabulés branchus : *Scoliopora* et quelques Rugueux, le sommet renferme des microdébris et de rares Brachiopodes. Calcarénite à intraclastes micritiques ; 0,70 m.
- I — Calcaire massif, riche en coquilles de grands Brachiopodes désarticulés à la base. Intrasparite à éléments micritiques ; 0,70 m.
 - (105°/S33°). Calcaire noduleux en bancs de 0,60 m. Biosparite ; 2,50 m.
 - (100°/S52°). Calcaire à microdébris en deux bancs (1 m et 0,50 m). Biomicrite partiellement recristallisée.
 - Calcaire massif en bancs de 0,50 m à 1 m.
- H — Argiles micacées et calcaireuses à niveaux indurés carbonatés crinoïdiques et pyriteux d'aspect plutôt noduleux, riches en Brachiopodes, Bryozoaires et microdébris. Le litage s'accroît vers le sommet où les niveaux sont apparemment moins calcaires, moins micacés et dépourvus de Brachiopodes et de Bryozoaires.

G — (125°/SW32°). Calcaire en bancs de 0,50 à 1 m, gris violacé à la base, renfermant des microdébris et des Rugueux solitaires. Biomicrite légèrement recristallisée et dolomitisée.

Les bancs sont de plus en plus micritiques en montant dans la série pour tendre à devenir sub-lithographiques et gris clair vers le sommet. Biomicrite légèrement recristallisée à allochèmes fins.

F — Calcaire construit, non stratifié, à grosses colonies globulaires de Rugueux, Stromatopores, Tabulés, en place ou sub-en-place. Matrice calcaire à entroques et débris organogènes. Stromatopores dolomitisés à ciment spatique.

E — Calcaire argileux à débris de type schisteux ; 0,50 m.
— Calcaire compact assez massif, en plusieurs bancs, gris foncé, à section de Rugueux solitaires. Biomicrite légèrement recristallisée et dolomitisée ; 1 m.

2) Lithologie des poudingues, "schistes" gréseux et grès de Caffiers.

Visible sur environ 225 m, cet ensemble (Tableau II), classiquement divisé en poudingue de Caffiers et "schistes" gréseux ou grès de Caffiers, se présente ici comme une masse de shales, essentiellement pélitique à la base avec de nombreuses intercalations de lits de poudingues à ciment pélitique rouge, plus gréseuse au sommet où l'on observe même des bancs de grès bien développés. Aucune schistosité au sens classique du terme n'a été observée dans l'assise, la dénomination classique de "schistes" gréseux de Caffiers consacrée par l'usage ne correspond donc pas à la nature de cet ensemble.

L'étude détaillée des éléments de poudingues, des grès et des pélites est en cours.

a) Les éléments du poudingue sont de nature gréso-micacée et silexoïde.

b) Les grès sont micacés, l'un des niveaux (Tabl. II) a livré des débris végétaux qui sont en cours d'étude par Paule Corsin.

c) Les pélites, de couleur ocre à la base, passent à des teintes gris bleu au niveau des grès. Elles redeviennent ocres ensuite.

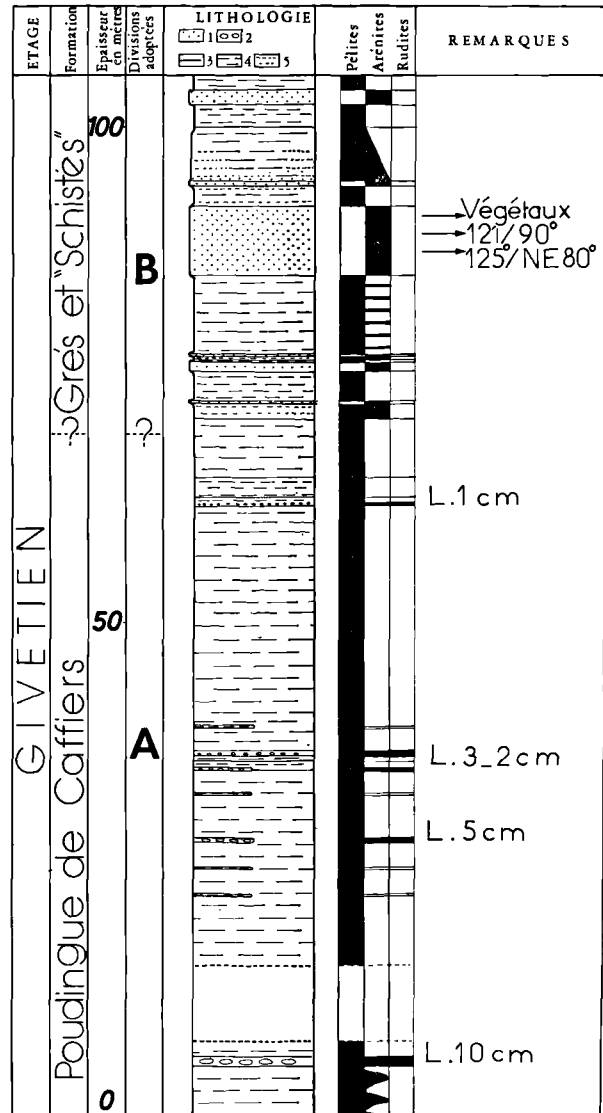


Tableau II. — Description lithologique de la série de base des terrains dévoniens (Poudingues, "Schistes" et grès de Caffiers). En remarques sont indiqués, outre le niveau à plantes, la longueur maximale moyenne des éléments des poudingues, l'orientation et le pendage des couches. (J.P. C.).

III. — BIOSTRATIGRAPHIE

Des récoltes systématiques ont été effectuées dans les différents horizons fossilifères de la nouvelle coupe et les groupes fossiles confiés à des spécialistes pour étude ou révision.

Les premiers résultats, présentés ci-après, concernent la biostratigraphie de deux groupes de microfaune et cinq de macrofaune. Les données systématiques nouvelles relatives à ces

groupes et à d'autres en cours d'étude (Algues, Foraminifères, Chitinozoaires, Crinoïdes, Tentaculites, Trilobites...) seront présentées ultérieurement.

Une synthèse des données biostratigraphiques, sédimentologiques et tectoniques se rapportant à l'ensemble des affleurements dévoniens connus dans le Massif de Ferques est prévue. Elle sera intégrée dans une étude plus générale consacrée au Boulonnais.

Dans ce travail, les divisions lithologiques de la série dévonienne sont reprises de la carte géologique au 1/50 000 de Marquise.

La limite Givétien-Frasnien est celle fixée par Errera et al. (1972). Elle coïncide avec le sommet de la formation de Fromelennes et la base du "niveau des Monstres" telle qu'elle est rappelée par Bultynck (1974, p. 2-3).

Le Calcaire de Blacourt "terminal" (Tabl. III à VII) désigne l'ensemble des niveaux E à J de la nouvelle coupe. Son âge sera défini plus loin et sa position stratigraphique discutée.

1) OSTRACODES

(F. L.)

Tableau III

Jusqu'ici, les Ostracodes dévoniens du Boulonnais étaient uniquement connus grâce aux affleurements situés le long de la voie de chemin de fer Calais-Boulogne. Dans la coupe géologique dite "de Caffiers", le passage Givétien-Frasnien entre autres fut étudié par Magne (1964). L'auteur y déterminait la limite supérieure d'une biozone à *Cryptophyllus* sp. 3 à 2 m sous le sommet du Calcaire de Blacourt. Il retrouvait la même biozone et sa limite supérieure à 24 m environ sous le sommet du Calcaire de Fromelennes au stratotype de cette formation près de Givet. D'autre part, la base des "Schistes" de Beaulieu était datée "F2a" avec certitude par *Polyzygia beckmanni* Krömmelbein, 1954. Magne (1964, p. 85) considérait le sommet du Calcaire de Blacourt observé aux Carrières Tarstinkal comme l'équivalent latéral de "l'Assise de Fromelennes".

Dans la coupe de Caffiers une faille longitudinale à rejet encore imprécisé, limite les affleurements des "Schistes" de Beaulieu et du Calcaire de Blacourt (Magne, *op. cit.*, fig. 10) ; une partie des formations peut donc manquer à cet

endroit stratigraphiquement important. Pour cette raison et afin de construire une deuxième coupe de référence, l'analyse ostracodique a été entreprise dans la nouvelle coupe de Ferques. Depuis 1964, la connaissance des espèces frasnienues de la région a progressé (Lethiers, 1970 et Becker, 1971) ainsi que la biostratigraphie du Dévonien supérieur (Lethiers, 1974). Toutefois, les Ostracodes du Givétien en Boulonnais n'ayant pas fait l'objet de nouvelles études systématiques, la nomenclature de Magne sera réutilisée ici pour l'étage.

Les prélèvements effectués entre les horizons E et S ont donné les résultats suivants :

1) Givétien.

La répartition de quelques espèces significatives est d'un intérêt particulier :

— *Poloniella* ex. gr. *devonica* Guerich, 1896, citée par Magne dans la presque totalité du Calcaire de Blacourt, monte ici jusqu'à l'horizon J où elle s'interrompt. Le genre *Poloniella* est connu pour disparaître au sommet du Dévonien moyen. La limite Givétien-Frasnien est donc située entre les niveaux J et K puisqu'aucune espèce du genre n'a été récoltée au-dessus de cette limite.

— *Jenningsina* sp. G2 Magne (= *J. cf. scalpa* Kesling et Weiss, 1953) fut signalée à quelques mètres sous le sommet du Calcaire de Blacourt, dans la coupe de Caffiers. Nous la retrouvons de la même façon dans le niveau H.

Sont également présentes :

Jenningsina sp. G1 Magne
Quasillites sp. G1 Magne
Cavellina sp. G Magne
Paraparchites sp. G Magne

que nous avons reconnues jusqu'aux argiles micacées du niveau H ou même dans les calcaires I et J.

Le *Cryptophyllus* sp. 3, espèce importante, comme nous l'expliquions précédemment, n'a pas été recueillie "en dégagé" dans la nouvelle coupe mais le genre est présent en lame mince dans E, G et J.

Devant ces observations, nous considérons que l'affleurement du Calcaire de Blacourt dans la nouvelle coupe est grosso modo identique à celui qui fut étudié par Magne dans les carrières Tarstinkal. L'épaisseur E et J correspond donc, du moins dans sa partie supérieure, à la formation du Calcaire de Fromelennes. *Uchtovia elongata* Egorov, 1950, *sensu* Magne, 1964, est présente dans les niveaux H, I et J. Elle est citée par Magne (1964, p. 135) au sommet du Cal-

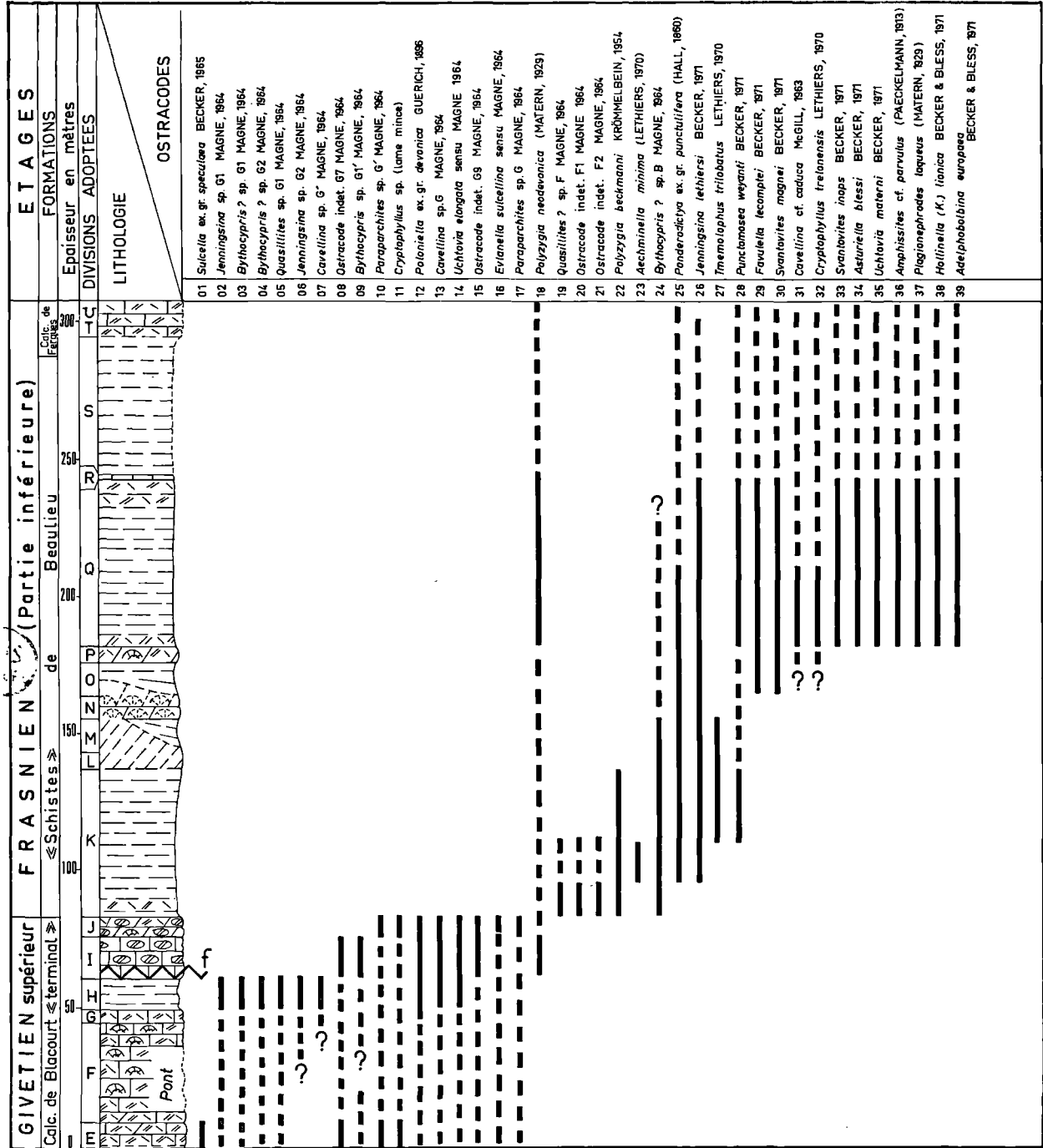


Tableau III. — Répartition stratigraphique des Ostracodes dans la nouvelle coupe (F.L.)

caire de Blacourt, mais également dans la partie moyenne de celui-ci. Une telle répartition est trop grande pour caractériser la formation de Fromelennes (Lecompte, 1967, p. 43, Pl. 17), d'autant que l'espèce n'a pas été reconnue au stratotype de Fromelennes jusqu'ici.

En tout, une quinzaine d'espèces givéliennes signalées dans la coupe de Caffiers se retrouvent ici jusqu'aux niveaux H, I ou J (Tabl. III). Néanmoins, un lot d'espèces récoltées par Magne au sommet du Calcaire de Blacourt n'a pas été reconnu dans le Calcaire de Blacourt "terminal" de la nouvelle coupe. Il s'agit de :

Amphissites tener Becker, 1964 ?
Pachydomella aff. *tenuisulcata* (Pokorny, 1954)
Bairdiocypris gerolsteinensis (Kegel, 1932)
Bairdia sp. G2, G3
Acratia sp. G1, G2, G3
Macrocypris sp. G

Ces différentes espèces ont pu disparaître lors de l'extraction car les calcaires sont souvent très recristallisés et nous avons repéré des tests de Bairdiidae en lame mince dans G.

Une mention spéciale doit être faite pour *Polyzygia neodevonica* (Matern, 1929) qui n'était connue en Europe qu'à partir du Frasnien basal. Quatre exemplaires ont été extraits de l'horizon givélien H.

2) Frasnien.

L'analyse des prélèvements effectués dans la formation des "Schistes" de Beaulieu exposée dans la nouvelle coupe a donné les résultats suivants :

a) L'horizon K est caractérisé par *Polyzygia beckmanni* Krömmelbein, 1954. Certaines espèces y sont également cantonnées, telles que *Quasillites*? sp. F Magne, 1964, Ostracodes indéterminés F1, F2 et *Aechminella minima* (Lethiers, 1970).

Il s'agit de la biozone O1 de Magne, corréléable avec le "F2 a" ardennais et le to1 α allemand.

D'autres espèces y apparaissent et parcourent quelques horizons comme *Tremolaphus trilobatus* (Lethiers, 1970), ou subsistent dans l'étage comme *Ponderodictya* ex. gr. *punctulifera* (Hall, 1860), *Punctomosea weyanti* Becker, 1971 et *Jenningsina lethiersi* Becker, 1971.

Dans la nouvelle coupe, le Frasnien basal est donc représenté.

b) A partir des niveaux O, P, Q, une nouvelle association débute avec :

Hollinella (K.) *lionica* Becker et Bless, 1971
Adelphobolbina europea Becker et Bless, 1971
Amphissites cf. *parvulus* (Raackelmann, 1915)
Svantovites magna et *Svantovites inops* Becker, 1971
Favulella lecompti Becker, 1971

Plagionephrodes laqueus (Matern, 1929)
Polyzygia neodevonica (Matern, 1929) en abondance.

Elle correspond à la biozone O2 de Magne. La plupart des espèces qui la composent se maintiennent dans le reste du Frasnien. On remarquera toutefois que deux espèces *Uchtovia materni* et *Asturiella blessi* Becker, 1971, jusqu'ici connues à partir du Calcaire de Ferques dans la biozone O3, débutent aussi dans la biozone O2. En conclusion, la nouvelle coupe contient un cortège ostracodique semblable à celui décrit par Magne dans la coupe de Caffiers. Les différences de détail enregistrées sont autant de mises au point qui consolident les associations de références à la limite Givélien-Frasnien.

2) CONODONTES

(P. B.)

Tableau IV

Quelques niveaux seulement de la nouvelle coupe ont été échantillonnés pour la recherche des Conodontes (E à K). En vue de comparaisons, d'autres échantillons ont été prélevés dans les carrières Tarstinkal (*) (Carrières du Gris et du Banc Noir), au sommet du Calcaire de Blacourt d'une part, à la base des "Schistes" de Beaulieu, d'autre part.

Les échantillons de la partie supérieure du Calcaire de Blacourt affleurant dans la carrière du Gris et le niveau E de la nouvelle coupe n'ont livré aucun Conodonte.

Localisation des échantillons.

La position des échantillons 2 à 15 est indiquée sur le tableau 2.

Remarques systématiques préalables.

- (1) *Ancyrodella binodosa* est considérée comme une espèce autonome et non comme une sous-espèce de *A. rotundiloba*.
- (2) et (3) L'identification de *Icriodus subterminus* repose sur la description récente de cette espèce par Klapper (1975, p. 149). *I.* aff. *I. subterminus* est identique à la forme décrite sous le nom de *I.* cf. *I. brevis* par Bultynck (1975, p. 21). Ces formes se distinguent de *I. subterminus* par une large cavité basale.
- (4) Klapper (1975, p. 89) considère *Icriodus eslaensis* comme synonyme de *I. brevis*. Le lectotype de *I. brevis* est un petit spécimen juvénile qui se distingue des

(*) Les carrières Tarstinkal désignent un ensemble de quatre carrières situées à un kilomètre environ à l'Est de la nouvelle coupe, de part et d'autre de la voie ferrée Calais-Boulogne. Deux d'entre elles sont ouvertes dans le Calcaire de Blacourt : les carrières du Gris et du Banc Noir.

B O U L O N N A I S		A R D E N N E	
GIVETIEN supérieur		BORD SUD DU BASSIN DE DINANT	
FRANSNIEN		*FRASNES ³⁾	
FORMATIONS		GROUPE de GIVET	
Kg dissous		Membre du Mont	
Nombres des échantillons.		d'HAURS	
DIVISIONS ADOPTÉES		Form. de FROMELLENNES	
LITHOLOGIE		*F2a ²⁾	
CONODONTES		moy.	
		sup.	
		<i>Ancyrodella</i> <i>binodosa</i> UYENO, 1967 <i>binodosa</i> → <i>rotundiloba</i> <i>rotundiloba</i> BRYANT, 1921 subsp. indet. <i>rotundiloba</i> <i>stata</i> GLENISTER et KLAPPER, 1966	
(1)	1926		
(2)	222		
(3)	12 2 6		
(4)	17		
(5)	19		
(6)	4 1 11		
	57 12 3 7		
<i>Icriodus</i> <i>estlaensis</i> VAN ADRICHEM BOOGAERT 1967 <i>estlaensis</i> <i>latecarinatus</i> BULTYCK 1975 aff. <i>I. subterminus</i> YOUNQUIST 1945 <i>subterminus</i> YOUNQUIST 1945 aff. <i>I. brevis</i> STAUFFER 1940 <i>expansus</i> BRANSON et MEHL, 1938 sp. indet.			
<i>Polygnathus</i> <i>pseudofolialis</i> WITTEKINDT, 1966 <i>dubius</i> HINDE, 1879 forme précocée <i>xytus</i> STAUFFER, 1940 <i>varcus</i> STAUFFER, 1940 <i>dubius</i> HINDE, 1879 aff. <i>P. brevitaminus</i> BRANSON et MEHL, 1934			
<i>Spithognothodus</i> <i>planus</i> BISCHOFF et ZIEGLER, 1957 <i>gradatus</i> YOUNQUIST, 1945 aff. <i>S. sannemani</i> BISCHOFF et ZIEGLER, 1957			
Barres (anquiodiforme, dipodellaeforme, hibardellaeforme, hindellaeforme, ligonodinaeforme, neoproniodiforme, oujodi-lonchodinaeforme, ozarkodinaeforme, synproniodinaeforme)			
(7)	1 1		
	3 2		
	7 11 2		
	3 2		
	38		
	7 18		
	37 2		

Tableau IV. — Répartition stratigraphique des Conodontes dans quelques niveaux dévoniens de la nouvelle coupe (Boulonnais). Répartition des mêmes espèces en Ardenne (P.B.).

jeunes spécimens de *I. eslaensis eslaensis* par une crête distale (prolongement de la rangée médiane derrière les rangées latérales) plus développées. Des spécimens adultes, attribués par Klapper (1975, Pl. 3, fig. 2 et 3) à *I. brevis*, ressemblent beaucoup à des spécimens adultes de *I. eslaensis*. La forme de la crête distale est cependant légèrement différente. Il me paraît préférable pour le moment de distinguer les deux espèces.

- (5) Les formes précoces de *Polygnathus dubius* se distinguent des formes typiques par leur lame plus longue et de hauteur uniforme, par l'asymétrie de leur plateforme (cf. discussion Bultynck, 1975, p. 22).
- (6) *Polygnathus* aff. *P. brevilaminus* correspond aux spécimens de *P. brevilaminus* décrits par Uyeno (1974, p. 37-38).
- (7) Les spécimens identifiés ici *Spathognathodus* aff. *S. sannemani* sont identiques aux formes intermédiaires entre *S. insitus* et *Ancyrodella rotundiloba binosoda*, déterminées par Bultynck (1975).

Corrélations biostratigraphiques entre le Dévo- nien de Ferques et l'Ardenne.

1) Givétien.

— Niveau G (échantillon 3).

L'association de *Icriodus eslaensis eslaensis*, de *eslaensis latecarinatus*, des formes précoces de *Polygnathus dubius* et de *Spathognathodus planus* avec *Polygnathus pseudofolius*, permet de situer ce niveau un peu plus bas que la base du membre inférieur de la formation de Fromelennes dans la succession à Fromelennes en Ardenne (sommet du membre du Mont d'Hairs ou extrême base de la formation de Fromelennes).

— Niveau H (échantillon 4).

La faune de Conodontes comprend les mêmes espèces que l'échantillon 3 à l'exception de *Polygnathus pseudofolius*. Cette association est tout à fait comparable à celle de la base du membre inférieur de la formation de Fromelennes en Ardenne (Bultynck, 1975, p. 10-12, 22).

— Niveau I (échantillons 6, 7).

J (échantillon 9).

Sur les neuf échantillons analysés, trois seulement ont fourni des Conodontes parmi lesquels : *Icriodus* aff. *I. subterminus*, qui apparaît dans le membre supérieur de la formation de Fromelennes en Ardenne (Bultynck, 1975, fig. 3 = *I. cf. I. brevis*).

On peut donc conclure que les faunes de Conodontes des niveaux H à J de la nouvelle coupe permettent de considérer cet ensemble comme équivalent latéral de la formation de Fromelennes.

Les échantillons provenant de la partie supérieure du Calcaire de Blacourt dans les carrières Tarstinkal n'ayant pas livré de Conodontes, aucune corrélation ne peut être proposée pour le moment.

2) Frasnien.

— Niveau K (échantillon 15).

La faune de Conodontes est presque identique à celle de la "zone des Monstres - F2 a" du bord sud du Bassin de Dinant. La présence de *Ancyrodella rotundiloba* est particulièrement importante pour la corrélation (Coen et Coen-Aubert, 1971 ; Mouravieff, 1974, p. 1 ; Bultynck, 1975, p. 15-16).

Une association identique à celle de l'échantillon 15 du niveau K a été retrouvée à la base des "Schistes" de Beaulieu dans les carrières Tarstinkal. Elle confirme la corrélation avec le "F2 a" ou la "zone des Monstres" déjà proposée par Magne (1964, p. 90, fig. 15-16).

3) STROMATOPORES

(B. M.)

Tableau V

Les Stromatopores sont essentiellement présents à deux niveaux (F et P). Leur répartition est comparée à celle de ces organismes en Ardenne (Lecompte, 1951-1952).

1) Givétien.

— Niveau F.

Les Stromatopores y sont abondants en nombre et en espèces. Ils sont représentés par des formes massives, lamellaires ou encroûtantes.

Beaucoup d'espèces ont une très nette affinité givétienne. C'est le cas de *Actinostroma* sp. aff. *stellulatum maureri*, *Stromatopora concentrica*, *Stromatopora* cf. *bücheliensis*, *Stromatopora* ? cf. *laminosa*, *Clathrocoilona spissa*, *Stachyodes* ex. gr. *verticillata*, *Stromatoporella laminata*, *Hermatostroma* cf. *cimacense*, déjà trouvées dans le Calcaire de Blacourt des car-

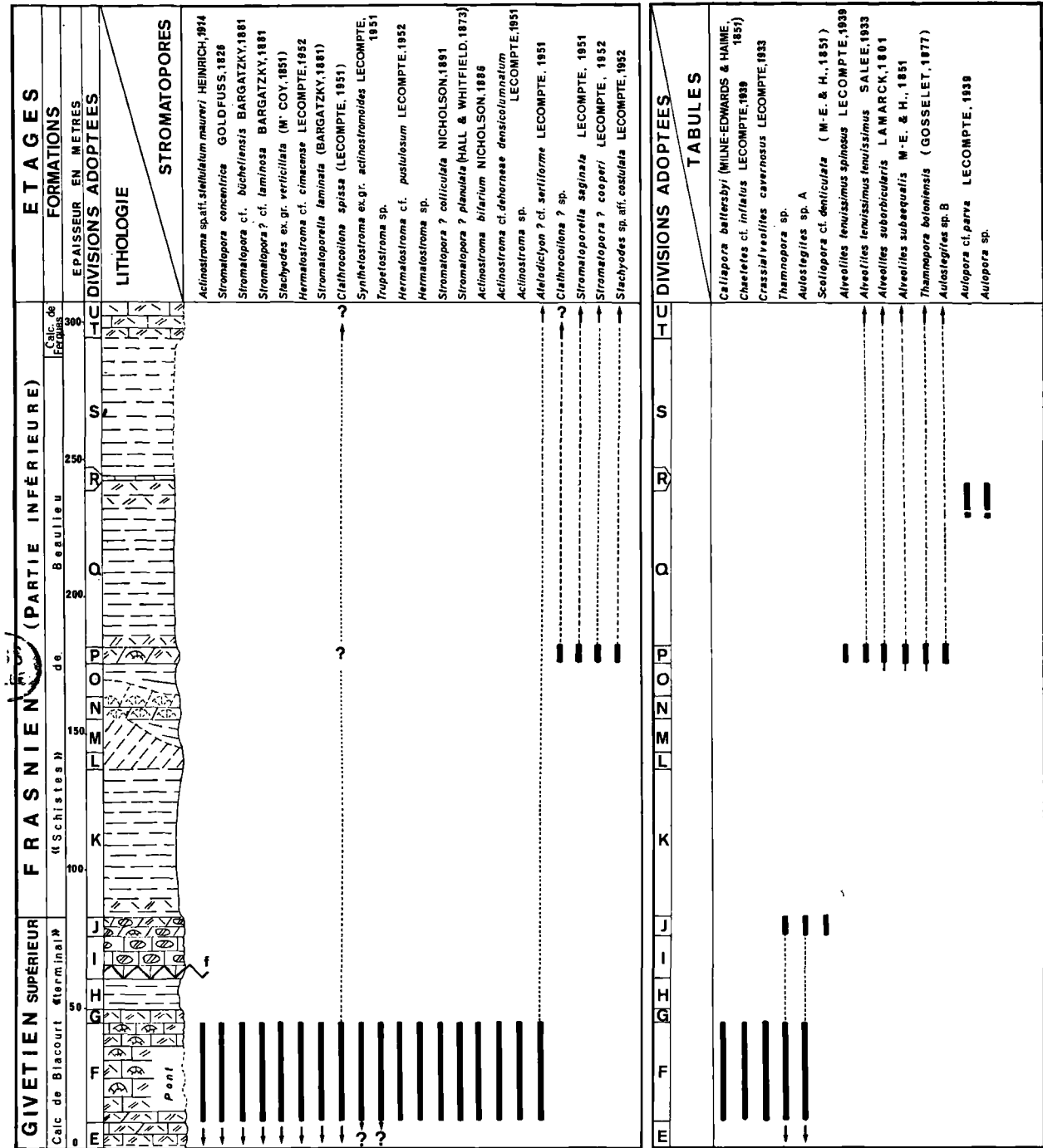


Tableau V. — Répartition stratigraphique des Stromatopores et des Tabulés dans la nouvelle coupe (B. M.).

rières Tarstinkal, les six premières dès la base. Dans le Bassin de Dinant, ces espèces sont givéliennes ("Gib" et "Gid"), sauf *S. concentrica* limitée, d'après Lecompte, au Couvinien mais reconnue ailleurs dans le Givélien, et *H. cimacense*, localisée en Ardenne dans la Formation de Fromelennes et le Frasnien ("F2g"). Certaines cependant, *A. maureri*, *C. spissa*, *S. laminosa*, *S. verticillate*, tout en étant givéliennes, se maintiennent au Frasnien.

D'autres formes sont, dans le Boulonnais, strictement cantonnées dans ce niveau. Parmi celles-ci : *Hermatostroma* cf. *pustulosum*, *Hermatostroma* sp., *Trupetostroma* sp., *Synthetostroma* ex. gr. *actinostromoides*, sont nettement apparentées à des espèces présentes au sommet du Calcaire de Blacourt dans les carrières Tarstinkal. Elles sont givéliennes dans le Bassin de Dinant.

Stromatopora ? *colliculata* n'a pas été reconnue par Lecompte dans le Dévonien du Bassin de Dinant. C'est une espèce du Dévonien moyen d'Allemagne, encore signalée dans le Givélien en Tchécoslovaquie et le Givélien supérieur de Pologne.

Actinostroma bifarium est connue dans le Givélien ("Gib") et la Formation de Fromelennes du Bassin de Dinant, le Givélien du Bassin de Namur. Cependant, Cornet (communication personnelle) la considère comme une forme relativement fréquente et caractéristique de la Formation de Fromelennes.

Stromatopora ? *planulata* n'a pas été reconnue dans le Bassin de Dinant. C'est une espèce dévonienne des Etats-Unis, signalée dans le Dévonien moyen d'Angleterre. Elle est fortement apparentée à une espèce frasnienne : *Stromatopora* ? *cooperi* du Bassin de Dinant et du Boulonnais.

Actinostroma cf. *dehorneae densicolumnatum* est localisée dans la Formation de Fromelennes et le Frasnien ("F2g-h") du Bassin de Dinant.

Actinostroma sp. indéterminé présente des caractères rappelant à la fois certains *Actinostroma* du sommet de Calcaire de Blacourt et *A. cf. filitextum* Lecompte, 1951. Cette dernière espèce, frasnienne dans le Bassin de Dinant, est très commune dans le Boulonnais à la base du Calcaire de Ferques.

On note encore la présence d'une forme proche de *Atelodictyon* ? cf. *sertiiforme* qui se

retrouve dans le Calcaire de Ferques. *A. ? sertiiforme* est limitée en Ardenne au Givélien ("Gid").

Il ressort donc de cette étude que le niveau F possède une faune de Stromatopores à affinité givélienne. Il ne semble pas avoir son équivalent latéral exact dans le Calcaire de Blacourt des Carrières Tarstinkal. Il n'est pas exclu de voir dans le niveau F la Formation de Fromelennes.

2) Frasnien.

— Niveau P.

Les Stromatopores sont représentés essentiellement par des formes tabulaires et lamellaires. Les espèces reconnues : *Stromatoporella saginata*, *Stromatopora* ? *cooperi*, *Stachyodes* sp. aff. *costulata* se trouvent plus haut dans le Calcaire de Ferques et existent dans le Bassin de Dinant au Frasnien ("F2d, F2i"). On note encore la présence à ce niveau de *Clathrocoilona* ? sp., forme proche de *Clathrocoilona* ? *irregularis* (Lecompte, 1951), reconnue dans le Calcaire de Ferques et d'âge Frasnien ("F2g") dans le Bassin de Dinant.

4) RUGUEUX

(J.C. R)

Tableau VI

On utilise ici la zonation établie par Tsien pour l'Ardenne (1976 a, b).

1) Givélien.

— Niveau F.

Hexagonaria glinskii est l'unique forme coloniale de ce niveau. Il est connu en Ardenne dans le Gi2 β (Tsien, 1976) et dans l'Eifélien de l'Eifel (Junkenberg Schichten : Glinski, 1955). Dans le Boulonnais, il est strictement limité au niveau F.

Stringophyllum isactis est réparti de Co1 β à Gi2 β en Ardenne (Tsien, 1976), le Givélien d'Allemagne (Engel et von Schouppé, 1958), le Givélien supérieur de Tchécoslovaquie (Kettnerova, 1932), le Givélien (zone à *Stringocephalus*) du versant est de l'Oural (Schurigina, 1972), de la plate-forme russe et d'Arménie. On le trouve aussi dans le Calcaire de Blacourt.

Temnophyllum existe dans le Givétien. Dans la conception de Pedder, il se poursuivrait dans le Frasnien et le Famennien (Pedder, 1972). Toutefois en Belgique, le genre ne dépasse pas le Givétien. *T. ornatum* a son développement maximum dans le Gi 2 β , mais existe encore dans la formation Fromelennes (F1 de Maillieux ; Gi 3 de Tsien, 1976).

Par conséquent, le niveau F semble équivalent de Gi 2 β (= Gic e.p. + Gid de Maillieux, 1914).

— Niveau H.

On y trouve quelques Rugueux solitaires dont un exemplaire est rapporté ici au genre *Alaiophyllum* Goryanov, 1961. Ce genre existe dans le Givétien du Tian Shan (Goryanov, 1961), le Givétien supérieur d'Angleterre (Scrutton, 1969), le Givétien (zone à *Bornhardtina*) du versant Est de l'Oural (Schurigina, 1972) et dans le Givétien supérieur du Canada (Pedder, 1973). Une espèce coloniale lui est rapportée (*A. ktratnicum* de l'Eifélien et du Givétien).

La faune de ce niveau peut appartenir à la formation de Fromelennes (présence de *T. cf. ornatum*) bien qu'on n'y trouve aucune des espèces caractéristiques décrites en Ardenne par Tsien, dans un milieu, il est vrai, différent.

Les niveaux F et H n'ont pas d'équivalent exact dans le Calcaire de Blacourt tel qu'il affleure dans les carrières du Banc Noir et du Griset, bien que certaines espèces ont déjà été récoltées à son sommet (*S. isactis*, *F. cf. ornatum*).

2) Frasnien.

— Niveau P.

Macgeea czarnockii brevissepta est du Frasnien inférieur (Iberger Kalk : Pickett, 1967). *Disphyllum caespitosum* est très fréquent dans le Fr 1 en Ardenne et dans le Frasnien inférieur et moyen de Pologne (depuis la zone inférieure à *P. asymmetricus* jusqu'à la zone à *P. gigas* : Rozkowska et Fedorowski, 1972). *Metriophyllum bouchardi* fait ici sa première apparition bien qu'il soit signalé dès le Couvinien en Ardenne (Tsien, 1967, 1969, 1976).

— Niveau R.

Amplexocarinia tortuosa n'est connu que dans le Dévonien moyen (? Couvinien) du Sud du Devon (Smith et Thomas, 1963), le Couvinien

et le Givétien inférieur de Skaly en Pologne (Fedorowski, 1965).

Disphyllum wirbelauense bonae est représenté ici par une forme très peu bourgeonnante à éléments squelettiques minces. Il est du Givétien supérieur et du Frasnien inférieur (jusqu'au milieu de la zone à *P. asymmetricus*) en Pologne (Rozkowska et Fedorowski, 1972).

Disphyllum gradatum se trouve dans le Fr 1 en Ardenne.

Les niveaux P et R peuvent correspondre au Frasnien inférieur (Fr 1 de Tsien ou F2 d de Maillieux) comme l'indique le développement de *Disphyllum*.

5) TABLES

(B. M.)

Tableau V

Les Tabulés, dont l'étude est en cours, ont été récoltés à de nombreux niveaux (F, H, J, N, P, Q). Leur distribution est comparée à celle de ces organismes en Ardenne (Lecompte, 1939).

1) Givétien.

— Niveau F.

Ils y sont représentés par des formes massives, lamellaires ou très finement encroûtantes. Certaines n'ont jamais été reconnues dans le Calcaire de Blacourt (carrières Tarstinkal) : *Crassialveolites cavernosus*, *Caliopora battersbyi* et *Chaetetes cf. inflatus*. Elles sont signalées dans le Givétien du Bassin de Dinant ("Gib-d" pour les deux premières, Gia pour la troisième). D'autres, *Aulostegites* sp. A (Brice et al., 1976) et probablement *Thamnopora* sp. sont déjà présentes dès la base du Calcaire de Blacourt.

— Niveau H.

Il n'a livré jusqu'ici qu'une colonie de *Syringoporidae*.

— Niveau J.

On y trouve deux bancs extrêmement riches en *Scoliopora* appartenant à une espèce voisine de *S. denticulata* et de rares spécimens de *Aulostegites* sp. A (*op. cit.*) et *Thamnopora*.

S. denticulata est connu dans les bancs supérieurs du Calcaire de Blacourt dans les carrières Tarstinkal. Dans le Bassin de Dinant, cette es-

pèce est givétienne ("Gic-d") et se maintient dans la Formation de Fromelennes.

Le banc inférieur, situé à l'extrême base de J, épais de 15 à 20 cm, est constitué de fragments de branches de *Scoliopora*.

Le banc supérieur, situé à trois mètres au-dessus du premier, épais de 20 cm, est totalement construit par des *Scoliopora* parfois buissonnants accompagnés de quelques *Thamnopora* sp.

On constate chez les Tabulés des niveaux F à J une nette affinité givétienne.

2) Frasnien.

— Niveau N.

Il n'a livré que des fantômes d'Alveolitidae.

— Niveau P.

Dans ce niveau, et déjà au sommet des "shales" sous-jacents (niveau O), on rencontre de nombreuses colonies de Tabulés généralement lamellaires ou tabulaires. La plupart des espèces rencontrées se retrouvent jusque dans le Calcaire de Ferques, et quatre d'entre elles sont connues dans le Bassin de Dinant: *Alveolites suborbicularis* ("F1b" à "F2j"), *A. subaequalis* ("F2i"), *A. tenuissimus* ("F2g" à "F2j"), *Thamnopora boloniensis* ("F1b" à "F2i").

Une seule espèce, *Alveolites tenuissimus spinosus*, n'a été trouvée qu'à ce niveau, dans le Boulonnais. Dans le Bassin de Dinant, elle est localisée dans l'assise de Frasnes ("F2i-j").

— Niveau Q.

Il a livré de petites colonies d'Auloporidaés encroûtants des Brachiopodes ou des Bryozoaires, et appartenant à plusieurs espèces dont *Aulopora* cf. *parva*, espèce givétienne ("Gib-d") et frasnienne ("F2i") en Ardenne.

6) BRYOZOAIRES

(F. B.)

Tableau VI

Les Bryozoaires ont été récoltés dans quatre niveaux (H, P, Q, R). Ils s'y révèlent assez variés en espèces et souvent abondants en colonies.

1) Givétien.

Dans le niveau H, les Fistuliporidae et les Rhabdomesidae prédominent par rapport aux

Fenestellidae. Les Fistuliporidae sont représentés par des formes branchues et massives: *Fistulipora* sp. C (Brice et al., 1976), dont les spécimens toujours creux, encroûtaient probablement des Algues, *Fistuliramus* sp. A (op. cit.) fréquemment encroûté par *Spirorbis* ou plus rarement par un autre Bryozoaire: *Stomatopora* sp. (Diastoporidae). *Fistuliramus* sp. A est également connu à la base des "Schistes" de Beaulieu dans les carrières du Banc Noir et du Griset. Parmi les Fenestellidae *Hemitrypa verneuilliana*? (colonie en forme d'entonnoir) a pu être identifiée et parmi les Rhabdomesidae: *Orthopora* sp. et *Saffordotaxis* sp. (formes rameuses et fines).

La richesse relative en Rhabdomesidae indiquerait du point de vue stratigraphique une tendance vers le Dévonien supérieur.

2) Frasnien.

Dans le niveau P, les Fenestellidae dominent: *Fenestella* sp. A (op. cit.), bases de colonies de *Reteporina* sp. (forme d'éventail) et *Semicoscium* sp. (forme d'entonnoir). Ils n'apportent pas encore de précision stratigraphique. C'est à cet endroit de la coupe qu'apparaît *Canutrypa francqana* (Fistuliporidae). Cette espèce branchue existe probablement jusqu'au sommet du niveau Q; elle a été trouvée également en différentes carrières ouvertes dans les "Schistes" de Beaulieu et le Calcaire de Ferques. *Canutrypa francqana* du Frasnien ardennais, a été décrite par Dessilly (1961, p. 1).

Dans le niveau Q n'ont été trouvés que des Fistuliporidae et des Trepostomata. Parmi les Fistuliporidae, *Canutrypa francqana* continue, tandis que *Fistuliramus* sp. B (forme branchue) apparaît dès la base et *Fistuliramus*? sp. C au sommet. Chez les Trepostomata, débute une forme branchue: *Atactotoechus* sp. A (Atactotoechidae). Les espèces d'*Atactotoechus* ont été décrites du Dévonien moyen des U.S.A. (Traverse Group du Michigan et Hamilton Group de New-York), du Dévonien supérieur d'U.R.S.S. (Couches de Vassin, Kuznets: Frasnien inférieur), du Famennien du Tian Shan et du Dévonien moyen et supérieur de Chine.

Dans l'état actuel de son étude, la faune de Bryozoaires des niveaux H, P, Q, R, montre une affinité Dévonien supérieur.

La description de ces formes, nouvelles pour la plupart, sera effectuée ultérieurement.

7) BRACHIOPODES

(D. B.)

Tableau VII

Ils sont particulièrement abondants et diversifiés au Frasnien dans les niveaux P et Q.

1) Givétien.

— Niveau H.

Deux espèces sont assez bien représentées dans la partie inférieure et moyenne de ce niveau : *Cyrtospirifer aperturatus verneuiformis* (= *Cyrtospirifer canaliferus* Lamarck, 1789 n. subsp.), connue en Allemagne dans les Plattenkalk du Dévonien moyen terminal et "*Atrypa*" sp. Ces espèces semblent cantonnées à ce niveau et n'ont jamais encore été reconnues dans le Calcaire de Blacourt des carrières Tarstinkal.

— Niveaux I et J.

Certains bancs, situés près du sommet du niveau I ou près de la base de J, renferment des sections de grands Brachiopodes désarticulés. Ces sections évoquent celles de coquilles de *Stringocephalidae*, leur taille est cependant inférieure à celles de *Stringocephalus burtini* Defrance in De Blainville, 1825, du sommet du Calcaire de Blacourt dans les carrières Tarstinkal.

Les autres fossiles sont des fragments de *Cyrtospirifer* ou des *Athyris concentrica*, qui présentent peu d'intérêt chronostratigraphique.

On peut conclure que la plupart des Brachiopodes des niveaux H et J sont d'affinités givétiennes, certains du niveau H indiquent un Givétien élevé.

2) Frasnien.

A partir du niveau K, on assiste à un renouvellement presque complet des faunes.

— Niveau K.

Dès la base de K, deux espèces sont abondantes : *Ripidorhynchus barroisi* et *Cyrtospirifer supradisjunctus*. Cette dernière espèce, caractérisant une zone à la base des "Schistes" de Beaulieu dans les carrières Tarstinkal (Devos, 1963 ; Le Maître et Magne, 1964), permet d'établir la corrélation entre le niveau K et les autres affleurements connus.

En Belgique, *C. supradisjunctus* est signalé dans le "F2a". En Allemagne, elle est commune à la base des "Grenzschiefer" des environs d'Aix-la-Chapelle. Elle est encore signalée dans les couches de Semiluki sur la Plate-Forme russe.

D'autres espèces caractéristiques de l'extrême base des "Schistes" de Beaulieu (niveau de la Cédule) dans la carrière du Banc Noir, n'ont pas été retrouvées dans le niveau K. Il s'agit notamment de "*Cyrtospirifer orbelianus*" sensu Gosselet, 1878, non d'Abich, 1858, indiquant la base du "F2a" ou de la "zone des Monstres" en Ardenne et *Apousiella ? dordodoti* (Rigaux, 1908). Dans la nouvelle coupe, ce niveau, généralement très riche en articles de Crinoïdes et en Bryozoaires, n'affleure pas. Son absence peut s'expliquer par un jeu interbanc (d'après Colbeaux, p. 152).

Les niveaux L, M, N, O, n'ont pas livré de Brachiopodes.

— Niveaux P, Q, R.

Dès la base du niveau P, on constate un renouvellement des faunes par rapport aux faunes du niveau K.

Parmi les Brachiopodes de ces trois niveaux, nous avons pu distinguer trois biozones, parmi lesquelles deux étaient déjà reconnues par Rigaux en 1892 ou en 1908.

- Une biozone 1 à Pentamères Gypidulinae, rattachés au genre *Metabolipa* Godefroid, 1975. Elle comprend les deux niveaux à Pentamères de Rigaux : le "Calcaire à Pentamères inférieur" (Rigaux, 1892), encore appelé "Calcaire à *Pentamerus brevirostris*" (Rigaux, 1908), c'est le niveau P de ce travail, et le "Calcaire à Pentamères supérieur" (Rigaux, 1892) désigné ensuite sous le nom de "Calcaire à *Pentamerus globus*" (Rigaux, 1908) qui correspond au niveau R. La biozone 1 débute en P et se termine en R ou dans le Calcaire de Ferques. Rigaux, en 1908, signale deux spécimens de "*Pentamerus globus*" dans le Calcaire de Ferques.

D'après Meats, les Pentamères des deux niveaux appartiennent à une seule et même espèce qui reste à définir. Rigaux (1908, p. 25) les considérait déjà comme très proches.

La biozone 1 à *Metabolipa* recouvre complètement la zone de répartition d'une Rhyncho-

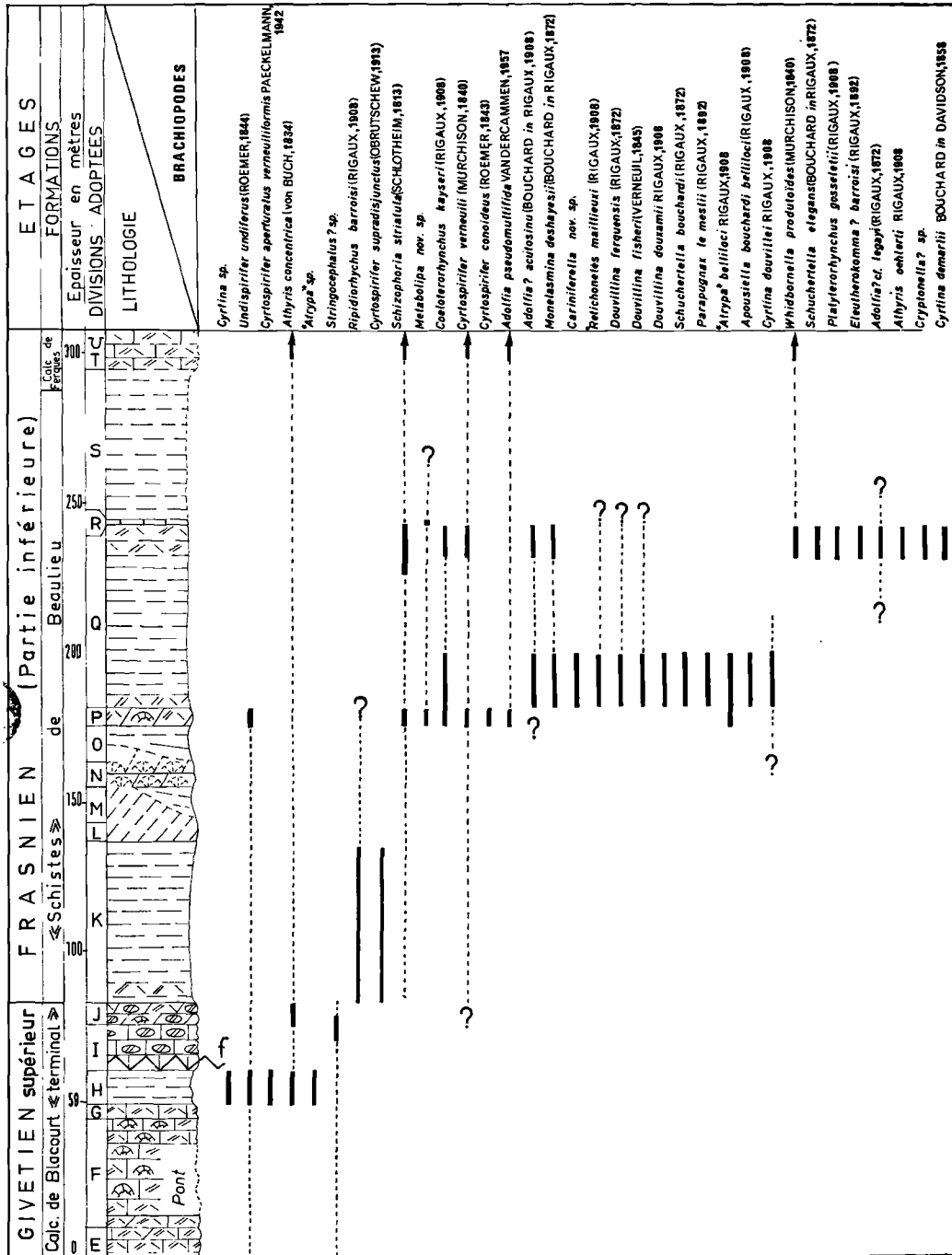


Tableau VII. — Répartition stratigraphique des Brachiopodes dans la nouvelle coupe (D.B.). L'espèce précédée d'un astérisque a été déterminée par P. Racheboëuf (Université de Brest). Les lignes interrompues indiquent une zone où l'espèce a déjà été signalée mais n'a pas encore été retrouvée dans la nouvelle coupe.

nelle : *Coeloterorhynchus kayseri*, restreinte aux niveaux P et Q.

- Les biozones 2 et 3 se situent à l'intérieur de la biozone 1.

La biozone 2 correspond à la zone à "*Spirifer*" *bouchardi belliloci* de Rigaux (1908). Elle est limitée à la partie inférieure du niveau Q et se caractérise par un grand nombre d'espèces à extension limitée :

Cariniferella n. sp.,
Douvillina douxamii,
Schuchertella bouchardi,
Parapugnax le meslii,
"*Atrypa*" *belliloci*.

D'après Rigaux, "*Spirifer*" *bouchardi belliloci* (= *Apousiella bouchardi belliloci*) apparaît dans le niveau à "Pentamères inférieur" (= niveau P). Nous n'avons pas retrouvé l'espèce en dehors du niveau Q, aussi nous maintenons la désignation de Rigaux pour la biozone 2.

La biozone 3 est limitée à la partie supérieure du niveau Q, c'est la zone à "*Orthotetes*" *elegans* de Rigaux (1892), surtout caractérisée par l'abondance du fossile de zone (*Schuchertella* ? *elegans*) auquel s'ajoutent des espèces communes : *Cyrtina demarllii*, *Athyris oehlerti*, *Cryptonella* ? sp. et d'autres rares : *Platyterorhynchus gosseleti*, *Eleutherokomma* ? *barroisi*. Dans cette biozone apparaît une espèce qui se maintient jusqu'au sommet du Calcaire de Ferques : *Whidbornella productoides*.

Pour conclure, nous dirons que les faunes de Brachiopodes récoltés dans les niveaux P, Q, R, nous ont permis de retrouver et de confirmer dans ses grandes lignes la zonation biostratigraphique de Rigaux.

Quant aux rapports avec l'Ardenne, ils peuvent s'établir à partir des Pentamères. Le genre *Metabolipa* étant signalé par Godefroid dans les niveaux récifaux des environs de Frasnès en Ardenne ("F2d" à "F2h" selon la terminologie de Maillieux, 1914) et les niveaux P à R des "Schistes" de Beaulieu du Boulonnais, sa présence suggère une corrélation possible entre ces niveaux. D'après Mouravieff et Bouckaert (1973, p. 94), les horizons "F2d" à "F2h" correspondent à la zone à *asymmetricus* (moyenne et supérieure) dans l'échelle des Conodontes.

Nous signalerons encore du point de vue datation que le genre *Coeloterorhynchus* trouvé

dans les niveaux P et Q de la nouvelle coupe est connu au Maroc dans le Frasnien 1 β , γ (Drot, 1971, p. 79).

IV. — TECTONIQUE

(J.P. C.)

Tableau VIII

La tranchée étudiée est encadrée, au Nord, par la faille de Landrethun de direction 110°, qui affecte à la fois les assises primaires et secondaires ; au Sud, par la faille de Ferques de même orientation que la précédente qui n'affecte que les assises primaires. Ces deux failles ont un caractère cisailant (Auffret-Colbeaux, 1976).

Les relevés effectués dans tous les horizons stratigraphiques recoupés du Givétien au Viséen ont donné les résultats suivants :

1) Des abords de la carrière des marbres du Boulonnais à la D. 243, les couches ont un pendage vers le SW variant de 30 à 50°. Ensuite, dans les schistes et grès de Caffiers (horizon B), elles montrent des pendages de 80° à 90° vers le NE. La direction des couches est comprise entre 120° et 130° dans les niveaux A, B, E et F, entre 85° et 110° de G à Z.

Les niveaux H et I servent donc de charnière à ces deux ensembles (A, B, E, F et G à Z).

Un antiforme de direction 32° a été relevé au bas de la D. 243, l'affleurement est trop limité pour pouvoir être interprété. Nous espérons pouvoir lever cette incertitude lors du percement de la D. 243.

2) Les niveaux I, J et Z ont seuls fourni suffisamment de mesures de joints (Tabl. VIII). Les familles de joints définies dans la tranchée s'intègrent bien à celles mises en évidence au cours d'un travail antérieur (Colbeaux, 1974). Néanmoins, quelques remarques semblent nécessaires.

a) Pour le Givétien :

Les autres affleurements cités sont situés également dans le massif de Ferques. Les familles de joints sont homologues de celles mises en évidence dans les carrières du Grisot et du Banc Noir, sauf pour les joints 104°-114°/

S 74°-86° qui ont même orientation que la faille relevée au contact I.-H (103°-108°/S 72°). De plus, les calcaires I et J sont fortement fracturés et la famille de joints 78°-86°/90° est postérieure à la famille 165°-176°/90°.

La surface du contact pélites K et calcaires J est striée (stries dirigées selon le pendage des couches). Toutefois, les pélites, en stratification normale sur les calcaires, ne présentent ni microplis, ni schistosité de fracture au voisinage de cette zone. Il faut donc n'y voir qu'un simple jeu de banc sur banc lié à la tectonique hercynienne.

b) Pour le Viséen.

Les joints ont des pendages plus faibles que ceux relevés dans le massif du Haut-Banc.

	GIVETIEN (I, J)			VISEEN (Z)		
Tranchée	5	26° 33' / 90°	a _i	7	13° 24' / E 78° 88°	c _i
	4	49° 56' / 90°	a _i	10	44° 58' / SE 60° 70°	c _i
	4	78° 86' / 90°	(p) c _i , n			
	4	104° 114' / S 74° 86°	?			
	3	165° 176' / 90°	(a) c _i	6	124° 138' / NE 66° 70°	c _i
Boulonnais		173° 13' 30°			24° 37'	
		44° 63°			55° 78°	
		134°			125° 133°	
	(1)	(2)	(3)	(1)	150° 163°	(2) (3)

Tableau VIII. — Les principales familles de joints dans les horizons I, J (Dévonien) et Z (Viséen) : Comparaison avec les résultats obtenus en Boulonnais ; (1) nombre de joints par % de surface ; (2) familles de joints, (a) = antérieur, (p) = postérieur ; (3) caractère : ci = cisailant, n = normal. (J.P. C.).

CONCLUSION

L'étude qui précède précise l'épaisseur et la lithologie des niveaux les plus anciens de la série dévonienne en Boulonnais : Poudingues de Caffiers (niveau A), "Schistes" et grès de Caffiers (niveau B). De nouveaux restes de plantes récoltés dans ce dernier niveau sont à l'étude.

La synthèse des données biostratigraphiques précédentes s'énonce comme suit :

Age et corrélations des niveaux F à J

(= Calcaire de Blacourt "terminal").

Première remarque. — A l'exception des Bryozoaires qui annoncent plutôt le Dévonien supérieur (Bigey, p. 148), les autres faunes sont givétiennes ou d'affinités givétiennes.

Deuxième remarque. — La microfaune permet de voir dans les niveaux H à J un équivalent latéral de la Formation de Fromelennes.

En effet, en reconnaissant parmi les Conodontes du niveau H, une association caractéristique de la base du membre inférieur de la Formation de Fromelennes en Ardenne d'une part, et dans les niveaux I et J, une espèce qui n'apparaît que dans le membre supérieur de la même formation en Ardenne d'autre part, Bultynck (p. 143) apporte la preuve de l'existence d'un équivalent de cette formation dans l'ensemble H à J de la nouvelle coupe. Il précise ainsi l'âge de ces niveaux. Les Ostracodes

confirment cette corrélation (Lethiers, p. 139) déjà proposée par Magne (1964) pour le sommet du Calcaire de Blacourt dans les carrières Tarstinkal. La corrélation est basée notamment sur la présence de *Cryptophyllus* sp 3, signalé dans le stratotype de la Formation de Fromelennes. Les autres groupes fossiles n'infirmes pas cette corrélation mais ne la confirment pas davantage.

Les niveaux sous-jacents à l'ensemble H à J, c'est-à-dire F et G, annoncent la Formation de Fromelennes par leur contenu en Conodontes pour le niveau G (Bultynck, p. 143) ou par leur contenu en Stromatopores pour le niveau F (Mistiaen, p. 143).

Les corrélations, entre les niveaux F à J de la nouvelle coupe et le sommet du Calcaire de Blacourt tel qu'il affleure dans les carrières Tarstinkal, posent encore quelques problèmes. Ces corrélations ne semblent pas évidentes si l'on compare la lithologie ou les résultats de l'analyse paléontologique des deux ensembles, à l'exception toutefois des Ostracodes.

Elles n'ont pu être établies, pour le moment, à partir des faunes de Conodontes, les quelques échantillons prélevés au sommet du Calcaire de Blacourt dans les carrières Tarstinkal n'ayant pas livré de faunes (Bultynck, p. 141). Magne, en 1964, signalait déjà cette pauvreté en Conodontes.

Les corrélations établies à partir d'autres groupes ne sont pas satisfaisantes car la plupart des formes signalées dans les niveaux F à J de la nouvelle coupe, qu'elles appartiennent aux Stromatopores, aux Tabulés, aux Rugueux, aux Bryozoaires ou aux Brachiopodes, n'ont pas toujours été reconnues au sommet du Calcaire de Blacourt dans les carrières Tarstinkal ou inversement. Le manque d'espèces communes rend donc malaisées ces corrélations.

Par contre, d'après Lethiers (p. 139), la faune d'Ostracodes des niveaux E à J est sensiblement identique à celle que Magne reconnaissait (1964) dans la partie supérieure du Calcaire de Blacourt des carrières Tarstinkal, bien que certaines espèces signalées par cet auteur, n'aient pas encore été retrouvées dans les niveaux de la nouvelle coupe.

Ces difficultés de corrélations pourraient s'expliquer par l'existence d'un paléomilieu très diversifié favorisant localement le développement de tel ou tel biotope.

Une autre explication peut être proposée : les niveaux F à J de la nouvelle coupe n'auraient pas d'équivalent latéral à la partie supérieure du Calcaire de Blacourt dans les carrières Tarstinkal, cette partie ayant été amputée par la faille longitudinale (Magne, 1964, p. 50) qui affecte la série dévonienne dans ces carrières à la base des "Schistes" de Beaulieu. Dans cette hypothèse, les niveaux H à J de la nouvelle coupe pourraient correspondre aux "Schistes et Calcaires Bastien" de Rigaux (1872, 1908), jamais plus signalés à l'affleurement depuis lors.

Ces deux explications ne s'excluent pas mutuellement.

Age et corrélations de niveaux K à S (= "Schistes" de Beaulieu).

— Les faunes de ces niveaux sont frasnienues.

— La base des "Schistes" de Beaulieu, niveau K, s'accompagne d'un renouvellement complet des faunes, au moins dans les trois groupes représentés (Ostracodes, Conodontes, Brachiopodes).

La présence, dans ce niveau, de marqueurs tels : *Polyzygia beckmanni* Krömmelbein, 1954, *Quasillites* ? sp. F parmi les Ostracodes, *Ancyrodella rotundiloba* Bryant, 1921 parmi les Conodontes, *Cyrtospirifer supradisjunctus* (Obrutschew, 1913) parmi les Brachiopodes, déjà signalés à la base des "Schistes" de Beaulieu dans les carrières Tarstinkal (Le Maître et Magne, 1964), confirme l'âge de ce niveau : Frasnien inférieur (= zone à *Pharciceras lunulicosta* Ziegler, 1958 = to I^a Krebs, 1959 = "F2a" ou base de la zone des "Monstres" en Ardenne.

D'après les faunes de Brachiopodes, l'extrême base des "Schistes" de Beaulieu n'affleure pas dans la nouvelle coupe. On n'y a pas retrouvé les calcaires en plaquettes à *Apousiella* ? *dorlodoti* (niveau de la Cédule) riche en Bryozoaires. Cette suppression (3 à 4 mètres) peut s'expliquer par un jeu inter banc (Colbeaux, p. 152).

— Les niveaux L et M n'ont pas livré de faunes. La Dolomie des Nocés (niveau N) renferme des traces indéterminables de Stromatopores ? et des Tabulés.

— A partir du niveau O chez les Ostracodes, P pour les Brachiopodes, on assiste à un autre renouvellement des faunes déjà annoncé par Rigaux (1908), établi par Magne pour les Ostracodes (1964).

— En ce qui concerne les constructeurs (Stromatopores, Rugueux, Tabulés), on constate un renouvellement complet des faunes par rapport aux faunes givétiennes à partir de P, niveau où ces constructeurs apparaissent pour la première fois, en nombre et bien conservés, dans le Frasnien du Boulonnais.

— Les riches faunes de Brachiopodes des niveaux P et Q confirment dans ses grandes lignes la zonation biostratigraphique de Rigaux (1908).

— Parmi les taxons reconnus dans les niveaux O, P, Q, R, un certain nombre se retrouve en Ardenne du "F2d" au "F2i" sensu Maillieux, 1914. Dans la zonation des Conodontes, ces niveaux pourraient correspondre à la zone à *asymmetricus* (moyenne et supérieure) et à une partie de la zone à *triangularis* (Mouravieff et Bouckaert, 1973).

* * *

BIBLIOGRAPHIE

- 1) AUFFRET J.P. et COLBEAUX J.P. (1976). — Structure du Boulonnais et de son prolongement sous-marin en Manche orientale. 4^e Réunion annuelle des Sciences de la Terre, Paris, p. 24.
- 2) BECKER G. (1971). — Ostracoda aus dem Mittel-Frasnium (Oberdevon) der Mulde von Dinant. *Bull. Inst. R. Sc. nat. Belgique*, Bruxelles, t. 47, n° 34, 82 p.
- 3) BONTE A. et Coll. (1971). — Notice de la carte géologique, feuille de Marquise au 1/50.000^e, 1^{re} édition.
- 4) BRICE D., BIGEY F., MISTIAEN B., PONCET J. et ROHART J.C. (1976). — Les organismes constructeurs (Algues, Stromatopores, Rugueux, Tabulés, Bryozoaires) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais - France). Associations. Répartition stratigraphique. *Mém. B.R.G.M.* (sous presse).
- 5) BULTYNCK P. (1975). — Conodontes de la Formation de Fromelennes aux bords Sud et Est du Bassin de Dinant et dans le Massif de la Vesdre. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, Liège, t. 94, Fasc. 1, p. 5-20.
- 6) COLBEAUX J.P. (1975). — Géométrie et Cinématique de la fracturation en Boulonnais. Extension vers l'Est. Thèse 3^e cycle, Lille.
- 7) DESILLY E. (1961). — Les Bryozoaires dévoniens de la Belgique. Le genre *Canutrypa* Bassler. *Bull. Inst. R. Sc. nat. Belgique*, Bruxelles, t. 37, n° 9, p. 1-12, 2 pl.
- 8) DEVOS I. (1963). — Etude statistique de *Cyrtospirifer supradisjunctus* (W.A. Obrutschew). *Ann. Soc. Géol. Nord*, Lille, t. LXXXII, p. 185-201, 25 fig. Pl. XX.
- 9) DROT J. (1971). — Rhynchonellida siluriens et dévoniens du Maroc présaharien. Nouvelles observations. *Notes Serv. géol. Maroc*, Rabat, t. 31, n° 237, p. 65-108, 10 pl. texte, 3 pl. photo.
- 10) ENGEL G. et SCHOUPE A. von (1958). — Morphogenetisch, taxioonomische Studie zu der devonischen Korallengruppe *Stringophyllum*, *Neospongophyllum* und *Grypophyllum*. *Paläont. Z.*, Stuttgart, v. 32, S. 67-114, 16 Abb., taf. 8, 9.
- 11) ERRERA M., MAMET B. et SARTENAER P. (1972). — Le Calcaire de Givet et le Givétien à Givet. *Bull. Inst. R. Sc. nat. Belgique*, Bruxelles, t. 48, Sciences de la Terre, n° 1, 59 p., 6 fig., 2 pl.
- 12) FEDOROWSKI J. (1965). — Lindstroemiidae and Amplexocariniidae (Tetracoralla) from the Middle Devonian of Skaly, Holy Gross Mountains, Poland. *Acta palaeont. polon.*, Warszawa, t. 10, p. 335-363, 3 fig., 6 pl.
- 13) FRECH F. (1886). — Die Cyathophylliden und Zaphrentiden des deutschen Mitteldevon. *Palaeont. Abh.*, Jena, t. 3, S. 115-234, Taf. 3-20.
- 14) GODEFROID J. (1974). — Les Gypidulinae des niveaux récifaux du Frasnien de Frasnes et de Boussu-en-Fagne. *Bull. Inst. R. Sc. nat. Belgique*, Bruxelles, t. 50, Sciences de la Terre, n° 9, p. 1-65, 16 fig., 7 pl.
- 15) GORYANOV V.B. (1961). — Novyj rod rugoz iz sredne-devonskich otlozenij juznoj Fergany (Nouveau genre de Rugueux du Dévonien moyen du Sud-Fergana). *Paleontol. E.*, Moscou. 1961 (1), p. 70-73, Pl. 8.
- 16) GORJANOV V.B. (1972). — Novye Ranne Devonskie Kolumnariion Srednej Azii (Columnariidés nouveaux du Dévonien inférieur d'Asie Centrale), 78-80, Pl 18-19, in Zanina I.E., ed.: *Novye vidy drevnich nastenij i bespozvonochnych S.S.S.R.* (Espèces nouvelles de plantes et d'invertébrés fossiles d'U.R.S.S.). A.N.S.S.S.R., Iz.-da "Nauka", Moskva, 1972.
- 17) GLINSKI A. (1955). — Cerioide Columnariidae (Tetracoralla) aus dem Eiflium der Eifel und des Bergischen Landes. *Senckenbergiana lethaea*, Frankfurt/Main, t. 36, p. 73-114, 27 Abb., Taf. 1-2.
- 18) KETTNEROVA M. (1932). — Paleontologicke studie z celechovickeho devonu. Cast IV Rugosa. *Trav. Inst. Geol. Paläont. Univ. Charles*, Praha. S. 97, 45 fig., 5 pl. (Résumé allemand).
- 19) MOURAVIEFF A.N. et BOUCKAERT J. (1973). — Maillieux's (1940) *Manticocers intumescens* (Beyrich) in the Belgian Frasnian with respect to the Conodont zonation. *Geologica et Palaeontologica*, Marburg, n° 7, p. 93-95, 2 fig.
- 20) KLAPPER G. (1975). — In Catalogue of Conodonts, v. 2, edited by W. Ziegler, Stuttgart.
- 21) KREBS W. (1959). — Zur Grenze Mittel-/Ober-Devon and zur Gliederung des Obersten Mittel-Devons und der tieferen Adorf-Stufe nach Conodonten. *Senckenbergiana lethaea*, Frankfurt/Main, v. 40, n° 5-6, S. 367-387, 1 Abb., 2 taf.
- 22) LECOMPTE M. (1939). — Les Tabulés du Dévonien moyen et supérieur du bord Sud du Bassin de Dinant. *Mém. Mus. R. Hist. Nat. Belgique*, Bruxelles, t. 90, 229 p., 23 pl.
- 23) LECOMPTE M. (1951-1952). — Les Stromatoporoïdes du Dévonien moyen et supérieur du Bassin de Dinant. Première partie. *Mém. Inst. R. Sc. nat. Belgique*, Bruxelles, n° 116, p. 1-125, Pl. I-XXXV. 1951. - Deuxième partie, *Ibid.*, n° 117, p. 216-359, Pl. XXXVI-LXX.
- 24) LECOMPTE M. (1967). — Le Dévonien de la Belgique et le Nord de la France. *Intern. Symp. Devonian System*, Calgary, t. 1, p. 15-52, 18 pl.
- 25) LE MAITRE D. et MAGNE F. (1964). Le Dévonien des carrières du "Banc Noir" et du "Griset" (Boulonnais). *Ann. Soc. Géol. Nord*, Lille, t. LXXXIV, p. 129-131.
- 26) LETHIERS F. (1970). — Quelques Ostracodes frasnien du Bas-Boulonnais (France). *Ann. Soc. Géol. Nord*, Lille, t. XC, p. 69-75, 2 fig., 2 pl.
- 27) LETHIERS F. (1974). — Biostratigraphie des Ostracodes dans le Dévonien supérieur du Nord de la France et de la Belgique. *Newsl. Stratigr.*, n° 3/2, p. 73-79, 2 fig.
- 28) 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.

- 30) MAILLIEUX E. (1914). — Nouvelles observations sur le Frasnien et en particulier sur les paléorécifs de la plaine des Fagnes. *Bull. Soc. belge Géol., Pal., Hydro.* Bruxelles, t. XXVII, 1913, Mém. p. 67-104.
- 31) MOURAVIEFF N.A. (1974). — Excursion F in Guide-book Intern. Symp. on Belgian micropaleontological limits from Emsien to Visean, Namur, 1974, edited by Bouckaert J. et Streel M., Bruxelles.
- 32) PEDDER A.E.H. (1972). — Species of the tetracoral genus *Themnophyllum* from the Givetian (Frasnian boundary beds of the district of Mackenzie), Canada. *J. Paleont.*, Tulsa, v. 46, 5, p. 696-710, 3 pl. 6 fig.-texte.
- 33) PEDDER A.E.H. (1973). — Description and biostratigraphical significance of the Devonian Coral Genus *Alaiophyllum* and *Grypophyllum* in Western Canada. *Geol. Surv. Canada, Bull.* 202, p. 93-116, Pl. 11-15.
- 34) PICKETT J. (1967). — Untersuchungen zur Familie Phillipsastreidae (*Zoantharia rugosa*). *Senckenbergiana lethaea, Frankfurt*, v. 48, S. 1-89, 19 Abb., 7 Taf.
- 35) RIGAUX E. (1892). — Notice géologique sur le Bas-Boulonnais. *Mém. Soc. Acad. Boulogne-sur-Mer*, t. XVI, p. 5-108, 2 pl., 2 tabl.
- 36) RIGAUX E. (1908). — Le Dévonien de Ferques et ses Brachiopodes. *Boulogne-sur-Mer*, 33 p., 2 pl., 1 tabl.
- 37) ROZKOWSKA M. and FEDOROWKI J. (1972). — Genus *Disphyllum* de Fromentel (*Rugosa*) in the Devonian of Poland and its distribution. *Acta paleont. pol.*, Warszawa, v. 17, 3, p. 265-340, Pl. I-XI, 28 fig.-texte. Résumé polonais et russe.
- 38) SCHURIGINA M.V. (1972). — Podklass Tetracoralla in Khodalevich A.N., ed. - *Kishechnopolostnye I Brachiopody Zhivetskikh Otlozhenij Vostochnogo Sklona Urala* (Coelentérés et Brachiopodes givétiens du flanc E de l'Oural). Izda. "Nedra", 1972, Moskva.
- 39) SCRUTTON C.T. (1969). — Corals and Stromatoporoids from the Chudleigh Limestone. *Proc. Ussher Soc.*, Redruth, v. 2, p. 102-106, 6 fig.
- 40) SMITH S. and THOMAS H.D. (1963). — On *Amplexus coralloides* Sowerby and some ampleximorph corals from the English Devonian. *Ann. Mag. nat. Hist.*, London, (13), v. 6, p. 161-172, Pl. 7-9.
- 41) TSIEN H.H. (1967). — Distribution of rugose corals in the Middle and Upper Devonian (Frasnian) reef complex of Belgium. *Inter. Symposium Devonian System*, Alberta, v. 2, p. 273-293, 14 fig.
- 42) TSIEN H.H. (1969). — Contribution à l'étude des *Rugosa* du Couvinien dans la région de Couvin. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, Louvain. t. 25, 174 p., 30 fig., 52 pl.
- 43) TSIEN H.H. (1976a). — *Rugosa* massifs du Dévonien de la Belgique. Vol. Jub. F. Kaisin. *Inst. Géol. Univ. de Louvain*. (sous presse).
- 44) TSIEN H.H. (1976b). — The sequence and distribution of Frasnian rugose coral faunas in Belgium. 2nd Symposium international esur les Coraux fossiles. *Mém. B.R.G.M.*, 1976. (sous presse).
- 45) UYENO T.T. (1974). — Conodonts of the Waterways Formation (Upper Devonian) of Northeastern and Central Alberta. *Geol. Surv. Can. Bull.* 232.
- 46) ZIEGLER W. (1958). — Conodontenfeinstratigraphische Untersuchungen an der Grenze Mitteldevon/Oberdevon und in der Adorfstufe. *Hess. Landesamt Bodenforschung Notizbl.*, v. 87, S. 7-77, 7 abb., 12 taf.

Stratigraphie du Westphalien d'Europe occidentale et de Pologne à la lumière des études palynologiques (microspores)

par S. LOBOZIAK (*), R. COQUEL (*) et A. JACHOWICZ (**)

(Planches V et VI)

Sommaire. — Quatre zones palynologiques d'association sont définies dans le Westphalien entre les bassins houillers d'Europe occidentale d'une part, et de Pologne, d'autre part.

Des zones de transition, qui ont été confrontées aux limites d'étages et de subdivisions de la classification de Heerlen, constituent les termes de passage entre les zones principales.

Summary. — Four principal coenozones are defined, in the Westphalian, between the Western Europe and Poland coalfields.

Transition zones, compared with the subdivisions limits of the Heerlen classification, represent the boundaries between the coenozones.

Depuis quelques années, le groupe de travail sur la Stratigraphie du Carbonifère au sein de la Commission Internationale de la Microflore du Paléozoïque s'est attaché à confronter les résultats palynologiques obtenus jusqu'alors, de manière à établir, pour le Carbonifère et en particulier dans un premier temps celui de l'Europe, une échelle de référence qui puisse ensuite être utilisée au problème de la définition de cet important système du Paléozoïque et de ses principales subdivisions, ainsi qu'à des corrélations inter-bassins.

Cet examen d'ensemble des microspores du Westphalien d'Europe occidentale et de Pologne, qui fait suite au projet d'étude du Westphalien de l'Europe de l'Ouest présenté par l'un d'entre nous (Loboziak, 1974) au dernier séminaire de la Stratigraphie du Paléozoïque (Boussens, septembre 1973) marque une étape dans ce vaste programme.

Pour sa réalisation il nous a fallu, dans un premier temps, consulter les nombreuses études

(*) Laboratoire de Paléobotanique de l'Université des Sciences et Techniques de Lille (France).

(**) Instytut Geologiczny, ul. Białego 5, Sosnowiec (Pologne).

Note déposée le 15 Avril 1976

acquises jusqu'à ce jour et plus précisément les travaux de synthèse les plus récents.

En plus de ces données purement bibliographiques, nous avons tenu compte, dans un second temps, lors d'une réunion de travail tenue à l'Institut de Géologie de Sosnowiec en septembre 1974, des observations communes de nombreuses préparations. Ceci nous a permis d'harmoniser nos vues, en particulier sur les différents problèmes que soulève, d'une manière générale, la détermination des espèces morphologiques.

I. — STRATIGRAPHIE DU WESTPHALIEN

Le Westphalien tient sa définition des Congrès de Heerlen de 1927 et 1935. Cette définition est toujours en vigueur malgré plusieurs propositions de groupes de travail à la Sous-Commission de la Stratigraphie du Carbonifère.

Sa limite inférieure est marquée par la base de la zone à *Gastrioceras subcrenatum*, et sa limite supérieure, par le conglomérat de Holz du bassin de Sarre-Lorraine.

Des niveaux marins, qui sont des niveaux facilement repérables, constituent les limites

entre le Westphalien A et B, d'une part, et B et C, d'autre part.

Par contre, la limite entre le Westphalien C et D a toujours correspondu, depuis les travaux de Pruvost (1934) et de Bertrand (1937), à un changement de la macroflore. Actuellement et jusqu'à nouvel ordre, cette limite se situe à l'apparition de *Neuropteris ovata* (2^e résolution du 5^e Congrès de Géologie et de Stratigraphie du Carbonifère, Paris, 1963, t. 1, pp. XXXVIII-XXXIX).

Les horizons repères marins, à l'exception de celui de la base du Westphalien (*), sont connus dans tous les bassins paraliés d'Europe occidentale qui nous intéressent ici. Aussi cette subdivision du Westphalien est facilement applicable (**).

Dans cette partie de l'Europe, seuls quelques bassins de Grande-Bretagne et celui de la Camocha (***) ont des charbons macérables dans le Westphalien inférieur. Dans le Nord-Pas-de-Calais, l'étude de l'assise de Flines (Namurien supérieur - Westphalien A inférieur) a porté sur les schistes des toits, murs et intercalaires. En Campine et dans la Ruhr, les couches inventoriées se situent au-dessus du niveau marin de Wasserfall.

Le sommet du Westphalien n'est atteint qu'en Sarre-Lorraine et dans les Asturies centrales. Partout ailleurs, ce sommet est absent.

En Pologne, la stratigraphie du Westphalien, à caractère principalement limnique, repose presque essentiellement sur des données lithologiques, paléobotaniques et palynologiques.

En Haute-Silésie, le Westphalien, tel qu'il est connu jusqu'à ce jour, comporte deux séries

(*) Le niveau marin à *Gastrioceras subcrenatum* a été reconnu, de façon certaine, dans la Ruhr (couche Sarnsbank), le Limbourg néerlandais, le Placard Basse-Sambre ou bassin de Spy en Belgique, ainsi que dans plusieurs bassins de Grande-Bretagne (Cumberland, North Staffordshire, etc.). Dans le Nord-Pas-de-Calais, cet horizon n'est que supposé car, jusqu'ici, aucun ammonioïde du type *G. subcrenatum* n'y a été découvert.

(**) En Sarre-Lorraine, la multiplicité des tonsteins à caractères pétrographiques identiques à ceux du Nord-Pas-de-Calais permet des corrélations aisées entre les deux bassins (Bouroz, 1967).

(***) La position dans l'échelle stratigraphique des séries houillères de La Camocha et des Asturies centrales est encore incertaine. Aussi, nous n'avons tenu compte des résultats obtenus dans ces bassins qu'avec les réserves d'usage.

lithologiques fondamentales définies en 1972 par plusieurs auteurs (Instytut Geologiczny, Prace, t. 61) : la série mulowcowa (série schisteuse) et la Krakowska série piaskowcowa (série Cracovio-gréseuse).

La limite inférieure de la série mulowcowa, située à la veine 407, est marquée par des niveaux à faune limnique et l'apparition (Stopa, 1957 et 1967) de *Lyginopteris hoeninghausi*. Sa limite supérieure est constituée par le passage des dépôts schisteux aux dépôts gréseux.

Cette série se divise, de bas en haut, en :

— couches de Zaleze dont la limite supérieure, qui est considérée sur des critères paléobotaniques et palynologiques comme limite entre le Westphalien A et B, correspond aux veines 326-328 et à un tonstein,

— couches d'Orzesze s. str., qui contiennent les veines 325 à 301 et dont la limite supérieure est le sommet de la série schisteuse. Dans la classification de Doktorowicz-Hrebnicki et Bochenski (1952), les couches d'Orzesze s. l. sont plus étendues, puisqu'elles comprennent toute la partie de la série mulowcowa sus-jacente à la veine 401.

La Krakowska série piaskowcowa est postérieure à la série mulowcowa. Sa limite supérieure est marquée par l'ultime veine des couches de Libiaz.

Stopa (1957 à 1967) subdivise cette série en : couches de Laziska (veines 218 à 208) qui correspondent au Westphalien B supérieur ; couches de Chelm = Westphalien C et couches de Libiaz = Westphalien D. D'autres auteurs (Instytut Geologiczny, Prace, t. 61) n'y font que deux subdivisions : les couches de Laziska (veines 218 à 202 du Westphalien B supérieur et Westphalien C) dont la partie supérieure (veines 207 à 202) correspond aux couches de Chelm de Stopa = Westphalien C, et les couches de Libiaz (depuis la veine 119) = Westphalien D.

L'apparition de *Neuropteris ovata* et plusieurs données palynologiques se rapportant aux genres *Thymospora* et *Torispora* entre les couches de Laziska et celles de Libiaz constituent le critère de reconnaissance le plus évident dans cette série.

Dans le bassin de Lublin, le Westphalien comprend la partie supérieure de la série pi-

kowcowo-mulowcowa (série schisto-gréseuse) et la totalité de la série mulowcowa connue jusqu'à présent.

La partie westphalienne de la série piaskow-cowo-mulowcowa ou couches de Kumov, qui nous intéresse plus précisément ici, a été inventoriée en paléobotanique (Migier, 1966) et en palynologie (Jachowicz, 1966). Un peu au-dessus des couches de Kumov a été découvert un niveau marin, avec *Dumbarella papyracea*, reconnu par Musial et Tabor comme l'équivalent de Katharina et du Clay Cross M.B. (travaux non encore publiés).

Ce niveau marin, qui est légèrement antérieur à la veine 305, est accepté, en fonction de la faune qu'il contient, comme limite entre le Westphalien A et B (*).

La partie tout à fait basale de la série mulowcowa appartient donc au Westphalien A. Quant au reste de cette série il est, selon la palynologie (Jachowicz, 1966), à situer du Westphalien B à D inférieur.

II. — CHOIX DES TAXONS

Un tel travail de coordination palynologique oblige au préalable à une sélection parmi les formes de la microflore qui est abondante et très riche à cette époque. Pour effectuer ce choix, nous avons été guidés par un certain nombre de critères qui sont :

- la valeur taxinomique,
- une différenciation bien nette, sans possibilité de confusion,
- la valeur stratigraphique (nous entendons par là, des taxons qui montrent, dans le Westphalien, le début ou la fin de leur biozone, ou encore qui y présentent des variations quantitatives notables),
- une répartition géographique large.

Dans plusieurs cas, lorsque les espèces d'un genre important n'apportaient que peu de données ou que leur choix s'avérait délicat et pouvait aboutir à des contestations, nous avons pris en considération le genre de forme.

(*) Pour les paléobotanistes polonais, cette limite se situerait quelque peu plus haut.

III. — DESCRIPTION SOMMAIRE ET EXTENSION VERTICALE DES TAXONS

Les microspores retenues sont au nombre de 24 : 19 espèces et 5 genres dont nous donnons ci-dessous une description sommaire, ainsi que l'extension verticale telle que nous l'avons trouvée lors des recherches bibliographiques.

CHAETOSPHAERITES POLLENISIMILIS (Horst, 1943) Butterworth et Williams, 1958 (Pl. V, fig. 1)

C'est un petit sporomorphe de 15 à 18 μ comportant une zone centrale à exine très épaissie et deux à trois expansions latérales translucides à bord arrondi. Aucune marque de déhiscence, ni aucune sculpture de la paroi ne sont visibles.

C'est une forme peu fréquente. En Grande-Bretagne, elle est signalée du Scremerston Coal Group au Millstone Grit = Viséen-Namurien A supérieur du Northumberland, et du Oil Shale Group au Upper Limestone Group = Viséen-Namurien A supérieur d'Ecosse. Dans le Nord-Pas-de-Calais, elle atteint le niveau marin de Poissonnière = limite Westphalien A et B. Elle n'est pas notée ailleurs en Europe occidentale.

En Haute-Silésie, elle est connue des couches de Pietrzkowice à celles de Zaleze = Namurien A-Westphalien A et, dans le bassin de Lublin, de la série wapienno-ilowcowa (série à calcaires et schistes fins) à la partie inférieure de la série mulowcowa (série schisteuse) = Viséen supérieur-Westphalien A.

PUNCTATISPORITES SINUATUS (Artuz, 1957) Neves, 1961 (Pl. V, fig. 7)

C'est une microspore bien différenciée du genre *Punctatisporites*. De taille comprise entre 75 et 140 μ , elle présente une exine épaisse, lisse ou faiblement ponctuée et montrant quelques bourrelets larges (10 μ), peu élevés, disposés de façon relativement ordonnée suivant la périphérie de la spore et les branches tri-radiaires. La marque trilète, qui peut parfois être cachée par ces froncements de l'exine, a des branches rectilignes, de longueur égale aux 2/3 du rayon de la spore.

Dans les bassins d'Europe occidentale, cette espèce est signalée, pour la première fois, dans le Limestone Coal Group d'Ecosse = Namurien A. En Grande-Bretagne, ainsi qu'en Campine et dans la Camocha, elle s'éteint sensiblement à la même époque = partie supérieure du Westphalien A. Par contre, dans le Nord-Pas-de-Calais, on la trouve encore, en quelques exemplaires, dans la partie inférieure du faisceau de Meunière = Westphalien B inférieur. Il est bon de noter qu'Agrali et Konyali (1969) font grimper cette espèce jusque dans le Westphalien C du bassin turc d'Amasra.

En Haute-Silésie, elle est rencontrée des couches de Pietrzkowice à la partie inférieure de celles de Laziska = Namurien A-Westphalien B supérieur et, dans le bassin de Lublin, de la série wapienno-ilowcowa à la partie moyenne inférieure de la série mulowcowa = Viséen supérieur-Westphalien B inférieur.

MICRORETICULATISPORITES NOBILIS

(Wicher, 1934) Knox, 1950

(Pl. V, fig. 4)

C'est une spore trilète avec un contour équatorial triangulaire à côtés légèrement convexes et à sommets arrondis. Les branches de la marque d'accolement atteignent généralement l'équateur. L'exine porte des murailles régulières et basses, déterminant un réticulum parfait à petits alvéoles arrondis (1 à 2 μ). La taille est comprise entre 30 et 45 μ .

Cette espèce apparaît sensiblement en même temps dans le Nord-Pas-de-Calais (légèrement sous le niveau marin de Poissonnière = sommet du Westphalien A) et en Grande-Bretagne (base des Middle Coal Measures = base du Westphalien B), un peu plus tardivement dans la Ruhr (partie moyenne des Essener Schichten = Westphalien B inférieur) et en Campine (partie supérieure de la zone d'Ash = Westphalien B moyen inférieur).

En Grande-Bretagne, on ne la rencontre plus au-delà de la partie moyenne des Upper Coal Measures = sommet du Westphalien C. Dans le Nord-Pas-de-Calais, sa limite d'extension se situe un peu plus haut (faisceau d'Edouard = Westphalien D inférieur). En Sarre-Lorraine, ainsi que dans plusieurs bassins du Centre de la France, elle semble atteindre des niveaux encore plus élevés (au-delà du Westphalien).

En Haute-Silésie, elle est trouvée de la partie inférieure des couches d'Orzesze s. str. à celles de Libiaz = Westphalien B inférieur - Westphalien D et, dans le bassin de Lublin, à partir de la partie moyenne inférieure de la série mulowcowa = Westphalien B inférieur - Westphalien D.

DICTYOTRILETES BIRETICULATUS

(Ibrahim, 1932) Potonié et Kremp, 1954

(Pl. V, fig. 6)

C'est une spore trilète à contour équatorial subtriangulaire à arrondi. La fente de déhiscence possède de longues branches rectilignes, peu visibles, qui peuvent atteindre l'équateur. La face proximale est lisse. La face distale montre des murailles basses, larges de 1 à 2 μ et déterminant un réticulum à mailles régulières de 7 à 12 μ de diamètre. La taille est comprise entre 27 et 60 μ .

Cette espèce débute, en Europe occidentale, au Namurien supérieur (Millstone Grit ou Passage Group d'Ecosse en Grande-Bretagne, faisceau de Marie dans le Nord-Pas-de-Calais, couche J dans la Camocha). Elle montre une zone d'expansion maximum qui correspond approximativement au Westphalien B.

C'est en Sarre (Barth, 1962) qu'on la rencontre le plus haut (Heiligenwalder Schichten = Westphalien D supérieur). Ailleurs, sa biozone se termine quelque peu plus bas : de la partie moyenne du Westphalien C à la partie inférieure du Westphalien D.

En Pologne, on la rencontre également, pour la première fois, au Namurien : partie inférieure des couches anticlinales (Siodlowe) = Namurien B de Haute-Silésie, série piaskowcowo-mulowcowa (série schisto-gréseuse) = Namurien B/C du bassin de Lublin. Elle atteint, dans ces deux bassins, les couches les plus élevées.

TRIQUITRITES SCULPTILIS Balme, 1952

(Pl. V, fig. 3)

C'est une spore trilète avec un contour équatorial triangulaire à côtés rectilignes et à sommets arrondis. La fente de déhiscence, à longues branches droites, demeure peu visible. Le bord équatorial est marqué par un léger épaissement s'élargissant aux sommets pour

former de petites oreilles régulières. La face distale est grossièrement réticulée par suite de la présence de murailles basses plus ou moins confluentes. La taille varie entre 25 et 45 μ .

Dans la plupart des bassins d'Europe occidentale, cette espèce est notée, pour la première fois, au Westphalien B moyen à supérieur (un peu plus tôt dans la Ruhr : partie moyenne des Bochumer Schichten = Westphalien A supérieur).

Elle n'a pas été vue au-delà du Westphalien D inférieur, exception faite des Asturies centrales où elle atteint le faisceau Modesta = Stéphanien inférieur ?

En Haute-Silésie, elle débute dans la partie supérieure des couches d'Orzesze s. str. = Westphalien B moyen inférieur et, dans le bassin de Lublin, dans la partie moyenne inférieure de la série mulowcowa = Westphalien B. Elle est encore présente dans les couches les plus supérieures de ces deux bassins.

REINSCHOSPORA SPECIOSA (Loose, 1934)
Schopf, Wilson et Bental, 1944
(Pl. V, fig. 5)

C'est une spore trilète avec une corona équatoriale ou subproximale, formée de fibrilles radiales, de longueur égale au rayon du corps central de la spore au centre des régions interradiales et diminuant fortement vers les sommets. Le contour équatorial, avec la corona, est de ce fait plus ou moins circulaire (contour de la partie centrale triangulaire à côtés concaves et à angles arrondis). Les branches de la fente de déhiscence atteignent le bord de cette partie centrale. La taille varie entre 50 et 92 μ .

Cette spore est peu fréquente. On ne la rencontre qu'en de rares occasions et en petit nombre. C'est dans la Camocha qu'elle est signalée en premier lieu (partie moyenne du Namurien A). D'une manière générale, sa biozone se situe entre la partie inférieure du Westphalien A (Grande-Bretagne et Campine) et le Westphalien C moyen à supérieur. Toutefois, dans les Asturies centrales, elle atteint le faisceau Sorriego = Stéphanien inférieur ?

En Pologne, elle débute dans la partie moyenne supérieure du Namurien. Sa biozone s'étend des couches anticlinales à celles de Libiaz = Namurien B supérieur - Westphalien

D en Haute-Silésie et, de la série piaskowcowo-mulowcowa à la partie moyenne supérieure de la série mulowcowa = Namurien B/C - Westphalien C dans le bassin de Lublin.

BELLISPORES NITIDUS (Horst, 1943)
Sullivan 1964
(Pl. V, fig. 2)

C'est une spore trilète avec un cingulum. Son contour équatorial est triangulaire avec des côtés droits ou concaves et des sommets arrondis. Le pourtour extérieur est ondulé à crénelé, avec des crénelures davantage marquées aux sommets. Les branches de la marque trilète atteignent le bord interne du cingulum qui est large de 2,5 à 5 μ . Des épaisissements, à bords crénelés et plus ou moins bien définis, affectent la surface distale de la spore, du pôle à l'équateur. La face proximale est lisse. La face distale est fovéolée. La taille est comprise entre 28 et 46 μ .

Cette espèce n'a été reconnue que dans quelques bassins occidentaux : en Grande-Bretagne, du Limestone Coal Group à la base du Passage Group d'Ecosse = Namurien, du Upper Limestone à la base des Lower Coal Measures = Namurien - base du Westphalien A du Northumberland et de Durham, ainsi que dans la Ruhr (en quelques exemplaires douteux), à la base du Westphalien B.

En Haute-Silésie, elle est connue des couches de Pietrzkowice à celles de Zaleze = Namurien A - Westphalien A et, dans le bassin de Lublin, de la série wapienno-ilowcowa à la partie inférieure de la série mulowcowa = Viséen supérieur - Westphalien A supérieur.

CRASSISPORA KOSANKEI
(Potonié et Kremp, 1955) Bharadwaj, 1957
(Pl. V, fig. 26-28)

C'est une spore trilète à contour subcirculaire à ovalaire et avec un cingulum peu différencié, constitué d'une zone un peu plus sombre que la partie centrale de la spore. La marque d'accolement demeure toujours peu visible. La face proximale est faiblement ornée, tandis que la face distale est couverte de petits cônes espacés et d'environ 2 μ de haut. La taille varie entre 40 et 105 μ .

Cette spore prend naissance au Namurien inférieur. Elle est relativement fréquente et parfois même abondante à travers tout le Westphalien.

DENSOSPORITES spp. (Berry, 1937)
Butterworth et al., 1964

(Pl. V, fig. 8-13)

Ce sont des spores trilètes à contour équatorial triangulaire à arrondi et qui présentent un cingulum massif, s'amincissant vers la périphérie. La marque d'accolement, à branches parfois flexueuses pouvant atteindre l'équateur, est généralement peu visible. La face proximale est ornée de granules et apicules plus accusés sur le cingulum. La face distale montre une sculpture souvent granulée au centre, et lisse, granuleuse, épineuse ou verruqueuse sur le cingulum. La taille oscille entre 25 et 85 μ .

Ces spores sont abondantes dans de nombreux niveaux du Westphalien. Elles marquent cependant un très net fléchissement vers la partie supérieure du Westphalien et peuvent même être absentes dans le Westphalien D (à l'exception de quelques rares niveaux).

LYCOSPORA spp.
(Schopf, Wilson et Bentall, 1944)
Potonié et Kremp, 1954

(Pl. V, fig. 20-23)

Ce sont des spores trilètes à contour triangulaire à arrondi, et avec à l'équateur, une différenciation équatoriale constituée, soit uniquement par un cingulum, soit encore par un cingulum s'amincissant en une zona. La marque d'accolement est nette avec des longues branches atteignant l'équateur. L'exine est peu épaisse et montre une ornementation le plus souvent ponctuée ou encore granulée. La taille est comprise entre 15 et 51 μ .

Ces spores sont majoritaires à travers tout le Westphalien.

LYCOSPORA NOCTUINA
Butterworth et Williams, 1958

(Pl. V, fig. 24, 25)

C'est une spore trilète avec un contour sphaerotriangulaire et une formation équato-

riale large de 4 à 8 μ , composée d'un cingulum et d'une frange importante. La marque d'accolement montre de longues branches parfois un peu flexueuses. La face proximale est lisse à faiblement ornementée. La face distale porte quelques gros granules et des verrues aplaties, de 1 à 3 μ de large et de longueur variable. La taille varie entre 27 et 47 μ .

Cette espèce débute au Viséen. Elle est surtout bien représentée au Namurien, mais peut occasionnellement se rencontrer en quelques rares exemplaires, tant en Europe occidentale qu'en Pologne, jusqu'au sommet du Westphalien A.

CIRRATRIRADITES SATURNI (Ibrahim, 1932)
Schopf, Wilson et Bentall, 1944

(Pl. V, fig. 16, 17)

C'est une spore avec une zona. Son contour équatorial est triangulaire avec des côtés nettement convexes. La marque d'accolement, bien visible, présentent de longues branches rectilignes en relief atteignant l'extrémité de la zona, qui est large et membraneuse, avec parfois une légère striation radiale. Le pôle central est granuleux. Le pôle distal porte une fovéole arrondie. La taille est comprise entre 50 et 100 μ .

Cette espèce prend naissance en Europe occidentale au Namurien supérieur (Grande-Bretagne et Nord - Pas-de-Calais) et s'étend au-delà du Westphalien (elle est toutefois absente dans la partie supérieure des Upper Coal Measures = Westphalien D en Grande-Bretagne).

En Pologne, on en signale déjà plusieurs exemplaires dans la partie tout à fait supérieure du Namurien A de Haute-Silésie.

CINGULIZONATES LORICATUS (Loose, 1934)
Butterworth et al., 1964

(Pl. V, fig. 14, 15)

C'est une spore trilète qui montre, à l'équateur, un anneau constitué d'une zone interne large et massive et d'une zone externe plus étroite et membraneuse. Son contour est sub-triangulaire à ovalaire. L'ornementation sur les deux faces, est faible ou nulle. La taille varie entre 24 et 50 μ .

Cette espèce est présente dès le Namurien supérieur (*). Elle est régulière, parfois relativement représentée et même localement abondante, jusqu'à la partie inférieure du Westphalien C (au-dessus du niveau marin de Rimbert = Aegir) où, pour la plupart des bassins (à l'exception de celui de Sarre-Lorraine), se situe le sommet de son épibole.

Sa biozone se termine un peu plus tard : dans la partie supérieure des Dorstener Schichten = Westphalien C supérieur de la Ruhr, dans la partie moyenne des Upper Coal Measures = sommet du Westphalien C en Grande-Bretagne, au sommet de l'assise de Sulzbach = sommet du Westphalien C en Sarre-Lorraine, dans la partie supérieure de la zone de Neroeteren = Westphalien C-D en Campine et dans le faisceau de Dusouich = Westphalien C-D dans le Nord - Pas-de-Calais.

En Haute-Silésie, elle est connue de la partie supérieure des couches anticlinales aux couches de Laziska = Namurien C - Westphalien C (le sommet de son épibole se situant dans les couches d'Orzesze s. str. = partie supérieure du Westphalien B inférieur), et dans le bassin de Lublin, de la série piaskowcowo-mulowcowa à la partie moyenne inférieure de la série mulowcowa = Namurien B - Westphalien B.

RADIIZONATES ALIGERENS (Knox, 1950)
Staplin et Jansonius, 1964 .

(Pl. V, fig. 18, 19)

C'est une spore trilète avec une formation équatoriale différenciée, de largeur égale ou légèrement supérieure à la moitié du rayon de la spore, et comprenant une partie interne sombre, surélevée par rapport à la face proximale et une grande frange fine qui porte des côtes et des plis radiaires irréguliers. Ces plis et côtes radiaires se prolongent jusque dans la partie externe du corps central. La marque d'accolement est le plus souvent peu visible. Elle a de longues branches à lèvres quelque peu en relief. Les surfaces de contact sont granuleuses. La face distale montre quelques gra-

(*) Smith et Butterworth (1967, p. 262) notent cette espèce à partir du Miospore Assemblage VI = Westphalien A. Cependant, ils signalent avoir rencontré des formes très proches de *C. loricator* dans des populations de *C. bialatus* des deux Miospores Assemblages sous-jacents.

nules et verrues. La taille est comprise entre 47 et 90 μ .

Cette espèce a une extension verticale assez limitée : Westphalien A moyen inférieur - Westphalien A supérieur (sous le niveau marin de Poissonnière). On ne la rencontre jamais en abondance et de façon régulière.

En Haute-Silésie, elle est signalée dès la partie inférieure des couches anticlinales = Namurien B. Elle ne s'étend pas au-delà de la partie supérieure des couches de Zaleze = Westphalien A supérieur. Dans le bassin de Lublin, elle n'a été reconnue que dans la partie inférieure de la série mulowcowa = Westphalien A supérieur.

ENDOSPORITES GLOBIFORMIS (Ibrahim, 1932)
Schopf, Wilson et Bentall, 1944

(Pl. V, fig. 29, 30)

C'est une spore trilète à contour équatorial subtriangulaire à circulaire et comprenant un corps central distinct (également subtriangulaire à circulaire) et un pseudo-sac à air. Le corps central est lisse ou faiblement orné et de rayon sensiblement égal ou inférieur à la largeur du pseudo-sac à air, lequel est granulé. La marque d'accolement est visible avec des branches qui se prolongent au-delà du corps central. La taille varie entre 62 et 161 μ .

Cette espèce, qui s'étend bien au-delà du Westphalien, est notée dans le Nord - Pas-de-Calais dès le faisceau de St Georges = Namurien supérieur. Partout ailleurs en Europe occidentale, on la découvre plus tard, à des époques un peu différentes : partie inférieure des Lower Coal Measures = Westphalien A inférieur en Grande-Bretagne, partie supérieure des Bochumer Schichten = Westphalien A supérieur dans la Ruhr, couche 23 = Westphalien B inférieur dans la Camocha, partie inférieure de la zone d'Ash = Westphalien B inférieur en Campine.

En Pologne, elle n'est connue qu'au Westphalien : à partir des couches de Zaleze jusqu'à celles de Libiaz en Haute-Silésie et dans la série de mulowcowa dans le bassin de Lublin.

SCHULZOSPORA RARA Kosanke, 1950

(Pl. V, fig. 31)

C'est un grain de pollen monosaccate de forme elliptique. Le corps central circulaire porte une marque trilète à longues branches rectili-

gues. Le sac à air est peu allongé. Par rapport au corps central, son grand axe débordé de 10 à 15 μ et son petit axe de 4 à 5 μ . Le corps central et le sac à air sont uniformément ponctués. Cette ponctuation est cependant peu accusée, certains individus paraissant même lisses. La taille varie entre 48 et 125 μ .

Cette espèce est signalée depuis le Namurien supérieur en Grande-Bretagne, le Nord-Pas-de-Calais et la Camocha. En Campine et dans la Ruhr, elle a été recueillie plus tard (Westphalien A moyen). Son fuseau est peu étendu puisqu'il s'interrompt sous le niveau marin de Poissonnière ou Katharina = limite Westphalien A et B.

En Pologne, elle débute plus tôt (Namurien A) et disparaît quelque peu plus tard (couches d'Orzesze s. str. = partie supérieure du Westphalien B inférieur en Haute-Silésie, partie moyenne inférieure de la série mulowcowa = Westphalien B inférieur dans le bassin de Lublin).

LAEVIGATOSPORITES spp. Ibrahim, 1933
(Pl. VI, fig. 1-6)

Ce sont des spores monolètes à fente rectiligne ou curviligne souvent nette et fine. L'exine est généralement mince, mais peut parfois être fortement épaissie. Le contour équatorial est ovoïde, le contour méridien est en forme de haricot. Le rapport d'axe largeur/longueur varie de 0,4 à 1. La taille (du grand axe) est comprise entre 12 et 160 μ .

En Europe de l'Ouest, les premières monolètes lisses ont été rencontrées (en un très petit nombre d'exemplaires) dans les couches M/N = Namurien A supérieur de la Camocha et dans le Upper Limestone Group du West Five d'Ecosse = Namurien A supérieur de Grande-Bretagne. Dans le Nord - Pas-de-Calais, leur première apparition se situe un peu plus tard, au sommet du faisceau de Marie = Namurien supérieur.

Ce genre de forme, toutefois, n'atteint son véritable développement dans ces bassins que bien plus haut, plus exactement dans la partie inférieure du Westphalien : couche 2 dans la Camocha, Miospore Assemblage VI en Grande-Bretagne, faisceau de Modeste dans le Nord-Pas-de-Calais.

En Pologne, ces microspores apparaissent au Namurien A : couches de Pietrzkowice en Haute-Silésie et série mulowcowa z wapieniami dans le bassin de Lublin. La base de leur épibole, tout comme en Europe occidentale, se situe dans la partie tout à fait inférieure du Westphalien.

PUNCTATOSPORITES spp. Ibrahim, 1933
(Pl. VI, fig. 7-11)

Ce sont des spores monolètes le plus souvent ovales, parfois arrondies, régulièrement ornementées de granules, épines ou cônes inférieurs à 1 μ . Le rapport d'axe largeur/longueur oscille entre 0,6 et 1. La taille est comprise entre 10 et 50 μ .

Ces spores sont absentes à la base du Westphalien. Leur première apparition (qui correspond à l'espèce *P. minutus*) se situe dans le Westphalien A moyen. Sa fréquence est assez irrégulière suivant les bassins. Il semble toutefois que ce genre atteigne son plein épanouissement au-dessus du niveau marin de Rimbart ou Aegir = limite Westphalien B et C avec la présence, aux côtés de *P. minutus*, d'individus à ornementation plus régulière et moins dense du type *P. granifer*.

Dans la partie supérieure du Westphalien, on note l'apparition d'individus à contour plus arrondi et à grains plus gros (*P. rotundus*).

En Pologne, leur biozone débute dans la partie inférieure du Westphalien et leur maximum d'abondance se situe à partir du Westphalien C moyen.

THYMOSPORA OBSCURA-THIESSENII
(Kosanke, 1950)
Wilson et Venkatachala, 1963
(Pl. VI, fig. 17-20)

Ce sont des spores monolètes de forme ovale ou arrondie. La fente de déhiscence est peu nette, souvent déformée par l'ornementation et égale à plus de la moitié de la longueur de la spore. L'exine est ornée de ponctuations vermiculeuses nettes, plates et régulières, ou de vermicules plus ou moins soudés les uns aux autres en crêtes et séparés par des sillons. Entre ces ornements on note la présence de grains fins et épars. La taille est comprise entre 17 et 34 μ .

Ces spores apparaissent dans la partie supérieure du Westphalien. C'est dans la Ruhr (individus douteux) qu'on les découvre en premier lieu : partie moyenne des Dorstener-Schichten = Westphalien C inférieur. Partout ailleurs, elles sont notées, pour la première fois, sensiblement à la même époque : partie moyenne des Upper Coal Measures en Grande-Bretagne, partie moyenne du faisceau d'Ernestine dans le Nord-Pas-de-Calais, partie supérieure de la zone de Neeroeteren en Campine.

Dans la partie étudiée des Asturies centrales, elles sont présentes dès la base (faisceau Calizas = Westphalien C supérieur) et ceci déjà en abondance. En Sarre-Lorraine, elles montrent une présence plus soutenue et quantitativement plus importante à partir du tonstein 60 (zone de St Avold = Westphalien D moyen). Ailleurs, il ne semble pas que l'on ait atteint leur zone d'expansion.

En Haute-Silésie, ces microspores ont été reconnues, en quelques rares exemplaires, dans la partie moyenne et supérieure des couches de Laziska = Westphalien C. Elles sont plus fréquentes dans les couches de Libiaz = Westphalien D. Dans le bassin de Lublin, elles ne sont présentes que dans la partie supérieure de la série mulowcowa = Westphalien D.

TORISPORA SECURIS Balme, 1952

T. LAEVIGATA Bharadwaj, 1957

(Pl. VI, fig. 12-16)

Ce sont des spores qui se composent de deux parties plus ou moins distinctes : l'une transparente, la spore *s. str.* ; l'autre plus opaque, la crassitude. Leur contour est parfois ovale, mais il est le plus souvent déformé, d'une manière plus ou moins prononcée, par la crassitude. La fente germinale, lorsqu'elle est visible, est souvent monolète, parfois irrégulière ou trilétoïde et située sur la partie claire de la spore. La crassitude peut être distincte et franche ou mal délimitée par rapport à la partie claire. Elle peut être, soit polaire, soit longitudinale ou même présenter de nombreuses variantes. L'exine est lisse ou ponctuée à microgranulée, avec des microgranules arrondis ou pointus, à répartition régulière et assez dense. La taille (pour le plus grand axe) est comprise entre 24 et 36 μ .

Ces spores ont été vues pour la première fois en Europe occidentale (en quelques rares exem-

plaires) au sommet de l'assise de St-Ingbert de Sarre-Lorraine = sommet du Westphalien B. Dans les autres bassins (à l'exception de celui des Asturies centrales où ces spores n'ont pas été rencontrées), leur apparition se situe dans le Westphalien C inférieur. Elles deviennent plus abondantes quelque peu plus haut, sauf en Sarre-Lorraine où elles ne sont spores principales que vers le sommet de l'assise de Sulzbach = Westphalien C supérieur.

En Haute-Silésie, elles apparaissent dans la partie inférieure des couches de Laziska = Westphalien B supérieur. Elles ne deviennent cependant abondantes qu'à partir de la partie supérieure des couches de Laziska = Westphalien C supérieur. Dans le bassin de Lublin, elles sont présentes à partir de la partie moyenne supérieure de la série mulowcowa = Westphalien C.

VESTISPORA FENESTRATA

(Kosanke et Brokaw, 1950)

Wilson et Venkatachala, 1963

(Pl. VI, fig. 23, 24)

C'est une spore à contour ovalaire à circulaire, de taille comprise entre 54 et 94 μ , et qui présente :

— une membrane externe épaisse, à nombreux alvéoles arrondis, de 2 à 3 μ de diamètre, séparés par des murailles basses et larges de 1 à 2 μ et possédant une surface operculaire (connue sous le nom de *Foveolatisporites quasitus*) réticulée, à mailles arrondies et de 1 à 5 μ de diamètre,

— et une membrane interne peu visible.

Cette espèce fait son apparition en Europe occidentale (quelques rares individus) au sommet du Westphalien B (immédiatement sous le niveau marin de Rimbart) dans les schistes de l'Est du Nord-Pas-de-Calais (plus haut dans les charbons de l'Ouest) et en Sarre-Lorraine (partie supérieure de l'assise de St-Ingbert). Cependant, sa présence ne devient effective, en Europe occidentale, que dans la partie inférieure du Westphalien C.

En Haute-Silésie, elle est connue à partir de la partie inférieure des couches de Laziska = Westphalien B supérieur et, dans le bassin de Lublin, à partir de la partie moyenne supérieure de la série mulowcowa = Westphalien C.

VESTISPORA PSEUDORETICULATA
Neves, 1964

(Pl. VI, fig. 21, 22)

C'est une spore à contour arrondi. La membrane externe porte une forte ornementation à grandes murailles parfois jointives et un réseau secondaire bien développé à mailles de 2 à 8 μ de diamètre. Le corps central demeure toujours très peu visible. L'opercule, connu sous le nom de *Reticulatasporites teichmulleri*, montre des murailles plus importantes par rapport à l'ornementation générale, ces murailles constituant de petites mailles allongées de 5 μ de long et 1 à 2 μ de large. La taille est comprise entre 50 et 130 μ .

Le premier individu appartenant à cette espèce a été recueilli en Europe occidentale dans le Millstone Grit = Namurien supérieur du Yorkshire en Grande-Bretagne. Toutefois, cette espèce ne débute réellement que dans le Westphalien A.

En Pologne, elle n'est connue que dans le Westphalien.

FLORINITES spp.
Schopf, Wilson et Bentall, 1944

(Pl. VI, fig. 27-30)

Ce sont des grains de pollen monosaccates à contour ovalaire à arrondi. Le corps central, souvent peu distinct, porte parfois une marque trilète peu ou pas visible. Le sac à air est infraréticulé et entoure complètement le corps central à la périphérie de la face proximale duquel il est fixé. Leur taille varie entre 30 à plus de 200 μ .

Ce genre de forme est noté, pour la première fois, en Europe occidentale (avec l'espèce *F. similis*) dans les couches M/N de La Camocha = Namurien A supérieur. Ailleurs, il débute au Namurien le plus supérieur : Passage Group d'Ecosse, en Grande-Bretagne, faisceau de Saint Georges dans le Nord - Pas-de-Calais. Il devient important dans la partie inférieure du Westphalien, après l'apparition et le développement de ses espèces les plus représentatives.

En Pologne, il n'est connu qu'à partir du Namurien B. La base de sa zone d'abondance se situe au Westphalien A moyen.

FLORINITES JUNIOR
Potonié et Kremp, 1956

(Pl. VI, fig. 25, 26)

C'est un grain de pollen monosaccate à contour ovalaire. Le corps central, souvent distinct, est de taille modeste (rayon nettement inférieur à la largeur de la couronne constituée par le sac à air). La marque d'accolement n'est pas visible. Le sac à air est bien développé et infraréticulé. La taille est comprise entre 70 et 90 μ .

Cette espèce n'est pas présente dans les couches du Westphalien inférieur. Sa première apparition se situe dans le Nord - Pas-de-Calais à la base du faisceau de Meunière = Westphalien B inférieur. En Campine et dans la Ruhr, cette apparition se remarque approximativement à la même époque. Ailleurs, cette espèce n'est pas citée.

En Haute-Silésie, elle a été reconnue pour la première fois dans la partie moyenne des couches de Zaleze = Westphalien A moyen. Elle est absente dans la partie tout à fait supérieure des couches de Libiaz. Elle n'est pas signalée dans le bassin de Lublin.

IV. — ZONES PALYNOLOGIQUES
ET RELATIONS
AVEC LA CLASSIFICATION DE HEERLEN

L'extension verticale des microspores choisies est donnée par le Tableau I. Chacune de ces microspores est représentée par un trait qui peut parfois être scindé en un trait continu qui représente la zone d'expansion ou une zone à présence soutenue et en un trait discontinu qui correspond à une zone de présence réduite et incertaine. A droite du tableau sont inscrites les zones communes d'association ou cénozones, qui découlent de ces fuseaux.

Ces zones, au nombre de quatre sont, de bas en haut : la zone I ou zone à *Radiizonates aligerens*, la zone II ou zone à *Florinites junior*, la zone III ou zone à *Torispora securis-laevigata* et la zone IV ou zone à *Thymospora obscura-thiessenii*. Entre ces zones principales, nous avons envisagé des zones de transition ou zones de passage d'une cénozone à l'autre, dont le tracé, de plus ou moins grande amplitude, correspond à l'intervalle de temps dans lequel se

CLASSIFICATION DE HEERLEN		WESTPHALIEN				ZONES D'ASSOCIATION	
		A	B	C	D	I à IV	
C. pollenimilla		1 2 3					Zone I à R. aligerens
P. sinuatus		1 2 3	2				Zone II à F. junior
M. nobilis		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
D. bireticulatus		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
T. sculptilis		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
R. speciosa		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
B. nitidus		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
C. kosankei		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
Densosporites spp		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
Lycospora spp		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
L. noctuina		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
C. saturni		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
C. lorricatus		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
R. aligerens		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
E. globiformis		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
S. rara		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
Laevigatosporites spp		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
Punctatosporites spp		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
T. obscura-thiessenii		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
T. securis-laevigata		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
V. fenestrata		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
V. pseudoreticulata		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
Florinites spp		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
F. junior		1 2 3	2 3				Zone III à T. securis-laevigata
							Zone IV à T. obscura-thiessenii

1 Europe occidentale 2 Haute Silésie 3 Lublin

Ligne d'extension verticale parfois scindée en

zone d'expansion

" à présence réduite

Tableau I. — Extension verticale des microspores considérées.

situé, pour les divers bassins considérés, les événements marquants, tels que bases ou sommets de biozones qui les caractérisent.

1) **Zone I** ou zone à *Radiizonates aligerens*.

Cette première zone palynologique du Westphalien est marquée par l'association suivante :

Chaetosphaerites pollenisimilis, *Punctatisporites sinuatus*, *Dictyotriletes bireticulatus*, *Reinschospora speciosa*, *Crassisporea kosankei*, *Densosporites* spp., *Lycospora* spp., *Lycospora noctuina* (rare), *Cirratirradites saturni*, *Cingulizonates*

lorricatus, *Radiizonates aligerens*, *Endosporites globiformis*, *Schulzospora rara*, *Laevigatosporites* spp., *Punctatosporites* spp., *Vestispora pseudoreticulata* et *Florinites* spp.

En Pologne, on y rencontre encore *Bellisporites nitidus* et, dans la partie supérieure, les premiers individus de *Florinites junior*.

Par rapport aux couches antérieures, cette zone se différencie par la présence de *Radiizonates aligerens*, *Vestispora pseudoreticulata* et des premières formes monolètes ponctuées du genre *Punctatosporites*, de même que par le

développement des *Laevigatosporites* spp. et *Florinites* spp.

Sa limite inférieure, qui se situe plus haut que la zone à *Gastrioceras subcrenatum* considérée dans la classification de Heerlen comme limite entre le Namurien et le Westphalien, est liée aux résultats du groupe de travail sur le Namurien et sera à préciser.

2) Zone II ou zone à *Florinites junior*.

Cette zone se caractérise par l'association suivante :

Microreticulatisporites nobilis, *Dictyotriletes bireticulatus*, *Triquitrites sculptilis*, *Reinschospora speciosa*, *Crassispora kosankei*, *Densosporites* spp., *Lycospora* spp., *Cirratiradites saturni*, *Cingulizonates loricatus*, *Endosporites globiformis*, *Laevigatosporites* spp., *Punctatosporites* spp., *Vestispora pseudoreticulata*, *Florinites* spp., *Florinites junior* (première apparition en Europe occidentale).

En Pologne, on y rencontre encore, de temps en temps, quelques rares individus de *Punctatisporites sinuatus* et de *Schulzophora rara*.

Sous cette zone, nous distinguons une zone de transition I-II dans laquelle disparaissent : *Chaetosphaerites pollenisimilis*, *Punctatisporites sinuatus* (légèrement plus haut en Pologne), *Lycospora noctuina*, *Radiizonates aligerens* et *Schulzospora rara* (légèrement plus haut en Pologne), tandis qu'y sont rencontrées pour la première fois : *Microreticulatisporites nobilis* et *Triquitrites sculptilis*.

Cette zone de transition est matérialisée, en Europe occidentale, par le niveau marin de Poissonnière = Katharina qui, dans la classification de Heerlen, constitue la limite entre le Westphalien A et B.

3) Zone III ou zone à *Torisporea securis-laevigata*.

Cette zone est caractérisée par l'association suivante :

Microreticulatisporites nobilis, *Dictyotriletes bireticulatus*, *Triquitrites sculptilis*, *Crassispora kosankei*, *Reinschospora speciosa*, *Densosporites* spp., *Lycospora* spp., *Cirratiradites saturni*, *Cingulizonates loricatus*, *Endosporites globiformis*, *Laevigatosporites* spp., *Punctatosporites* spp., *Torisporea securis*, *Vestispora fenestrata*, *Vestispora pseudoreticulata*, *Florinites* spp., *Florinites junior*.

Tout à fait à son sommet, dans la Ruhr et en Haute-Silésie, ont été reconnues les premières monolètes verruqueuses du genre *Thymosporea* (présence très rare et très irrégulière).

Sous cette zone, nous différencions une zone de transition II-III dans laquelle apparaissent *Torisporea securis* et *Vestispora fenestrata*, tandis que *Cingulizonates loricatus* y montre une très forte régression (sommet de l'épibole).

Dans tous les bassins, à l'exception de ceux de Sarre-Lorraine et de Haute-Silésie, où *Torisporea securis* et *Vestispora fenestrata* apparaissent légèrement plus tôt, la zone de transition II-III se situe un peu au-dessus du niveau marin de Rimbart = Aegir qui, dans la classification de Heerlen, constitue la limite entre le Westphalien B et C.

4) Zone IV ou zone à *Thymosporea obscura-thiessenii*.

Dans cette ultime zone du Westphalien, nous reconnaissons l'association suivante :

Reinschospora speciosa, *Crassispora kosankei*, *Densosporites* spp., *Lycospora* spp., *Cirratiradites saturni*, *Laevigatosporites* spp., *Punctatosporites* spp., *Thymosporea obscura-thiessenii*, *Torisporea securis*, *Vestispora fenestrata*, *Vestispora pseudoreticulata*, *Florinites* spp.

Plusieurs espèces y montrent, à des époques plus ou moins différentes, la fin de leur biozone. C'est le cas, en particulier, de *Microreticulatisporites nobilis*, *Dictyotriletes bireticulatus*, *Triquitrites sculptilis* et *Florinites junior*.

Sous cette zone, nous distinguons une zone de transition III-IV dans laquelle apparaissent les *Thymosporea obscura-thiessenii* (un peu plus tôt dans la Ruhr et en Haute-Silésie). *Cingulizonates loricatus* y disparaît alors que *Microreticulatisporites nobilis* et *Dictyotriletes bireticulatus* y subissent une très nette régression.

Dans tous les bassins, l'apparition des monolètes verruqueuses précède de très peu celle de *Neuropteris ovata* qui constitue actuellement la limite entre le Westphalien C et D.

Dans la plupart des bassins considérés, à l'exception de ceux de Sarre-Lorraine et de Haute-Silésie, ainsi que celui des Asturies centrales dont la position stratigraphique demande toutefois à être précisée, ces monolètes ne sont jamais nombreuses.

En Sarre-Lorraine, cette abondance débute dans la partie supérieure de la zone de St-Avold et est matérialisée par le tonstein 60. En 1967, sur proposition d'Alpern et Liabeuf, le 6^e Congrès de Géologie et de Stratigraphie du Carbo-

nifère (Sheffield, part. 1, p. XLIII) avait retenu cette base d'épibole, qui correspond d'ailleurs à l'apparition des *Pecopteris cyatheoides* (Laveine, 1974), comme limite supérieure du Westphalien.

V. — CONCLUSIONS

Le premier projet de corrélations palynologiques du Westphalien dans le cadre du groupe de travail sur la Stratigraphie du Carbonifère à la C.I.M.P. intéressait l'ensemble des bassins d'Europe occidentale (Loboziak, 1974).

Le présent travail, qui s'étend aux bassins d'Europe centrale (Pologne), est un apport supplémentaire au vaste programme de coopération proposé à toute l'Europe, en particulier à l'Europe orientale, qui, avec ses nombreux bassins houillers, dispose d'un matériel palynologique abondant et riche.

Les essais de corrélation effectués ici ont abouti à l'établissement de quatre zones principales d'association délimitées par des zones de transition, lesquelles ont ensuite été confrontées aux limites de subdivisions proposées par la classification de Heerlen.

Le premier axe westphalien de la zonation correspond à la base de la zone inférieure ou

zone à *Radiizonates aligerens*. La microflore du Westphalien tout à fait inférieur ne se différencie pas de celle du Namurien supérieur, puisque cet axe se situe au-dessus de la zone à *Gastrioceras subcrenatum* qui est considérée comme limite entre le Namurien et le Westphalien.

La limite inférieure du Stéphanien, qui demeure bien entendu liée à la définition qui sera donnée au Westphalien, reste toujours fixée pour l'instant, et ceci malgré plusieurs propositions, au conglomérat de Holz du bassin Sarro-Lorrain.

L'une de ces propositions est basée sur des arguments palynologiques (Alpern et Liabeuf, 1967) et consiste à descendre cette limite à la base du développement des monolètes verrucueuses du genre *Thymospora*. Cet événement, vérifié en Sarre-Lorraine et Haute-Silésie, n'est pas un fait isolé puisqu'il correspond, dans le premier bassin, à l'apparition des *Pecopteris cyatheoides* (Laveine, 1974) et est en outre, matérialisé par un argument lithologique constitué par le tonstein 60.

Les résultats palynologiques s'intègrent bien à ceux des autres disciplines paléontologiques. Leur homogénéité se vérifie une fois de plus dans cette étude comparative qui représente un maillon de travail de longue haleine entrepris sur la stratigraphie de l'ensemble du Carbonifère de l'Europe.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- 1) AGRALI B. et KONYALI Y. (1969). — Etude des microspores du bassin carbonifère d'Amasra. *Bull. of the Mineral Res. and Expl. Inst. of Turkey*, n° 73, p. 45-132.
- 2) ALPERN B., CHOFFE M., LACHKAR G. et LIABEU F. J.J. (1969). — Synthèse des zonations palynologiques des bassins houillers de Lorraine et de Sarre. *Rev. de Micropaléontologie*, vol. 11, n° 4, p. 217-221.
- 3) ALPERN B. et LIABEU F. J.J. (1967). — Considérations palynologiques sur le Westphalien et le Stéphanien. Propositions pour un stratotype. *C.R. Ac. Sc.*, t. 265, série D, p. 840-843.
- 4) BARTH G. (1962). — Palynologisch-Stratigraphische Untersuchungen im Westfal D (Heiligenwalder und Luisenthaler Schichten) des Saarkarbons im Bereich des östlichen Reviers. *Diss.*, Saarbrücken.
- 5) BERTRAND P. (1937). — Tableau des flores successives du Westphalien supérieur et du Stéphanien. *C.R. 2^e Congrès pour l'Avanc. des Etudes de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère*, t. 1, p. 67-79, Heerlen, 1935.
- 6) BHARADWAJ D.C. et KREMP G. (1955). — Die sporenführung der Veliner Schichten des Ruhrkarbons. *Geol. Jb.*, Bd 71, p. 51-68.
- 7) BOUROZ A. (1967). — Corrélations des tonsteins d'origine volcanique entre les bassins houillers de Sarre-Lorraine et du Pas-de-Calais. *C.R. Ac. Sc.*, t. 264, p. 2729-2732.
- 8) CHÂTEAUNEUF J.J. (1973). — Palynologie des faisceaux productifs du bassin central des Asturies (Espagne). *C.R. 7^e Congrès Int. de Strat. et de Géol. du Carb.*, t. 2, p. 297-321, Krefeld, 1971.
- 9) Cinquième Congrès de Géologie et de Stratigraphie du Carbonifère. Partie officielle. *C.R.*, t. 1, p. 1-XLVI, Paris, 1963.
- 10) COQUEL R. (1974). — Etude palynologique de la série houillère dans l'unité de production de Valenciennes du bassin houiller du Nord de la France. *Thèse d'Etat*, Lille.

- 11) GREBE H. (1971). — Die Verbreitung der Mikrosporen im Ruhrkarbons von den Bochumer Schichten bis zu den Dorstener Schichten (Westfal A-C). *Palaeontographica*, Abt. B, Bd 140, Lfg 1-3, p. 27-115.
- 12) DOKTOROWICZ-HREBNICKI S. et BOCHENSKI T. (1957). — Podstawy i niektóre wyniki paralelizacji pokładów węgla w zagłębiu gornoslaskim. *Geol. Biul. inform.*, 1, Varsovie.
- 13) Instytut Geologiczny, Prace (1972). — The Carboniferous of the Upper Silesian Coal Basin. t. 61, p. 5-556, Varsovie.
- 14) JACHOWICZ A. (1966). — Microfloristic characteristics of the deposits of the Lublin Carboniferous. *Inst. Geol. Prace*, t. 44, p. 103-134.
- 15) JACHOWICZ A. (1972). — A microfloristic description and stratigraphy of the productive Carboniferous of the Upper Silesian Coal Basin. *Inst. Geol. Prace*, t. 61, p. 185-277.
- 16) LAVEINE J.P. (1974). — Précisions sur la répartition stratigraphique des principales espèces végétales du Carbonifère supérieur de Lorraine. *C.R. Ac. Sc.*, t. 278, p. 851-854.
- 17) LOBOZIAK S. (1971). — Les micro- et mégaspores de la partie occidentale du Bassin Houiller du Nord de la France. *Palaeontographica*, Abt. B, Bd 132, Lfg 1-4, p. 1-127.
- 18) LOBOZIAK S. (1974). — Considérations palynologiques sur le Westphalien d'Europe occidentale. *Rev. of Palaeobotany and Palynology*, t. 18, p. 271-289.
- 19) NEVES R. (1964). — The stratigraphic significance of small spore assemblages of the Camocha Mine, Gijón, N. Spain. *C.R. 5^e Congrès Int. de Strat. et de Géol. du Carbonifère*, t. 3, p. 1063-1069, Paris, 1963.
- 20) PIERART P. (1962). — Observations sur la palynologie du Westphalien B et C de la partie occidentale du Massif du Borinage. *Centre National de Géologie houillère*, Publ. n° 5, p. 103-110.
- 21) PRUVOST P. (1934). — Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. III. Description géologique. *Etude des gîtes minéraux de la France*, p. 1-175.
- 22) SMITH A.H.V. et BUTTERWORTH M.A. (1967). — Miospores in the coal seams of the Carboniferous of Great-Britain. *Sp. Paper. Paleontology*, 1, p. 1-324.
- 23) SOMERS Y. (1971). — Etude palynologique du Westphalien du bassin de Campine et révision du genre *Lycospora*. *Thèse*, Liège.
- 24) STOPA S.Z. (1957). — Podział stratygraficzny karbonu produktywnego w zagłębiu gornoslaskim. *Biul. inst. Geol.*, 115, Varsovie.
- 25) STOPA S.Z. (1967). — Les problèmes de subdivision stratigraphique du Houiller Cracovio-Silésien à la lumière de la mégaflore. *Ann. Soc. Géol. de Pologne*, t. 27, fasc. 1, p. 27-32.
- 26) VAN WIJHE D.H. et BLESS H.J.M. (1974). — The Westphalian of the Netherlands with special reference to miospore Assemblages. *Geol. en Mijnbouw.*, vol. 53 (6), p. 295-328.

* * *

EXPLICATION DE LA PLANCHE V (*)

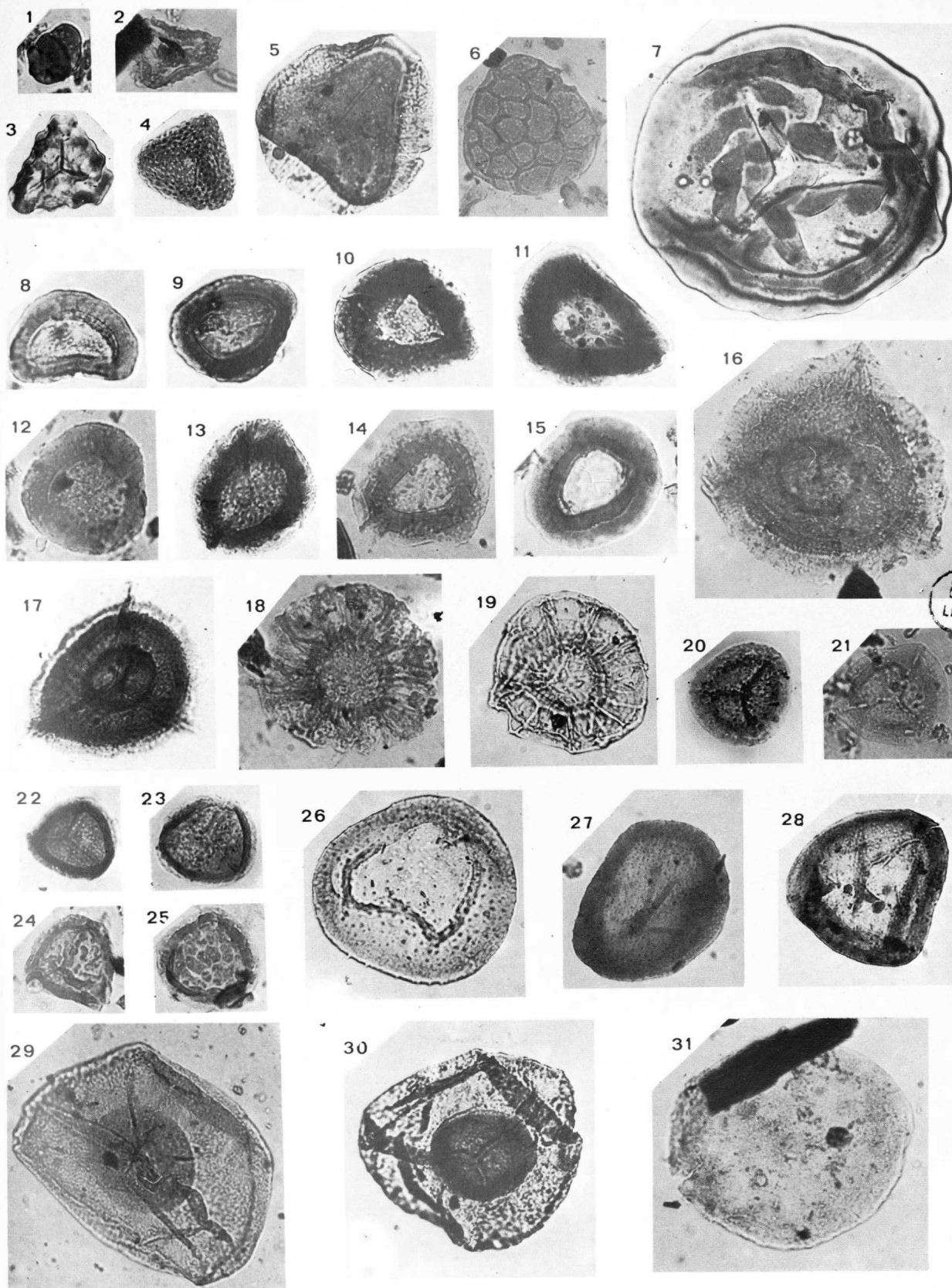
- Fig. 1. — *Chaetosphaerites pollenisimilis* (Horst) Butt. et Will. Haute-Silésie, Westphalien A, lame 658/67.
- Fig. 2. — *Bellisporites nitidus* (Horst) Sull. Haute-Silésie, Westphalien A, lame 657/67.
- Fig. 3. — *Triquitrites sculptilis* Balme. Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, sp. isolée 1410-B, L 117.
- Fig. 4. — *Microreticulatisporites nobilis* (Wicher) Knox. Campine, Westphalien C, lame 218/1/3.
- Fig. 5. — *Reinschospora speciosa* (Loose) Sch., Wils. et Bent. Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, sp. isolée J.L.w.c. 224.
- Fig. 6. — *Dictyotriletes bireticulatus* (lbr.) Pot. et Kr. Haute-Silésie, Westphalien B, lame 1050/63.
- Fig. 7. — *Punctatisporites sinuatus* (Artuz) Neves. Boulonnais, Westphalien A, sp. isolée F.m.b. sp. 8.
- Fig. 8, 9. — *Densosporites anulatus* (Loose) Sch., Wils. et Bent.
8. - Boulonnais, Westphalien A, lame F.m.b. 1bl.
9. - Boulonnais, Westphalien A, lame F.m.b. 1cl.
- Fig. 10. — *Densosporites sphaerotriangularis* Kos. Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, sp. isolée J.L.w.c. 180.
- Fig. 11. — *Densosporites duriti* Pot. et Kr. Nord - Pas-de-Calais, Westphalien B, sp. isolée 1850-2, L 106.
- Fig. 12. — *Densosporites spinosus* Dyb. et Jach. Haute-Silésie, Westphalien B, lame 1050/63.
- Fig. 13. — *Densosporites faunus* (lbr.) Pot. et Kr. Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, sp. isolée 789 E 2.
- Fig. 14, 15. — *Cingulizonates lorincatus* (Loose) Butt. et coll.
14. - Haute-Silésie, Westphalien A, lame 657/67.
15. - Campine, Westphalien A, lame 240/9/1.
- Fig. 16, 17. — *Cirratiradites saturni* (lbr.) Sch., Wils. et Bent.
16. - Haute-Silésie, Westphalien B, lame 655/67.
17. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien B, sp. isolée 823 E 2.
- Fig. 18, 19. — *Radiizonates aligerens* (Knox) Staplin et Jans.
18. - Haute-Silésie, Westphalien A, lame 657/67.
19. - Boulonnais, Westphalien A, sp. isolée F.m.b. sp. 6.
- Fig. 20, 21. — *Lycospora pellucida* (Wicher) Sch., Wils. et Bent.
20. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, lame 1411 A 29.
21. - Haute-Silésie, Westphalien A, lame 658/67.
- Fig. 22, 23. — *Lycospora pusilla* (Wicher) Sch., Wils. et Bent.
22. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, lame 1151 C1.
23. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, lame 1432 C18.
- Fig. 24, 25. — *Lycospora noctuina* Butt. et Will. Haute-Silésie, Namurien A, lame 900/64.
- Fig. 26-28. — *Crassispora kosankei* (Pot. et Kr.) Bharad.
26. - Boulonnais, Westphalien A, sp. isolée F.m.b. sp. 27.
27. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, lame S.L. v. 31.
28. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien A, sp. isolée 1859-1, L 130.
- Fig. 29, 30. — *Endosporites globiformis* (lbr.) Sch., Wils. et Bent.
29. - Northumberland, Westphalien B, lame H.M. c.s.1.
30. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, sp. isolée J.L.w.c. 338.
- Fig. 31. — *Schulzospora rara* Kos. Boulonnais, Westphalien A, lame F.m.b. 2cIII.

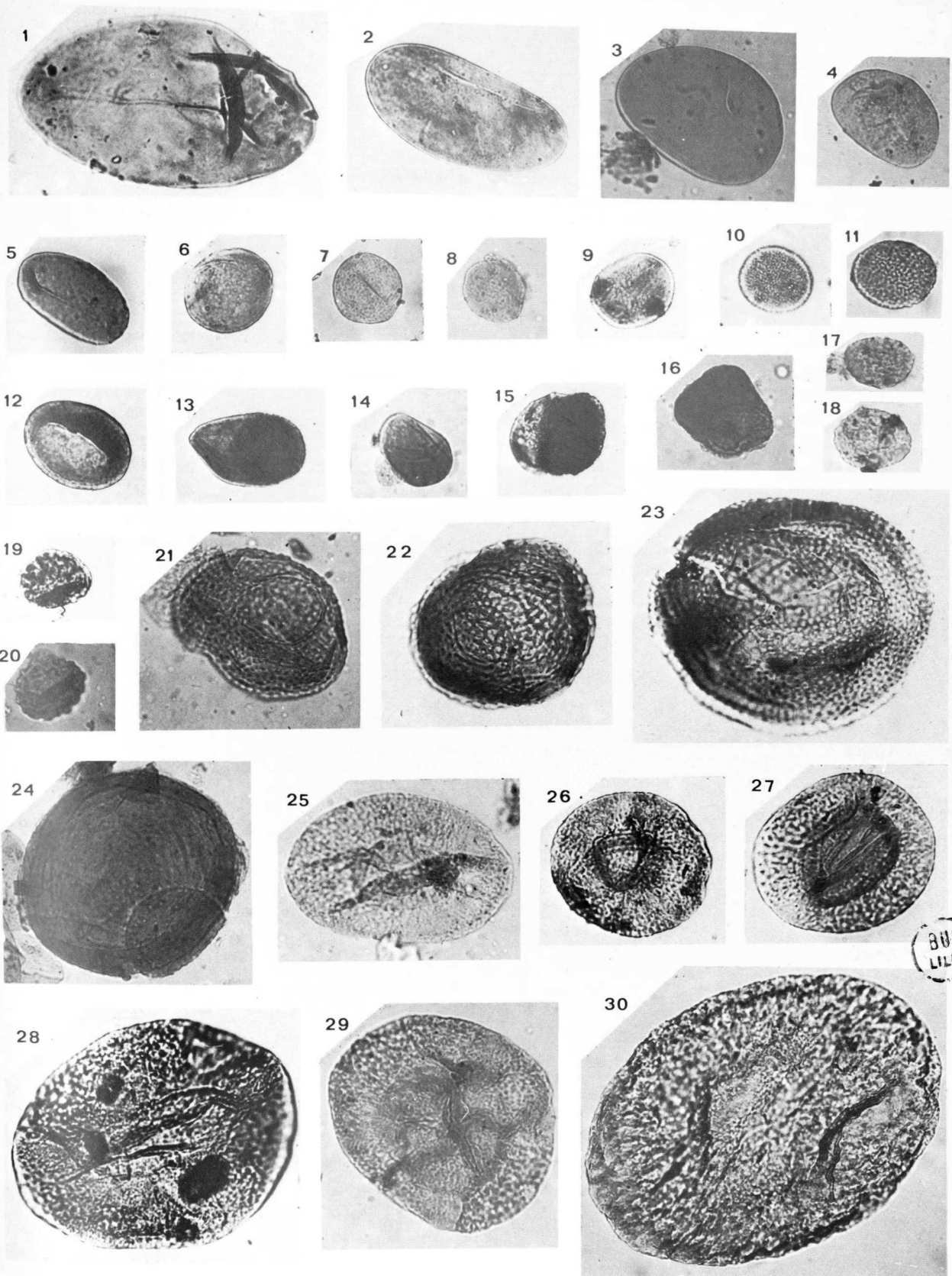
(*) Toutes les figures sont au grossissement = 500.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI (*)

- Fig. 1. — *Laevigatosporites maximus* (Loose) Pot. et Kr.
Nord - Pas-de-Calais, Westphalien B, sp. isolée
825 L 2.
- Fig. 2, 3. — *Laevigatosporites desmoinesensis* (Wils. et
Coe) Sch., Wils. et Bent.
2. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien B, sp. isolée
825 L 1.
3. - Haute-Silésie, Westphalien D, lame 5/64.
- Fig. 4, 5. — *Laevigatosporites medius* Kos.
4. - Haute-Silésie, Westphalien B, lame 1050/63.
5. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, lame
1410-B, L 139.
- Fig. 6. — *Laevigatosporites minimus* (Wils. et Coe) Sch.,
Wils. et Bent.
Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, sp. isolée
J.L.w.c. 10.
- Fig. 7, 8. — *Punctatosporites minutus* Ibr.
7. - Campine, Westphalien B, lame 221/1/1.
8. - Haute-Silésie, Westphalien D, lame 5/64.
- Fig. 9, 10. — *Punctatosporites granifer* Pot. et Kr.
9. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien D, lame
1805 C1.
10. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, sp. isolée
J.L.w.c. 14.
- Fig. 11. — *Punctatosporites rotundus* Bharad.
Sarre-Lorraine, Westphalien D, lame CO7-10.
- Fig. 12-14. — *Torispora securis* Bharad.
12. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, sp. isolée
J.L.w.c. 23.
13. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, sp. isolée
J.L.w.c. 17.
14. - Haute-Silésie, Westphalien D, lame 5/64.
- Fig. 15, 16. — *Torispora securis* Balme.
15. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, sp. isolée
J.L.w.c. 19.
16. - Haute-Silésie, Westphalien D, lame 5/64.
- Fig. 17, 18. — *Thymospora obscura* (Kos.) Wils. et Venk.
17. - Sarre-Lorraine, Westphalien D, lame M.III(2) -11.
18. - Sarre-Lorraine, Westphalien D, lame M.III(2) -9.
- Fig. 19, 20. — *Thymospora thiessenii* (Kos.) Wils. et Venk.
19. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien D, lame
1796 C1.
20. - Haute-Silésie, Westphalien D, lame 5/64.
- Fig. 21, 22. — *Vestispora pseudoreticulata* Neves.
21. - Haute-Silésie, Westphalien D, lame 5/64.
22. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, sp. isolée
1976-17.
- Fig. 23, 24. — *Vestispora fenestrata* (Kos. et Brok.) Wils.
et Venk.
23. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, sp. isolée
J.L.w.c. 304.
24. - Haute-Silésie, Westphalien D, lame 5/64.
- Fig. 25, 26. — *Florinites junior* Pot. et Kr.
25. - Haute-Silésie, Westphalien D, lame 5/64.
26. - Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, sp. isolée
J.L.w.c. 319.
- Fig. 27. — *Florinites mediapudens* (Loose) Pot. et Kr.
Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, spore isolée
J.L.w.c. 325.
- Fig. 28. — *Florinites pumicosus* (Ibr.) Sch., Wils. et Bent.
Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, spore isolée
J.L.w.c. 331.
- Fig. 29. — *Florinites pellucidus* (Wils. et Coe) Wils.
Durham, Westphalien A, lame V. c.s. 1.
- Fig. 30. — *Florinites visendus* (Ibr.) Sch., Wils. et Bent.
Nord - Pas-de-Calais, Westphalien C, spore isolée
1410 B, L 118.

(*) Toutes les figures sont au grossissement = 500.





ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Liste des fascicules disponibles en vente séparée jusqu'à épuisement du stock (*)

			Le fascicule
Tome IX	(1881-82)	fascicules 1, 2, 4 et 5	30,00 F.
Tome XI	(1883-84)	fascicules 1, 4	40,00 F.
Tome XIII	(1885-86)	fascicules (1-2), 3, 4, 6	30,00 F.
Tome XIV	(1886-87)	fascicules 1, (2-3), 4	40,00 F.
Tome XV	(1887-88)	fascicules 1, 2, (5-6)	40,00 F.
Tome XVI	(1888-89)	fascicules 1, 5, 6	30,00 F.
Tome XVII	(1889-90)	fascicules 4, 5, 6	30,00 F.
Tome XVIII	(1890)	fascicule 3	40,00 F.
Tome XIX	(1891)	fascicules 2, (3-4), (5-6)	40,00 F.
Tome XXII	(1894)	fascicule 3	40,00 F.
Tome XXIII	(1895)	fascicules 1, 4	40,00 F.
Tome XXVI	(1897)	fascicules 1, 2, 4	40,00 F.
Tome XXVII	(1898)	fascicules 3, 4	40,00 F.
Tome XXVIII	(1899)	fascicules 1, 3, 4	40,00 F.
Tome XXIX	(1900)	fascicules 2, 4	40,00 F.
Tome XXX	(1901)	fascicules 1, 2, 3, 5	30,00 F.
Tome XXXI	(1902)	fascicules 1, 3, 4	40,00 F.
Tome XXXII	(1903)	fascicules 1, 2, 4	40,00 F.
Tome XXXIII	(1904)	fascicules 2, 3	40,00 F.
Tome XXXIV	(1905)	fascicules 1, 2, 4	40,00 F.
Tome XXXV	(1906)	fascicule 4	40,00 F.
Tome XXXVI	(1907)	fascicule 4	40,00 F.
Tome XXXVII	(1908)	fascicules 2, 3, 4	40,00 F.
Tome XXXVIII	(1909)	fascicules 2, 3, 4	40,00 F.
Tome XL	(1911)	fascicules 3, 4	40,00 F.
Tome XLI	(1912)	fascicules 1, 2, 4	40,00 F.
Tome XLII	(1913)	fascicules 3, 4	40,00 F.
Tome XLIII	(1914)	fascicules 2, (3-4)	48,00 F.
Tome XLV	(1920)	fascicule 2	40,00 F.
Tome XLIX	(1924)	fascicules 1, 3	48,00 F.
Tome L	(1925)	fascicule 2	72,00 F.
Tome LI	(1926)	fascicules 2, 3, 4	40,00 F.

(*) Les Annales de la Société géologique du Nord sont normalement en vente par tomes entiers (voir tarif couverture). Cependant, un certain nombre de fascicules sont actuellement disponibles et seuls vendus séparément. Selon la décision du Conseil du 11 avril 1974 leur prix varie en fonction de celui du volume complet.

			Le fascicule
			—
Tome LII	(1927)	..... fascicule 1	60,00 F.
Tome LIII	(1928)	..... fascicule 2	40,00 F.
Tome LIX	(1934)	..... fascicules 2, 3	48,00 F.
Tome LX	(1935)	..... fascicule 2	72,00 F.
Tome LXI	(1936)	..... fascicule 2	72,00 F.
Tome LXII	(1937)	..... fascicule 1	72,00 F.
Tome LXIII	(1938)	..... fascicule 2	72,00 F.
Tome LXIV	(1939)	..... fascicule 2	72,00 F.
Tome LXVI	(1946)	..... fascicule 2	72,00 F.
Tome LXVII	(1947)	..... fascicule 2	72,00 F.
Tome LXVIII	(1948)	..... fascicules 1, 3	48,00 F.
Tome LXIX	(1949)	..... fascicule 2	72,00 F.
Tome LXXI	(1951)	..... fascicules 2, 3	48,00 F.
Tome LXXIV	(1954)	..... fascicules 1, 3	48,00 F.
Tome LXXV	(1955)	..... fascicules 2, 3	48,00 F.
Tome LXXVI	(1956)	..... fascicules 1, 2	48,00 F.
Tome LXXVIII	(1958)	..... fascicules 2, 3	48,00 F.
Tome LXXIX	(1959)	..... fascicules 1, 2	48,00 F.
Tome LXXX	(1960)	..... fascicules 2, 4	40,00 F.
Tome LXXXI	(1961)	..... fascicules 1, 2	48,00 F.
Tome LXXXII	(1962)	..... fascicules 2, 3, 4	40,00 F.
Tome LXXXIII	(1963)	..... fascicules 2, 3, 4	40,00 F.
Tome LXXXIV	(1964)	..... fascicules 2, 3, 4	40,00 F.
Tome LXXXV	(1965)	..... fascicules 3, 4	40,00 F.
Tome LXXXVI	(1966)	..... fascicules 1, 2, 3	45,00 F.
Tome LXXXVII	(1967)	..... fascicules 1, 2, 3	45,00 F.
Tome LXXXVIII	(1968)	..... fascicules 1, 2, 4	45,00 F.
Tome LXXXIX	(1969)	..... fascicules 1, 2, 4	45,00 F.
Tome XC	(1970)	..... fascicules 2, 3, 4	45,00 F.
Tome XCI	(1971)	..... fascicule 4	45,00 F.
Tome XCII	(1972)	..... fascicules 1, 2, 3	45,00 F.

FASCICULES SPECIAUX

Fascicule « Géologie du Nord de la France » (Tome LXXXIX, fascicule 1)	45,00 F.
Fascicule « Centenaire de la S.G.N. » (Tome XC, fascicule 4)	75,00 F.
Fascicule « Rupture des roches et massifs rocheux » (Tome XCV, fascicule 3)	45,00 F.

COLLOQUE DU JURASSIQUE

à Luxembourg, 1967

MEMOIRE DU B. R. G. M.

N° 75, 760 pages, nombreuses illustrations

Prix de vente : 200,00 F.F.

Cet important colloque se propose de faire le point sur un grand nombre d'études relatives au Jurassique.

Après une introduction sur les définitions, la nomenclature et les méthodes d'études spécifiques à cet étage, une partie importante de l'ouvrage est consacrée aux problèmes paléogéographiques, biogéographiques et biostratigraphiques du Jurassique.

Un chapitre traite plus spécialement des limites Jurassique-Crétacé et de celles Jurassique moyen et supérieur.

Enfin, les derniers chapitres concernent la stratigraphie régionale en Europe, les problèmes de zonations et l'ouvrage se termine par un ensemble d'articles sur la stratigraphie générale du Jurassique hors d'Europe (Canada, Etats-Unis, Nouvelle-Zélande, etc...).

MEMOIRES DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DU NORD

Tome I :	
Mémoire N° 1. - Ch. BARROIS, <i>Recherches sur le terrain crétaé de l'Angleterre et de l'Irlande</i> , 1876, 232 p.	
Mémoire N° 2. - P. FRAZER, <i>Géologie de la partie Sud-Est de la Pensylvanie</i> , 1882, 178 p.	240,00 F.
Mémoire N° 3. - R. ZEILLER, <i>Mémoire sur la flore houillère des Asturies</i> , 1882, 24 p.	180,00 F.
Tome II. — Ch. BARROIS, <i>Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice</i>, 1882	24,00 F.
Tome III. — Ch. BARROIS, <i>Faune du Calcaire d'Erbray</i>, 1889	épuisé
Tome IV :	
Mémoire N° 1. - J. GOSSELET, <i>Etude sur les variations du Spirifer Verneuilli</i> , 1894, 63 p., 7 pl.	épuisé
Mémoire N° 2. - L. CAYEUX, <i>Etude micrographique des terrains sédimentaires</i> , 590 p., 10 pl.	60,00 F.
Tome V. — M. LERICHE, <i>Etude des Poissons fossiles du Nord de la France et régions voisines</i>, 1906 ..	épuisé
Tome VI :	
Mémoire N° 1. - P. BERTRAND, <i>Etude du stipe de l'Adelophyton jutierl</i> B. Renault, 1907, 38 p., 4 pl.	60,00 F.
Mémoire N° 2. - J. GOSSELET, Ch. BARROIS, M. LERICHE, A. CREPIN, P. PRUVOST, G. DUBOIS, <i>Faune silurodévonienne de Liévin</i> , 1912-1920. (Fasc. 1 épuisé). Fasc. 2	240,00 F.
Mémoire N° 3. - V. COMMONT, <i>Saint-Acheul et Montières : Notes de Géologie, de Paléontologie et de Préhistoire</i> , 1909, 68 p., 3 pl.	120,00 F.
Tome VII :	
Mémoire N° 1. - P. BERTRAND, <i>Etude des Stipes d'Asterochloena laxa</i> Stenzel, 1911, 72 p., 6 pl.	72,00 F.
Mémoire N° 2. - A. CARPENTIER, <i>Contribution à l'étude du Carbonifère du Nord de la France</i> , 1913	épuisé
Tome VIII :	
Mémoire N° 1. - G. DUBOIS, <i>Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France</i> , 1923	épuisé
Mémoire 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.	84,00 F.
Tome IX :	
Mémoire N° 1. - G. DUBAR, <i>Etude sur le Lias des Pyrénées françaises</i> , 1925, 332 p., 7 pl.	300,00 F.
Mémoire N° 2. - Dom Grégoire FOURNIER et P. PRUVOST, <i>Description des poissons élasmobranches du marbre noir de Denée</i> , 1926, 23 p., 6 pl.	72,00 F.
Tome X :	
Mémoire N° 1 - A. CARPENTIER, <i>La flore wealdienne de Féron-Glageon (Nord)</i> , 1927	épuisé
Mémoire N° 2. - J.W. LAVERDIERE, <i>Contribution à l'étude des terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales</i> , 1931, 132 p., 8 pl.	120,00 F.
Tome XI. — A. DUPARQUE, <i>Structure microscopique des charbons du Bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais</i>, 1934	épuisé
Tome XII. — D. LE MAITRE, <i>Etude sur la Faune des Calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis</i>, 1934, 268 p., 18 pl.	240,00 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.	180,00 F.
Tome XIV. — G. WATERLOT, <i>Les Gigantotrachés du Siluro-Dévonien de Liévin</i>, 1966, 23 p., 5 pl.	62,00 F.

ESQUISSE GEOLOGIQUE DU NORD DE LA FRANCE

par J. GOSSELET

Fascicule I (Terrains primaires), Fascicule II (Terrains secondaires), Fascicule III (Terrains tertiaires)	épuisés
Fascicule IV (Terrains quaternaires)	20,00 F.
Carte géologique du Département du Nord au 1/320 000° (par J. GOSSELET, M. LERICHE, H. DOUXAMI)	31,00 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.)	30,00 F.

SERIE DOCUMENTATION (Pochettes de 6 Diapositives avec notice)

Série I. — Paysages du Nord de la France au cours des temps géologiques	25,00 F.
Série II. — Aperçu sur les microfaciès de la craie	25,00 F.
Série III. — Les Nannofossiles calcaires de la craie	25,00 F.
Série IV. — Pétrographie des Houilles	25,00 F.
Série V. — La flore houillère. 1° Les plantes à feuilles de Fougères	25,00 F.
Série VI. — Les étapes de la Préhistoire	25,00 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 XCVI

2^{me} trimestre

	Pages
P. DE WEVER. — Données stratigraphiques nouvelles sur la série de Tripolitza : du Trias à l'Eocène (Péloponnèse septentrional, Grèce)	79
B. HOYEZ. — Précisions stratigraphiques, sédimentologiques et tectoniques sur les massifs de flysch au Nord de Medjana (Wilaya de Sétif, Algérie)	89
— D. PAJAUD. — Les Brachiopodes du Pliocène 1 de la Sierra de Santa Pola (Sud d'Alicante, Espagne) : <i>Terebratula terebratula</i> (Linné, 1758) et <i>Phapsirhynchia sanctapaulensis</i> nov. gen., nov. sp.	99
— F. AMEDRO. — Une nouvelle espèce d'Ammonite : <i>Neophlycticerias (Eotropitoides) destombesi</i> nov. sp. (Lyelliceratidae) de l'Albien de Wissant (Boulonnais)	107
J. MANIA. — Un exemple d'analyse automatique par ordinateur des rabattements des nappes d'eau souterraine : application à l'hypothèse de Theis	113
J. FERRIERE. — Sur la signification des séries du massif de l'Othrys (Grèce continentale orientale) : la zone isopique maliaque	121
— D. BRICE, P. BULTYNCK, J.P. COLBEAUX, F. LETHIERS, B. MISTIAEN, J.C. ROHART et F. BIGEY. — Une nouvelle coupe dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France)	135
S. LOBOZIAK, R. COQUEL et A. JACHOWICZ. — Stratigraphie du Westphalien d'Europe occidentale et de Pologne à la lumière des études palynologiques (microspores)	157