

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome C

1980

3^{me} trimestre

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

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 l'une de ses séances par deux membres de la Société qui auront signé la présentation, et avoir été proclamé membre au cours de la séance suivante.

Extraits du Règlement Intérieur

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

§ 13. — Seuls les membres ayant acquitté leurs cotisations 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 similité 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}-1-1981)

	QUALITÉ	COTISATION	ABONNEMENT	TOTAL
FRANCE et BENELUX	Personnes physiques (2)	20,00 F	105,00 F	125,00 F
AUTRES PAYS	Personnes physiques	20,00 F	120,00 F	140,00 F

Abonnement des non-membres : FRANCE : 240,00 F — ETRANGER : 280,00 F

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

ANNALES DE LA 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 LXXIX (manquent I, II, V à IX, XVI, XXII, XXXIV à XXXVI, XXXIX à XLIII, XLV, XLVII à LVIII) 170,00 F.
Tomes LXXX à XCV (manque XCI) 220,00 F.
Tomes XCVI et suivants 240,00 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 à 100 F.

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DU
NORD

ANNALES

Tome C

1980

3^{me} trimestre

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

CONSEIL D'ADMINISTRATION

— 1980 —

<i>Président d'Honneur</i>	M. G. WATERLOT
<i>Président</i>	M. J. LEPLAT
<i>Premier Vice-Président</i>	M. J. CHARVET
<i>Vice-Présidents</i>	M. B. CLÉMENT M. J. MANIA
<i>Secrétaire</i>	M. J.M. DÉGARDIN
<i>Secrétaire-Adjoint</i>	M. B. HOYEZ
<i>Directeur de la Publication</i> .	M ^{me} Paule CORSIN
<i>Trésorier</i>	M. l'Abbé TIEGHEM
<i>Archiviste-Bibliothécaire</i>	M. J.L. MANSY
<i>Conseillers</i>	M ^{me} D. BRICE M. Ch. DELATTRE M. M. WATERLOT M. J.M. CHARLET M. J. SOMMÉ M. P. CELET

COMITE DE LECTURE

— 1980 —

M^{me} Paule CORSIN, Directeur de la publication
M. J.M. CHARLET
M. Ch. DELATTRE
M. P. CELET
M. I. GODFRIAUX

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

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

Secrétariat : Société Géologique du Nord
Sciences de la Terre, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex
Tél. 91.92.22 — C.C.P. Lille 52-47

Compte rendu de l'activité de la Société

ASSEMBLEE ORDINAIRE DU 5 NOVEMBRE 1980

Présidence de M. J. LEPLAT, Président

En ouvrant la séance, Monsieur le Président fait part à l'assemblée de la nécessité d'un réajustement des cotisations et abonnements aux Annales pour l'année 1981.

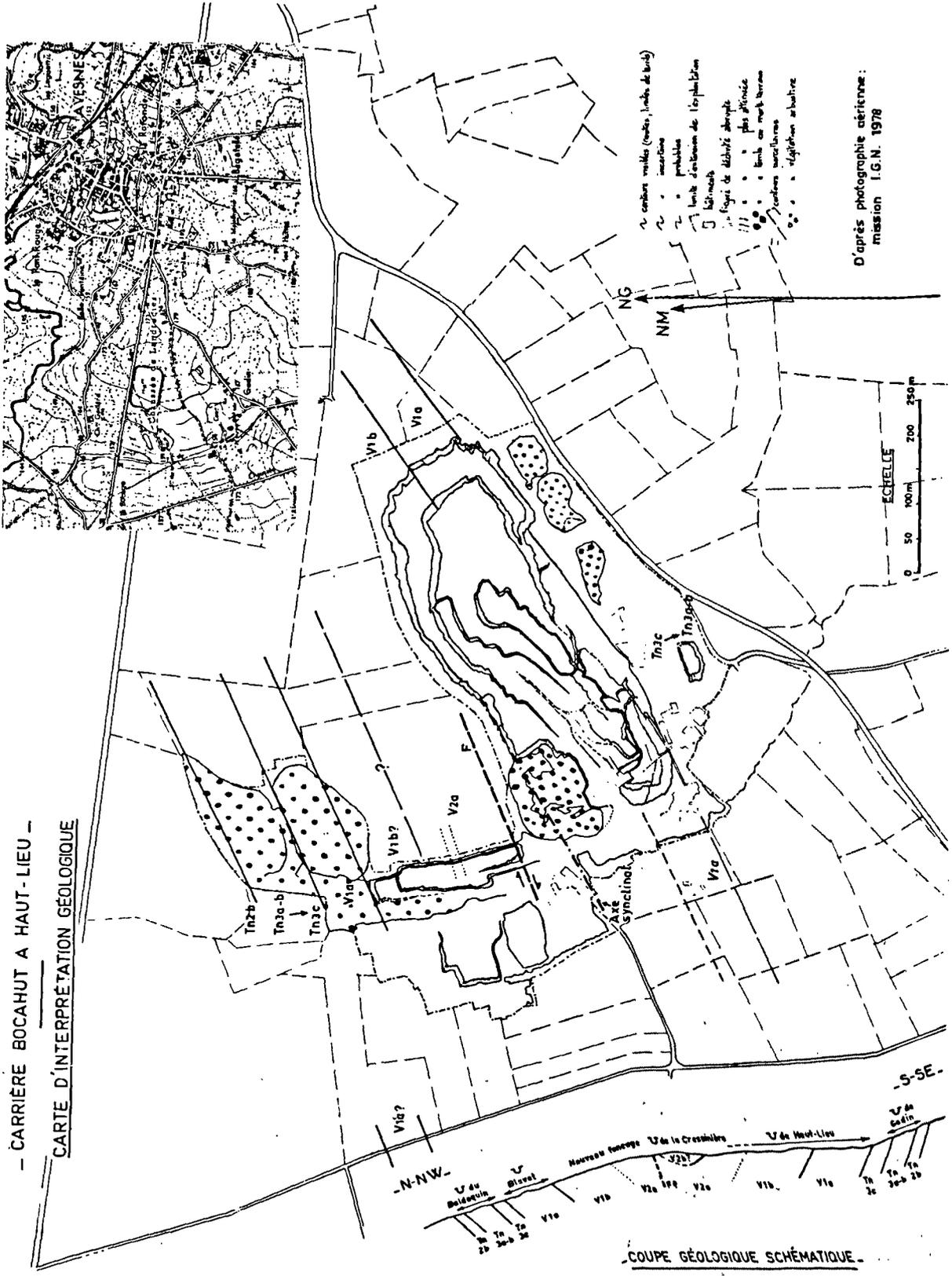
Communications orales

- G. MENNESSIER. — Répartition des formations carbonatées en Asie depuis le Cambrien (*).
- J.M. DEGARDIN. — La faune à Graptolites de type sarde ; son extension stratigraphique et sa répartition paléogéographique.
- A. BEUGNIES, G. CHAVEPEYER et M. MERCIER. — Sur le métamorphisme de la partie méridionale du Massif Cambrien de Rocroi. Les zones à chloritoïde et à ilménite.

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION GEOLOGIQUE DU 15 JUIN 1980

Au cours des quinze dernières années, les activités extractives en milieu rocheux ont considérablement évolué, le phénomène essentiel étant la concentration de la production des matériaux dans un petit nombre de grosses exploitations. Pour le géologue, les excavations de très grandes dimensions permettent des observations plus continues, avec en contrepartie une diminution de leur nombre et également une évolution beaucoup plus rapide des fronts de taille. En cette année 1980, une visite des grandes carrières de calcaire de l'Avesnois, les granulats calcaires représentant la quasi totalité de la production régionale, était l'occasion de faire le point sur les possibilités d'observation des formations concernées, le Givétien et le Viséen.

(*) Cette communication sera intégrée dans le prochain fascicule.



Le premier rendez-vous était fixé à la carrière du « Comptoir des Calcaires et Matériaux » (C.C.M.), à Wallers-Trélon, où les quelque quarante participants à l'excursion se retrouvèrent le 15 juin 1980 vers 10 heures.

La carrière C.C.M., ouverte seulement depuis 1973, se situe au Sud de Wallers, à peu de distance de la frontière belge. Elle se développe au Nord de la RN 351 et à l'Est de la voie communale n° 5 menant à Wallers, dans la bande monoclinale de Givétien indiquée par la carte géologique (Trélon 1/50.000). La largeur maximale de l'excavation (\approx 400 m) permet, compte tenu du pendage des couches (30° vers le N, 8° W), d'observer environ 200 m de bancs, pratiquement depuis le contact Frasnien - Givétien, c'est-à-dire essentiellement l'assise du Mont d'Hairs.

Le Calcaire givétien, compact, de teinte bleu sombre à noir, se présente généralement en gros bancs de 1 m à 1,50 m. On y trouve *Stringocephalus burtini*, *Murchisonia coronata*, des Lucines ("bancs à amandes"), des nombreux Polypiers et Stromatopores.

Le gisement est régulier, sans manifestation tectonique importante, ce qui en facilite l'exploitation. Les granulats produits par l'installation de concassage-criblage sont utilisés uniquement pour la viabilité et le bâtiment.

La seconde carrière inscrite au programme de la journée est toute proche de la première; il s'agit de la carrière du Cailloît à Glageon, propriété des Etablissements Bocahut. Cette carrière ancienne (1920) se situe au Sud-Est de Glageon, en bordure de la liaison ferroviaire Anor-Maubeuge; ouverte à l'origine dans l'assise de Fromelennes (d_{sa}), elle se développe maintenant, comme la carrière C.C.M., dans l'assise du Mont d'Hairs, en direction de l'Ouest. Toutefois, les couches orientées N 75° E, sont ici fortement redressées, avec des pendages N supérieurs à 60°. A noter un accident visible au front nord côté ouest, qui se traduit par certaines minéralisations (calcite, pyrite, fluorine).

Les granulats ont les mêmes usages que ceux de la C.C.M.

Après le repas, pris en commun à Fourmies, les excursionnistes se rendent aux carrières Bocahut de Haut-Lieu, près d'Avesnes.

L'actuelle carrière Bocahut résulte de l'agrandissement d'une des petites exploitations qui jalonnaient autrefois la célèbre "coupe de Godin" à travers la bande synclinale d'Avesnes. A l'époque, on pouvait observer, du Sud au Nord :

— le Tournaisien ("petit granite" d'Avesnelles, calcaire encrinétique à géodes et dolomie du "Camp de César") dans la première carrière Berlaimont, dite de Godin (ouverte vers 1857);

— le Viséen inférieur (calcaire gris massif à *Productus sublævis* utilisé alors pour la confection des pavés) dans la seconde carrière Berlaimont;

— le contact Viséen moyen - Viséen supérieur (banc d'or) dans la carrière de la Cressinière, au cœur du synclinal;

— enfin, à nouveau le Viséen inférieur et le Tournaisien dans les carrières Blavet et du Baldaquin, qui exploitaient les mêmes niveaux que les deux carrières Berlaimont, mais sur le flanc nord du synclinal.

La carrière Bocahut comporte maintenant deux excavations.

La première se développe vers l'E-NE à partir de l'ancienne deuxième carrière Berlaimont, sur 600 m de longueur et plus de 200 m de largeur. On y observe :

— un calcaire extrêmement massif de teinte gris-clair, fréquemment oolithique, contenant à certains niveaux de nombreux Productidés (*Levitusia humerosa*); épaisseur: 30 à 35 m;

— une alternance de petits bancs calcaires et calcareo dolomitiques, gris à gris violacé, d'épaisseur décimétrique à métrique, avec de nombreux niveaux à caractère bréchique.

La place de ces deux formations dans la série stratigraphique du Dinantien a été évoquée en 1973 par R. Conil dans un article paru dans nos Annales. Cet auteur rapporte le calcaire massif à la base du Viséen (V_{1a}), et assimile les alternances calcaires et dolomitiques qui reposent sur le calcaire précédent par un "contact irrégulier, apparemment ravinant" à "une phase transgressive très lente du Viséen inférieur, trouvant son équivalent en Belgique dans le calcaire de Terwagne" (V_{1b}).

La seconde excavation a été ouverte il y a quelques années seulement, à l'Est du Riez à Grives, entre les anciennes carrières de la Cressinière et Blavet, aujourd'hui comblées par des stériles de l'actuelle exploitation. Elle se prolonge maintenant à l'Ouest du ruisseau où l'on peut observer en continuité quelque 185 m de bancs superposés au calcaire gris clair massif du V_{1a} sur le flanc nord du synclinal. La description de cet ensemble de calcaires et dolomies n'entre pas dans le cadre du présent compte rendu. Signalons cependant que si, comme les premières observations le laissent supposer, ces couches sont à rapporter au Viséen inférieur et moyen (V_{1a} et V_{2a}), on est loin des épaisseurs données par la carte géologique d'Avesnes (70 m au total).

Les roches extraites dans ces deux excavations servent :

— d'une part, à la fabrication de granulats pour les routes et le bâtiment;

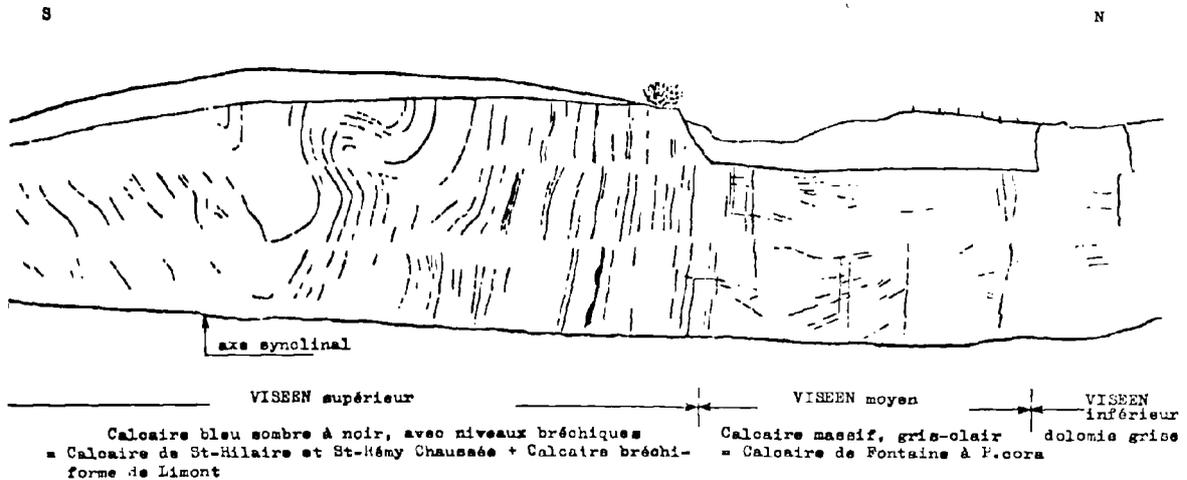
— d'autre part, à la production de pierres à chaux (essentiellement à partir du calcaire gris-clair massif du V_{1a}) qui alimentent deux fours à chaux Maertz de 200 t/j de capacité unitaire.

Après avoir quitté les carrières Bocahut de Haut-Lieu, les membres de la Société gagnent les « Carrières du Bassin de la Sambre », au Nord de Limont-Fontaine, où ils sont fort aimablement reçus par le Directeur, M. Borgis. D'ouverture relativement récente (1972), la C.B.S. a réuni dans une même excavation deux anciennes carrières qui exploitaient pour la fabrication de la chaux, le Calcaire de Fontaine (ou calcaire à points cristallins) sur les deux flancs du synclinal de Bachant à Ferrières. On peut y observer, du Sud au Nord :

- le Calcaire de Saint-Hilaire et de Saint-Rémy-Chaussée, et le Calcaire bréchiforme de Limont (Viséen supérieur). bleu foncé à taches rougeâtres, au cœur du synclinal;
- le Calcaire de Fontaine, gris clair (Viséen moyen à *Productus cora*); épaisseur : 45 m;
- la dolomie grise (Viséen inférieur); épaisseur visible : 30 m environ.

Là encore, les granulats produits par l'installation de concassage-criblage sont destinés à la viabilité et au bâtiment.

La journée se termina par le pot de l'amitié, aimablement offert par la carrière C.B.S.



CARRIERE C.B.S. A LIMONT-FONTAINE
Vue du front ouest d'après panorama photographique

Etude géologique préliminaire de la haute vallée de l'Esera (Province de Huesca, Espagne)

par P. BLANQUART (*)

Résumé. — La haute vallée de l'Esera peut être divisée en trois ensembles limités par la faille du Lys-Caillaouas (Est-Ouest) et par une faille satellite (Nord-Sud) que longe le cours de l'Esera. Le premier ensemble (Zone 1) est situé au Nord de la faille du Lys-Caillaouas et les deux autres au Sud de celle-ci, l'un (Zone 2) à l'Ouest de l'Esera, l'autre (Zone 3) à l'Est de l'Esera.

— La Zone 1 est constituée de terrains cambro-ordoviciens et siluriens qui passent à l'Ouest au granite syncinématique du Lys-Caillaouas.

— La Zone 2 montre des affleurements de schistes noirs du D_{1-3} (Couviniens à Famenien) et de calcaires versicolores du DV_1 (Couviniens).

— La Zone 3 est formée par les marbres blancs du D_{2-H} , couches de passage dévono-carbonifère (Famennien terminal et Viséen) et le Carbonifère namuro-westphalien. Cet ensemble est bordé au Sud par le granite de la Maladetta.

Resumen. — El alto valle del Rio Esera se divide en tres partes limitadas por la Falla del Lys-Caillaouas (con rumbo Este-Oeste) y una falla setélite (con rumbo Norte-Sur) que sigue el curso del Rio. La primera parte (Zona 1) se localiza al Norte de la Falla del Lys-Caillaouas y las dos otras partes al Sur de aquella, una (Zona 2) al Oeste del Rio Esera, la otra (Zona 3) al Este del Rio.

— La Zona 1 se compone de afloramientos de rocas cámbrico-ordovícicas y silúricas, que pasan, hacia el Oeste, al granito sincinemático del Lys-Caillaouas.

— La Zona 2 se compone de afloramientos de pizarras negras D_{1-3} (Couviniense-hasta Famenienense) y de calizas versicolores DV_1 (Couviniense).

— La Zona 3 se compone de mármoles blancos D_{2-H} , capas de transición de edad devónico-carbonífera (Famenienense terminal y Viséense), y del Carbonífero namuriense-westphaliense. Est conjunto es bordeado al Sur por el granito de la Maladeta.

I. — INTRODUCTION

Cette communication est préliminaire à une étude plus importante qui sera prochainement présentée comme Thèse de 3^{me} Cycle. Les levés géologiques ont été effectués de 1973 à 1975.

C'est au cœur de la haute chaîne primaire des Pyrénées, à proximité du pic Aneto (3.404m) que se situe la haute vallée de l'Esera, au Nord de Benasque (province de Huesca, Espagne), dernière bourgade du cours supérieur de l'Esera. L'étude a été faite entre 42° 39' et 42° 43' de latitude Nord et 4° 14' et 4° 21' de longitude Est. L'Esera est un affluent du rio Cinca, lui-même tributaire de l'Ebre. Il est tout d'abord orienté Est-Ouest et coule parallèlement aux structures

géologiques du massif cambro-ordovicien qui forme les sommets de la ligne de crêtes entre la France et l'Espagne et du massif granitique de la Maladetta. Rapidement, à la faveur d'une faille, son cours dévie vers le Sud et recoupe presque perpendiculairement les structures.

Cette partie de la haute chaîne primaire est coïncée entre deux massifs granitiques : celui du Lys-Caillaouas au Nord-Ouest et celui de la Maladetta, au Sud-Est ; aucun fossile déterminable n'a pu être trouvé, les attributions stratigraphiques ont donc été faites uniquement au faciès. La nomenclature utilisée pour le Dévonien est celle établie par Rios en 1978. Il distingue de bas en haut les formations suivantes :

D : Alternance (1 dm à 1 m) de schistes et de calcaires plus ou moins schisteux.

D_1 : Calcaires noirs massifs correspondant à la formation Pacino.

Les sédiments D_1 et D_2 se sont déposés durant le Dévonien intérieur.

(*) Laboratoire de Géologie régionale et fondamentale, Université des Sciences et Techniques de Lille, 59655 Ville-neuve d'Ascq Cedex (France).

Note présentée le 4 Juin 1980 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 4 Mars 1981.

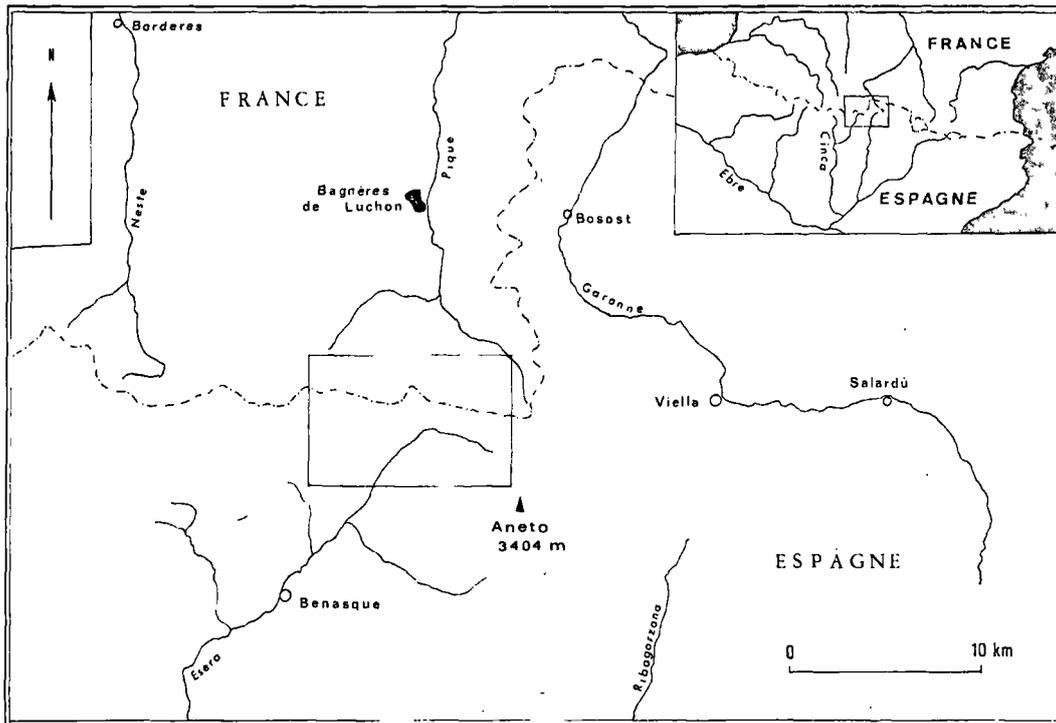


Fig. 1. — Localisation géographique de la haute vallée de l'Esera.

- D_{3-2} : Schistes noirs très monotones formant une puissante série de près de 2.000 m d'épaisseur allant de la base du Couvinien jusqu'au Famennien moyen. Localement et selon l'âge, cette série schisteuse peut présenter quatre variations de faciès différentes : DV_4 , D^F , D^M , D^a .
- DV_4 : Plusieurs bancs de calcaire versicolore, fossilifère, à aspect lenticulaire "pseudo-griotte" du Couvinien (Wensink, 1961).
- D^F : Calcaires récifaux massifs du Givétien (calcaire de la Peña Foradada, Dalloni, 1910).
- D^M : Calcaires de Moncalvós. Ils affleurent autour du Pic de Moncalvós et sont formés d'une séquence inférieure massive à patine grise et d'une séquence supérieure à patine jaune contenant des passées centimétriques schisteuses. Cet ensemble a été attribué au Frasnien inférieur (Wensink, 1961).
- D^a : Alternance (1 mm à 1 dm) de schistes et de grès à grains fins plus ou moins calcaireux présentant des structures amygdaloïdes. Ce faciès, allant du Frasnien moyen jusqu'au Famennien moyen, correspond à la série du Pic Lariste décrite par Mirouse (1962) ou à celle de Ferreturas décrite par Wensink (1961).
- D_{3-II} : Ensemble recouvrant soit les schistes D_{3-2} , soit les alternances schisto-gréseuses D^a . C'est le calcaire de passage Dévonien-Carbonifère dans lequel on distingue de bas en haut des calcaires griottes à patine

mauve, des calcaires gris à *Clymenia*, des calcaires contenant des niveaux de pélites (5 cm) et des calcaires noirs à *Goniatites*. L'ensemble débute au Famennien moyen et se termine au Viséen supérieur. Localement, cette série apparaît très réduite, soit par effet tectonique, soit plus probablement par lacune de sédimentation.

La région étudiée est divisée en trois ensembles ; ils sont limités, d'une part, par la faille du Lys-Caillaouas, grand accident tectonique des Pyrénées que l'on peut suivre sur 150 km d'Aragouet, au Sud de Vieille d'Aure, dans la vallée de la Neste d'Aure (Hautes Pyrénées, France) jusqu'au Sud d'Esterrri de Aneu dans la vallée du rio Pallaresa (province de Lerida, Espagne) et d'autre part, par une de ses failles satellites, sensiblement Nord-Sud, que longe le cours de l'Esera.

II. — ETUDE GEOLOGIQUE

1) Zone 1.

La Zone 1, qui occupe la moitié Nord de la carte, est limitée au Sud par la faille du Lys-Caillaouas. Les terrains d'âge paléozoïque inférieur y sont largement développés et forment, avec l'extrémité Est du massif

granitique du Lys-Caillaouas, la ligne de crêtes frontalières.

Le Cambro-Ordovicien des Pyrénées centrales espagnoles est encore mal connu malgré les études entreprises par Dalloni (1910, 1930), Schmidt (1931), Destombes (1949), Clin (1959), Zandvliet (1960), Kleinsmiede (1960), Wensink (1961), Mirouse (1962). C'est une puissante série schisteuse très monotone, d'argilites et de pélites se présentant généralement sous forme de phyllades gris bleuté à gris verdâtre. Cette monotonie est parfois rompue par des passées gréseuses ou microconglomératiques à conglomératiques. Le Cambro-Ordovicien, plissé isoclinalement, présente un métamorphisme des "greenschist facies". La schistosité, de direction N 80° à N 90°, est généralement subverticale ou parfois présente un pendage vers le Nord avec un angle toujours supérieur à 70°. Bien représentée en territoire français, cette série s'étend peu sur le versant espagnol. En effet, l'affleurement est limité par la faille du Lys-Caillaouas, à l'Est, par des schistes siluriens au niveau du cirque glaciaire des Gorgutes et par le granite du Lys-Caillaouas à l'Ouest. De petits accidents de direction orthogonale à celle de la faille du Lys-Caillaouas sont parfaitement visibles dans la ligne de crêtes où ils sont soulignés par la présence de ports, notamment le port de Benasque, le Port Vieil et le Col de la Glère.

Le Silurien de cette région a été particulièrement étudié par Mey (1967) et Dégardin (1978). Il apparaît épisodiquement le long de la faille du Lys-Caillaouas et affleure de façon plus importante dans le cirque des Gorgutes où son contact avec le Cambro-Ordovicien semble être tectonique. Il se présente, sous son faciès classique de schistes noirs très fins, fissiles, graphitiques, tachant les doigts. A l'approche du massif granitique du Lys-Caillaouas, les schistes noirs révèlent une histoire métamorphique complexe. Grâce à l'étude des cristaux d'andalouite, Grandclaude et de la Roche (1966) ont montré l'existence d'un métamorphisme de contact contemporain de la mise en place du granite du Lys-Caillaouas, superposé à un métamorphisme régional.

L'ensemble d'âge paléozoïque inférieur passe à l'Ouest au massif granitique syncinématique du Lys-Caillaouas dont l'étude de détail a été effectuée par Clin (1959) pour la partie française et par Clin, de la Roche, Lelong et Poty (1963) pour la partie espagnole. Ce granite porphyroïde contient de nombreuses enclaves de terrains cambro-ordoviciens et siluriens non granitisés. Les premières sont localisées dans la partie Nord du massif et forment des reliefs en chicots « flottant » sur le granite, au sud de la ligne de crêtes, alors que les secondes sont fréquentes dans le fond de la vallée du rio Remuñe.

2) Zone 2.

La Zone 2 est située au Sud-Ouest de la carte. Elle est limitée au Nord par la faille du Lys-Caillaouas

et à l'Est par sa faille satellite que longe le rio Esera. Cette zone correspond à la vallée du rio Literola qui coule entre le massif où culminent les pics de Remuñe et de Literola au Nord et le massif du pic d'Astos au Sud. Toute la région est constituée de terrains d'âge dévonien moyen parmi lesquels on distingue :

— les schistes noirs, fissiles, d'âge couvinien inférieur à famennien moyen (D_{3-2}) dans lesquels Arche (1971) a trouvé *Phacops fecundus* (?) et *Dalmanites* sp. C'est une série épaisse et très monotone qui est surtout développée sur le flanc nord du massif d'Astos et dans la vallée du rio Literola, y dessinant des formes lourdes et arrondies ;

— le calcaire versicolore d'âge couvinien (D_4) à aspect pseudogriotte. Il occupe pour une large part le flanc sud du massif Remuñe-Literola, y formant des falaises abruptes rendant l'accès de ce massif très difficile.

Les schistes noirs et le calcaire versicolore forment des plis complexes dont les axes sont orientés N 80° à N 90°. La vallée du rio Literola est encombrée de nombreux et énormes blocs morainiques de terrains du Dévonien inférieur (alternance centimétrique à décimétrique de lits calcaires et de lits schisteux).

3) Zone 3.

La Zone 3 occupe tout le Sud-Est de la carte. Elle est limitée au Nord par la faille du Lys-Caillaouas, du port de la Piquade jusqu'au plan de l'Hospital et à l'Ouest par le rio Esera. On y rencontre des terrains d'âge paléozoïque supérieur parmi lesquels on distingue :

— quelques petits affleurements de Dévonien inférieur (D_1) autour du plan de l'Hospital et au Sud du port de Benasque ;

— les marbres dévono-carbonifères (D_{c-11}) ;

— les schistes et grès namuro-westphaliens.

Au Sud, ces couches sont en contact faillé avec le massif granitique de la Maladetta étudié par Charlet (1972).

Les calcaires du passage Dévonien-Carbonifère sont très recristallisés et contiennent de nombreux niveaux dolomitiques. La série commence par des marbres blancs massifs dans la région des Baños de Benasque ou par des marbres blancs à débit en plaquettes, bien développés dans le massif de la Peña Blanca au pied duquel un système de failles en éventail a favorisé la remontée de schistes noirs siluriens. D'après la nomenclature utilisée par Rios, la sédimentation de ces calcaires a débuté au Famennien moyen-supérieur ; je rappelle toutefois que Waterlot (1967) y a découvert *Favosites eifeliensis* Goldfuss, déterminé par Le Maître, caractéristique du Dévonien moyen, et plus particulièrement du Couvinien. Il est donc logique de penser que la sédimentation a commencé beaucoup plus tôt dans cette région des Pyrénées et qu'ils sont tout juste

postérieurs aux calcaires versicolores, le bassin sédimentaire calcaire persistant du Couvinien au Famennien. Les marbres blancs passent progressivement à des marbres noirs à Goniatices du Viséen dans le plan des Etangs. L'ensemble présente un relief karstique très développé; les disparitions de cours d'eau dans de petits gouffres et les résurgences y sont très nombreuses, c'est la raison pour laquelle on a longtemps pensé que l'Esera prenait sa source au glacier du pic Aneto; les eaux se regroupent dans le Torrente de Barrancs et disparaissent dans le Trou du Toro. En 1931, Casteret a montré que ces eaux provenant de l'Aneto n'alimentent pas le bassin de l'Ebre mais, qu'après un parcours souterrain de 4 km vers le Nord-Est, elles ont leur résurgence dans la vallée de l'Artiga, à l'Œil de Jupiter, et qu'elles viennent grossir la Garonne. Les eaux de l'Esera ne peuvent donc provenir que du seul glacier de la Maladetta.

Au-dessus des marbres noirs viséens, repose une puissante série carbonifère étudiée par Waterlot (1969). Les premiers sédiments au-dessus des marbres sont, soit des schistes, soit un gros banc de grès feldspathique. Après ces variations de base, la série devient vite homogène et offre une alternance régulière de grès feldspathiques et de schistes micacés grossiers avec des passées microconglomératiques. La série carbonifère se continue par un niveau repère de calcaires rubanés en plaquettes, d'une dizaine de mètres d'épaisseur et renfermant une faune de Goniatices (*Proshumardites karpinskyi* Rauser-Tschernousova). Sur cette série namurienne se trouve un puissant ensemble westphalien, détritique, où alternent des niveaux schisteux noirs, micacés et de gros bancs de grès noirs feldspathiques et micacés. Le synclinorium carbonifère de la haute vallée de l'Esera montre de nombreux plis couchés à pendage de 45° vers le Sud, ceci est particulièrement visible

au niveau des pics qui bordent le massif granitique de la Maladetta (Tuca Blanca de Paderna, Pico de Paderna, Tuqueta Blanca de Paderna et Tuca del Esera). La tectonique est beaucoup plus complexe dans la région des Baños de Benasque où les calcaires versicolores D^v, du Couvinien sont en contact avec les schistes et les grès du Carbonifère; le thermalisme des Baños de Benasque est en relation avec cette tectonique complexe.

CONCLUSION

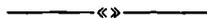
La haute vallée de l'Esera, au cœur de la haute chaîne primaire des Pyrénées, a l'avantage de montrer l'ensemble des terrains paléozoïques sur une étendue relativement réduite. Elle est coïncée entre le granite de la Maladetta et le granite du Lys-Caillaouas; toutes les couches sont métamorphosées, les fossiles sont rares et le plus souvent indéterminables, ce qui rend l'étude stratigraphique délicate. Cependant, Waterlot a découvert *Favosites eifeliensis* Goldfuss, fossile caractéristique du Couvinien, dans les marbres blancs des Baños de Benasque habituellement attribués au Dévonien supérieur. Ceci prouve que la sédimentation calcaire a été très précoce dans cette région et que l'on a, de part et d'autre de la faille du rio Esera deux séries de même âge mais qui présentent des faciès différents: les schistes D₃₋₅ à l'Ouest de la faille et les marbres D₆₋₁₁ à l'Est. La tectonique y est complexe, dominée par un accident Est-Ouest, important dans les Pyrénées, la faille du Lys-Caillaouas. Celle-ci est jalonnée de nombreux accidents satellites disposés en éventail. Les déformations sont de styles très différents et bien évidemment diversement localisées en fonction de l'hétérogénéité du matériel hercynien.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- 1) ARCHE A. (1971). — Estudio estratigráfico de las cabeceras de los rios Esera y Pique. Pirineos Centrales, España, Francia. *Tesis doctoral*, Facultad de Ciencias, Madrid.
- 2) CASTERAS M. (1933). — Recherches sur la structure du versant nord des Pyrénées centrales et orientales. *Thèse Sciences Paris* et *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. 37, n° 189, 525 p., 64 fig. 9 pl. dont 1 carte au 1/200.000 et coupes au 1/80.000.
- 3) CASTERAS M. (1954). — Esquisse structurale du versant nord des Pyrénées. *C.R. 19^{me} sess. Cong. géol. int. Alger*, 1952, section XIII, fasc. XIV, p. 165-180, 1 pl.
- 4) CASTERAS M. (1974). — Les Pyrénées in Debelmas J., 1974, *Géologie de la France*, p. 296-345. Doin, Paris.
- 5) CAVET P. (1957). — Le Paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées orientales françaises entre le Roussillon et l'Andorre (Etude stratigraphique et paléontologique). *Thèse Sciences Toulouse* et *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. 45, n° 254, p. 303-517, 36 fig., 12 pl. h.t.
- 6) CHARLET J.M. (1972). — Etude géologique et pétrologique du massif granitique de la Maladetta (Pyrénées centrales espagnoles). *Mémoire présenté au concours de l'Académie Royale de Belgique*.
- 7) CHARLET J.M. (1977). — Le métamorphisme au contact des granitoïdes entre les vallées de l'Esera et la Noguera Ribagorzana (Pyrénées centrales espagnoles). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVII, 3, p. 165-177.

- 8) CLIN M. (1959). — Etude géologique de la haute chaîne des Pyrénées centrales entre le cirque de Troumouse et le cirque de Lys. *Thèse Science Nancy et Mém. B.R.G.M.*, n° 27. 324 p., 27 pl., 1 carte au 1/50.000.
- 9) CLIN M., DE LA ROCHE H., LELONG F., POTY B. (1963). — Nouvelles observations sur le massif granitique du Lys-Caillaouas (Pyrénées Centrales). *Sciences de la Terre, Nancy*, t. XC, fasc. 4, p. 253-276.
- 10) CLIN M., HEDDEBAUT Cl., MIROUSE R., MULLER J., ROGER J. et WATERLOI M. (1970). — Le cycle hercynien dans les Pyrénées. Rapport du Centenaire. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XC, fasc. 4, p. 253-276.
- 11) DALLONI M. (1910). — Etude géologique des Pyrénées de l'Aragon. *Ann. Fac. Sc. Marseille*, t. 19, 444 p., 5 fig., 4 pl., 1 carte.
- 12) DALLONI M. (1930). — Etude géologique des Pyrénées catalanes. *Ann. Fac. Sc. Marseille*, t. 26, 373 p., 65 fig., 14 pl., 1 carte.
- 13) DEGARDIN J.M. (1978). — Etude stratigraphique et paléogéographique du Silurien de la région de Benasque (Pyrénées centrales espagnoles). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVIII, p. 51-58.
- 14) DESTOMBES J.P. (1949). — Stratigraphie de l'Ordovicien des Hautes Pyrénées. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 138-140.
- 15) GRANDCLAUDE P. et DE LA ROCHE H. (1966). — Métamorphisme du Gothlandien de la haute vallée de l'Esera au contact du massif granitique du Lys-Caillaouas (Pyrénées centrales). *Sciences de la Terre, Nancy*, t. XI, n° 1, p. 55-67, 9 fig.
- 16) KLEINSMIEDE W.F. (1960). — Geology of the Valle de Aran (Central Pyrenees). *Leid. Geol. Med.*, 25, p. 129-245, 77 fig., 1 carte.
- 17) MEY P. (1967). — The geology of the Upper Ribagorzana and Baliera Valleys, Central Pyrenees (Spain). *Leid. Geol. Med.*, 41, p. 153-220.
- 18) MEY P. (1968). — The geology of the Upper Ribagorzana and Tor Valleys, Central Pyrenees (Spain). *Leid. Geol. Med.*, 41, p. 229-292. 57 fig.
- 19) MIROUSE R. (1962). — Recherches géologiques dans la partie occidentale de la zone primaire axiale des Pyrénées. *Mém. Carte Géol. Fr.*, 451 p., 122 fig., 16 pl., 3 dépl.
- 20) RIOS L.M. (1977). — El paso Devoniano-Carbonífero y las atribuciones erroneas al Carbonífero en los rios Esera y Baliera, provincia de Huesca. *Bol. Inst. Geol. y Min. España*, t. LXXXVII-IV, p. 300-305, Madrid.
- 21) SCHMIDT H. (1931). — Dors Paläozoikum des spanischen Pyrenäen. *Abh. Ges. Wiss Göttingen math. phys.*, Li. 3, Folge, H. 5, 8, p. 1-85.
- 22) SITTER DE L.U. (1959). — The structure of the axial zone of the Pyrenees in the province of Lerida. *Estudios geologicos*, vol. 15, p. 349-360.
- 23) SITTER DE L.U. et ZWART J.H. (1959). — Geological map of the Paleozoic of the Central Pyrenees. *Leid. Geol. Med.*, 22, p. 351-418.
- 24) SÓUQUET P., PEYBERNES B., BILOTTE M. et DEBROAS E.J. (1977). — La chaîne alpine des Pyrénées. *Géol. Alp.*, 53, fasc. 2, p. 193-216, 5 fig., 4 pl.
- 25) WATERLOT M. (1967). — Contribution à l'étude géologique du Carbonifère anté-stéphanien des Pyrénées centrales espagnoles. *Thèse Sciences Lille et Mém. Inst. Geol. y Min. España*, (1969), t. 70, 259 p., 63 fig., 3 dépl., 6 pl.
- 26) WENNEKERS J.H.N. (1968). — The geology of the Esera Valley and the Lys-Caillaouas, Central Pyrenees, Spain/France. *Leid. Geol. Med.*, 41, p. 221-267.
- 27) WENSINK R. (1961). — Paleozoic of the Gallego and Ara valleys. Huesca Province. Spanish Pyrenees. *Estudios geologicos*, vol. XVIII, p. 1-74.
- 28) ZANDVLIET J. (1960). — The geology of the Upper Salat and Pallaresa Valleys, Central Pyrenees, Spain. *Leid. Geol. Med.*, 25, p. 1-127, 46 fig.

On consultera également les comptes rendus de BODEGA F. et RIOS L.M. sur les camps de terrain de l'Ecole des Mines de Madrid, parus depuis 1973 dans *Bol. Inst. Geol. y Min. España*.



La faune à Graptolites de type sarde : son extension stratigraphique et sa répartition paléogéographique

par Jean-Marie DÉGARDIN (*)

Résumé. — Les découvertes successives de gisements fossilifères dans lesquels sont observés des Graptolites de type sarde en compagnie de formes normales, permettent de préciser la répartition géographique mais aussi stratigraphique de cette faune.

L'analyse bibliographique de tous les gisements à Graptolites spéciaux met en valeur l'intérêt paléogéographique et paléoécologique de la faune à Graptolites de type sarde.

La distribution paléogéographique de cette faune semble liée d'une part à une zone climatique et d'autre part à la plate-forme septentrionale du continent "Nigritia".

Resumen. — Graptolitos de tipo "sardo" y formas normales han sido descubiertos juntos en varias localidades fossilíferas; la extensión paleogeográfica y estratigráfica de esta fauna es precisada.

Una recopilación de los estudios de yacimientos de Graptolitos de tipo "sardo" demuestra el interés paleogeográfico y paleoecológico de esta fauna. Su distribución paleogeográfica es relacionada con una zonación climática y también con la geografía del paleocontinente "Nigritia".

INTRODUCTION

Dans certains gisements, mêlés à d'autres formes normales, des Graptolites sont anormalement développés et leur taille peut atteindre le triple de celle des formes normales. Par ailleurs, seules certaines espèces sont touchées par le gigantisme.

I. — PHYSIONOMIE DE LA FAUNE A GRAPTOLITES DE TYPE " SARDE "

Les Graptolites de type " sarde " sont caractérisés par une grande taille du rhabdosome d'une part, et un grand espacement des thèques d'autre part (G. Waterlot, 1944).

Pour expliquer la grande taille de ces empreintes, on fait souvent appel à un très fort écrasement du fossile. Mais dans ce cas, les thèques n'auraient aucune raison d'être séparées les unes des autres de manière importante (fig. 1b). De même un étirement, s'il explique l'espacement des thèques, entraîne un amincissement plus ou moins important du rhabdosome (fig. 1c).

De plus, il semble évident que des causes externes aux fossiles comme un écrasement ou un étirement, dues à la diagenèse des roches et à ses vicissitudes, se

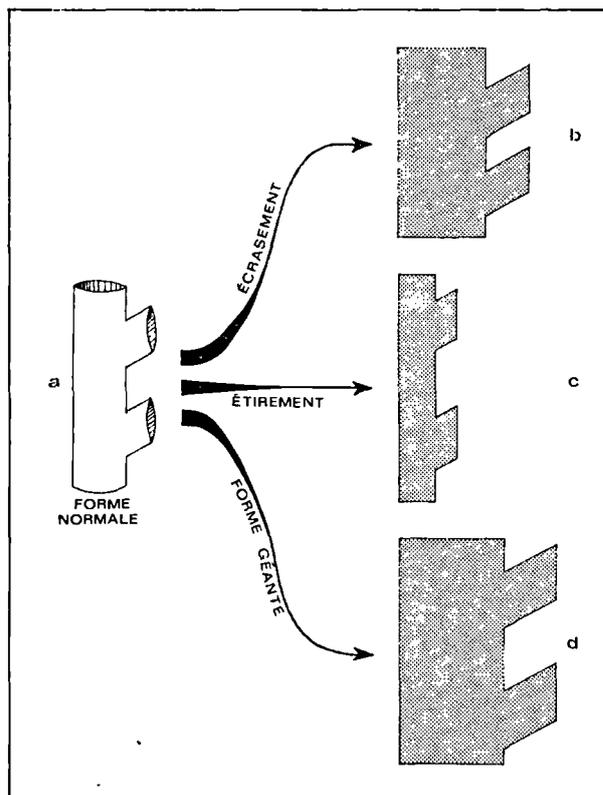


Fig. 1. — Schéma montrant la réalisation d'un rhabdosome de Graptolites de type " sarde " à partir d'un rhabdosome de forme normale.

(*) Laboratoire de Géologie Régionale, U.E.R. des Sciences de la Terre, Université des Sciences et Techniques de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex.

Note présentée le 5 Novembre 1980 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 11 Juin 1981.

seraient appliquées à toutes les formes d'un gisement et non de manière préférentielle à certains individus seulement. Pour aboutir à une forme de type " sarde ", il faut admettre une modification de taille propre à l'animal vivant (fig. 1d).

II. — REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE DES GISEMENTS DE GRAPTOLITES DE TYPE " SARDE "

Les Graptolites caractérisés par un large rhabdosome furent signalés pour la première fois par Meneghini en 1857 dans l'île de Sardaigne, puis par Delgado en 1908, au Portugal. Ces découvertes prirent toute leur importance à la suite des travaux de Gortani (1922-1923) qui montra qu'en Sardaigne, seules les couches du Wenlockien supérieur renfermaient des Graptolites de ce type. Cette observation se généralisait peu à peu dans les régions voisines, en particulier dans les Alpes (Heritsch, 1934), dans les Pyrénées (G. Waterlot, 1944) et en Afrique du Nord (G. Waterlot,

1948 ; Willefert, 1963). Cependant, des Graptolites à rhabdosome robuste étaient également signalés dans des couches plus anciennes, datées du Llandovérien moyen au Portugal (B. Waterlot, 1965).

Actuellement, une quarantaine de gisement de Graptolites de type " sarde " sont répertoriés en Europe moyenne et occidentale, en Asie, ainsi qu'en Afrique du Nord.

Les différents gisements cités sont présentés par ordre alphabétique des grandes régions naturelles et des nations. Pour chaque gisement, sont données les indications suivantes :

— le numéro du gisement permettant de situer celui-ci sur la fig. 2 : Répartition géographique des gisements ;

— le nom de l'auteur avec l'année de publication ; le nombre entre parenthèses renvoie à la liste des références bibliographiques ;

— la liste des Graptolites de type sarde ;

— l'âge du gisement donné selon la zonation classique de Elles et Wood (1901-1918).

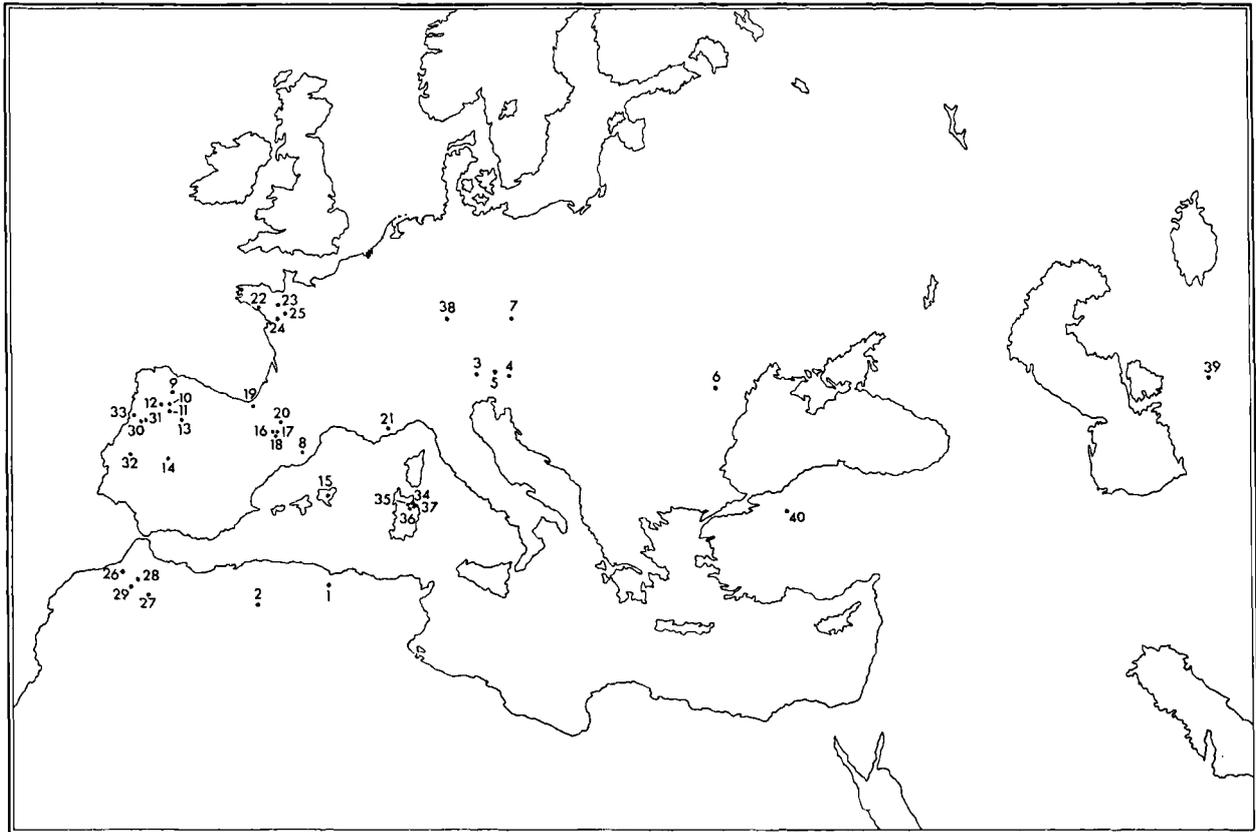


Fig. 2. — Répartition géographique actuelle des différents gisements de Graptolites de type " sarde ".

Algérie.

Gisement n° 1 : GISEMENT DE BENI AFEUR.

Graptolite récolté par H. Termier et G. Termier, 1950 (32).

Détermination de Gortani.

Monoclimacis (Monograptus) hemipristis (Meneghini, 1857).

AGE DU GISEMENT : Zone 30 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 2 : GISEMENT DE LAGHOUAT (Sahara septentrional).

Willefert, 1962 (38).

LISTE DES GRAPTOLITES DE TYPE SARDE DÉCRITS :

Monoclimacis linnarsonni var. *flumendosae* Gortani, 1922 ; *M. cf. vomerinus* var. *hemipristis* Meneghini, 1857 ; *Monograptus mutuliferus* Meneghini, 1857 ; *Pristiograptus dubius* var. *meneghini* Gortani, 1922 ; *P. sardous* var. *macilentus* Gortani, 1922 = *Pristiograptus meneghini* (Gortani, 1922).

AGE DU GISEMENT : Zones 30-31 du Wenlockien supérieur.

Alpes Carniques (Frontière austro-italienne).

Gisement n° 3 : GISEMENT DES ALPES DELLACHER.

Gortani, 1925 (15).

Monoclimacis hemipristis (Meneghini em. Gortani, 1922).

AGE DU GISEMENT : Zones 26 à 30 du Wenlockien.

Gisement n° 4 : GISEMENT DE LA REGION DE GRAZ (Autriche).

Peltzmann, 1933 (24).

LISTE DES ESPÈCES RENCONTRÉES : *Monograptus proboscoidatus* Gortani, 1922 = *M. mutuliferus* Meneghini em. Gortani, 1922 ; *M. tariccoi* Gortani, 1922 ; *Pristiograptus sardous* Gortani, 1922.

AGE DU GISEMENT : Zones 24-25 du Wenlockien inférieur.

Gisement n° 5 : GISEMENT DE LA REGION DE MURAU (Autriche).

Peltzmann, 1933 (24).

Mêmes caractéristiques que celles du gisement n° 4.

Balkans.

Gisement n° 6 : GISEMENT AU NORD DE SOFIA.

Haberfelner, 1929 (19).

LISTE DES ESPÈCES RENCONTRÉES : *Monograptus mutuliferus* Meneghini em. Gortani, 1922 ; *M. tariccoi* Gortani, 1922 ; *Pristiograptus sardous* (Gortani, 1922).

AGE DU GISEMENT : Zones 24-25 du Wenlockien inférieur.

Bohême.

Gisement n° 7 : GISEMENT DE TCHECOSLOVAQUIE.

— Boucek, 1931 (4).

LISTE DES ESPÈCES RENCONTRÉES : *Monoclimacis vomerinus* var. *robustus* Boucek, 1931 = *Pristiograptus sardous* var. *eximius* Gortani, 1922 ; *Monograptus lejskoviensis* Boucek, 1931 = *Monoclimacis flumendosae* (Gortani, 1922) ; *Monograptus probosciformis* Boucek, 1931 = *M. mutuliferus* Meneghini em. Gortani, 1922.

AGE DU GISEMENT : Zone 30 du Wenlockien supérieur.

— Pribyl, 1943 (28).

LISTE DES ESPÈCES RENCONTRÉES : *Pristiograptus meneghini* (Gortani, 1922) ; *P. meneghini* var. *giganteus* (Gortani, 1922) ; *P. sardous* (Gortani, 1922) ; *P. sardous* var. *eximius* (Gortani, 1922).

AGE DU GISEMENT : Zones 29-30 du Wenlockien supérieur.

Espagne.

Gisement n° 8 : GISEMENT DE VILETA (Région de Barcelone).

Schriel, 1929 (31).

Monograptus tariccoi Gortani, 1922.

AGE DU GISEMENT : Zones 29-30 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 9 : GISEMENT DE VILLAMAYOR DE NEGRAL (W. de Lugo, Galice).

Romariz, 1969 (29).

LISTE DES ESPÈCES CITÉES : *Monograptus latus giganteus* Romariz, 1962 ; *M. lamarmorae* Meneghini em. Gortani, 1922 ; *Pristiograptus sardous sardous* (Gortani, 1922).

AGE DU GISEMENT : Zones 30-31 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 10 : GISEMENT DE MENCIBE (W. de Gutin, Galice).

Romariz, 1969 (29).

LISTE DES ESPÈCES CITÉES : *Monograptus mutuliferus strigosus* Gortani, 1922 ; *M. mutuliferus mutuliferus* Gortani, 1922.

AGE DU GISEMENT : Zones 30-31 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 11 : GISEMENT DE LA SIERRA DEL CAUREL (NW de l'Espagne).

Romariz, 1969 (29).

LISTE DES ESPÈCES CITÉES : *Monograptus lamarmorae* Meneghini em. Gortani, 1922 ; *M. mutuliferus mutuliferus* Gortani, 1922 ; *Monoclimacis flumendosae* (Gortani, 1922) ; *M. hemipristis gonii* (Meneghini em. Gortani, 1922).

AGE DU GISEMENT : Zone 30 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 12 : GISEMENT DE SERVOY (Province de Orense, NW Espagne).

Romariz, 1969 (29).

LISTE DES ESPÈCES CITÉES : *Monograptus lamarmorae* Meneghini em. Gortani, 1922 ; *M. latus giganteus* Romariz, 1962 ; *M. mutuliferus mutuliferus* Gortani, 1922 ; *Pristiograptus armoricanus* (Philippot, 1944).

AGE DU GISEMENT : Zone 30 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 13 : GISEMENT DE MAHIDE (Province de Zamora, NW Espagne).
Romariz, 1969 (29).

LISTE DES ESPÈCES CITÉES : *Monoclimacis hemipristis gonii* (Meneghini em. Gortani, 1922); *M. hemipristis hemipristis* (Meneghini em. Gortani, 1922); *Monograptus lamarmorae* Meneghini em. Gortani, 1922; *M. mutuliferus mutuliferus* Gortani, 1922; *M. mutuliferus strigosus* Gortani, 1922; *Pristiograptus armoricanus* (Philippot, 1944); *P. meneghini meneghini* (Gortani, 1922); *P. sardous sardous* (Gortani, 1922).

AGE DU GISEMENT : Zone 30 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 14 : GISEMENT DU SYNCLINAL DE GUADARRANQUE (Caceres, W Espagne).

Graptolites récoltés par Gutierrez-Elorza et Vegas.
Détermination Romariz, 1971 (30).

LISTE DES ESPÈCES RENCONTRÉES : *Monoclimacis flumendosae* (Gortani, 1922); *M. hemipristis* (Meneghini em. Gortani, 1922); *M. hemipristis gonii* (Meneghini em. Gortani, 1922); *Monograptus mutuliferus mutuliferus* Gortani, 1922.

AGE DU GISEMENT : Zone 30 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 15 : GISEMENT DU CAP DE CABALLERIA (Minorque).

Bourrouilh, 1963 (5).
Genre de type sarde.
Monograptus sp. indéterminé.

AGE DU GISEMENT : Zones 25-26 du Wenlockien inférieur.

Gisement n° 16 : GISEMENT DU PONT SAN JAMES (Pyrénées centrales espagnoles).

Graptolites récoltés par M. Waterlot, 1961 (36).
Détermination G. Waterlot.

LISTE DES ESPÈCES RENCONTRÉES : *Monograptus mutuliferus* var. *strigosus* Gortani, 1922; *M. uncinatus* var. *tariccoi* Gortani, 1922.

Graptolites récoltés par Arche.
Détermination Romariz, 1971 (30).

LISTE DES ESPÈCES RENCONTRÉES : *Monograptus lamarmorae* Meneghini em. Gortani, 1922; *M. mutuliferus mutuliferus* Gortani, 1922.

Dégardin, 1977 (7); 1978 (8).

LISTE DES ESPÈCES DÉCRITES : *Monograptus mutuliferus* var. *strigosus* Gortani, 1922; *M. uncinatus* var. *tariccoi* Gortani, 1922;

AGE DU GISEMENT : Zones 30-31 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 17 : GISEMENT DU VERSANT NORD DU PIC D'ESPAX (Sierra Negra, Pyrénées centrales espagnoles).

Graptolites récoltés par Arche.
Détermination Romariz, 1971 (30).

LISTE DES ESPÈCES CITÉES : *Monoclimacis flumendosae* (Gortani, 1922); *Monograptus lamarmorae* Meneghini em. Gortani, 1922; *M. mutuliferus mutuliferus* Gortani, 1922; *M. uncinatus tariccoi* Gortani, 1922.

Dégardin, 1977 (7).

Monograptus mutuliferus var. *strigosus* Gortani, 1922.
AGE DU GISEMENT : Zones 30-31 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 18 : GISEMENT DU VERSANT OCCIDENTAL DU PIC D'ESPAX (Sierra Negra, Pyrénées centrales espagnoles).
Dégardin, 1977 (7).

LISTE DES ESPÈCES DÉCRITES : *Monograptus mutuliferus* var. *strigosus* Gortani, 1922; *M. uncinatus* var. *tariccoi* Gortani, 1922.

AGE DU GISEMENT : Zones 30-31 du Wenlockien supérieur.

France.

Gisement n° 19 : GISEMENT DU COL DE BENTARTE (Pyrénées atlantiques).

Graptolites récoltés par Lamare.
Détermination G. Waterlot, 1944 (34).

LISTE DES ESPÈCES RENCONTRÉES : *Monograptus flemingi* var. *lamarei* G. Waterlot, 1944; *M. mutuliferus* Meneghini em. Gortani, 1922; *M. mutuliferus* var. *strigosus* Gortani, 1922; *M. runcinatus* var. *amplus* G. Waterlot, 1944; *M. runcinatus* var. *magnus* G. Waterlot, 1944; *M. uncinatus* var. *tariccoi* Gortani, 1922.

AGE DU GISEMENT : Zone 30 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 20 : GISEMENT DE LA MONTAGNE DE POUYBOUCOUS (Pyrénées centrales).

Graptolites récoltés par Barba.
Détermination Romariz, 1971 (30).
Monograptus mutuliferus strigosus Gortani, 1922.

AGE DU GISEMENT : Zone 30 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 21 : GISEMENT DU MONT FENOUILLET (Hyères-Provence).

Graptolites récoltés par Gherzi, Gueirard et Samat.
Détermination G. Waterlot, 1970 (17).

LISTE DES ESPÈCES RENCONTRÉES : *Diplograptus* var. (*sensu* G. Waterlot); *Glyptograptus serratus* var. *giganteus* G. Waterlot, 1970; *Orthograptus* var. (*sensu* G. Waterlot); *Retiolites* (*Pseudoretiolites*) *perlatus* var. *daironi* Lapworth, 1876.

AGE DU GISEMENT : Zones 21-22 du Llandovérien supérieur.

Gisements n° 22, 23 : GISEMENT DE LA REGION DE MORGAT (Morbihan) ET DE POLIGNE (Ille-et-Vilaine). Massif Armoricaïn.

Philippot, 1944 (26); 1950 (27).
Pristiograptus armoricanus Philippot, 1944.

AGE DES GISEMENTS : Zones 30-31 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 24 : GISEMENT DE LA GAUDINIÈRE EN NOYAL-SUR-BRUTZ (Loire Atlantique). Massif Armoricaïn.

Philippot, 1950 (27).
Pristiograptus armoricanus Philippot, 1944.

AGE DU GISEMENT : Zones 30-31 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 25 : GISEMENT DU SYNCLINAL DES COEVRONS (Bas-Maine). Massif Armoricain.
Graptolites recueillis par Dangeard.
Détermination Philippot, 1950 (27).
Pristiograptus armoricanus Philippot, 1944.
AGE DU GISEMENT : Zones 30-31 du Wenlockien supérieur.

Maroc.

Gisement n° 26 : GISEMENT D'OULMES.
Graptolites récoltés par H. Termier et G. Waterlot.
Détermination G. Waterlot, 1948 (35).
LISTE DES ESPÈCES DE TYPE SARDE : *Monograptus flemengi* var. *lamarei* G. Waterlot, 1944 ; *M. giganteus* Gortani, 1922 ; *M. mutuliferus* Meneghini em. Gortani, 1922 ; *Pristiograptus sardous* var. *eximius* (Gortani, 1922).
AGE DU GISEMENT : Zones 30-31 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 27 : GISEMENT DE MELSEN EL ARRIS (Plaine du Tamleit).
Graptolites récoltés par Du Dresnay.
Détermination Delcroix, 1957 (9).
LISTE DES ESPÈCES DE TYPE SARDE : *Monograptus mutuliferus* var. *strigosus* Gortani, 1922 ; *Pristiograptus sardous* Gortani, 1922.
AGE DU GISEMENT : Zones 30-31 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 28 : GISEMENT DE BOU IRHIAL (Maroc central).
— Graptolites récoltés par Morin, 1957 (23).
Détermination Petitot.
Monograptus mutuliferus var. *strigosus* Gortani, 1922.
— Willefert, 1963 (38).
Monograptus sp. avec tendance vers *Monoclimacis linnarsonni* var. *flumendosae* Gortani, 1922.
AGE DU GISEMENT : Zones 30-31 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 29 : GISEMENT DU JEBEL AOUM (Maroc central).
Graptolites récoltés par Agar, Balcon et Morin, 1958 (1).
Détermination Petitot.
Monograptus mutuliferus var. *strigosus* Gortani, 1922.
AGE DU GISEMENT : Zones 30-31 du Wenlockien supérieur.

Portugal.

Gisement n° 30 : GISEMENT DE VALENGO (N du Portugal).
Delgado, 1908 (10).
LISTE DES ESPÈCES CITÉES : *Monograptus* cf. *lamarmorae* (Meneghini, 1857) ; *M.* cf. *mutuliferus* Meneghini, 1857.
AGE DU GISEMENT : Zone 30 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 31 : GISEMENT DE VILLARINHO DE CIMA.
Delgado, 1908 (10).

LISTE DES ESPÈCES RENCONTRÉES : *Monoclimacis* cf. *gonii* (Meneghini, 1857) ; *Monograptus* cf. *lamarmorae* (Meneghini, 1857).
AGE DU GISEMENT : Zone 30 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 32 : GISEMENT DE LA REGION DE BARRANCOS.
— Delgado, 1908 (10).

LISTE DES ESPÈCES RENCONTRÉES : *Monograptus* cf. *lamarmorae* (Meneghini, 1857) ; *M.* cf. *mutuliferus* Meneghini, 1857.

— Perdigo, 1961 (25).

LISTE DES ESPÈCES DE TYPE SARDE : *Monoclimacis vomerinus* var. *hemipristis* (Meneghini, 1857) ; *M. vomerinus* var. *gonii* (Meneghini, 1857) ; *M. vomerinus* var. *strigosus* (Gortani, 1922) ; *Monograptus belophorus* (Meneghini, 1857) ; *M. mutuliferus* Meneghini em. Gortani, 1922 ; *Pristiograptus sardous* var. *eximius* (Gortani, 1922).
AGE DU GISEMENT : Zones 30-31 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 33 : GISEMENT DE RIBEIRO DE BOLOI. Sao Pedro de Cova (Région de Porto).
B. Waterlot, 1965 (33).

LISTE DES ESPÈCES DE TYPE SARDE : *Monograptus ballesus* var. *precox* B. Waterlot, 1965 ; *M. belophorus* var. *prior* B. Waterlot, 1965 ; *M. largospinosus* B. Waterlot, 1965 ; *M. longitheca* B. Waterlot, 1965 ; *M. lusitaniensis* B. Waterlot, 1965 ; *Pristiograptus dubius* var. *meneghini* (Gortani, 1922).

AGE DU GISEMENT : Zones 22 à 25 du Llandovérien supérieur.

Sardaigne.

Gisement n° 34 : GISEMENT DE GONI (Sardaigne orientale).
Gortani, 1922 (13).

LISTE DES ESPÈCES DÉCRITES : *Monoclimacis gonii* (Meneghini em. Gortani, 1922) ; *M. hemipristis* (Meneghini em. Gortani, 1922) ; *M. linnarsonni* var. *flumendosae* (Gortani, 1922) ; *Monograptus belophorus* Meneghini em. Gortani, 1922 ; *M. falcatus* Meneghini, 1857 ; *M. lamarmorae* Meneghini em. Gortani, 1922 ; *M. mutuliferus* var. *strigosus* Gortani, 1922 ; *M. proboscideatus* Gortani, 1922 (= *M. mutuliferus* Meneghini em. Gortani, 1922) ; *M. tariccoi* Gortani, 1922 ; *Pristiograptus meneghini* (Gortani, 1922) ; *P. sardous* (Gortani, 1922) ; *Streptograptus antennularius* (Meneghini, 1857) ; *S. subtilis* (Gortani, 1922).

AGE DU GISEMENT : Zone 30 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 35 : GISEMENT DE BALLAO (Sardaigne orientale).
Gortani, 1922 (14).

LISTE DES GRAPTOLITES DE TYPE SARDE : *Monoclimacis gonii* (Meneghini em. Gortani, 1922) ; *Monograptus falcatus* Meneghini em. Gortani, 1922 ; *M. siren* Gortani, 1922 ; *Pristiograptus meneghini* var. *gigan-*

teus (Gortani, 1922); *P. sardous* var. *eximius* (Gortani, 1922); *Streptograptus antennularius* var. *floridus* (Gortani, 1922); *S. subtilis* var. *major* (Gortani, 1922).

AGE DU GISEMENT : Zone 30 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 36 : GISEMENT DE ARMUNGIA (Sardaigne orientale).

Gortani, 1922 (14).

LISTE DES ESPÈCES DÉCRITES : *Monoclimacis* cf. *gonii* (Meneghini em. Gortani, 1922); *Monograptus* cf. *mutuliferus* Meneghini em. Gortani, 1922; *Pristiograptus meneghini* (Gortani, 1922); *P. sardous* (Gortani, 1922).

AGE DU GISEMENT : Zone 30 du Wenlockien supérieur.

Gisement n° 37 : GISEMENT DE GADONI (Sardaigne orientale).

Gortani, 1922 (14).

LISTE DES GRAPTOLITES DE TYPE SARDE : *Monograptus mutuliferus* Meneghini em. Gortani, 1922; *M. mutuliferus* var. *strigosus* Gortani, 1922; *M. cf. proboscidatus* Gortani, 1922 (= *M. mutuliferus* Meneghini em. Gortani, 1922); *Pristiograptus cf. sardous* (Gortani, 1922).

AGE DU GISEMENT : Zone 30 du Wenlockien supérieur.

Thuringe.

Gisement n° 38 : GISEMENT DE RONNEBURG.

Jaeger, 1959 (21).

Monoclimacis hemipristis (Meneghini em. Gortani, 1922); *Streptograptus antennularius* (Meneghini, 1857).

AGE DU GISEMENT : Zones 29-30 du Wenlockien supérieur.

Turkestan.

Gisement n° 39 : GISEMENT DU TURKESTAN OCCIDENTAL.

Averianow, 1929 (2).

Monoclimacis vomerinus var. *major* Averianow, 1929; *Monoclimacis ferganensis* Averianow, 1929 (= *M. vomerinus* var. *major* Averianow, 1929).

AGE DU GISEMENT : Zones 26 à 31 du Wenlockien.

Turquie.

Gisement n° 40 : GISEMENT D'AMAMOS.

Frech, 1916 (12).

Monograptus sp. indéterminé à rhabdosome large.

AGE DU GISEMENT : Zones 26 à 31 du Wenlockien.

Actuellement, 43 espèces ou variétés différentes de Graptolites de type sarde appartenant à 8 genres ont été décrites. Seuls les genres *Monoclimacis* et *Monograptus* sont largement représentés. Le tableau biostratigraphique (Tabl. I) permet de souligner que les

premières espèces de Graptolites de type sarde apparaissent dès les zones 21 et 22 du Llandoveryien supérieur en différents points d'Europe occidentale (Portugal, Provence), puis en Europe centrale. Le développement maximal de cette faune est atteint pendant le Wenlockien supérieur où nous observons un très grand nombre d'espèces disséminées dans de nombreux gisements fossilifères localisés essentiellement sur tout le pourtour de la Méditerranée actuelle. Enfin, toutes les espèces de Graptolites de type sarde semblent s'éteindre dès la fin du Wenlockien supérieur.

III. — ESSAIS DE RECONSTITUTION PALEOGEOGRAPHIQUE

Deux essais de reconstitution paléogéographique ont été tentés et aboutissent à des observations complémentaires.

Dans un premier schéma (fig. 3), tous les gisements de Graptolites de type " sarde " ont été placés sur une reconstitution paléogéographique qui tient compte de la position des continents avant l'ouverture de l'Océan Atlantique et sur laquelle le paléo-équateur silurien, repéré par des données paléomagnétiques, a été reporté (Cramer, 1969). Ce paléo-équateur passait par la région des Grands Lacs canadiens et le Nord de la Grande-Bretagne; le pôle étant localisé à cette époque, soit en Afrique, soit au Brésil.

Tous les gisements répertoriés sont situés dans une zone relativement étroite, orientée parallèlement au paléo-équateur silurien. De plus, en comparant la répartition des organismes microplanctoniques au Silurien établie par Cramer (1969) et celle des Graptolites de type " sarde ", on constate qu'il existe une grande similitude entre ces deux répartitions qui semblent liées à une zone climatique relativement chaude, comparable à la zone subtropicale actuelle où l'activité biologique est très développée.

Dans un deuxième schéma (fig. 4), les gisements de Graptolites de type " sarde " sont disposés sur une reconstitution paléogéographique au Silurien moyen sur laquelle sont représentés les trois continents Laurentia, Baltica et Nigritia séparés par les Océans Iapetus et la Proto-Thétys (Babin *et al.*, 1980).

Tous les gisements sont répartis sur l'ensemble de la plate-forme orientale du continent nigritien. En effet, aucun gisement de Graptolites de type " sarde " n'a été signalé sur la plate-forme du continent BALTIKA. Il semble donc que la répartition paléogéographique de la faune à Graptolites de type " sarde " soit liée à deux facteurs principaux qui sont une bathymétrie de la mer relativement peu profonde sur la plate-forme continentale et à la zone climatique subtropicale.

ZONATION DU SILURIEN												GISEMENTS										
GRAPTOLITES DE TYPE SARDE												LUDLOWIEN										
												WENLOCKIEN										
												Llandoveryen										
												S I I E N										
												Llandoveryen										
												Wenlockien										
												Ludlowien										
												Giseiments										
Diplograptus var. sensu G. WATERLOT, 1970	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	21
Glyptograptus sardus var. giganteus G. WATERLOT, 1970																						21
Oxhagraptus var. sensu G. WATERLOT, 1970																						21
Reichlites perlaeus var. dachoni LAPORTE, 1876																						21
Monograptus ballaeus var. praeceus B. WATERLOT, 1965																						33
Monograptus belophonus var. pilosus B. WATERLOT, 1965																						33
Monograptus longithecaus B. WATERLOT, 1965																						33
Monograptus longithecaus B. WATERLOT, 1965																						33
Monograptus tsuzukanensis B. WATERLOT, 1965																						33
Monograptus tsuzukanensis B. WATERLOT, 1965																						33
Monoclimacis gonsii (MENECHINI em. GORTANI, 1922)																						4-6, 8, 34
Monoclimacis hemipetala gonsii (MENECHINI em. GORTANI, 1922) sensu ROMARIZ, 1962																						31, 34-36
Monoclimacis hemipetala hemipetala (MENECHINI em. GORTANI, 1922) sensu ROMARIZ, 1962																						11, 13, 14
Prisiclograptus dubius var. meneghini (GORTANI, 1922)																						1, 3, 13, 14, 34, 38
Monoclimacis vomerinus var. gonsii (MENECHINI, 1857) sensu FERRIGAO, 1961																						2, 33
Monoclimacis vomerinus var. hemipetala (MENECHINI, 1857)																						32
Monoclimacis vomerinus var. sardus (GORTANI, 1922) sensu FERRIGAO, 1961																						2, 32
Monograptus sardus GORTANI, 1922																						32
Streptograptus antennularius var. foliatus (GORTANI, 1922)																						35
Streptograptus subtilis var. major (GORTANI, 1922)																						35
Streptograptus subtilis (GORTANI, 1922)																						34
Monoclimacis flumensae (GORTANI, 1922)																						7, 11, 14, 17
Prisiclograptus meneghini (GORTANI, 1922)																						2, 7, 13, 36
Prisiclograptus meneghini var. giganteus (GORTANI, 1922)																						7, 35
Prisiclograptus sardus sardus (GORTANI, 1922)																						4-7, 9, 13, 27, 34, 36, 37
Streptograptus antennularius (MENECHINI, 1857)																						34, 38
Monograptus belophonus (MENECHINI, 1857)																						32, 34
Monograptus latus giganteus ROMARIZ, 1962																						9, 12
Monograptus uncinatus var. tsuzukanensis ROMARIZ, 1962																						17
Prisiclograptus amplicornis (PHILIPPOI, 1944)																						16, 18, 19
Monoclimacis limasensis var. flumensae (GORTANI, 1922)																						12, 13, 22-25
Monograptus foliatus MENECHINI, 1957																						7, 26, 32, 35
Monograptus giganteus GORTANI, 1922																						2, 28, 34
Monograptus lamarmoreae (MENECHINI, 1857)																						34, 35
Monograptus mutabilis mutabilis MENECHINI em. GORTANI, 1922																						26
Monograptus mutabilis sardus (GORTANI, 1922) sensu ROMARIZ, 1962																						9, 11-13, 16, 17, 30-32, 34
Monograptus mutabilis var. sardus (GORTANI, 1922) sensu ROMARIZ, 1962																						2, 4-7, 10-14, 16, 17, 19, 26
Streptograptus uncinatus var. amplius (G. WATERLOT, 1944)																						30, 32, 34, 36, 37
Streptograptus uncinatus var. magnus (G. WATERLOT, 1944)																						10, 13, 20
Monograptus flemingi var. lamareae G. WATERLOT, 1944																						16-19, 27-29, 34, 37
Monoclimacis vomerinus var. major AVERIANSON, 1929																						19
																						19, 26
																						39

Tableau I. — Tableau de répartition stratigraphique des genres et espèces de Graptolites de type " sarde " .

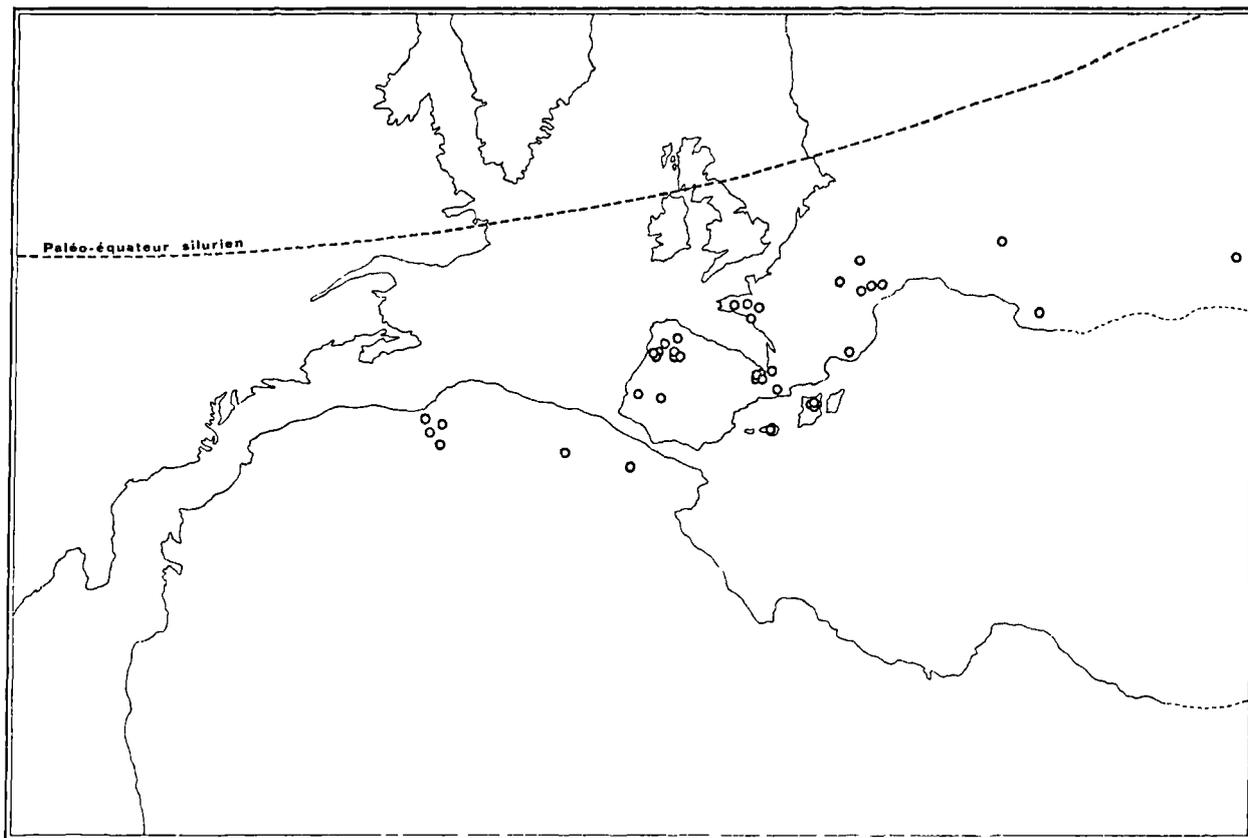


Fig. 3. — Répartition des gisements de Graptolites de type "sarde" sur une reconstitution paléogéographique (inspirée de Cramer, 1969).

CONCLUSIONS

Actuellement, une quarantaine de gisements renferment à la fois des Graptolites de type "sarde" et des Graptolites cosmopolites, sont répertoriés en Afrique, en Asie et en Europe. Les Graptolites spéciaux apparaissent dès le Llandovérien supérieur au Portugal, en Provence et en Bohême et se développent très abondamment jusqu'au Wenlockien supérieur, époque à laquelle ils disparaissent totalement. En raison du nombre réduit de gisements, aucune migration de cette faune à Graptolites de type "sarde" n'a pu être mise en évidence.

La répartition géographique actuelle de ces gisements à la périphérie de la Mer Méditerranée a long-

temps suggéré une relation étroite entre la Mésogée et la faune à Graptolites de type sarde. Un examen plus approfondi et surtout des essais de répartition de cette faune sur des reconstitutions paléogéographiques permettent de faire d'autres hypothèses sur les conditions de répartition de cette faune qui semble liée à des conditions climatiques et de sédimentation en milieu peu profond de la plate-forme continentale du continent Nigritia.

Quant à l'origine somatique ou génétique de cette faune à Graptolites de type "sarde", le gigantisme peut être lié aux conditions de sédimentation des pélites du Silurien qui se déposèrent dans des milieux riches en matière organique.

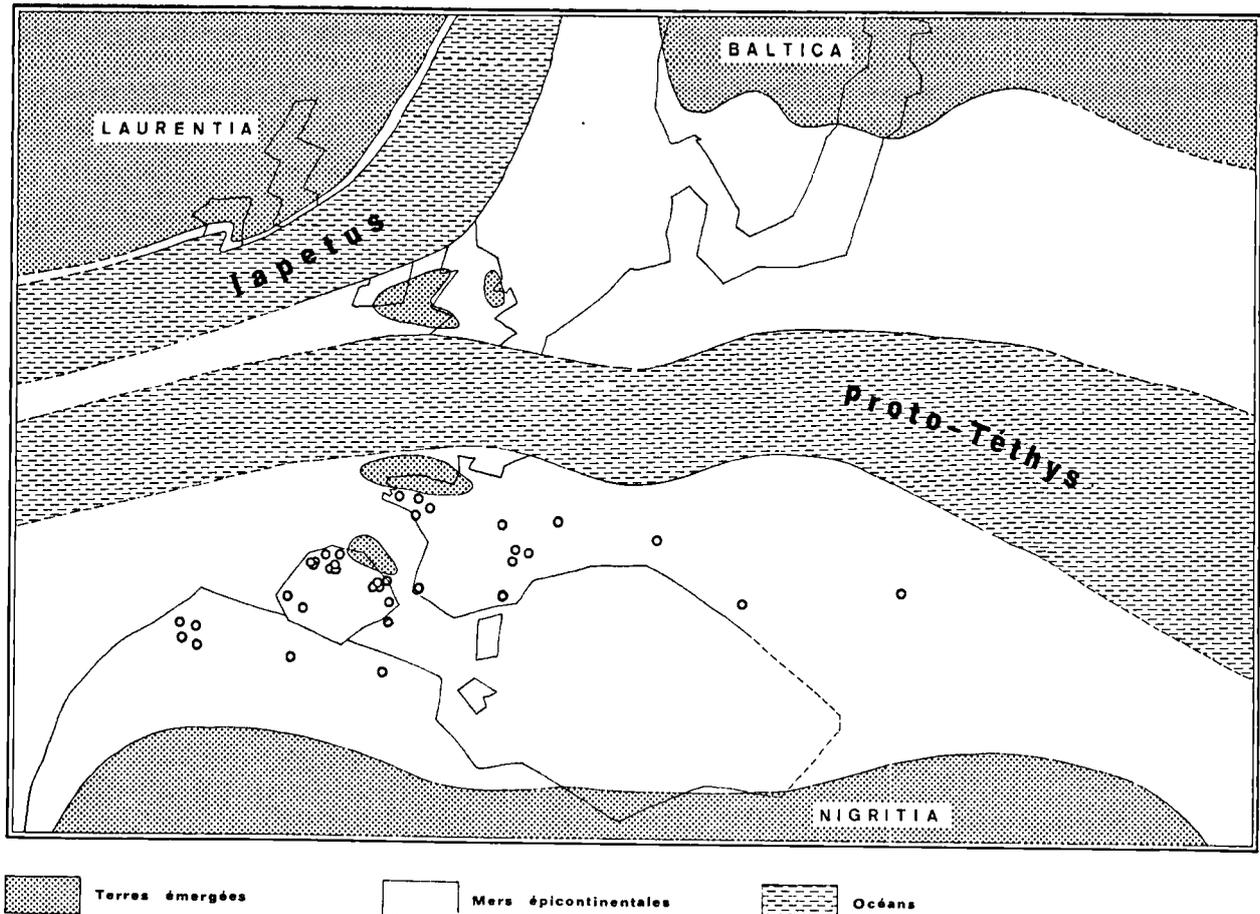


Fig. 4. — Répartition des gisements de Graptolites de type " sarde " sur une reconstitution paléogéographique au Silurien moyen (inspirée de Babin *et al.*, 1980).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) AGAR J., BALCON J.H. et MORIN Ph. (1958). — Etude géologique et métallogénique de la région minéralisée du jebel Aouam (Maroc central). *Notes et Mém. Serv. géol. Maroc*, n° 132.
- 2) AVERIANOW B. (1929). — Graptoloidea der ober-silurischen Schiefer aus Ost-Turkestan. *Bull. du Comité géologique Leningrad*, vol. 48, sér. 5.
- 3) BABIN C., COCKS L.R.M. et WALLISER O.H. (1980). — Faciès, faunes et paléogéographie anté-carbonifère de l'Europe; in Cogné J. et Slansky M.: Géologie de l'Europe du Précambrien aux bassins sédimentaires post-hercyniens. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCIX, p. 191-202.
- 4) BOUČEK F. (1931). — Communication préliminaire sur quelques nouvelles espèces de Graptolites du Gothlandien de la Bohême. *Vestník Státního geol. ústavu CSR*, r. VII, c 3.
- 5) BOURROUILH R. (1963). — Découverte de Silurien à Graptolites à Minorque (Baléares, Espagne). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n° 10, p. 344-345, 1 fig.
- 6) CRAMER F.H. (1969). — Consideraciones sobre la palinología y las paleolatitudes silúricas a proposito del microplancton silúrico de las Montañas Cantábricas del Noroeste de España. *Com. Serv. geol. Portugal*, t. 53, p. 67-94, 11 pl.
- 7) DEGARDIN J.M. (1977). — Contribution à l'étude géologique du Silurien de la région de Benasque (Province de Huesca, Espagne). *Thèse 3^{me} Cycle, Lille*, 355 p., 69 fig. 10 pl.
- 8) DEGARDIN J.M. (1978). — Etude stratigraphique et paléogéographique du Silurien de la région de Benasque (Pyrénées Centrales espagnoles). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVIII, p. 51-58, 4 fig.

- 9) DELCROIX J. (1957). — Etude de la faune graptolitique gothlandienne de la région du Tamlelt (Maroc) et de quelques autres gisements voisins. *D.E.S., Fac. Sc. Lille*, 95 p., 6 pl.
- 10) DELGADO N.J.F. (1908). — Système silurique du Portugal. Etude de Stratigraphie paléontologique. *Mém. Com. Serv. Geol. Portugal*, 247 p., 8 pl., 4 cartes.
- 11) ELLES G.L. et WOOD E.M.R. (1901-1918). — A monograph of British Graptolites. *Paleont. Soc. Lond.*, 526 p., 359 fig., 52 pl. h.t.
- 12) FRECH H. (1916). — Geologie Kleinasiens im Bereich der Bagdadbahn. *Zeitschr. Deutsch. geol. Gesellsch.*, t. 68, p. 149-325.
- 13) GORTANI M. (1922). — Faune paleozoiche della Sardegna. Parte I. Le Graptoliti di Goni. *Paleont. Italica*, vol. 28, p. 41-68, Pl. 8-13.
- 14) GORTANI M. (1922). — Faune paleozoiche della Sardegna. Parte II. Graptoliti della Sardegna orientale. *Paleont. Italica*, vol. 28, p. 95-112, Pl. 15-19.
- 15) GORTANI M. (1923). — Contribuzioni allo studio del Paleozoico Carnico. Parte VII. Graptoliti del Monte Hochwipfel. *Paleont. Italica*, vol. 29, p. 1-24, Pl. 1.
- 16) GORTANI M. (1925). — La serie graptolitica delle Alpi Carniche. *Rendic. Accad. Sci. Bologna*, t. 29, p. 1-6.
- 17) GUEIRARD S., WATERLOT G., GHERZI A. et SAMAT M. (1970). — Sur l'âge llandovérien supérieur à tarannonien inférieur des schistes à Graptolites du Fcnouillet, Massif des Maures (Var). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), XII, n° 2, p. 195-199.
- 18) HABERFELNER E. (1932). — Zur Entwicklungsgeschichte der Monograptiden. *Akad. der Wissenschaften Wien*, 69, p. 134-136.
- 19) HABERFELNER E. (1929). — Über das Silur im Balkan nördlich von Sofia, Bulgarien. *Mittlg. d. Natuwiss. Vereines f. Steiermark*, vol. 66.
- 20) HERITSCH F. (1934). — The Graptolitic faunas of the Gothlandian in the Eastern Alps and their Relationships. *Geological Magazine*, vol. 71, p. 268-275.
- 21) JAEGER H. (1959). — Graptolithen und Stratigraphie des jüngsten Thüringer Silurs. *Alsh. Deutsch. Akad. Wissen.* Berlin (Kl. chem. Geol. Biol.), Berlin n° 2, 197 p., 26 fig., 14 pl.
- 22) MENEGHINI (1857). — Palaeontologie de l'Isle de Sardaigne in : « La Marmora », voyage en Sardaigne. Pt. III, vol. II.
- 23) MORIN Ph. (1957). — Sur l'âge gothlandien supérieur des quartzites du Bou Irhia (anticlinorium de Kasba Tadla - Azrou, Maroc central). *C.R. somm. Soc. géol. France*, n° 11, p. 222.
- 24) PELTZMANN I. (1933). — Silurnachweis durch einer Graptolithenfund in der Grauwackenzone Vorarlbergs. *Verh. Geol. Bundesanstalt. Wien*, n° 160.
- 25) PERDIGAO J.C. (1961). — Fauna graptolitica gigante, tipicamente mediterranea, em Portugal. *Serv. geol. de Portugal*, t. XLV, p. 519-528, 3 pl.
- 26) PHILIPPOT A. (1944). — Trois nouvelles espèces de Graptolites du Gothlandien de Bretagne. *Bull. Soc. géol. France*, (5), XIV, p. 37-44.
- 27) PHILIPPOT A. (1950). — Les Graptolites du Massif Armoricaïn. Etude stratigraphique et paléontologique. *Mém. Soc. géol. Mines de Bretagne*, t. 8, p. 1-295.
- 28) PRIBYL A. (1943). — Revise zastupcu nodu *Pristiograptus* ze *P. dubius* a *P. vulgaris* z ceskeho a cizihó siluru. *Rozpravy II, Triduy Ceske Akademie*, LIII, 4, p. 1-48, 4 pl.
- 29) ROMARIZ C. (1969). — Graptolitos siluricos do noroesta peninsular. *Com. Serv. géol. Portugal*, t. 53, p. 107-155, 4 fig., 5 pl.
- 30) ROMARIZ C., ARCHE A., BARBA A., GUTIERREZ ELORZA M. et VEGAS R. (1971). — The mediterranean graptolitic fauna of the Wenlockian in the Iberian Peninsula. *Bol. Soc. geol. Portugal*, vol. 18, p. 57-61.
- 31) SCHRIEL W. (1929). — Der geologische Ban des katalonischen Küskengebirges zwischen Ebromündung und Ampurda. *Abh. Gesellsch. Wissensch. Göttingen*, XIV, 1, 18.
- 32) TERMIER H. et TERMIER G. (1950). — Contributions à l'étude des faunes paléozoïques de l'Algérie. *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*, 1^{re} série, n° 11, p. 1-82, 17 pl.
- 33) WATERLOT B. (1965). — Découverte d'une faune graptolitique géante dans le Llandovérien et le Tarannonien inférieur des environs de Porto (Portugal). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXV, p. 159-168, 1 pl.
- 34) WATERLOT G. (1944). — Sur l'extension au Pays basque de la grande faune graptolitique de Sardaigne. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XLV, n° 216, p. 255-264.
- 35) WATERLOT G. (1948). — La faune graptolitique spéciale à la mésogée occidentale. *C.R. Ac. Sc.*, t. 226, p. 681-683.
- 36) WATERLOT M. (1961). — Contribution à l'étude de la série stratigraphique gothlandienne et anté-gothlandienne de la vallée du Rio Esera (Province de Huesca, Espagne). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. LXXXI, p. 73-78, 1 pl.
- 37) WILLEFERT S. (1962). — Quelques Graptolites du Silurien supérieur du Sahara septentrional. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7^{me} série, t. IV, p. 24-40, 2 fig., 2 pl.
- 38) WILLEFERT S. (1963). — Graptolites du Silurien et du Lochkovien de Touchent (Anticlinorium de Kasba-Tadla-Azrou, Maroc central). *Notes Serv. géol. Maroc*, t. 23, n° 172, p. 69-99, 24 fig., 2 pl.

ANNEXE

Liste alphabétique des genres et espèces cités

- Diplograptus* var. *sensu* G. Waterlot, 1970.
Glyptograptus serratus var. *giganteus* G. Waterlot, 1970.
Monoclimacis flumendosae (Gortani, 1922).
 sensu Romariz, 1962.
M. hemipristis gonii (Meneghini em. Gortani, 1922) *sensu*
 Romariz, 1962.
M. hemipristis hemipristis (Meneghini em. Gortani, 1922)
 sensu Romariz, 1962).
M. linnarsonni var. *flumendosae* (Gortani, 1922).
M. vomerinus var. *gonii* (Meneghini, 1857) *sensu* Perdi-
 gao, 1961.
M. vomerinus var. *hemipristis* (Meneghini, 1857).
M. vomerinus var. *major* Averianow, 1929.
M. vomerinus var. *strigosus* (Gortani, 1922) *sensu* Perdi-
 gao, 1961.
Monograptus ballaesus var. *praecox* B. Waterlot, 1965.
M. belophorus (Meneghini, 1857).
M. belophorus var. *prior* B. Waterlot, 1965
M. jalcatius Meneghini, 1857.
M. flemingi var. *lamarei* G. Waterlot, 1944.
M. giganteus Gortani, 1922.
M. lamarmorae (Meneghini, 1857).
M. largospinosus B. Waterlot, 1965.
M. latus giganteus Romariz, 1962.
M. longithecatus B. Waterlot, 1965.
M. lusitaniensis B. Waterlot, 1965.
M. mutuliferus mutuliferus Meneghini em. Gortani, 1922.
M. mutuliferus strigosus Gortani, 1922, *sensu* Romariz,
 1962.
M. mutuliferus var. *strigosus* Gortani, 1922.
M siren Gortani, 1922.
M. tariccoi Gortani, 1922.
M. uncinatus tariccoi Gortani, 1922, *sensu* Romariz, 1962.
M. uncinatus var. *tariccoi* Gortani, 1922, *sensu* Waterlot,
 1944.
Orthograptus var. *sensu* G. Waterlot, 1970.
Pristiograptus armoricanus (Philippot, 1944).
P. dubius var. *meneghini* (Gortani, 1922).
P. meneghini meneghini (Gortani, 1922).
P. meneghini var. *giganteus* (Gortani, 1922).
P. sardous sardous (Gortani, 1922).
P. sardous var. *eximius* (Gortani, 1922).
Retiolites perlatus var. *daironi* Lapworth, 1876.
Streptograptus antennularius (Meneghini, 1857).
S. antennularius var. *floridus* (Gortani, 1922).
S. runcinatus var. *amplus* (G. Waterlot, 1944).
S. runcinatus var. *magnus* (G. Waterlot, 1944).
S. subtilis (Gortani, 1922).
S. subtilis var. *major* (Gortani, 1922).

-----«»-----

Sur le métamorphisme de la partie méridionale du Massif cambrien de Rocroi Les zones à chloritoïde et à ilménite

par A. BEUGNIES (*), G. CHAVEPEYER (**) et M. MERCIER (**)

Résumé. — Synthèse des données relatives aux paragenèses à chloritoïde et ilménite de la partie méridionale du Massif de Rocroi (Ardenne). Parmi les nouvelles données acquises, il faut noter : les compositions chimiques (analyses par sonde électronique) de chloritoïdes, chlorites et ilménites, la distribution zonale de la cristallinité de l'illite mettant en évidence l'existence d'une zone interne à plus haut degré de métamorphisme, la présence d'ilménite et de chloritoïde dans les couches basales de la couverture dévonienne, plusieurs faits pétrographiques et structuraux confirmant un âge hercynien pour le métamorphisme.

Abstract. — Synthesis of the data about the chloritoid and ilmenite zones of the southern part of the Rocroi-massif (Ardenne). Among new data to be quoted : chemical compositions (electronprobe analysis) of chloritoids, chlorites and ilmenites, zonal distribution of the cristallinity of illite in connection with an internal zone of higher metamorphic grade, presence of ilmenite and chloritoid in the lower part of the devonian cover, several petrographical and structural features in agreement with an hercynian age for the metamorphism.

Le métamorphisme de la partie méridionale du Massif de Rocroi se traduit par des paragenèses à magnétite, chloritoïde et ilménite développées dans le socle cambrien et dans les couches basales de la couverture gédinnienne. Dans le socle cambrien, la magnétite se cantonne exclusivement dans les roches devilliennes et le chloritoïde dans les formations reviniennes tandis que l'ilménite apparaît indifféremment dans les séries reviniennes et devilliennes. La présente note est consacrée aux paragenèses à chloritoïde et ilménite.

I. — LE METAMORPHISME DE LA PARTIE MERIDIONALE DU MASSIF DE ROCROI

A) LE CHLORITOÏDE

1) Provenance des échantillons.

Les échantillons proviennent (fig. 1) :

C-1 : Quartzophyllade de la formation des quartzites de la Petite Commune (RV4) ; ravin de l'Ours.

(*) Faculté polytechnique de Mons, laboratoire de Minéralogie, rue de Houdain, 7000 Mons (Belgique).

(**) Chercheur à l'Institut inter-universitaire d'études des Sols et des Matériaux (INISMA), 32, rue de Malplaquet, B - 7000 Mons.

Note présentée le 5 Novembre 1980 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 11 juin 1981.

- C-2 : Divers échantillons de roches à chloritoïde, soit dans le socle cambrien (quartzite et quartzophyllades RV4), soit dans la couverture gédinnienne (conglomérat et grès phylliteux) ; pour plus de précision, voir la localisation détaillée (fig. 2) ; bois Saint-Jean.
- C-3 : Phyllades et quartzophyllades RV4 sous la discordance ; cheminée de Bogny.
- C-4 : Pâte du conglomérat gédinnien ; cheminée de Bogny.
- C-5 : Phyllade grossier RV4 ; Ruisseau de la Papeterie.
- C-5b : Phyllade plus fin du sommet de la formation RV4 ; Ruisseau de la Papeterie.
- C-6 : Phyllade noir grossier, micacé et fruité de la formation RV4 ; Ruisseau de la Papeterie.
- C-7 : Conglomérat gédinnien à pâte quartzophylladeuse : ravin du Corbeau.
- C-8 : Phyllade noir micacé de la formation d'Anchamps (RV3) ; au S de la Vieille-Forge.
- C-9 : Phyllade micacé RV3 ; au N de la Vieille-Forge.
- C-10 : Quartzophyllade micacé RV3 ; au N de la Vieille-Forge.
- C-11 : Quartzophyllade micacé RV4 ; ravin du Corbeau.
- C-12 : Phyllades noirs de la formation RV3 sous la discordance à l'Est du Château de Montcornet.
- C-14 : Quartzophyllade micacé et quartzite de la formation RV4 ; ravin du Corbeau.
- C-15 : Phyllades micacés grossiers et petits bancs de quartzite de la partie inférieure de la formation RV3 ; vallée de la Sormonne à l'Ouest de Rimogne.

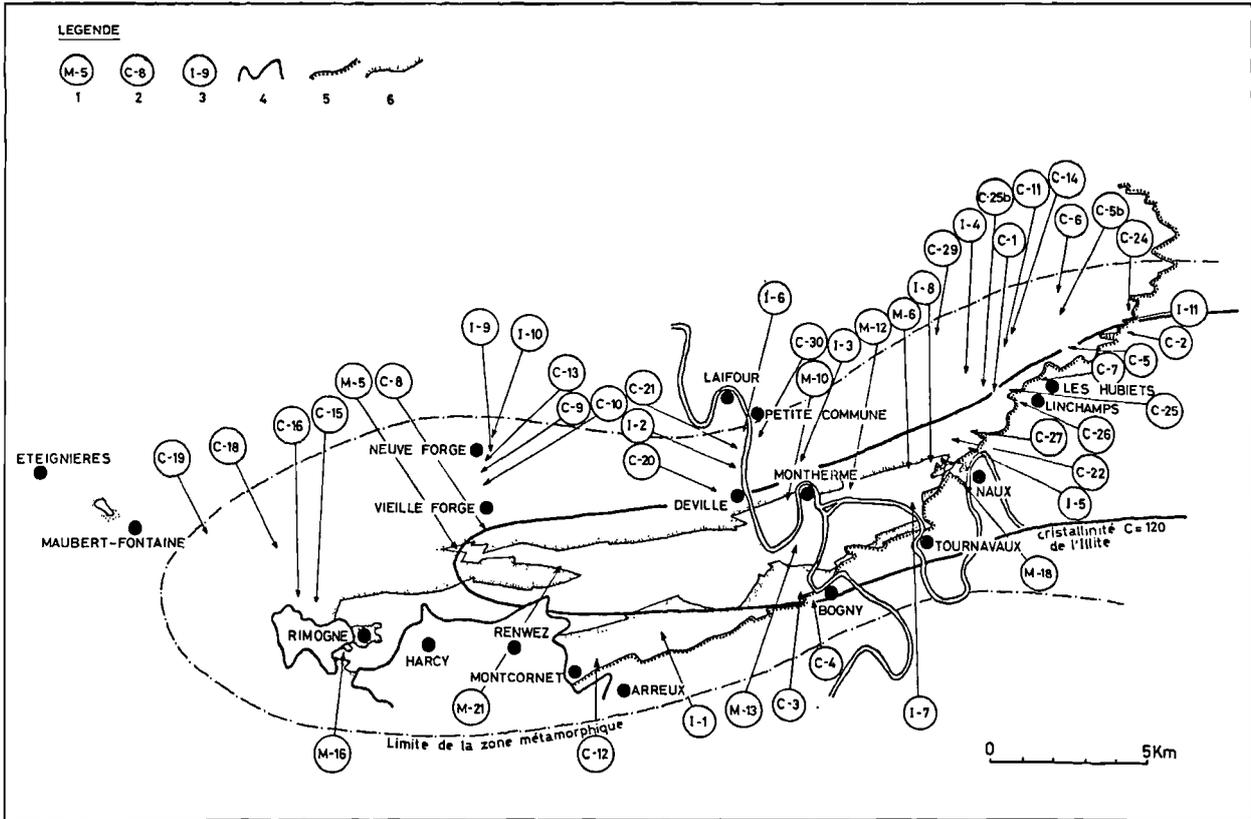


Fig. 1. — Les zones métamorphiques à chloritoïde et ilménite au bord sud du massif de Rocroi.

1, Echantillon à magnétite M-5. — 2, Echantillon à chloritoïde C-8. — 3, Echantillon à ilménite I-9. — 4, Limite du Jurassique. — 5, Limite du Dévonien. — 6, Limite du Devillien.

- C-16 : Phyllades fins, micacés ; partie inférieure de RV3 ; vallée de la Sormonne.
- C-18 : Phyllades micacés du sommet de RV3 ; vallée de la Saultry à l'Est de Maubert-Fontaine.
- C-19 : Quartzophyllade et phyllade noir RV3 ; au N du Moulin de Maubert-Fontaine.
- C-20 : Quartzophyllade de la formation des quartzites de la Roche à Sept Heures (RV2) ; à l'ouest de Deville.
- C-21 : Quartzophyllades grossiers micacés de la formation RV4 ; entrée du ravin de Lembrèque entre Deville et Laifour.
- C-22 : Phyllade noir grossier micacé RV3 ; vallée de la Gire au Nord-Ouest de Naux.
- C-24 : Quartzophyllade et quartzite noir pyriteux RV4 ; Bois Saint-Jean.
- C-25 : Quartzophyllade grossier RV3 à peu de distance sous la discordance ; rive droite du ravin de l'Ours à l'Ouest de Linchamps.
- C-25b : Phyllade noir de la formation des Vieux-Moulins de Thilay (RV5) ; ravin de l'Ours.

- C-27 : Quartzophyllade grossier micacé RV4 ; au N de Naux.
- C-29 : Phyllade noir fin RV4 ; ravin de l'Ours à 1 km au SW de la Neuville-aux-Haies.
- C-30 : Phyllade fin RV4 ; la Petite-Commune, flanc Nord du synclinal.

2) Structure et composition chimique.

La structure a été identifiée par diffractométrie des rayons X qui a livré les raies caractéristiques à 4,42 - 2,96 - 2,46 et 2,367 Å.

L'analyse chimique réalisée à la sonde électronique (installation Jeol ; détecteur à jonction Si-Li) de l'Institut inter-universitaire d'études des sols et des matériaux (INISMA) sous la direction du Professeur Blave, a livré des teneurs peu variables d'un échantillon à l'autre et sans différences significatives en relation avec la position stratigraphique (RV4, RV3 ou Gédinnien), soit avec le degré de métamorphisme.

Les dosages d'orientation (moyenne sur 3 grains de chaque échantillon) réalisés sur une dizaine d'échantillons différents conduisent tous à des teneurs pondérales situées dans les intervalles suivants :

$$38,6 < \text{Al}_2\text{O}_3 < 42,1; 24,1 < \text{SiO}_2 < 25,8;$$

$$25,6 < \text{FeO} < 28,6; 0,5 < \text{MgO} < 2,3;$$

$$0,3 < \text{MnO} < 1,3$$

Les dosages systématiques (moyenne sur 10 grains de chaque échantillon) réalisés sur trois échantillons (tabl. 1) montrent qu'il s'agit dans chaque cas d'un chloritoïde essentiellement ferrifère dont la composition est très voisine de la formule théorique :



Echantillon	Al ₂ O ₃ Δ = 1 %	SiO ₂ Δ = 1 %	FeO Δ = 3 %	MgO Δ = 10 %	MnO Δ = 20 %	Remarques
C-3	41,0	24,9	28,6	0,50	0,55	Proportions pondérales en %
C-5	42,1	25,7	26,6	1,6	1,7	
C-7	39,6	24,1	28,1	0,54	0,25	
	Al	Si	Fe	Mg	Mn	Nombre de cations (Z _o = 14)
C-3	3,95	2,04	1,96	0,06	0,04	
C-5	3,94	2,04	1,77	0,19	0,11	
C-7	3,95	2,04	2,02	0,07	0,02	

Tableau I. — Compositions chimiques des chloritoïdes.
(Δ = écart à 95 % de confiance).

3) Propriétés optiques.

Généralement grisâtre et très faiblement pléochroïque (N_p, N_m : gris foncé ; N_g : gris clair) ; biaxe positif avec un angle 2V variable de 40 à 78° et un angle γ de l'arête C avec la normale à (001) pouvant atteindre 22°, une biréfringence principale N_g-N_p variable de 0,004 à 0,006.

Le minéral se présente toujours en plaquettes montrant des macles répétées avec plan de macle et d'association parallèle au plan d'étalement (001).

B) L'ILMENITE

1) Provenance des échantillons.

- I-1 : Phyllades noirs finement micacés de la formation RV3 ; route de Sécheval à Charleville.
- I-2 : Phyllades noirs ardoisiers (Veine de la Folie, sommet de RV2) ; route de Deville à Laifour au Sud du Ravin de Lembrèque.
- I-3 : Veine ardoisière de la Folie ; au Nord de la Roche à Sept Heures à Monthermé.
- I-4 : Phyllade noir de la formation RV5 ; ravin de l'Ours.
- I-5 : Phyllade noir ardoisier de la formation RV2 ; confluence de la Gire et de son affluent de droite à l'Ouest de Naux.

- I-6 : Phyllade noir de la partie inférieure de la formation RV4 ; route de Deville à Laifour, au Nord du Ravin de Lembrèque.
- I-7 : Phyllade vert de la formation de la Longue-Haie (DVI) ; rive droite de la Semois en aval des rapides du Phade.
- I-8 : Quartzite phylliteux de la partie supérieure de la formation DVI ; à 400 m à l'Est du Roc de la Tour.
- I-9 : Phyllade noir micacé de la formation RV3 ; environ de la Vieille-Forge.
- I-10 : Quartzophyllade micacé du sommet de RV3 ; environ de la Vieille-Forge.
- I-11 : Grès gédinnien surmontant le conglomérat du Bois Saint-Jean ; le même échantillon contient en outre du chloritoïde (C-2-4).

2) Propriétés physiques et chimiques.

L'ilménite a été identifiée dans tous les échantillons, par diffractométrie des rayons X (raies à 3,73 - 2,74 - 2,55 - 2,24 - 1,86 - 1,72 - 1,63 - 1,50 - 1,47 et 1,34 Å).

Les dosages d'orientation réalisés à la sonde électronique ont montré qu'il s'agit dans tous les cas d'une ilménite ferrifère dont la composition est conforme à la formule théorique : FeTiO₃.

Le minéral se présente toujours en plaquettes subrhombiques ou subhexagonales à texture poeciloblastique (lamelles phylliteuses et grains de quartz).

La microdureté Vickers (moyenne de 10 mesures ; charge de 100 g) de 540 kg/mm² (I-3) correspond à la valeur admise pour l'ilménite exclusivement ferrifère (Gehlen et Piller, 1965).

La réflectivité ordinaire mesurée (R_o = 19,2 % pour λ = 589 μm) est plus faible que la valeur de 20,1 % généralement admise (Gehlen et Piller, 1965 ; Cervelle, 1967) ; l'écart résulte de la texture très finement poeciloblastique de tous les échantillons étudiés.

C) LA CHIASTOLITE

Nous avons noté la présence de chialstolite en un seul endroit du Massif de Rocroi, dans certains niveaux plus argileux des phyllades micacés de la partie supérieure de la formation RV3, sous la discordance, à la cheminée de Bogny (C-3). En réalité, les porphyroblastes de chialstolite sont complètement transformés en amas surmicacés mais l'identification du minéral originel reste cependant possible par les formes cristallines et la structure des inclusions charbonneuses, les faciès étant tout à fait comparables à ceux observés dans le Massif de Givonne (Beugnies, 1976).

D) LES CHLORITES

La chlorite se présente généralement en paillettes submicroscopiques formant, avec l'illite, la matrice phylliteuse des roches. Plus rarement (C-5b et C-6),

on la rencontre en association avec le quartz dans des amas plus grossiers sous forme de lamelles détritiques de plus grandes dimensions rendant possible une étude de ses propriétés optiques.

1) Structure et composition chimique.

La structure identifiée par diffractométrie des rayons X est typique des chlorites par les raies caractéristiques à 14,24 - 7,07 - 4,72 et 3,51 Å.

L'analyse chimique réalisée à la sonde électronique (moyenne de 10 dosages) sur les grosses paillettes de l'échantillon C-6 a donné les résultats suivants (% pondéraux) SiO₂: 24,12; Al₂O₃: 24,25; MgO: 15,16; FeO: 22,88; MnO: 0,275; conduisant à une teneur en H₂O de 13,30 % et à la formule chimique (Mg_{2,28} Fe_{1,91} Mn_{0,02} Al_{1,20}) [Si_{2,42} Al_{1,58} O₁₀] (OH)₈ proche d'une ripidolite.

Par ailleurs, en utilisant la méthode de Petruk (1968) revue par Aumaître (1973), nous avons tenté de définir la composition chimique des chlorites en paillettes submicroscopiques à partir des diffractogrammes des rayons X. La composition est définie par la formule



les valeurs de x et y étant précisées dans le tableau II.

Toutes les compositions théoriques se situent dans le domaine des ripidolites pour la plupart ferrifères.

Ech.	C-8	I-3	I-6	C-5b	C-6	C-25b	C-29	M-6	M-10	M-12	M-21	I-1
x	1,33	1,38	1,33	1,33	1,28	1,28	1,29	1,21	1,33	1,14	1,33	1,21
y	2,60	3,6	3,85	2,30	3,0	3,5	4,5	3,10	2,60	2,8	3,4	4,05

Tableau II.

* Les échantillons M-6 à M-21 sont des phyllades devilliens à magnétite dont la localisation est précisée à la fig. 1.

2) Propriétés optiques.

Faiblement pléochroïque avec : N_g, N_m : jaune clair à rose, N_p incolore à grisâtre.

L'indice de réfraction pour la lumière polarisée suivant le plan de clivage (N_g, N_m), mesuré par réflectométrie, varie de 1,67 à 1,69 (λ = 589 μm).

Optiquement négatif avec un angle 2V variant de 0 à 39°, généralement plus faible dans les variétés plus claires (0 à 33°) et plus élevé dans les variétés roses ou grisâtres (17 à 39°); dispersion nette du type ρ > ν.

E) LES ILLITES

Les diffractogrammes de poudres ont permis d'identifier les illites par leurs raies caractéristiques à 10,5 et 3,33 Å. Ils ont encore permis de préciser le rapport des intensités I₀₀₂/I₀₀₁ proportionnel, d'après Kubler

(1963), au rapport ionique Al/Mg + Fe. Les résultats obtenus (tableau III) indiquent que l'on a affaire à une population d'illites peu alumineuses caractérisées en général par un rapport Al/Mg + Fe compris entre 0,25 et 0,30.

Ech	C-2	C-3	C-4	C-5	C-5b	C-6	C-7	C-8	C-9
I ₀₀₂ /I ₀₀₁	0,35	0,29	0,31	0,27	0,25	0,24	0,29	0,34	0,27
Ech	C-10	C-14	C-25b	C-25c	C-29	C-30	C-12	I-1	I-2
I ₀₀₂ /I ₀₀₁	0,29	0,26	0,29	0,28	0,31	0,26	0,25	0,30	0,25
Ech	I-3	I-6	I-8	M-5a	M-6	M-10	M-12	M-21	
I ₀₀₂ /I ₀₀₁	0,30	0,29	0,29	0,23	0,27	0,26	0,27	0,29	

Tableau III. — Rapport I₀₀₂/I₀₀₁ des illites. Le mica blanc, plus largement cristallisé dans les lits phylliteux, correspond à une muscovite (— 2V = 39°; N_g — N_p = 0.021).

II. — PETROGRAPHIE

1) Les roches gédinniennes à chloritoïde.

Au Bois Saint-Jean (C-2), le chloritoïde s'est développé (fig. 2) dans un banc de grès phylliteux de 1,5 m surmontant directement le conglomérat de transgression épais de 1 m dont la pâte phylladeuse est elle-même truffée de cristaux de chloritoïde. Dans les grès, on décèle encore des lamelles d'ilménite (75 à 200 μm) localement en inclusions dans les plus gros porphyroblastes de chloritoïde (185 à 500 μm).

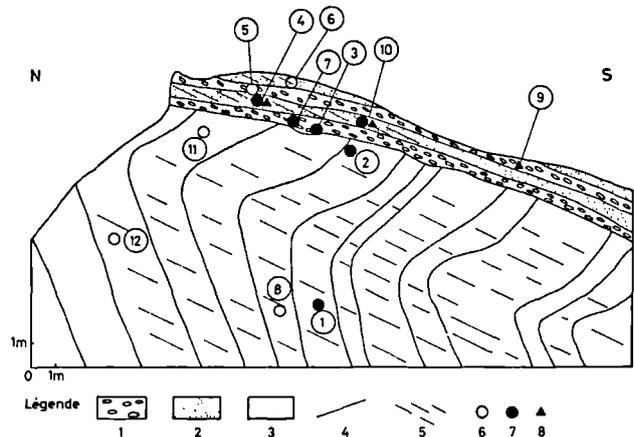


Fig. 2. — La discordance au Bois Saint-Jean (point C-2). 1, Conglomérat gédinnien. — 2, Grès gédinnien plus ou moins phylliteux. — 3, Cambrien indifférencié (quartzites et phyllades RV4). — 4, Stratification. — 5, Schistosité. — 6, 7, 8, Localisation des échantillons étudiés, sans chloritoïde, ni ilménite (6), à chloritoïde (7), à ilménite (8).

La roche est affectée d'une schistosité de fracture (N 110° W i 30° S) oblique sur la stratification (N 110° W p 8° S). Le plan de schistosité est lui-même réfracté par les porphyroblastes. Partout ailleurs, le chloritoïde se cantonne dans la pâte phylladeuse du conglomérat, notamment à la cheminée de Bogny (C-4), dans le Ravin du Corbeau aux Hubiets (C-7) et dans le Ravin de l'Ours à Linchamps (C-26).

2) Les roches cambriennes à chloritoïde.

Dans le socle cambrien, la paragenèse à chloritoïde est exclusivement réalisée dans les roches pélitiques et arénopélitiques du Revinien, plus particulièrement dans les formations RV3 et RV4 (22 échantillons sur 24 se rapportant au Cambrien).

La fraction phylliteuse est essentiellement constituée d'un mélange d'illite et de chlorite dans des proportions très variables illustrées par les valeurs du rapport des pics I-7/I-10, à savoir, 1,06 (C-14), 1,17 (C-10), 1,36 (C-16) et 1,88 (C-9). Certains phyllades RV3 de la cheminée de Bogny (C-3) se caractérisent par l'association chiastolite-chloritoïde. Les porphyroblastes de chiastolite, plus largement cristallisés (1 à 2 mm) et totalement transformés en amas micacés, se présentent toujours étirés suivant le plan de schistosité. Ils réalisent deux types différents d'association avec le chloritoïde :

— dans le premier type, le cristal de chloritoïde, de petites dimensions (250 à 400 μm), se trouve en inclusion dans le porphyroblaste de chiastolite ;

— dans le deuxième type, la plaquette de chloritoïde (0,6 à 1 mm), pénètre dans le cristal de chiastolite en chevauchant le contact du porphyroblaste avec la matrice quartzophylliteuse qui l'entoure.

3) Les roches cambriennes à ilménite.

L'ilménite, moins fréquente que le chloritoïde, a cristallisé dans les roches reviniennes et devilliennes. Les phyllades et quartzophyllades à ilménite renferment essentiellement du quartz, de l'illite et de la chlorite. Ces deux derniers minéraux forment la trame phylliteuse dont la dominante chloriteuse est soulignée par le rapport I-7/I-10, toujours supérieur à l'unité, atteignant les valeurs de 1,34 (I-3), 1,36 (I-2), 1,40 (I-10), 1,53 (I-6), 1,59 (I-1) et 2,52 (I-8).

III. — LE DEGRÉ DE METAMORPHISME

En vue de préciser le degré de métamorphisme, nous avons déterminé systématiquement la cristallinité de l'illite et la dimension moyenne des porphyroblastes.

1) Cristallinité de l'illite.

Chimiquement homogènes, notamment en ce qui concerne le rapport Al/Fe + Mg, les illites sont suscep-

tibles d'avoir acquis une cristallinité essentiellement liée au degré de métamorphisme (Esquevin, 1969). La cristallinité, mesurée par la méthode de Kubler (1968), est définie par un indice de cristallinité

$$C = \frac{K}{I}$$

où I représente la largeur à mi-hauteur du pic à 10 Å de l'illite et K une constante expérimentale préalablement définie (Beugnies et Chavepeyer, 1980).

Les indices mesurés (tableau IV) varient entre un minimum de 70 et un maximum de 179 et leur répartition géographique (fig. 1) permet de distinguer une zone interne caractérisée par un indice supérieur à 120 et une zone externe où l'indice est inférieur à cette valeur.

La zone interne se ferme à l'Ouest du méridien de la Vieille-Forge et s'ouvre vers l'Est entre les Hubiets et Tournavaux. Elle est entourée par la zone externe où les indices atteignent leurs valeurs minimales, inférieures à 100, à proximité de la bordure septentrionale de l'aire métamorphique.

Ech	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-5b	C-6	C-7	C-8
C	179	138	126	121	108	70	83	127	121
Ech	C-9	C-10	C-12	C-14	C-25b	C-25c	C-29	C-30	I-1
C	94	101	105	96	93	107	100	115	99
Ech	I-2	I-3	I-6	I-8	M-5a	M-6	M-10	M-12	M-13
C	104	119	106	99	117	143	124	121	124
Ech	M-16	M-18							
C	108	149							

Tableau IV. — Cristallinité de l'illite.

2) Dimensions des porphyroblastes.

Pour chaque échantillon, nous avons mesuré, au microscope, la plus grande dimension de chaque porphyroblaste de chloritoïde et dégagé la longueur moyenne sur une série de 10 à 20 mesures (tableau V). Les porphyroblastes de longueur moyenne supérieure à 500 μm sont tous localisés dans la zone interne précédemment définie alors que la zone externe se caractérise par des porphyroblastes plus petits n'atteignant qu'une centaine de microns aux environs de Rimogne, de la Vieille-Forge et de la Petite Commune.

Les échantillons à ilménite, moins nombreux et à porphyroblastes notablement plus petits (50 à 400 μm) ne se prêtent pas à une étude statistiquement significative de leur répartition.

3) Conclusions.

La répartition régionale de la cristallinité de l'illite et celle de la longueur moyenne des porphyroblastes de chloritoïde laissent apparaître une zone interne à plus haut degré de métamorphisme, pratiquement identique à la zone à magnétite seule précédemment reconnue (Beugnies et Chavepeyer, 1980). Une telle coïncidence renforce l'hypothèse d'un même épisode métamorphique hercynien responsable des paragenèses à magnétite, ilménite, chloritoïde et chialstolite.

Ech	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-10	C-11	C-12
L en µm	625	562	625	500	625	187	120	187	312
Ech	C-14	C-15	C-16	C-25b	C-29	C-30			
L en µm	375	90	100	130	450	112			

Tableau V. — Longueur moyenne des porphyroblastes de chloritoïde.

IV. — RELATIONS ENTRE SCHISTOSITE ET METAMORPHISME

La schistosité de flux S1, généralisée à tout le massif cambrien et particulièrement bien exprimée dans les phyllades et les quartzophyllades, est bien mise en évidence par la réorientation des minéraux phylliteux. Dans la région de Montcornet, des études détaillées ont permis de préciser son orientation la plus probable à partir d'une trentaine de mesures, à savoir : N 110° W i 43° S dans les grandes carrières d'Arreux, N 100° W i 48° S dans la carrière de Montcornet.

Localement (C-2, C-3, C-12), le plan de schistosité S1 porte une *linéation* L2 provoquée par des crénulations ordonnées suivant des plans axiaux parfois matérialisés par une *schistosité de crénulation* S2 subverticale orientée

N 55° W à N 35° W au château de Montcornet
N 0° à 6° E dans les grandes carrières d'Arreux
NS à l'Est de Naux.

Partout, les porphyroblastes de chloritoïde ou d'ilménite apparaissent *antérieurs* à la *crénulation* S2, soit que la schistosité de crénulation est déformée par le porphyroblaste (C-2), soit que le porphyroblaste est brisé par la crénulation (C-12). Les relations structurales de la *schistosité* S1 avec les *porphyroblastes de chloritoïde* peuvent être réparties en trois groupes distincts.

— Dans le premier groupe, le porphyroblaste, généralement de petites dimensions, se localise dans un halo de décollement à remplissage de quartz et de phyllites (C-10, C-11, C-15, C-25b, C-29, C-30), les lamelles phylliteuses étant parfois implantées normalement au contour du cristal (C-11).

— Dans le deuxième groupe, les porphyroblastes de plus grandes dimensions, recourent la schistosité sans la déformer; l'alignement des phyllites se poursuit parfois à l'intérieur du porphyroblaste (C-5, C-12, C-14).

— Dans le troisième groupe, la schistosité est déformée aux extrémités du porphyroblaste mais on ne décèle aucun halo de décollement (C-1, C-2, C-3, C-6, C-14, C-16).

Dans le premier groupe, la schistosité apparaît nettement postérieure au métamorphisme tandis que les structures du deuxième groupe résultent d'une croissance cristalline postérieure à la schistosité. Les structures du troisième groupe, par contre, laissent planer un doute sur les relations temporelles entre la schistosité et le métamorphisme. On peut en effet interpréter la déformation des lits phylliteux aux extrémités du porphyroblaste comme une réfraction de la schistosité, auquel cas cette dernière apparaît postérieure au métamorphisme. Mais on peut tout aussi bien l'interpréter comme un refoulement des lits phylliteux provoqué par la croissance cristalline du porphyroblaste impliquant l'antériorité de la schistosité. Des structures identiques peuvent être observées au contact des porphyroblastes de chloritoïde avec les lits phylliteux *souignant la stratification* dans les grès argileux gédinniens du Bois Saint-Jean (C-2).

Les relations de la *schistosité* S1 avec les *porphyroblastes d'ilménite* sont plus simples, la présence généralisée d'un halo de décollement autour des lamelles cristallines en travers de la schistosité, indiquant la postériorité de cette dernière. Il en va de même pour la paragenèse à chialstolite dont les porphyroblastes sont étirés suivant le plan de schistosité. En conclusion, le métamorphisme apparaît polyphasé :

— dans un premier temps antérieur à la schistosité S1, le métamorphisme déclenche les paragenèses à chloritoïde, ilménite, chialstolite et magnétite (Beugnies et Chavepeyer, 1980);

— après la schistosité S1, la croissance du chloritoïde se poursuit localement et prend fin avant la crénulation S2.

V. — LES EQUILIBRES MONO-VARIANTS

1) Le chloritoïde.

La genèse du chloritoïde ferrifère est certainement liée à l'instabilité de la chlorite originelle, seul minéral contenant l'ion Fe²⁺. Comme le chloritoïde ne contient pratiquement que le Fe²⁺ parmi ses cations bivalents, alors que la chlorite est toujours ferromagnésienne, l'équilibre des phases en présence doit nécessairement être étudié à partir d'un domaine ternaire Al₂O₃, FeO + MnO, MgO (fig. 3) où sont représentées les compositions connues des minéraux concernés, à savoir :

— les chloritoïdes C-3, C-5 et C-7,

- les chlorites associées au chloritoïde C-6, C-5b dans le massif de Rocroi, R-33 et R-32 en provenance du massif du Serpont (de Bethune, 1977),
- les chlorites des roches sans chloritoïde : R-31 en provenance de la région de Libramont (de Bethune, 1977), 216 et 320 en provenance du massif de Givonne (Beugnies, 1976).

Normalement plus alumineuses, les chlorites associées aux chloritoïdes occupent un domaine Ch1 distinct de celui des autres chlorites Ch2 et conduisent à un équilibre monovariant du type



On peut préciser davantage en choisissant des points représentatifs A, B, D respectivement pour la chlorite

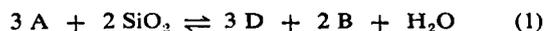
Ch1, la chlorite Ch2 et le chloritoïde, ce qui donne les compositions

A : 1,71 Al₂O₃, 2,58 FeO, 1,71 MgO, 2,29 SiO₂, 4 H₂O

B : 1,08 Al₂O₃, 2,40 FeO, 2,52 MgO, 2,92 SiO₂, 4 H₂O

D : Al₂O₃, FeO, SiO₂, H₂O

conduisant à l'équilibre monovariant



2) L'ilménite.

La genèse de l'ilménite est, elle aussi, tributaire, selon toute vraisemblance, de l'instabilité d'une chlorite originelle dans une roche contenant du rutile.

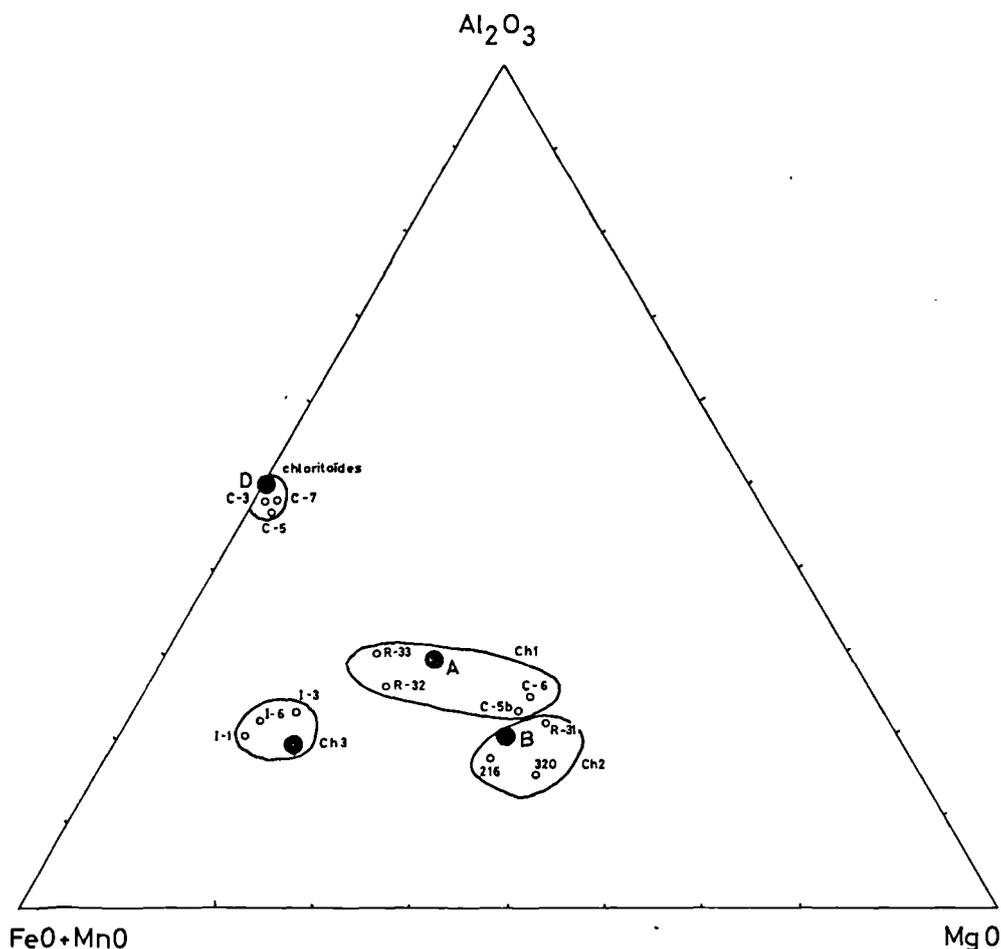
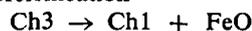


Fig. 3. — Les minéraux de métamorphisme dans le domaine Al₂O₃ - FeO + MnO - MgO. Domaines partiels des chlorites des roches à chloritoïde (Ch1), des roches sans chloritoïde (Ch2), des roches à ilménite (Ch3).

La provenance des échantillons est précisée dans le texte.

Les chlorites (I-1, I-3, I-6) associées à l'ilménite, occupent en effet un domaine partiel nettement plus ferrifère (Ch3, fig. 3) permettant d'envisager une réaction de déferrification



avec formation d'une chlorite plus alumineuse qui pourrait être le point de départ d'une paragenèse à chloritoïde. Un tel processus permettrait d'expliquer, par exemple, le développement tardif de chloritoïde dans les grès phylliteux gédinniens à ilménite (C-2).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) AUMAITRE R. et BUFFET G. (1973). — Minéralogie, Pétrographie et Géochimie des laves spilitiques et des filons basiques associés du Massif des Ecrins-Pelvoux (Alpes françaises occidentales). *Thèse 3^{me} cycle Géol. Appl.* Univ. Grenoble.
- 2) DE BETHUNE S. (1977). — Le métamorphisme de Libramont. *Thèse Doctorat*, Louvain-la-Neuve.
- 3) BEUGNIES A. (1976). — Structure et métamorphisme de la région de Muno, un secteur clef du domaine hercynien de l'Ardenne. *Ann. Mines Belg.*, t. 6, p. 481-509.
- 4) BEUGNIES A. et CHAVEPE ER G. (1980). — Sur le métamorphisme de la partie méridionale du Massif cambrien de Rocroi. La zone à magnétite. *Mém. Inst. géol. Univ. Louvain*. Hommage à P. de Béthune.
- 5) CERVELLE B. (1967). — Contribution à l'étude de la série ilménite-geikielite. *Bull. Bur. Rech. Geol. Min.*, t. 6, p. 1-26.
- 6) ESQUEVIN J., (1969). — Influence de la composition chimique des illites sur leur cristallinité. *Bull. Centre Rech. S.N.P.A.*, t. 3, p. 147-153.
- 7) GEHLEN K. et PILLER H. (1965). — Zur Optik von Hämatit und Ilmenit. *N. Jahrb. Mineral.*, p. 97-108.
- 8) HANON M. (1972). — Contribution à l'étude des porphyroïdes du Franc-Bois de Willerzic. Univ. Libre Brux., *Mém. Licence*.
- 9) KUBLER B. (1964). — Les argiles, indicateurs de métamorphisme. *Rev. Inst. Franç. Pétrole*, t. 19, n° 10, p. 1093-1113.
- 10) KUBLER B. (1968). — Evaluation quantitative du métamorphisme par la cristallinité de l'illite. Etat des progrès réalisés ces dernières années. *Bull. Centre Rech. Pau, S.N.P.A.*, p. 385-397.
- 11) PETRUK W. (1964). — Determination of the heavy atom content in chlorite by means of the X-ray diffractometer. *Am. Min.*, t. 49, p. 61-71.

—————«»—————

Nouvelles observations sur les Orthida et les Rhynchonellida (Brachiopodes) du Frasnien de Ferques (Boulonnais)

par Denise BRICE (*)

(Planches VI et VII)

Résumé. — Douze espèces d'Orthida et de Rhynchonellida dont les caractères, les affinités et la répartition sont précisés, sont présentes dans le Frasnien de Ferques; neuf d'entre elles sont cantonnées dans la zone moyenne à *asymmetricus* (zone à *gigas*): *Aulacella* sp., *Cariniferella mistiaeni* n. sp., *Monelasma deshayesi* (Rigaux) (Orthida) et *Ripidiorhynchus barroisi* (Rigaux), *R. belliloci* (Brice), *Ladogioides ferquensis* n. sp., *Coeloterorhynchus kayseri* (Rigaux), *Globulirhynchia le mesli* (Rigaux), *Platyterorhynchus gosseleti* (Rigaux) (Rhynchonellida). Deux autres Rhynchonellida: *Ripidiorhynchus ferquensis* (Gosselet) et *R. boloniensis* (d'Orbigny) apparaissent dans la zone supérieure à *asymmetricus* (zone à *curvata*), la dernière, *Schizophoria striatula* (Schlotheim) (Orthida) existe à Ferques dans la plus grande partie du Frasnien.

Abstract. — Twelve species of Orthida and Rhynchonellida, of which characters, affinities and repartition are precised, are present in the Frasnian of Ferques. Nine are restricted in middle *asymmetricus* zone (*gigas* zone): *Aulacella* sp., *Cariniferella mistiaeni* n. sp., *Monelasma deshayesi* (Rigaux) (Orthida) and *Ripidiorhynchus barroisi* (Rigaux), *R. belliloci* (Brice), *Ladogioides ferquensis* n. sp., *Coeloterorhynchus kayseri* (Rigaux), *Globulirhynchia le mesli* (Rigaux), *Platyterorhynchus gosseleti* (Rigaux) (Rhynchonellida); the others two: *Ripidiorhynchus ferquensis* (Gosselet) and *R. boloniensis* (d'Orbigny) appear in upper *asymmetricus* zone (*curvata* zone), the last one *Schizophoria striatula* exists into Ferques in the most part of Frasnian.

I. — INTRODUCTION

Les Orthida et les Rhynchonellida sont, avec les Strophomenida et les Spiriferida, les brachiopodes les mieux représentés dans le Frasnien de Ferques. Rigaux, qui avait minutieusement inventorié les faunes dévoniennes du Boulonnais, distinguait onze taxons appartenant à ces ordres. Toutefois, il n'a laissé que de brèves descriptions des espèces qu'il a définies (1892, 1908) et très peu d'informations sur les autres espèces reconnues. Dans l'étude systématique qui suit, je précise les caractères des espèces peu connues, je définis un nouveau genre de Rhynchonellida: *Globulirhynchia* et deux nouvelles espèces, *Ladogioides ferquensis* et *Cariniferella mistiaeni*.

Le matériel étudié comprend les fossiles que j'ai récoltés en place avec mes collègues Mistiaen et Rohart

(*) Laboratoire de Paléontologie stratigraphique, Faculté Libre des Sciences, 13, rue de Toul, 59046 Lille Cedex. GRECO 130007 du C.N.R.S.

Note présentée le 26 Novembre 1980 et acceptée pour publication par le Conseil de la S.G.N. le 7 Octobre 1981.

et des exemplaires des collections Le Maître et Devos. Il s'y ajoute des spécimens de la collection Rigaux, conservés au Musée de Boulogne-sur-Mer, aimablement prêtés par Monsieur Vadet, Conservateur des collections de géologie, que je remercie ici; des spécimens de la collection Gosselet du Musée de Lille, obtenus en prêt grâce à l'obligeance du Conservateur, le Professeur P. Corsin, et des moulages de quelques spécimens de la collection du Dr P. Wallace (Londres) que ce chercheur m'a aimablement prêtés, ce dont je le remercie.

II. — ETUDE SYSTEMATIQUE

Ordre ORTHIDA Schuchert et Cooper, 1932

Les Orthida du Frasnien de Ferques appartiennent à quatre espèces dont une nouvellement définie: *Cariniferella mistiaeni*. Trois d'entre elles sont cantonnées dans la partie inférieure du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu. Il s'agit de *Cariniferella mistiaeni* n. sp. et de *Monelasma deshayesi* (Rigaux), qui se rencontrent dans la zone à *Ancyrodella gigas* (Coen in

Brice *et al.*, sous presse). La troisième espèce, *Aulacella* sp., est laissée en nomenclature ouverte. Elle est rare et n'a été trouvée jusqu'ici que par Rigaux (1892, 1908) qui la signale dans le calcaire à Pentamères supérieur (= niveau R, Brice *et al.*, 1976). La dernière espèce a une vaste répartition stratigraphique. Il s'agit de *Schizophoria striatula* (Schlotheim) trouvé, à Ferques, dans la Formation de Beaulieu et jusqu'au sommet de la Formation de Ferques. L'espèce n'a pas été récoltée jusqu'ici dans la Formation d'Hydrequent.

Famille RHIPIDOMELLIDAE Schuchert, 1913

Genre *AULACELLA* Schuchert et Cooper, 1931

Espèce-type : *Orthis eifeliensis* Schnur, 1853 *pro* de Verneuil *nom. nud.*

AULACELLA sp.

(Pl. VII, fig. 12-13)

1892. *Orthis eifeliensis* Schnur ; Rigaux, p. 12 et 17.

1908. *Rhipidomella eifeliensis* Schnur ; Rigaux, p. 30, tabl.

MATÉRIEL : 8 spécimens entiers dont 2 juvéniles et une valve ventrale dégagée, appartenant tous à la coll. Rigaux, Musée de Boulogne-sur-Mer. Provenance : Beaulieu.

Description.

Caractères externes.

Coquilles subquadrangulaires arrondies, biconvexes et sensiblement équivalves toujours plus larges que longues. Ligne cardinale droite et nettement plus courte que la largeur. Largeur maximum vers la mi-longueur. Interarea apsacline et faiblement concave aux deux valves, la ventrale étant la plus haute. Delthyrium ouvert. Notothyrium en grande partie obturé par un processus cardinal massif d'aspect trigonal. Valves couvertes de côtes, bifurquées à des distances variables des crochets, de grosseurs différentes, disposées en faisceaux. Bourrelet ventral et sinus dorsal bien marqués, relativement larges chez les spécimens adultes.

Dimensions des spécimens (en mm) (Tabl. I) :

n° des spécimens	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Longueur	11,3	10	10,5	9,2	8,2	7,7	5	6,1	13,3
Largeur	13	11,2	12	10	9,2	9	6	7,2	14,3
Épaisseur	4,7	4,5	5	5	3,6	3	2	2,2	-

Tableau I

Caractères internes.

La valve ventrale dégagée montre un champ musculaire bilobé qui atteint presque la mi-longueur. Les empreintes des diducteurs, allongées et flabellées, entourent celles des adducteurs plus petites et ovales ; une crête médiane sépare ces derniers antérieurement. Les dents fortes et subtriangulaires sont portées par des lames dentales rudimentaires qui émergent à peine

de l'épaisseur du test. On aperçoit difficilement les traces de deux sinus palléaux faiblement divergents au front du champ musculaire. Le bord interne de la valve est strié.

Rapports et différences.

Les caractères observés justifient le rattachement de ces spécimens au genre *Aulacella* plutôt qu'au genre voisin *Mendacella*. La forme du champ musculaire ventral permet d'écarter aisément le genre *Rhipidomella*. Rigaux rapportait ces formes à l'espèce *eifeliensis*. Tout en leur reconnaissant de très grandes affinités avec l'espèce allemande, je noterai qu'elles en diffèrent par l'existence d'un bourrelet ventral mieux différencié. Pour cette raison, je les laisserai momentanément en nomenclature ouverte.

Famille DALMANELLIDAE Schuchert, 1913

Sous-Famille CORTEZORTHINAE
Johnson et Talent, 1967

Genre *CARINIFERELLA* Schuchert et Cooper, 1931

Espèce-type : *Orthis carinata* Hall, 1843.

CARINIFERELLA MISTIAENI n. sp.

(Pl. VI, fig. 12-23 ; Pl. VII, fig. 2-5)

1908. *Rhipidomella dumontiana* Verneuil ; Rigaux, p. 30.

1976. *Cariniferella* n. sp., Brice in Brice *et al.*, p. 150.

DERIVATIO NOMINIS : Espèce dédiée à Bruno Mistiaen, assistant à la Faculté Libre des Sciences.

LOCUS TYPICUS : Nouvelle tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

STRATUM TYPICUM : Partie inférieure du Membre des Pâtures (niveau Q de Brice *et al.*, 1976), Formation de Beaulieu. La plupart des spécimens ont été récoltés dans les deux premiers mètres du membre.

TYPES : Tous proviennent de la localité et de la couche-type et sont conservés dans les collections de la Faculté Libre des Sciences.

Holotype GFCL 1804 : Pl. VI, fig. 12, spécimen moyen peu enflé.

Paratypes GFCL 1812 : Pl. VI, fig. 20. GFCL 1806 : Pl. VI, fig. 14, GFCL 1813 : Pl. VI, fig. 21, GFCL 1805 : Pl. VI, fig. 13 ; 4 autres coquilles très semblables à l'Holotype.

Paratype GFCL 1814 : Pl. VI, fig. 22, très grand spécimen à valve brachiale très enflée.

Paratype GFCL 1815 : Pl. VI, fig. 23, spécimen juvénile.

Paratype GFCL 1810 : Pl. VI, fig. 18, valve brachiale dégagée.

Paratype GFCL 1807 : Pl. VI, fig. 15, valve pédonculaire dégagée.

MATÉRIEL : 33 spécimens entiers, 7 valves pédonculaires, 5 valves brachiales et de nombreux fragments.

Niveau stratigraphique.

Frasnien inférieur. Zone à *Ancyrodella gigas*.

Diagnose.

Une espèce de *Cariniferella* large et souvent peu épaisse, dont le rapport largeur/longueur est généralement compris entre 1,30 et 1,60, dont le sinus dorsal et la crête ventrale sont accentués au bord antérieur.

Description.

Caractères externes.

Coquilles inéquivalves, à contour subrectangulaire arrondi, toujours plus larges que longues. Largeur maximum vers la mi-longueur. Rapport longueur sur largeur compris entre 1,30 et 1,60 pour 90 % environ des coquilles. Ligne cardinale droite égale ou peu supérieure à la moitié de la largeur totale. Commissure antérieure sillonnée (= sulcate).

Valve pédonculaire très peu profonde presque plane latéralement, faiblement convexe près des commissures postérieures, caractérisée par une carène, crête médiane peu élevée qui débute au crochet et s'étend jusqu'à la commissure frontale où elle atteint son importance maximale. Crochet ventral à peine courbé. Interarea triangulaire et apsacline dont la hauteur peut atteindre 1,5 mm et la longueur, celle de la ligne cardinale. Delthyrium largement ouvert.

Valve brachiale modérément à fortement enflée atteignant son maximum de convexité vers la mi-longueur, descendant en pente douce vers les commissures latérales et postérieure et en pente plus abrupte vers le front. Sinus médian débutant à l'apex, s'étendant jusqu'au bord frontal où il est relativement profond chez les spécimens adultes. Interarea basse et orthoclina. Notothyrium en grande partie obturé par le processus cardinal trilobé.

Ornementation.

Valves couvertes de faisceaux de côtes plus ou moins distincts qui s'accroissent, de l'apex aux commissures, par dichotomies successives ou intercalation de nouvelles côtes à des distances variables du crochet. Côtes latérales postérieures courbes et infléchies vers l'arrière. Nombreuses stries concentriques de croissance dont quelques-unes épaissies près des commissures.

Dimensions des types (en mm) (Tabl. II) :

GFCL	Holotype		Paratypes				
	1804	1805	1806	1812	1813	1814	1815
Longueur (L)	14,6	13,8	14	14,1	13,7	18	9,3
Largeur (l)	21,5	19	19,4	20,2	20,8	25,5	12,8
Épaisseur (E)	7	7	7,6	6,5	6,7	10,7	3,2
Ligne cardinale (lc)	11,2	10	10,5	8,9	8,8	16,2	6,2
L/l	1,47	1,37	1,38	1,43	1,52	1,42	1,37
lc/l	0,52	0,52	0,54	0,44	0,42	0,64	0,48

Tableau II

Caractères internes.

Test ponctué.

Valve pédonculaire. Dents petites supportées par des épaississements du test. Champ musculaire bilobé vers l'avant, n'atteignant pas la mi-longueur, défini par une ride aux bords latéraux et antérieur. Empreintes des adducteurs étroites (Pl. VI, fig. 16 ; Pl. VII, fig. 4), souvent peu visibles, entourées par les empreintes des diducteurs plus allongées.

Valve brachiale. Brachiophores en lames épaisses et divergentes servant de limites antérieures aux cavités dentales. Processus cardinal trilobé dans la cavité du notothyrium. Champ musculaire bien défini, divisé par la trace d'un large myophragme. Limite entre la trace des adducteurs postérieurs et antérieurs souvent peu distincte. Dans quelques cas, champ des adducteurs postérieurs strié parallèlement à la longueur.

Rapports et différences.

Les spécimens décrits appartiennent au genre *Cariniferella* défini par Schuchert et Cooper en 1931. Les caractères de ce genre ont été précisés depuis par Johnson et Talent (1967).

Spécifiquement, *C. mistiaeni* a beaucoup d'affinités avec *C. iowensis* Stainbrook, elle ne diffère de l'espèce du Iowa que par sa taille un peu plus grande et sa forme proportionnellement plus élargie.

Rigaux rattachait l'espèce boulonnaise à *C. dumontiana* (De Verneuil). En comparant le type de l'espèce espagnole à l'espèce de Ferques, j'ai remarqué entre elles de nombreuses différences. L'espèce du Léon est toujours de plus grande taille, c'est une forme moins large et à ornementation plus grossière.

Les deux espèces américaines *C. tioga* (Hall) et *C. carinata* (Hall) sont très différentes de *C. mistiaeni* par leur fine ornementation. *C. carinata* est aussi nettement plus grande et *C. tioga* montre un sinus dorsal et une carène ventrale moins développés.

Répartition géographique et stratigraphique.

C. mistiaeni est cantonnée dans la partie inférieure du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu. Il caractérise la biozone 2 (Brice, 1976) à *Apousiella belliloci* (*) avec *Globulirhynchia le mesli*, *Douvillina douxamii*, *Schuchertella bouchardi* et "*Atrypa*" *belliloci*, d'âge frasnien inférieur, zone à *Ancyrodella gigas*, partie moyenne de la zone à *Polygnathus asymmetricus*.

(*) J'élève la sous-espèce *bouchardi belliloci* au rang d'espèce.

Famille SCHIZOPHORIIDAE
Schuchert et Le Vene, 1929

Sous-Famille DRABOVIINAE Havlíček, 1950
mod. Walmsley *et al.*, 1969

Genre *MONELASMINA* Cooper, 1955

Espèce-type : *Orthis deshayesi* Rigaux, 1873.

MONELASMINA DESHAYESI
(Bouchard in Rigaux, 1873)

1873. *Orthis deshayesi* Bouchard in Coll.; Rigaux, p. 6, Pl. 1, fig. 4a-c.
1908. *Skenidium deshayesi* (Rigaux); Rigaux, p. 30-31.
1955. *Monelasma deshayesi* (Rigaux); Cooper, p. 53-54, Pl. 11, D, fig. 30-38, fig.-texte 1, B, 10.
1965. *Monelasma deshayesi* (Rigaux); Williams et Wright in Moore, p. H 338.
1976. *Monelasma deshayesi* (Bouchard in Rigaux); Brice in Brice *et al.*, p. 150.

TYPE : Le spécimen figuré par Rigaux n'a pas été retrouvé. En l'absence de spécimens déterminés par Rigaux, je n'ai pas désigné de Néotype.

MATÉRIEL : 680 spécimens entiers, 170 valves pédonculaires, 280 valves brachiales provenant de la partie inférieure du Membre des Pâtures, essentiellement des cinq mètres de base. Formation de Beaulieu. Tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

Niveau stratigraphique.

Zone moyenne à *Polygnathus asymmetricus*.

Description.

Rappel de la description originale de Rigaux (1973, p. 6) : « Coquille très petite, subcirculaire, un peu transverse, à ligne cardinale plus courte que le diamètre transversal ; petite valve déprimée, légèrement convexe dans sa partie antérieure, présentant sur le bord frontal un sinus large et très peu profond. Crochet droit ; grande valve présentant sa plus grande hauteur près du crochet qui est très saillant et presque droit ; area très élevée ; pas de bourrelet ; trente à quarante côtes irrégulières, inégales, croissant en nombre par intercalation.

La petite valve offre une crête médiane forte et élevée, qui s'étend du crochet presque jusqu'au bord palléal et deux autres crêtes moins fortes qui partent en divergeant des points d'insertion des deux fortes dents latérales et disparaissent vers le milieu de la valve ».

Je précise que Cooper (1955, p. 53-54, Pl. 11, fig. 30-38, fig.-texte 1, B, 10) a décrit et illustré les caractères externes et internes de l'espèce de Ferques, lorsqu'il l'a désignée comme espèce-type de son nouveau genre *Monelasma*. Le lecteur voudra bien se reporter à cette étude.

Observations complémentaires.

Dimensions.

Rigaux a vraisemblablement inversé les dimensions longueur et largeur du type dans sa description originale lorsqu'il indique (*op. cit.*, p. 6) : « Longueur, 7 mm ; largeur, 6 ; épaisseur, 3 » ; puisqu'il écrit un peu plus loin : « Coquille un peu transverse... ». Les dimensions qu'il donne de la même espèce en 1908 (p. 30) : « longueur, 6 mm ; largeur, 8 ; épaisseur, 4, semblent en faveur de cette hypothèse.

Il apparaît cependant que les valeurs données en 1873 et en 1908 sont tout à fait exceptionnelles pour cette espèce. La moyenne des dimensions, calculée à partir de 50 spécimens adultes, s'établit comme suit : longueur, 5,3 mm ; largeur, 5,5 mm ; épaisseur, 2,7. Le plus grand spécimen de nos collections mesure 6 mm de longueur, 7 de largeur et 3,6 d'épaisseur. Dans l'échantillon : 68 % des coquilles sont plus larges que longues, 6 % sont aussi longues que larges et 26 % sont plus longues que larges.

Rapports et différences.

En 1959, Pedder a décrit *Monelasma besti*, espèce canadienne proche de *M. deshayesi*. En se référant à la description originale de Rigaux, il écrit que *M. besti* est une forme un peu plus large et un peu plus courte que l'espèce de Ferques. D'après ce qui précède, il apparaît plutôt que *M. deshayesi* est une espèce généralement plus petite et moins transverse que l'espèce canadienne. Elle a aussi un sinus dorsal et une crête ventrale un peu plus marquées.

Répartition géographique et stratigraphique.

M. deshayesi est une espèce très commune à la base du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu, où elle se trouve associée à une riche faune de Brachiopodes comprenant *Cariniferella mistiaeni*, *Schizophoria striatula*, *Douvillina douxamii*, *D. fischeri*, *Schuchertella bouchardi*, *Coeloterorhynchus kayseri*, *Globulirhynchia le mesli*, *Apousiella bouchardi*. Il se maintient mais devient rare dans la zone à *Schuchertella elegans*, *Cyrtospirifer syringothyriiformis*, *Eleutherokomma barroisi*.

Dans l'Ouest canadien, *M. besti* fait partie d'une association de brachiopodes très semblable à celle qui accompagne *M. deshayesi* à Ferques.

Sous-Famille SCHIZOPHORIINAE
Schuchert et Le Vene, 1929

Genre *SCHIZOPHORIA* King, 1850

SCHIZOPHORIA STRIATULA (Schlotheim, 1813)

LISTE SYNONYMIQUE : voir Pocock, 1966, p. 397.

Dans une étude consacrée aux *Schizophoria* dévoniens, Pocock (1966) a révisé l'espèce *striatula* en y

incluant des spécimens de Ferques (*op. cit.*, p. 402). Le lecteur voudra bien se reporter à cette étude.

Répartition géographique et stratigraphique.

Schizophoria striatula est commun dans la partie moyenne de la Formation de Beaulieu (niveaux P et Q de Brice *et al.*, 1976). L'espèce se rencontre encore dans la Formation de Ferques, notamment à la base du Membre du Bois, à la partie supérieure du Membre de la Parisienne et à la base du Membre Gris.

D'après Pocock, cette espèce est connue de l'Eifélien au Frasnien. A Ferques, je ne l'ai jamais récoltée dans la Formation de Blacourt (givétienne), ni dans la Formation d'Hydrequent.

Ordre RHYNCHONELLIDA Kuhn, 1949

Les rhynchonelles dévoniennes de Ferques sont presque exclusivement frasnienues. A l'exception de quelques spécimens indéterminés, trouvés à la partie inférieure de la Formation de Blacourt et rapportés par erreur à *Ripidiorhynchus ferquensis* (Brice et Meats, 1972, p. 216), toutes se répartissent dans la Formation de Beaulieu et les Formations de Ferques et d'Hydrequent sus-jacentes. Elles appartiennent aux Trigonirhynchiidae, Leiorhynchidae, Yunnanellidae et Pugnacidae.

Les Trigonirhynchiidae sont représentés dans tout le Frasnien par le genre *Ripidiorhynchus*. Quatre espèces lui appartiennent : *R. barroisi* (Rigaux) et *R. belliloci* Brice, caractérisent le Frasnien inférieur (zone à *Ancyrodella rotundiloba*) et se répartissent dans la partie inférieure de la Formation de Beaulieu, Membre de Cambresèque ; *R. ferquensis*, qui apparaît à la base du Membre du Bois, dans la Formation de Ferques et se maintient jusqu'au banc dolomitique, à une quinzaine de mètres du sommet de la Formation d'Hydrequent ; *R. boloniensis*, espèce rare, qui a été trouvée dans les Membres du Bois et de la Parisienne, Formation de Ferques.

Les autres espèces de Rhynchonellida caractérisent la partie moyenne de la Formation de Beaulieu. Il s'agit de *Ladogioides ferquensis* n. sp., Yunnanellidae cantonné dans le niveau P (Brice *et al.*, 1976), partie supérieure du Membre des Noces ; de deux Pugnacidae *Globulirhynchia le mesli* et *Coeloterorhynchus kayseri* (Rigaux), qui apparaissent presque simultanément à la base du Membre des Pâtures [en 1976, j'avais rapporté à *C. kayseri* deux rhynchonelles du niveau P (partie supérieure du Membre des Noces) ; en fait, il s'agit de jeunes spécimens de *Ladogioides ferquensis* dont la micro-ornementation n'est pas conservée]. *G. le mesli* est restreint à la biozone 2 (Brice, 1976), *C. kayseri* se maintient dans la biozone 3 (Brice, 1976) où elle est assez commune. Le dernier taxon est un *Leiorhynchidae* : *Platyterorhynchus gosseleti*, espèce rare, qui caractérise la biozone 3 (Brice, 1976) à *Schuchertella elegans*, *Cyrtina demarlei*, *Eleutherokomma barroisi*, *Cyrtospirifer syringothyriiformis*.

Famille TRIGONIRHYNCHIIDAE McLaren, 1965

Genre RIPIDIORHYNCHUS Sartenaer, 1966

Espèce-type : *Terebratula livonica* von Buch, 1834.

Quatre espèces sont rattachées à ce genre. *R. barroisi* (Rigaux), *R. belliloci* Brice, *R. ferquensis* (Gosselet), ayant fait l'objet d'une révision en 1972 ne seront pas décrites ici. Je préciserai seulement les caractères de *R. boloniensis* (d'Orbigny), espèce rare et encore peu connue.

RIPIDIORHYNCHUS BOLONIENSIS (d'Orbigny, 1850)

(Pl. VI, fig. 1-4)

- vu 1850. *Atrypa boloniensis* d'Orb. ; d'Orbigny, p. 92, n° 859.
non 1877. *Rhynchonella boloniensis* ; Gosselet, p. 264, Pl. III, fig. 1.
non 1880. *Rhynchonella boloniensis* ; Gosselet, p. 49, Pl. IV, fig. 8.
vu 1884. *Rhynchonella boloniensis* d'Orb. ; Ehlert, p. 417, Pl. XX, fig. 1 a-c.
1905. *Rhynchonella boloniensis* d'Orb. ; Thévenin, p. 194, Pl. V, fig. 7, 8, 9, 10.
1908. *Camarotoechia boloniensis* (d'Orb.) ; Rigaux, p. 23.
? 1912. *Rhynchonella boloniensis* d'Orb. ; Collin, p. 414.
non 1930. *Camarotoechia boloniensis* (d'Orb.) ; Nalivkin, p. 61, Pl. IV, fig. 18-22.
? 1941. *Camarotoechia boloniensis* (d'Orb.) ; Maillieux, p. 8.
? 1942. *Camarotoechia boloniensis* (d'Orb.) ; Renaud, p. 101.

TYPE : Holotype. Coll. d'Orbigny, Muséum d'Histoire naturelle, Paris, spécimen figuré par Ehlert, puis Thévenin.

MATÉRIEL : 25 spécimens provenant de différentes collections. Coll. Faculté Libre des Sciences : 17 sp., provenant de la paroi N du Trou d'eau, Membre de la Parisienne (7 sp.) ; de la carrière la Parisienne, Membre du Bois (6 sp.) ; de la carrière du Bois, base du Membre du Bois (1 sp.) ; de la carrière du Château de Fiennes, Membre de la Parisienne (3 sp.). Coll. P. Wallace (Imperial College, Londres) : 7 sp. P 67/5 Château de Fiennes (1 sp.), P 158, *Rh. boloniensis*, Carrière du Bois (2 sp.). P 162 "*Cupulorostrium recticostatum*", Calc. de Ferques (2 sp.), P 163 "*Ucinulus*", carrière Bouton, niveaux inférieurs du Calc. de Ferques (1 sp.), C 488 Carrière la Parisienne (1 sp.), Coll. Musée Gosselet : 1 sp. Calcaire de Bovesse. La Cédule.

Description.

Ayant pu rassembler une vingtaine de spécimens de cette espèce rare, je donne ci-après des précisions sur les caractères internes et externes de ce taxon peu connu dont Ehlert (1884, p. 417-418) donnait la des-

cription suivante, essentiellement basée sur le type : « Coquille subpentagonale, légèrement transverse, d'une épaisseur médiocre dont le maximum est atteint vers le milieu des valves. Surface couverte de 30 à 32 plis simples, peu élevés et serrés les uns contre les autres. Valve ventrale modérément profonde avec un large sinus dans lequel on compte six à sept côtes de même dimension que les côtes latérales. Crochet petit et recourbé, laissant voir un très petit foramen ovale, séparé de la ligne cardinale par deux pièces deltidiales peu développées. Parties latérales du crochet carénées. Valve dorsale plus profonde que la valve opposée, régulièrement convexe et munie d'un bourrelet prenant naissance un peu en avant du milieu de la valve et qui est peu élevé, aplati à sa partie supérieure et orné de sept côtes ».

Observations complémentaires.

Caractères externes.

L'interarea ventrale est bien délimitée, le sinus, de profondeur moyenne, se prolonge dans une languette assez basse peu rabattue en direction dorsale.

Ornementation.

Le nombre des côtes médianes et pariétales varie largement. Dans le matériel étudié, j'ai relevé 4 formules de côtes médianes (cm) et pariétales (cp) :

0	6	0		
—	cp	—	cm	—
0	5	0	cp : 5 sp.	
1	6	1		
—	cp	—	cm	—
1	5	1	cp : 4 sp.	
0	7	0		
—	cp	—	cm	—
0	6	0	cp : 8 sp. dont le type	
0	7	1		
—	cp	—	cm	—
0	6	1	cp : 4 sp.	

Dimensions de quelques spécimens (en mm) (Tabl. III) :

	Holotype	GFCL	GFCL	GFCL	P 163	Ex. Musée
Longueur	16,6	1801	1802	1803	14,5	16,2
Largeur	18,8	18,4	16,3	14	16	18,8 ?
Épaisseur	10,5	11	8,2	9	11,4	11,5

Tableau III

Caractères internes (d'après les usures sériées de GFCL 1828, fig. 1 A).

Valve pédonculaire. Lames dentales faiblement convergentes vers le crochet près du bec, devenant ensuite parallèles puis divergentes. Cavités umbonales latérales bien dessinées, moyennement ouvertes. Dents à surface crénelée. Denticula. Myophragme bas.

Valve brachiale. Septalium assez profond couvert antérieurement par un connectivum solide, convexe, portant une ride médiane. Cette couverture se prolonge antérieurement un peu au-delà du septalium. Septum dorsal robuste supportant le septalium. Cavités dentales à bord interne relevé et fond crénelé. En section transversale, les crura prennent d'abord une forme de croissant puis celle d'une canne à leur extrémité distale.

Rapports et différences.

Les caractères internes et externes de cette espèce justifient son rattachement au genre *Ripidiorhynchus* plutôt qu'aux genres voisins *Cyphoterorhynchus*, *Cupularostrum* et *Sinotectirostrum*. Du premier, *R. boloniensis* diffère surtout par son ornementation, du second par ses commissures latérales et antérieure subangulaires. Des représentants du genre *Sinotectirostrum*, *R. boloniensis* se distingue par son sinus moins large, ses côtes médianes moins nombreuses et ses flancs moins convexes, non rabattus avant les commissures.

R. boloniensis se sépare de *R. ferquensis* avec qui elle a été confondue dès sa création par ses sinus et bourrelet moins marqués, ses côtes plus basses, le nombre des côtes médianes, la fréquence moindre de ses plis pariétaux. En outre, ces plis pariétaux, lorsqu'ils existent, ne s'effacent pas avant d'atteindre la commissure antérieure comme ils le font fréquemment chez *R. ferquensis*.

Répartition géographique et stratigraphique.

R. boloniensis est une espèce rare. Elle n'a été trouvée que dans la Formation de Ferques. Les premiers spécimens ont été récoltés à la base du Membre du Bois et les derniers à une dizaine de mètres du sommet du Membre de la Parisienne.

Famille LEIORHYNCHIDAE Stainbrook, 1945

Genre *PLATYTERORHYNCHUS* Sartenaer, 1970

Espèce-type : *Leiorhynchus russelli* McLaren, 1962.

PLATYTERORHYNCHUS GOSSELETI
(Rigaux, 1908)

(Pl. VII, fig. 1, 6, 7)

1908. *Leiorhynchus gosseleti* n. sp. ; Rigaux, p. 8, 25, tabl., Pl. II, fig. 13a-b.

1976. *Platyterorhynchus gosseleti* (Rigaux) ; Brice in Brice et al., p. 151, tabl. VII, p. 150.

TYPE : Le type figuré par Rigaux en 1908 n'ayant pas été retrouvé, je désigne comme néotype un des exemplaires déterminés par cet auteur, conservé au Musée de Boulogne-sur-Mer (Pl. VII, fig. 7a-c de ce travail), provenant de la partie moyenne du Membre des Pâtures. Formation de Beaulieu (zone de l'*Orthothes elegans* de Rigaux, 1908).

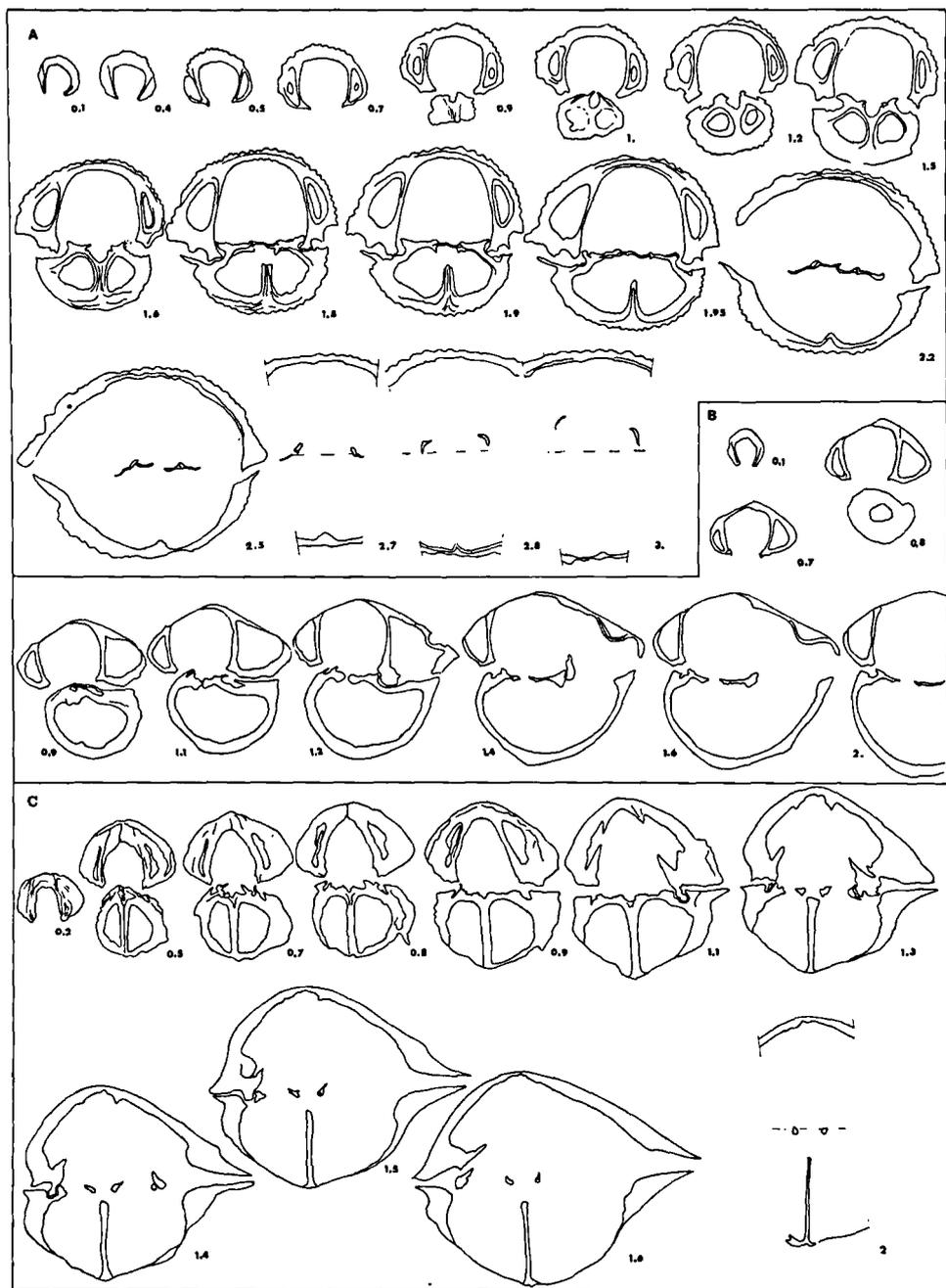


Fig. 1. — Sections s riees transverses dessin es à la chambre claire. les distances sont mesur es depuis l'umbo ventral. Gr. = 6 env.

A. - *Ripidiorhynchus boloniensis* (d'Orbigny, 1850). GFCL 1828. Membre de la Parisienne, Formation de Ferques, paroi N du Trou d'Eau.

B. - *Coeloterorhynchus kayseri* (Rigaux, 1908). GFCL 1832. Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu, Tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

C. - *Platyerorhynchus gosseleti* (Rigaux, 1908). Spécimen de la collection Rigaux du Musée de Boulogne-sur-Mer.

MATÉRIEL : 10 spécimens : 8 appartiennent à la collection Rigaux, Musée géologique de Boulogne-sur-Mer et proviennent de Beaulieu, du riez près des Communes et de la ferme de la Capelle ; les 2 autres spécimens ont été trouvés au sommet du niveau Q (Brice *et al.*, 1976), Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu, dans un chemin à l'Ouest de la carrière la Parisienne.

Niveau stratigraphique.

Biozone 3 (Brice, 1976). Zone à *Ancyrodella gigas*. Partie moyenne de la zone à *Polygnathus asymmetricus*.

Description.

Rappel de la description de Rigaux (1908, p. 25) : « Coquille déprimée, ovale, transverse ; crochet peu marqué, percé d'un petit foramen allongé touchant le sommet de la valve dorsale ; valves également convexes ; le sinus commençant au tiers postérieur de la valve ventrale, plat, limité par des bords arrondis, est orné de trois ou quatre plis peu apparents qui commencent au milieu de la valve ; le bourrelet peu saillant porte aussi trois ou quatre plis confus. Les côtés, le plus souvent lisses, laissent voir chez les individus âgés deux ou trois plis encore moins apparents. Longueur, 17 mm ; largeur, 20 mm ; hauteur, 10 mm ».

Observations complémentaires.

Caractères externes.

Coquilles biconvexes, sensiblement équivalves, à contour subpentagonal arrondi, généralement 1,2 fois plus large que longue. Ligne cardinale presque droite. Angle de jonction des valves très aigu au niveau des commissures latérales et antérieure. Commissure frontale uniplissée. Interarea ventrale indifférenciée, petit foramen. Maximum de profondeur des deux valves un peu en arrière de la mi-longueur de la coquille, celui de la valve brachiale étant plus proche du crochet que celui de la valve ventrale. Sinus ventral peu important, à limites imprécises et fond plat, généralement restreint au tiers antérieur de la valve, débutant exceptionnellement en avant de l'umbo. Languette courte et trapézoïdale, légèrement courbée en direction dorsale. Bourrelet dorsal bas, obsolète, à sommet faiblement convexe, uniquement différenciée près de la commissure frontale.

Dimensions (en mm) et nombre de plis (Tabl. IV) :

N° des spécimens (dét. Rigaux)	1	2	3	4	5	6	7	8
Longueur	15,5	13,4	15,5	15,5	15	14,8	17,5	11,5
Largeur	22,5	14,3	19,4	18,8	17,7	18,3	21	14
Épaisseur	11	8	9	11,3	10	9	11,4	7,2
Largeur/longueur	1,45	1,06	1,25	1,21	1,14	1,23	1,20	1,21
médiens dorsaux	5	?	3	5	?	4	?	3
Nombre de médiens ventraux	4	2?	2	4	2	3	4	2
de pariétaux	0	0	0	0	0	0	1	0
plis latéraux dorsaux	?	0	3	2ou3	?	7	3	3
latéraux ventraux	4	0	4	?	1ou2	7	4	3

Tableau IV

Caractères internes (d'après les sections sériées d'un spécimen, fig. 1 C).

Test épais, non ponctué.

Valve pédonculaire. Lames dentales convergentes vers le fond de la valve, limitant sur une courte longueur des cavités umbonales étroites, bien dessinées, non oblitérées par du cal. Dents frêles et courtes. Denticula mal différenciés. Myophragme.

Valve brachiale. Septum dorsal haut et long, se détachant rapidement du plateau cardinal, ce dernier creusé par un fossé crural. Cavités dentales étroites à bord interne relevé. Bases crurales punctiformes.

Rapports et différences.

Cette espèce se rattache aux Leiorhynchidae par l'ensemble de ses caractères. Elle appartient au genre *Platyterorhynchus* notamment par la faible convexité de ses valves, par son contour transversalement elliptique, ses commissures tranchantes, ses sinus et bourrelet peu développés débutant loin des crochets et par les caractères de son ornementation.

De l'espèce-type *P. russelli*, l'espèce de Ferques se distingue aisément par sa taille plus petite, son contour plus élargi, ses sinus et bourrelet moins développés restreints à la région antérieure des valves.

Répartition géographique et stratigraphique.

Platyterorhynchus gosseleti a été trouvé dans la partie inférieure du Membre des Pâtures (sommet du niveau Q de Brice *et al.*, 1976), Formation de Beaulieu, à Ferques. Cette espèce rare caractérise la biozone 3 (Brice, 1976) avec *Schuchertella ? elegans*, *Cyrtina demarlei*, *Athyris æhlerti*, *Eleutherokomma barroisi*, *Cyrtospirifer syringothyriiformis* et *Cranaena* sp. Elle se rencontre dans la zone à *Ancyrodella gigas*.

Famille YUNNANELLIDAE Rhonsnitskaya, 1959

Genre *LADOGIOIDES* McLaren, 1961

Espèce-type : *Ladogioides pax* McLaren, 1961.

LADOGIOIDES FERQUENSIS n. sp.

(Pl. VI, fig. 5-11)

e.p. 1976. *Coeloterorhynchus kayseri* ; Brice in Brice *et al.*, p. 151, tabl. VII, uniquement les spécimens du niveau P.

DERIVATIO NOMINIS : de Ferques (Boulonnais), la localité-type.

LOCUS TYPICUS : tranchée de la nouvelle voie ferrée Caffiers-Ferques.

STRATUM TYPICUM : Niveau P (Brice *et al.*, 1976), partie supérieure du Membre des Noces, Formation de Beaulieu.

TYPES :

- Holotype GFCL 1822, Pl. VI, fig. 5a-e, 11, niveau et localité-type.
- Paratype GFCL 1823, Pl. VI, fig. 6a-c, niveau et localité-type.
- Paratype GFCL 1824, Pl. VI, fig. 7a-c, niveau et localité-type.
- Paratype GFCL 1825, Pl. VI, fig. 8a-b, niveau et localité-type.
- Paratype GFCL 1826, Pl. VI, fig. 9, niveau et localité-type.
- Paratype GFCL 1827, Pl. VI, fig. 10a-c, niveau et localité-type, grande forme, à languette nettement repliée.

MATÉRIEL : Aux types, s'ajoutent 12 spécimens dont 6 entiers, 3 ont servi à la préparation des usures sériées. L'ensemble du matériel est conservé dans les collections de la Faculté Libre des Sciences.

Niveau stratigraphique.

Frasnien inférieur, zone moyenne à *Polygnathus asymmetricus*, partie inférieure de la zone à *A. gigas*.

Diagnose.

Une espèce de *Ladogioides* dorsibiconvexe, de taille moyenne à grande, à coquille épaisse, à sinus large, ornée de quelques grosses côtes près des commissures antérieures et antéro-latérales.

Description.

Caractères externes.

Coquilles épaisses, très inéquivalves, dorsibiconvexes, subpentagonales arrondies en vue ventrale. Ligne cardinale courte et sinueuse, dessinant un angle de 90 à 100°. Commissure antérieure uniplissée. Commissures latérales déviées en direction ventrale.

Valve pédonculaire peu profonde et faiblement convexe. Maximum de profondeur dans la région umbonale légèrement enflée. Interarea basse et courte, déprimée, en forme d'aile d'insecte, limitée par des crêtes partant du bec ventral. Crochet ventral trapu. Petites plaques deltidiales observées en sections sériées. Sinus large, de profondeur moyenne, à limites peu distinctes, débutant un peu en avant de la région umbonale. Languette trapézoïdale plus ou moins développée, légèrement repliée en direction dorsale.

Valve brachiale fortement enflée dans la région umbonale, atteignant sa profondeur maximale au-delà de la mi-longueur, un peu en arrière du front. Bourrelet large et peu marqué.

Ornementation réduite à quelques côtes médianes. Côtes à section variable, limitées à la partie antérieure des valves, bien formées au voisinage des commissures. Ces côtes se marquent par de fortes indentations des commissures antérieure et antéro-latérales.

Formule des côtes :

$$\begin{array}{ccc} 4 - 5 & 0 & 2 - 3 \\ \hline \text{c.m.} & \text{c.p.} & \text{c.l.} \\ 3 - 4 & 0 & 2 - 3 \end{array}$$

Des micro-stries radiaires nombreuses, plates, bifurquées, recoupées par un grand nombre de micro-stries de croissance dessinent un treillisage sur toute la surface des valves (Pl. VI, fig. 10c, 8b, 11).

Dimensions des types (en mm) (Tabl. V) :

GFCL	Holotype	Paratypes				
	1822	1823	1824	1825	1826	1827
Longueur	18	17	19.4	14.7	-	22
Largeur	20.6	18.5	22.2	18.7	19	25
Épaisseur	15.4	13.6	18.4	11.5	16	21

Tableau V

Caractères internes (d'après les sections sériées de 3 spécimens, fig. 2 A).

Valve pédonculaire. Lames dentales subparallèles dans la région du crochet devenant ensuite faiblement divergentes en direction dorsale. Cavités umbonales bien dessinées moyennement ouvertes. Présence de denticula. Dents courtes.

Valve brachiale. Septum soutenant le plateau cardinal sur une très courte longueur. Septalium étroit et profond. Plaques cardinales horizontales ou légèrement inclinées vers le plan de symétrie de la coquille.

Rapports et différences.

Cette espèce appartient au genre *Ladogioides* par sa forme pugnoise, son ornementation et ses caractères internes. Elle s'écarte suffisamment des espèces actuellement décrites pour en être séparée. De l'espèce-type *L. pax*, elle se différencie surtout par sa forme plus épaisse, son angle apical moins ouvert, sa taille généralement plus grande, ses côtes médianes plus nombreuses et plus développées et ses sinus, languette et bourrelet moins anguleux.

Ladogioides ferquensis diffère tout autant de *L. kakwaensis* McLaren que de l'espèce-type par son sinus et son bourrelet moins anguleux et moins marqué, par sa forme moins inéquivalve et les arêtes du bec moins fortes et plus courtes. L'espèce canadienne a aussi des côtes plus nombreuses, plus anguleuses et qui se prolongent plus loin vers l'arrière.

Répartition géographique et stratigraphique.

Ladogioides ferquensis n. sp. n'a été trouvé que dans la partie supérieure du Membre des Noces (Niveau P de Brice *et al.*, 1976), dans la Formation de Beaulieu. La plupart des spécimens proviennent des affleurements de la tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques, les autres ont été récoltés dans le même niveau près du Château d'eau de Ferques. L'apparition de cette espèce à Ferques coïncide sensiblement avec celle d'*Ancyrodella gigas*.



Fig. 2. — Sections séries transverses dessinées à la chambre claire. Les distances sont mesurées depuis l'umbo ventral.

A. - *Ladogioides ferquensis* n. sp. GFCL 1830, Gr. = 6 env., niveau P, Membre des Noces, Formation de Beaulieu, Tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

B. - *Globulirhynchia le mesli* (Rigaux, 1892). GFCL 1831, Gr. = 12 env., Partie inférieure du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu, Tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

Famille PUGNACIDAE Rzhonsnitskaia, 1956

GLOBULIRHYNCHIA n. gen.

DERIVATIO NOMINIS : de *globulus* = petite boule, allusion à la forme petite et globuleuse de cette rhynchonelle.

Espèce-type : *Rhynchonella le mesli* Rigaux, 1892.

Diagnose.

Coquille de petite taille, globuleuse, un peu moins longue que large, à sinus et bourrelet peu apparents et crochet ventral presque droit. Crêtes mousses partant du bec. Interarea pédonculaire indifférenciée. Plaques deltidiales. Petit foramen mésothyride. Surface des valves lisses jusqu'au front où quelques grosses côtes ornent sinus et bourrelet. Commissures non sailantes, uniplissée au front, indentées par les côtes, sans épines bordières. Lames dentales subparallèles. Septalium ouvert. Septum dorsal absent ou réduit à une crête rudimentaire. Bord interne des plaques cardinales recourbé en direction dorsale.

Rapports et différences.

Globulirhynchia a quelques similitudes avec le genre *Atribonium* Grant, 1965. Outre les différences internes, les représentants de *Globulirhynchia* ont une forme plus globuleuse, une valve pédonculaire plus convexe. Les espèces attribuées au genre *Atribonium* ont souvent une ornementation moins développée (sauf chez *A. nuddidium*) et des commissures pourvues d'épines bordières.

Globulirhynchia évoque aussi le genre *Parapugnax* Schmidt, 1964 par l'enflure de sa valve brachiale. Il en diffère extérieurement par sa petite taille, sa forme globuleuse due à l'enflure de sa valve pédonculaire. Ses sinus et bourrelet sont moins différenciés et ce dernier s'infléchit en direction ventrale avant d'atteindre la commissure frontale. Ses côtes sont aussi moins marquées et plus basses. Les caractères internes des deux genres sont semblables. Toutefois, le septum dorsal est moins développé chez *Globulirhynchia*.

"*Rhynchonella le mesli*" a parfois été rangé dans le genre *Monticola*, synonyme junior du genre *Plectrohynchella*. Les représentants de ce dernier genre se distinguent aisément de ceux du nouveau genre par l'existence d'un sinus dorsal et d'un bourrelet ou d'une ébauche de bourrelet ventral, ils sont aussi généralement moins globuleux.

Espèces attribuées au genre. Outre l'espèce-type, le genre comprend "*Camarotoechia lummatoniensis*" Davidson, 1865, de Lummaton (Pl. XIV, fig. 14-17) et de Dartington (fig. 18).

GLOBULIRHYNCHIA LE MESLI (Rigaux, 1892)

(Pl. VI, fig. 24-26 ; Pl. VII, fig. 8-11)

1892. *Rhynchonella le mesli* n. sp., ; Rigaux, p. 103, Pl. II, fig. 2.

1908. *Pugnax le mesli* (Rigaux) ; Rigaux, p. 23.

1976. *Parapugnax le mesli* (Rigaux) ; Brice in Brice et al., p. 151, tabl. VII.

Néotype : GFCL 1819, Pl. II, fig. 8a-e, partie inférieure du Membre des Pâtures. Formation de Beaulieu. Tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

MATÉRIEL : 71 spécimens dont 60 proviennent de nos collections et des même localité et même niveau que le Néotype. 11 sont conservés au Musée Gosselet, dont 6 déterminés "*Pugnax le mesli*" par Rigaux et 5 attribués à "*Camarophoria crumena*". Parmi ces coquilles, 40 sont adultes et non déformées.

Niveau stratigraphique.

Biozone 2 (Brice, 1976). Zone moyenne à *Polygnathus asymmetricus*.

Description.

Rappel de la description originale de Rigaux (1892, p. 103) : « Test petit, globuleux, aussi large que long ; valves très convexes ; dans la valve dorsale, un bourrelet peu apparent commençant au milieu s'étend jusqu'au front, pendant que la valve ventrale est marquée d'un sinus large et peu profond ; crochet petit, peu recourbé, échancré par le foramen. Surface des deux valves lisses jusqu'au front où l'on voit cinq à six plis dont deux ornent ordinairement le sinus, mais quelques échantillons en offrent un ou trois à cet endroit.

Longueur, 11 mm ; largeur, 11 mm ; épaisseur, 9 mm ».

Observations complémentaires.

Caractères externes.

Ligne cardinale courbe et sinueuse, commissures antéro-latérales et antérieure profondément indentées par les côtes. Commissure frontale uniplissée. Pas d'épines bordières. Valves convexes tombant en pente raide vers les commissures. Maximum de convexité de la valve pédonculaire situé dans la région umbonale. Crêtes mousses partant du bec ventral. Palintrope déprimé. Pas d'interarea ventrale différenciée. Foramen mésothyride. Petites plaques deltidiales observées en sections sériées. Crochet ventral surplombant l'extrémité du crochet dorsal.

Caractères internes (d'après les sections sériées de 4 spécimens, fig. 2 B).

Test moyennement épais, non ponctué.

Valve pédonculaire. Lames dentales faiblement convergentes dans la région du crochet devenant rapidement parallèles, faiblement divergentes à leur extrémité distale. Cavités umbonales largement ouvertes. Dents larges. Denticula mal différenciés.

Valve brachiale. Septum dorsal absent ou rudimentaire. Plateau cardinal divisé par un septalium moyennement profond non couvert. Cavités dentales relati-

vement larges à bord interne redressé. Plaques cardinales inclinées vers le plan de symétrie de la coquille. Bases crurales en parenthèses. Myophragme observé sur un spécimen. Extrémités des crura aplaties.

Dimensions (en mm) :

Néotype : longueur, 8 ; largeur, 9.4 ; épaisseur, 7.5.

Moyenne des dimensions mesurées sur 39 spécimens adultes : longueur, 7.8 ; largeur, 8.8 ; épaisseur, 6.6.

Ornementation.

Le nombre des côtes médianes (c.m.) et latérales (c.l.) compté sur 37 spécimens s'établit comme suit :

c.m. 3/2 : 19 sp. 2/1 : 18 sp.
c.l. 1/2 : 36 sp. 2/2 : 1 sp.

Rapports et différences.

Globulirhynchia le mesli diffère de *G. lummatoniensis* par son sinus plus large et moins profond, ses côtes médianes plus larges et en nombre moins variable, on en compte 1 ou 2 dans le sinus contre 2 à 4 chez *lummatoniensis*. Ses côtes latérales sont aussi moins nombreuses et se prolongent moins loin vers l'arrière.

Répartition géographique et stratigraphique.

Tous les spécimens boulonnais de *G. le mesli* proviennent de la partie inférieure du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu à Ferques. L'espèce caractérise la biozone 2 (Brice, 1976) à *Apousiella belliloci*, *Cariniferella mistiaeni*, *Schuchertella bouchardi*, *Douvillina douxamii*, *D. fischeri*, *Coeloterorhynchus kayseri* et "*Atrypa*" *belliloci*.

Genre *COELOTORORHYNCHUS* Sartenaer, 1966

Espèce-type : *Coeloterorhynchus tabasensis* Sartenaer, 1966.

COELOTORORHYNCHUS KAYSERI (Rigaux, 1908)

(Pl. VI, fig. 27-30)

1908. *Pugnax kayseri* n. sp. ; Rigaux, p. 24, Pl. I, fig. 12.

1976. *Coeloterorhynchus kayseri* (Rigaux) ; Brice in Brice et al., p. 150-151, sauf ceux du niveau P.

TYPE : Le spécimen figuré par Rigaux n'ayant pas été retrouvé, je désigne comme Néotype un des spécimens déterminés par Rigaux, conservé au Musée Gosselet (fig. 30 a-e, Pl VI de ce travail), provenant de Beaulieu et de la zone à *Orthotheses elegans* de cet auteur. Cette zone correspond à la partie inférieure du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu.

MATÉRIEL : 75 spécimens : 38 sp. conservés au Musée de Boulogne-sur-Mer, 6 sp. déposés au Musée Gosselet (Lille), dont 5 attribués à *Pugnax kayseri* par Rigaux, provenant de "l'Assise à *Orthotheses elegans* à Beaulieu" et 1 spécimen non déterminé, don de Gosselet, provenant de "l'Assise à *Sp. legayi*" ; 31 sp. de nos collections provenant du niveau Q. Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu. Tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

Description.

Rappel de la description originale de Rigaux (1908, p. 24) : « Coquille subtrigone, aussi large que longue ; valve dorsale gibbeuse, ayant sa plus grande élévation au bord frontal, régulièrement convexe à partir du crochet ; bourrelet prenant naissance au milieu de la valve ; sinus large et profond se faisant sentir avant le milieu de la valve ventrale ; crochet aigu, petit, peu saillant ; foramen très petit, placé sous l'extrémité du crochet qu'il entame ; la coquille porte dans le sinus deux côtes larges, arrondies, visibles seulement vers le front, de chaque côté deux côtes à peine accusées par des sillons très courts. La valve dorsale porte sur le bourrelet trois côtes et de chaque côté deux côtes latérales aussi courtes. On rencontre quelquefois des individus plus grands qui portent trois et même quatre côtes dans le sinus et trois de chaque côté.

Longueur, 12 mm ; largeur, 16 mm ; épaisseur, 8 mm ».

Observations complémentaires.

Caractères externes.

Coquille peu épaisse à ligne cardinale courte et sinuose. Interarea ventrale mal différenciée. Languette trapézoïdale parfois relativement élevée. Commissure frontale uniplissée.

Dimensions (en mm) :

Néotype. Longueur, 11.3 ; largeur, 13.6 ; épaisseur, 8.5.

Moyenne des dimensions mesurées sur 54 spécimens : Longueur, 9.12 ; largeur, 11.13 ; épaisseur, 7.48.

Ornementation.

Le nombre de plis compté sur 48 spécimens s'établit comme suit :

plis médians :

$\frac{3}{2}$ 70,21 % ; $\frac{2}{1}$ 19,15 % ; $\frac{4}{3}$ 10,64 %.

plis pariétaux :

0 0 - 1
— 97,87 % ; — 2,13 %.
0 0 - 0

plis latéraux :

$\frac{2}{2}$ 58,53 % ; $\frac{1}{2}$ 35,42 % $\frac{1}{0}$ ou $\frac{1}{2}$ 4,17 % ; $\frac{3}{3}$ 2,08 %.

Caractères internes (d'après les usures sériées de 3 spécimens, fig. 1 B).

Valve pédonculaire. Lames dentales faiblement convergentes vers le crochet près du bec devenant ensuite subparallèles. Dents courtes. Cavités umbonales largement ouvertes. Denticula plus ou moins différenciés. Petites plaques deltidiales.

Valve brachiale. Pas de septum dorsal ou crête rudimentaire. Septalium court et non couvert. Plaques cardinales d'abord subhorizontales puis faiblement convexes et inclinées vers le fond de la valve, à bord interne recourbé en direction dorsale. Section des crura en croissant puis en forme de canne.

Rapports et différences.

Coeloterorhynchus kayseri diffère de l'espèce-type *C. tabasensis* par sa taille plus petite, son crochet ventral plus saillant, son angle apical un peu plus ouvert, son nombre de plis médians et latéraux moins variable et ses denticula moins bien différenciés. Le sinus est souvent moins large et plus profond et le bourrelet généralement mieux individualisé près du front. *C. dillanus* (Schmidt), de Iberger Kalk en Allemagne, est nettement plus grand que *C. kayseri*, montre

un sinus plus large, un angle apical plus ouvert, une épaisseur plus grande et une ornementation plus réduite.

Les spécimens du Maroc, rapportés par Drot (1971) à *C. dillanus*, sont également plus grands, deux des figurés paraissent plus comprimés latéralement.

Répartition géographique et stratigraphique.

C. kayseri apparaît à la base du niveau Q (Brice *et al.*, 1976), partie inférieure du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu. Les exemplaires du niveau P que j'avais rapportés à cette espèce sont de jeunes individus de *Ladogioides ferquensis* dont la micro-ornementation est effacée. *C. kayseri* est abondant dans la biozone 3 (Brice, 1976) et disparaît dans le niveau R (Brice *et al.*, 1976).

REFERENCES CITEES

- 1) BRICE D., BULTYNCK P., COLBEAUX J.P., LETHIERS F., MISTIAEN B., ROHART J.Cl. et BIGEY F. (1976). — Une nouvelle coupe dans le Dévonien de Ferques. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVI, p. 135-155, 8 tabl., 1 fig.
- 2) BRICE D., BULTYNCK P., DEUNFF J., LOBOZIAK S. et STREEL M. (1978b). — Données biostratigraphiques nouvelles sur le Givétien et le Frasnien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVIII, p. 325-344, 4 tabl., Pl. XXVI-XXVIII.
- 3) BRICE D., COEN M., LOBOZIAK S. et STREEL M. (1980). — Précisions biostratigraphiques relatives au Dévonien supérieur de Ferques (Boulonnais). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. C (sous presse).
- 4) BRICE D., COLBEAUX J.P., MISTIAEN B. et ROHART J.Cl. (1978a). — Les formations dévoniennes de Ferques (Bas-Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCVIII, p. 407-324, 3 fig., 1 tabl.
- 5) BRICE D. et MEATS P. (1971). — Le genre *Ripidiorhynchus* Sartenaer, 1966 (Rhynchonellida, Brachiopodes) dans le Dévonien de Ferques (Boulonnais, France). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XCI, 4, p. 215-228, Pl. XXXVI, 2 fig., 1 tabl.
- 6) COOPER G.A. (1955). — New genera of Middle Paleozoic brachiopods. *J. Pal.*, Tulsa, vol. 29, 1, p. 45-63, Pl. 11-14.
- 7) DAVIDSON Th. (1864-1865). — A monograph of British fossil Brachiopoda. *Palaeont. Soc.*, Londres, vol. III, part. VI, n° 1 et 2, Devonian Brachiopoda, p. 1-131, Pl. I-XX.
- 8) DROT J. (1971). — Rhynchonellida siluriens et Dévoniens du Maroc présaharien. Nouvelles observations. *Notes Serv. géol. Maroc*, Rabat, t. 31, p. 65-108, 10 pl.-texte, 3 pl.
- 9) GOSSELET J. (1877). — Le calcaire dévonien supérieur dans le N.E. de l'arrondissement d'Avesnes. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. IV, p. 238-272, Pl. 3, fig.-texte 1.
- 10) GOSSELET J. (1880). — Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines. 1^{er} fasc. Terrains primaires, 167 p., Pl. I-VII, IA-VIA, IB-IX B. Lille, Impr. Six-Horemans.
- 11) GOSSELET J. (1887). — Notes sur quelques rhynchonelles du terrain dévonien supérieur. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XIV, p. 188-221, Pl. I-III.
- 12) HALL J. (1843). — Geology of New-York. Part IV. Comprising the survey of the 4th geological district. *Natural History of New-York*, p. 1-163, Pl. 1-19.
- 13) HALL J. (1867). — Natural History of New-York, containing descriptions and figures of the fossil Brachiopoda of the Upper Helderberg, Hamilton, Portage and Chemung groups. *Palaeontology of New-York, Geol. Surv. State of New-York*, vol. IV, 1, 428 p., 63 pl.
- 14) JONHSON J.G. and TALENT J. (1967). — Cortezorthisinae, a new subfamily of Siluro-Devonian dalmanellid brachiopods. *Palaeontology*, Londres, vol 10, pt 1, p. 142-170, Pl. 19-22.
- 15) McLAREN D.J. (1961). — Three new genera of Givetian and Frasnian (Devonian) Rhynchonelloid Brachiopods. *B. Inst. r. Sci. Belg.*, Bruxelles, t. XXXVII, 23, 6 p., 2 pl.
- 16) McLAREN D.J. (1962). — Middle and early upper Devonian Rhynchonelloid Brachiopods from Western Canada. *Geol. Surv. Bull.* Ottawa, n° 86, 122 p., 18 pl., 29 fig.-texte, 1 tabl.
- 17) MAILLIEUX E. (1941). — Répartition des Brachiopodes dans le Dévonien de l'Ardenne. *B. Musée royal Hist. natur. Belgique*, Bruxelles, t. XVII, n° 30, p. 1-14.

- 18) NALIVKIN D.V. (1930). — Brachiopods from the upper and middle Devonian of the Turkestan. *M. Com. géol.*, Moscou-Leningrad, nouv. sér., Livraison 180, 221 p., rés. anglais 134-62, Pl. I-XXXIX.
- 19) ÆHLERT D. (1884). — Etude sur quelques Brachiopodes dévoniens. *B. Soc. Géol. Fr.*, Paris, 3^{me} sér., t. XII, p. 411-441, Pl. XVIII-XXII.
- 20) ORBIGNY A. d' (1850). — Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle, 1^{er} vol., 392 p., V. Masson. Paris.
- 21) PEDDER A.E.H. (1959). — *Monelasmina besti*, a new Schizophoriid Brachiopod from the Upper Devonian of Canada. *Geol. Mag.*, Londres, vol. XCVI, n° 6, p. 470-472, Pl. XVI.
- 22) POCOCK Y.P. (1966). — Devonian Schizophoriid Brachiopods from western Europe. *Palaeontology*, Londres, v. 9, pt. 3, p. 381-412, Pl. 66.
- 23) RENAUD A. (1942). — Le Dévonien du synclinorium médian Brest-Laval. 1^{er} fasc. Stratigraphie. *M. Soc. géol. minér. Bretagne*, Rennes, t. VII, 184 p., 9 fig.; 2^{me} fasc., Paléontologie. *Ibid.*, t. VII, 439 p., 14 pl.
- 24) RIGAUX E. (1873). — Notes pour servir à la géologie du Boulonnais. 1, Description de quelques brachiopodes du terrain Dévonien de Ferques. *Mém. de la Soc. Acad. de Boulogne*, vol. V, p. 3-16, 1 pl.
- 25) RIGAUX E. (1892). — Notice géologique sur le Bas-Boulonnais. *Mém. de la Soc. Acad. de Boulogne*, t. XVI, p. 5-108, 2 pl., 2 tabl.
- 26) RIGAUX E. (1908). — Le Dévonien de Ferques et ses Brachiopodes. Boulogne-sur-Mer, 33 p., 1 tabl., 2 pl.
- 27) SARTENAER P. (1970). — Nouveaux genres rhynchonellidae (Brachiopodes) du Paléozoïque. *Bull. Inst. r. Sc. nat. Belg.*, Bruxelles, t. 46, 32, 32 p.
- 28) SCHMIDT H. (1941). — Rhynchonellidae aus rechtsrheinischen Devon. *Senckenbergiana*, Francfort/Main, Bd 23, n° 4/6, p. 277-299, 1 fig., 1 pl.
- 29) STAINBROOK M.A. (1945). — Brachiopoda of the Independence shale of Iowa. *Geol. Soc. Am.*, Baltimore, Mem. 14, p. I-VI, 1-74, 6 pl., 2 fig.-texte.
- 30) THEVENIN M. (1906). — Types du Prodrome de Paléontologie universelle. *Ann. Paléontologie*, Paris, t. I, p. 193-196, Pl. V.
- 31) VERNEUIL E. de (1850). — Note sur les fossiles dévoniens du district de Sabero (Léon). *B. Soc. géol. Fr.*, Paris, 2^{me} sér., 7, p. 155-186, Pl. III, IV.
- 32) WALMSLEY V.G., BOUCOT A.J. and HARPER C.W. (1969). — Silurian and lower Devonian Salopiniid Brachiopods. *J. Pal.*, Tulsa, vol. 43, n° 2, p. 492-516, Pl. 71-80, 4 fig.-texte.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE VI

Fig. 1-4. — *Ripidiorhynchus boloniensis* (d'Orb., 1850). Gr. nat.

a, b, c, d, e : vues ventrale, dorsale, antérieure, postérieure, latérale.

1 et 2. - GFCL 1800, GFCL 1801, 2 spécimens adultes proches de l'holotype, paroi N du Trou d'Eau, Membre de la Parisienne, Formation de Ferques.

3. - GFCL 1802, spécimen à sinus et bourrelet très marqués, entrée Est (flanc sud) de la carrière la Parisienne, base du Membre du Bois, Formation de Ferques.

4. - GFCL 1803, spécimen juvénile, même localité et même niveau que 1 et 2.

Fig. 5-11. — *Ladogioides ferquensis* n. sp.

Niveau P, Membre des Noces, Formation de Beaulieu, tranchée de chemin de fer Caffiers-Ferques.

5. - Holotype GFCL 1822, a-e : vues ventrale, dorsale, antérieure, latérale, postérieure. Gr. nat.

6. - Paratype GFCL 1823, a-c : vues ventrale, dorsale, latérale. Gr. nat.

7. - Paratype GFCL 1824, a-c : vues ventrale, postérieure, dorsale. Gr. nat.

8. - Paratype GFCL 1825, a : vue ventrale, Gr. nat. ; b : micro-ornementation, Gr. = 5.

9. - Paratype GFCL 1826, vue antérieure. Gr. = 1.

10. - Paratype GFCL 1827, a-b : vues antérieure, dorsale, Gr. nat. ; c : micro-ornementation. Gr. = 5.

11. - Micro-ornementation de l'holotype. Gr. = 3.

Fig. 12-23. — *Cariniferella mistiaeni* n. sp. Gr. nat.

Niveau Q, Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu, Tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

a, b, c, d : vues ventrale, dorsale, antérieure, postérieure.

12. - Holotype GFCL 1804.

13. - Paratype GFCL 1805.

14. - Paratype GFCL 1806.

15. - Paratype GFCL 1807, intérieur de valve pédonculaire.

16. - GFCL 1808, moulage en latex de valve ventrale.

17. - GFCL 1809, moulage d'une autre valve ventrale.

18. - GFCL 1810, intérieur d'une valve brachiale.

19. - Paratype GFCL 1811, intérieur d'une autre valve ventrale.

20. - Paratype GFCL 1812.

21. - Paratype GFCL 1813.

22. - Paratype GFCL 1814, grand spécimen à valve brachiale très enflée.

23. - Paratype GFCL 1815, spécimen juvénile.

Fig. 24-26. — *Globulirhynchia le mesli* (Rigaux, 1892). Gr. nat.

3 spécimens déterminés par Rigaux, Musée Gosselet (Lille), provenant de l'assise à *Orthothes elegans*, Beaulieu (= partie inférieure du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu).

a, b, c, d, e : vues ventrale, dorsale, antérieure, latérale, postérieure.

Fig. 27-30. — *Coeloterorhynchus kayseri* (Rigaux, 1908). Gr. nat.

4 spécimens déterminés par Rigaux (Musée Gosselet, Lille), provenant de la zone à *Orthothes elegans*, Beaulieu (= partie inférieure du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu).

27. - a-c : vues ventrale, latérale, antérieure d'un spécimen peu épais.

28. - a-b : vues dorsale et antérieure d'un autre spécimen dépourvu de plis.

29. - a-d : vues ventrale, antérieure, latérale, postérieure d'un spécimen à bourrelet très saillant.

30. - a-e : néotype, vues ventrale, dorsale, antérieure, postérieure, latérale.

PLANCHE VII

Fig. 1, 6, 7. — *Platyterorhynchus gosseleti* (Rigaux, 1908). Gr. nat.

Coll. Rigaux, Musée de Boulogne-sur-Mer, Beaulieu, Riez près des Communes et ferme de la Capelle.

a, b, c, d, e : vues ventrale, dorsale, postérieure, antérieure, latérale.

1. - Spécimen montrant 4 plis médians, inégaux, bien développés, et des ébauches de plis latéraux près des commissures.

6. - Autre spécimen à sinus et bourrelet plus développés et ornementation très réduite.

7. - Néotype. Spécimen qui montre bien le foramen, les côtes latérales à peine marquées ne se voient que sur le flanc ventral droit.

Fig. 2-5. — *Cariniferella mistiaeni* n. sp. Gr. nat.

Partie inférieure du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu, Tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

2. - Paratype GFCL 1818, moule en latex de l'intérieur d'une valve brachiale.

3. - Paratype GFCL 1816, moule en latex de l'intérieur d'une autre valve brachiale.

4. - Paratype GFCL 1829, moule en latex de l'intérieur d'une valve pédonculaire.

5. - Paratype GFCL 1817, moule en latex de l'intérieur d'une autre valve pédonculaire.

Fig. 8-11. — *Globulirhynchia le mesli* (Rigaux, 1892). Gr. nat.

8, 9, 10 : Partie inférieure du Membre des Pâtures, Formation de Beaulieu, Tranchée de voie ferrée Caffiers-Ferques.

a, b, c, d, e : vues ventrale, dorsale, postérieure, antérieure, latérale.

8. - Néotype GFCL 1819 montrant 2 côtes médianes sur la languette.

9. - GFCL 1821, autre spécimen montrant une large côte sur la languette.

10. - GFCL 1820, autre spécimen fortement costulé.

11. - Spécimen de la coll. Rigaux, Musée Gosselet, Ass. de Beaulieu. Loc. Couderousse.

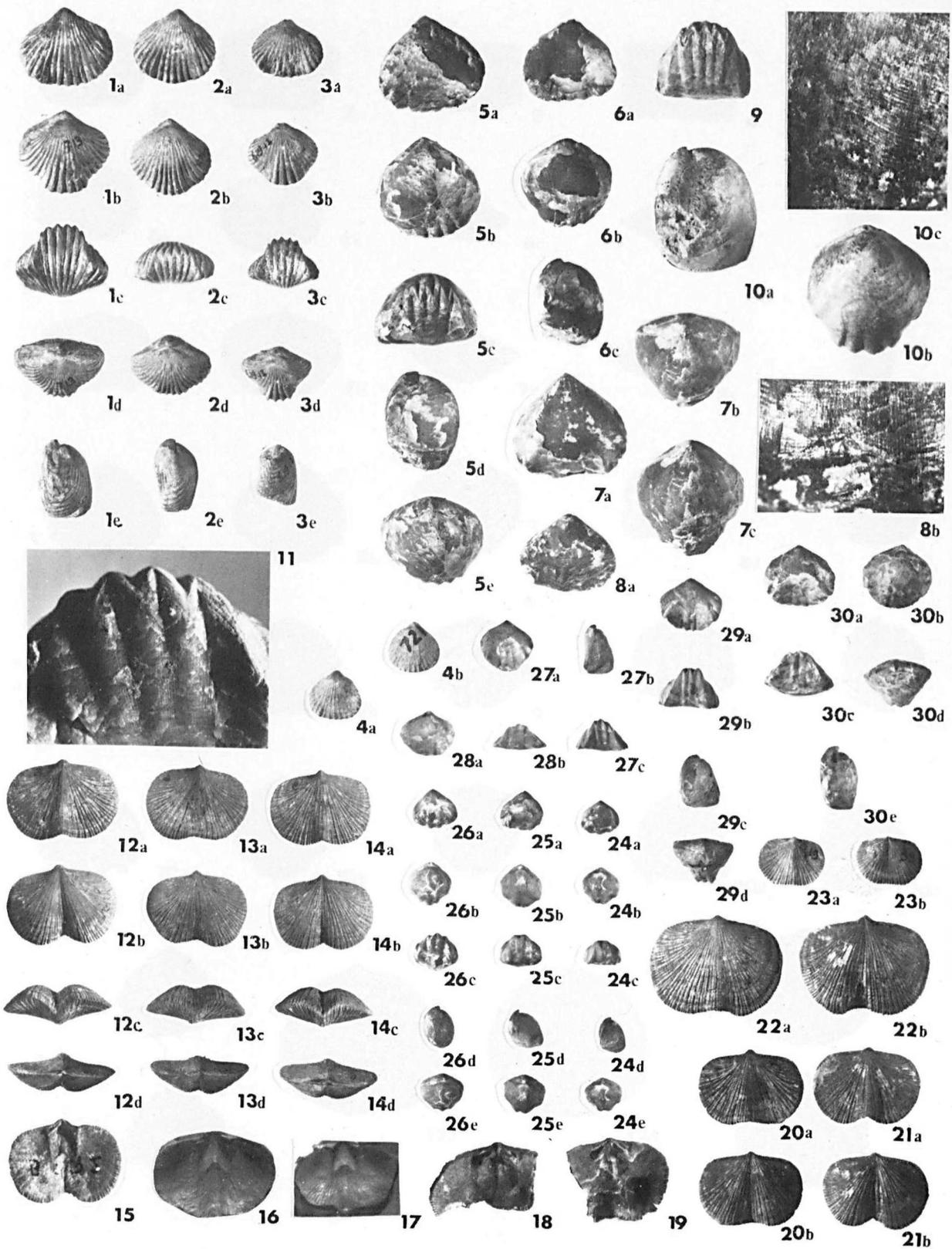
Fig. 12-13. — *Aulacella* sp. Gr. = 2.

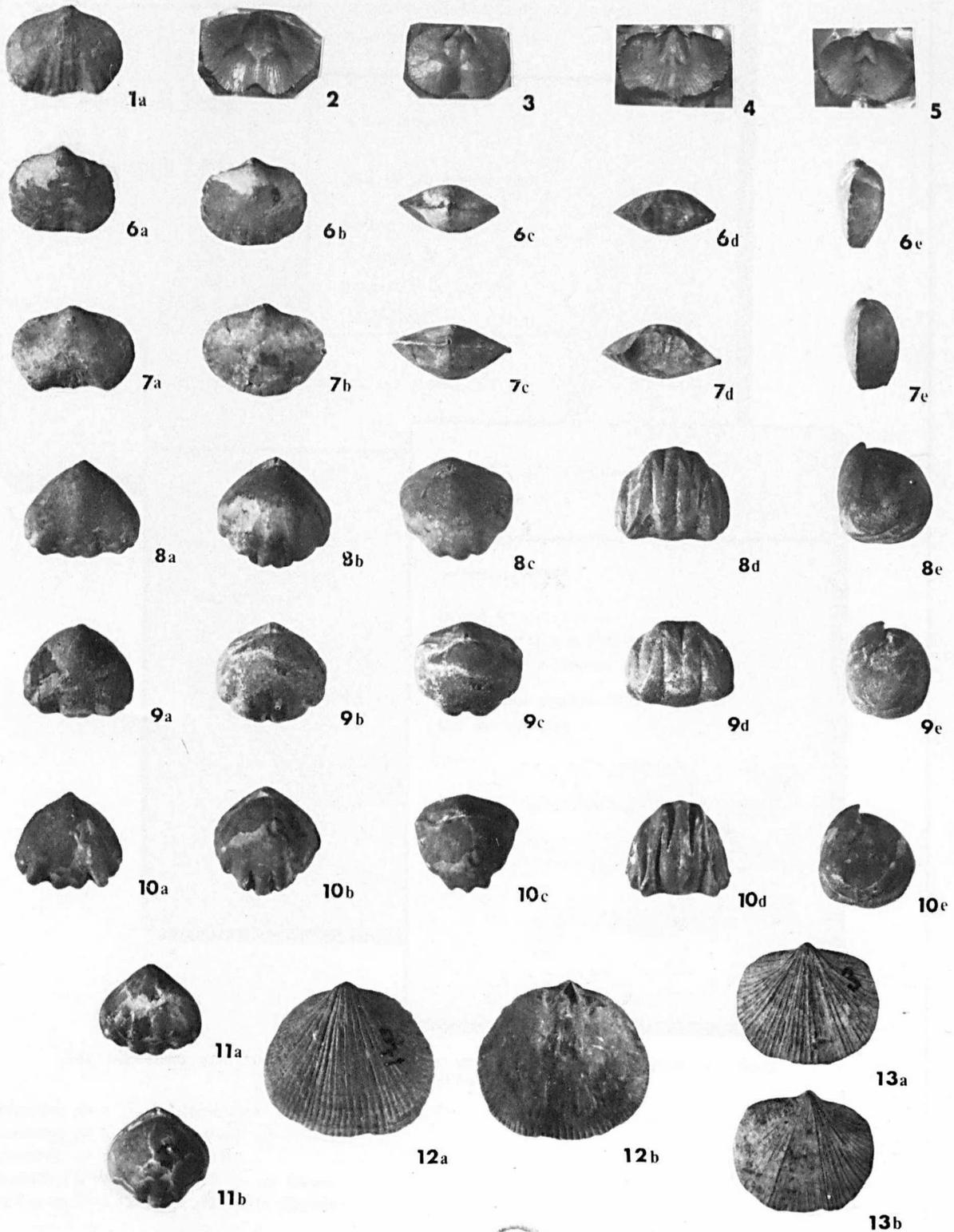
Coll. Rigaux, Musée de Boulogne-sur-Mer, Beaulieu.

12. - a-b : vues externe et interne d'une valve pédonculaire de grande taille.

13. - a-b : vues ventrale et dorsale d'un autre spécimen.



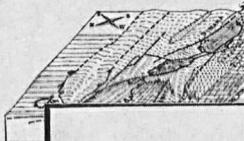




SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
Publication n° 1

Jean CHOROWICZ

Étude géologique des Dinarides
le long de la
structure transversale Split-Karlovac
(Yougoslavie)



SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
Publication n° 2

Jacques CHARVET

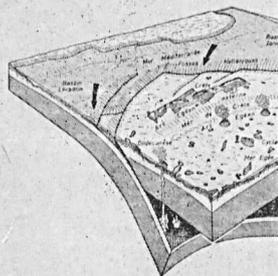
Essai sur un orogène alpin
Géologie des Dinarides
au niveau de la
transversale de Sarajevo
(Yougoslavie)



SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
Publication n° 3

Jacques ANGELIER

NEOTECTONIQUE
DE
L'ARC EGÉEN



S. G. N.
8805 VILLENEUVE D'ASCQ Cedex
— 1979 —

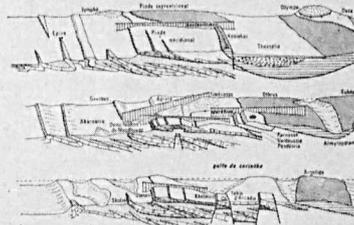
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
Publication n° 4

Jean-Jacques FLEURY

Les zones de
Gavro-Tripolitza et du Pinde-Olonos
(Grèce continentale et Peloponèse du Nord)

Evolution d'une plate-forme et d'un bassin
dans leur cadre alpin

Volume I



S. G. N.
8805 VILLENEUVE D'ASCQ Cedex
— 1980 —

Ces fascicules sont en vente (*) au Siège de la Société Géologique du Nord,
59655 Villeneuve d'Ascq Cedex

Publication n° 1. — J. Chorowicz	130,00 F.
Publication n° 2. — J. Charvet	150,00 F.
Publication n° 3. — J. Angelier	140,00 F.
Publication n° 4 (2 volumes). — J.J. Fleury	175,00 F.
Publication n° 5 (2 volumes). — M. Cousin	175,00 F.

(*) Les membres abonnés de la S.G.N. bénéficient d'une réduction de 20 % sur un exemplaire de chacune de ces publications.

Sont en vente au Siège de la Société :

MEMOIRES

Tome I , n° 1. - Ch. BARROIS, <i>Recherches sur le terrain crétacé de l'Angleterre et de l'Irlande</i> , 1876, 232 p.	336,00 F.
n° 2. - P. FRAZER, <i>Géologie de la partie Sud-Est de la Pensylvanie</i> , 1882, 178 p.	252,00 F.
n° 3. - R. ZEILLER, <i>Mémoire sur la flore houillère des Asturies</i> , 1882, 24 p.	36,00 F.
Tome IV , n° 1. - J. GOSSELET, <i>Etudes sur les variations du Spirifer Verneuilli</i> , 1894, 63 p., 7 pl.	90,00 F.
Tome VI , n° 1. - P. BERTRAND, <i>Etude du stipe de l'Adelophyton jutieri</i> B. Renault, 1907, 38 p., 4 pl. ..	85,00 F.
n° 2. - J. GOSSELET, Ch. BARROIS, M. LERICHE, A. CREPIN, P. PRUVOST, G. DUBOIS, <i>Faune silurodévonienne de Liévin</i> , 1912-1920. (Fasc. 1 épuisé). Fasc. 2	336,00 F.
n° 3. - V. COMMONT, <i>Saint-Acheul et Montières : Notes de Géologie, de Paléontologie et de Préhistoire</i> , 1909, 68 p., 3 pl.	156,00 F.
Tome VII , n° 1. — P. BERTRAND, <i>Etude des Stipes d'Asterochloena laxa</i> Stenzel, 1911, 72 p., 6 pl.	102,00 F.
Tome VIII , n° 2. — Ed. LEROUX, <i>Le tunnel de l'Ave Maria. Observations géologiques et hydrologiques sur le plateau et la falaise au Sud de Boulogne-sur-Mer</i> , 1929, 50 p., 5 pl.	120,00 F.
Tome IX , n° 1. - G. DUBAR, <i>Etude sur le Lias des Pyrénées françaises</i> , 1925, 332 p., 7 pl.	432,00 F.
n° 2. - Dom Grégoire FOURNIER et P. PRUVOST, <i>Description des poissons élamobranches du marbre noir de Denée</i> , 1926, 23 p., 6 pl.	96,00 F.
Tome X , n° 2. - J.W. LAVERDIERE, <i>Contribution à l'étude des terrains paléozoïques des Pyrénées occidentales</i> , 1931, 132 p., 8 pl.	180,00 F.
Tome XII . — D. LE MAITRE, <i>Etude sur la Faune des Calcaires dévoniens du Bassin d'Ancenis</i> , 1934, 268 p., 18 pl.	336,00 F.
Tome XIII . — P. BRICHE, P. DANZE-CORSIN et J.P. LAVEINE, <i>Flore infraliasique du Boulonnais (Macro- et Microflore)</i> , 1963, 145 p., 11 pl.	252,00 F.
Tome XIV . — G. WATERLOT, <i>Les Gigantostacés du Siluro-Dévonien de Liévin</i> , 1966, 23 p., 5 pl.	84,00 F.
Tome XV . — J. MANIA, <i>Gestion des Systèmes aquifères. Applications au Nord de la France</i> , 1978, 228 p.	180,00 F.

FASCICULES SPECIAUX

« Géologie du Nord de la France » (T. LXXXIX, fasc. 1)	85,00 F.
« Centenaire de la S.G.N. » (T. XC, fasc. 4)	100,00 F.
« Rupture des roches et massifs rocheux » (T. XCV, fasc. 3)	70,00 F.
« Données nouvelles sur le Paléozoïque de l'Europe occidentale » (T. XCVI, fasc. 4 et T. XCVII fasc. 1) ..	200,00 F.
« Apports récents à la Géologie du Gondwana » (T. XCVII, fasc. 4)	150,00 F.
« Géologie de l'Europe, du Précambrien aux bassins sédimentaires post-hercyniens » (T. XCIX, fasc. 1)	150,00 F.

PUBLICATIONS

Publication N° 1. — J. CHOROWICZ, <i>Etude géologique des Dinarides le long de la transversale Split-Karlovac (Yougoslavie)</i>	130,00 F.
Publication N° 2. — J. CHARVET, <i>Essai sur un orogène alpin : Géologie des Dinarides au niveau de la transversale de Sarajevo (Yougoslavie)</i>	150,00 F.
Publication N° 3. — J. ANGELIER, <i>Néotectonique de l'arc égéen</i>	140,00 F.
Publication N° 4. — J.J. FLEURY, <i>Les zones de Gavrovo-Tripolitza et du Pinde-Olonos (Grèce continentale et Péloponnèse du Nord). Evolution d'une plate-forme et d'un bassin dans leur cadre alpin</i>	175,00 F.
Publication N° 5. — M. COUSIN, <i>Les rapports Alpes-Dinarides. Les confins de l'Italie et de la Yougoslavie</i>	175,00 F.

Esquisse géologique du Nord de la France, par J. GOSSELET, Fascicule IV (Terrains quaternaires)

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.)

SERIE DOCUMENTATION (Pochettes de 6 Diapositives avec notice)

Série I . — Paysages du Nord de la France au cours des temps géologiques	30,00 F.
Série II . — Aperçu sur les microfaciès de la craie	30,00 F.
Série III . — Les Nannofossiles calcaires de la craie	30,00 F.
Série IV . — Pétrographie des Houilles	30,00 F.
Série V . — La flore houillère. 1° les plantes à feuilles de Fougères	30,00 F.
Série VI . — Les étapes de la Préhistoire	30,00 F.
Série VII . — Reconstitution de Vertébrés sans mâchoires (« Agnathes ») du Primaire	30,00 F.
Série VIII . — Le gisement paléolithique de Blache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais). - 1) Les fouilles et le cadre stratigraphique	35,00 F.
Série IX . — Le gisement paléolithique de Blache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais). - 2) Les vestiges humains, l'industrie lithique et la grande faune	35,00 F.

Les membres abonnés 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 C

1980

3^{me} trimestre

	pages
P. BLANQUART. — Etude géologique préliminaire de la haute vallée de l'Esera (Province de Huesca, Espagne)	113
J.M. DEGARDIN. — La faune à Graptolites de type sarde : son extension stratigraphique et sa répartition paléogéographique	119
A. BEUGNIES, G. CHAVEPEYER et M. MERCIER. — Sur le métamorphisme de la partie méridionale du Massif cambrien de Rocroi. Les zones à chloritoïde et à ilménite	131
D. BRICE. — Nouvelles observations sur les Orthida et les Rhynchonellida (Brachiopodes) du Frasien de Ferques (Boulonnais)	139

© 1981, Société géologique du Nord Editeur, Lille

Toute reproduction, même partielle de cet ouvrage est interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteur.

Imprimé en France (Printed in France)