

ETUDE BIOSTRATIGRAPHIQUE ET PALEOECOLOGIQUE DES OSTRACODES DU SOMMET DU GIVETIEN ET DE LA BASE DU FRASNIEN A AVE-ET-AUFFE (BORD SUD DU BASSIN DE DINANT, BELGIQUE)

par Jean-Georges CASIER (*)

Résumé.

La Zone à *Polyzygia beckmanni beckmanni*, la Zone d'intervalle *Polyzygia beckmanni beckmanni/Favulella lecomptei* et la Zone à *Favulella lecomptei* de la zonation biostratigraphique établie sur les Metacopida sont reconnues à Ave-et-Auffe, dans le Groupe de Frasnes de la coupe du Sourd d'Ave. La découverte d'*Ungerella* dans le sommet de la Formation de Nismes de la coupe du Sourd d'Ave suggère que la zonation biostratigraphique établie sur les Entomozoacea est applicable à la partie inférieure du Frasnien de la Belgique. La répartition des Ostracodes indique le passage d'un milieu lagunaire à un milieu marin franc au niveau de la limite des Groupes de Givet et de Frasnes et un approfondissement progressif du fond marin dans la base du Frasnien. Le mode de vie des Ostracodes frasnien fait l'objet d'une discussion.

Abstract.

The *Polyzygia beckmanni beckmanni* Zone, the *Polyzygia beckmanni beckmanni/Favulella lecomptei* Interval-zone and the *Favulella lecomptei* Zone of the zonal sequence established on the Metacopida have been recognized at Ave-et-Auffe in the Frasnes Group of the Sourd d'Ave section. The occurrence of *Ungerella* in the upper part of the Nismes Formation in the Sourd d'Ave section indicates that the zonal sequence established on the Entomozoacea can be extended to the lower Frasnian of Belgium. The Ostracods distribution indicates the passage from a lagoonal environment to a marine environment at the Givet Group - Frasnes Group boundary and a progressive deepening of the sea floor at the base of the Frasnian. The life mode of the frasnian Ostracods is also discussed.

Mots-clés. Ostracodes, Givétien, Frasnien, Belgique, biostratigraphie, compositions fauniques, paléocéologie.

Key-words. Ostracods, Givetian, Frasnian, Belgium, biostratigraphy, faunal compositions, paleoecology.

I. INTRODUCTION

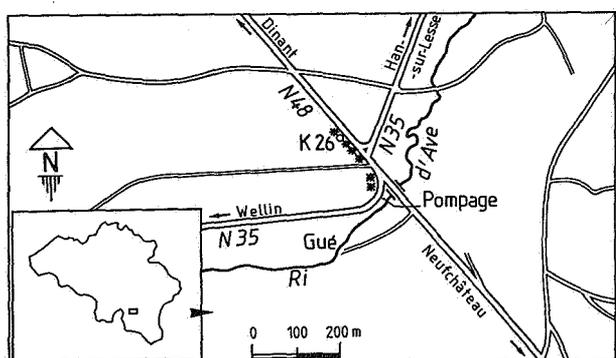


Fig. 1. Plan de localisation de la coupe du Sourd d'Ave.

Le Sourd d'Ave est un lieu-dit situé à proximité du village d'Ave-et-Auffe, au niveau de l'intersection de la route de Dinant à Neufchâteau (N48) et de la route d'Han-sur-Lesse à Wellin (N35) (fig. 1). La coupe du Sourd d'Ave est localisée au début de l'embranchement de la N35 menant à Wellin et le long de la N48 au droit de l'embranchement de la N35 conduisant à Han-sur-Lesse ; elle a été décrite et figurée par P. BULTYNCK (1974, p. 6, p. 7, fig. 3 ; 1982, fig. 5, fig. 6) qui en a étudié les Conodontes.

En accord avec la suggestion de P. SARTENAER (1974) de supprimer les anciennes subdivisions F2a, F2b, etc..., le Comité national Belge des Sciences Géologiques et le Comité Français de Stratigraphie ont proposé, pour la base du Groupe

(*) Université libre de Bruxelles, Laboratoires associés de Géologie-Pétrologie-Géochronologie, Avenue F.D. Roosevelt, 50 - B-1050 Bruxelles.

de Frasnes, d'adopter les unités lithostratigraphiques suivantes (P. SARTENAER in P. BULTYNCK *et al.*, 1983) :

	Formation à instituer	
Groupe de Frasnes	Formation de Nismes	Membre de la Prée Membre du Sourd d'Ave Membre du Pont d'Avignon
Groupe de Givet	Formation de Fromelennes	Membre du Fort Hulobiet

Dans les schistes noduleux et à petits bancs de calcaire argileux de la base du Frasnien de la coupe du Sourd d'Ave, nous avons déjà signalé la présence des Ostracodes suivants (1979a, p. 8) : *Polyzygia beckmanni beckmanni* KRÖMMELBEIN 1954, *Nodella* cf. *hamata* BECKER 1968, *Ponderodictya* sp. C 3 MAGNE 1964, *Asturiella blessi* BECKER 1971 ?, *Uchtovia ? materni* BECKER 1971 ?, *Cavellina ? sp.*, *Aechminella* sp., *Refrathella* sp. ; et dans les schistes sus-jacents : *Ponderodictya* sp. C 3 MAGNE 1964, *Favulella lecomptei* BECKER 1971, *Uchtovia ? materni* BECKER 1971, *Healdianella* sp. et *Cytherellina ? sp. A*. La même année (1979b, p. 5, p. 6), nous avons précisé l'extension stratigraphique de deux espèces-guides dans cette coupe ; il s'agit de *Polyzygia beckmanni beckmanni* et de *Favulella lecomptei*. En 1983, B. MILHAU signale trente-six espèces d'Ostracodes dans la coupe du Sourd d'Ave. Parmi celles-ci, les sept suivantes sont présentes dans le Frasnien : *Polyzygia beckmanni* KRÖMMELBEIN 1954, *Punctomosea weyanti* BECKER 1971, *Ponderodictya* sp. C 3 MAGNE 1964, *Jenningsina* sp. indet., *Plagione-phrodes* sp. indet., *Bairdia (R)* sp. et *Paraparchitidae* gen. et sp. indet. Il convient cependant de préciser que B. MILHAU, dans son tableau de répartition des Ostracodes de la coupe du Sourd d'Ave (1983, tabl. 2 p.353), fait coïncider la limite Givétien - Frasnien avec la limite entre les Groupes de Givet et de Frasnes.

L'étude des Ostracodes revêt un intérêt particulier pour le Dévonien supérieur car au cours de cette époque, les Foraminifères sont loin d'avoir l'importance stratigraphique de leurs successeurs carbonifères (D. TOOMEY & B. MAMET, 1979) et les Conodontes qui jouent un rôle considérable en biostratigraphie, bien que présents dans tous les types de sédiments, ne peuvent, en pratique, être extraits que des calcaires. Or, si les Ostracodes sont présents dans tous les milieux, c'est surtout dans les niveaux argileux qu'ils peuvent être facilement extraits et qu'ils abondent. En pratique, on constate que les informations stratigraphiques fournies par les Conodontes et les Ostracodes sont complémentaires et ceci est particulièrement bien illustré dans le cas du Frasnien de la coupe du Sourd d'Ave, la sédimentation y étant essentiellement argileuse.

Certains Ostracodes ont un intérêt stratigraphique, d'autres non. Ainsi, les Entomozoacea et les Metacopida fournissent d'excellents guides pour le Frasnien alors que les Podocopida et les Platycopida sont en relation très étroite avec le faciès et ne peuvent par conséquent présenter qu'un intérêt stratigraphique régional. Les Podocopida appartenant aux familles Bairdiidae et

Rectonariidae et à mode de vie necto-benthique ne paraissent pas jouer dans le Frasnien le rôle stratigraphique qu'ils ont dans le Famennien et dans le Dinantien.

Dans les parties inférieure et moyenne du Dévonien, les Palaeocopida présentent un certain intérêt stratigraphique mais dans le Dévonien supérieur, bien qu'ils soient représentés par un nombre important d'espèces, leur abondance et leur vitesse d'évolution sont insuffisantes pour qu'il en soit de même.

En 1984, F. LETHIERS a proposé une zonation biostratigraphique pour le Dévonien supérieur de l'Ardenne et du Boulonnais. Cette zonation est composée de zones d'association qui regroupent en plus des Metacopida : des Podocopida, des Platycopida et des Palaeocopida, ce qui pour les raisons invoquées plus haut en limite considérablement la portée.

II. REPARTITION STRATIGRAPHIQUE DES OSTRACODES DANS LA COUPE DU SOURD D'AVE (FIG. 2 ET 3)

Dans le sommet de la Formation de Fromelennes, les Ostracodes sont peu abondants ; ils sont représentés par *Bairdia (Rectobairdia) paffrathensis* KUMMEROW 1953, *Cavellina* sp. et selon B. MILHAU (1983, tabl. 2 p. 353) par des *Microcheilina*, *Sulcella*, *Eulanella*, *Nodella*, *Quasillitacea* indet. et peut-être par des *Birdsallella*, *Uchtovia*, *Samarella*, *Silenites* et *Macrocypris*.

Dès la base du Groupe de Frasnes (fig. 2), la faune d'Ostracodes devient riche et diversifiée. Dans le banc de calcaire argileux contenant les premiers *Aneyrodella binodosa* et appartenant au Membre du Pont d'Avignon, on peut récolter : *Bairdia (Rectobairdia) paffrathensis* KUMMEROW 1953, *Uchtovia refrathensis* (KRÖMMELBEIN 1954), *Quasillitacea* indet., *Polyzygia beckmanni beckmanni* KRÖMMELBEIN 1954, *Cavellina* sp. et *Cryptophyllus* n. sp. aff. *granulifera* (ADAMCZAK 1961).

Ensuite vient le Membre du Sourd d'Ave constitué par 9,3 m de schistes à nodules calcaire-argileux et à rares petits bancs de calcaire argileux ; *Aneyrodella rotundiloba rotundiloba*, qui marque la limite Givétien - Frasnien, apparaît à la base de ce membre (P. BULTYNCK, 1982, p. 37). *Polyzygia beckmanni beckmanni* est abondant dans les 4,25 premiers mètres et est associé à de nombreux *Ponderodictya belliloci* CASIER 1986 (= P. sp. C 3 MAGNE 1964) et à quelques *Uchtovia refrathensis*, *Cavellina* sp., *Bairdiocypris* sp., *Baschkirina ? sp.*, *Nodella hamata* BECKER 1968, *Jenningsina paffrathensis* KRÖMMELBEIN 1954, *Balantoides minimus* (LETHIERS 1970) = ? *B. brauni* (BECKER 1968), *Refrathella ? sp.*, *Cavellina* cf. *caduca* Mc GILL 1963, *Cavellina* sp. sp., *Nodella* sp. et *Cryptophyllus* sp. ; *Uchtovia materni* BECKER 1971 et *Asturiella blessi* BECKER 1971 sont peut-être présents dans ce niveau. Les premiers *Favulella lecomptei* BECKER 1971 apparaissent 7,5 mètres après la première occurrence d'*Aneyrodella rotundiloba rotundiloba* et ils sont associés à *Ponderodictya belliloci* et à *Cavellina* cf. *caduca*.

La base du Membre de la Prée est cons-

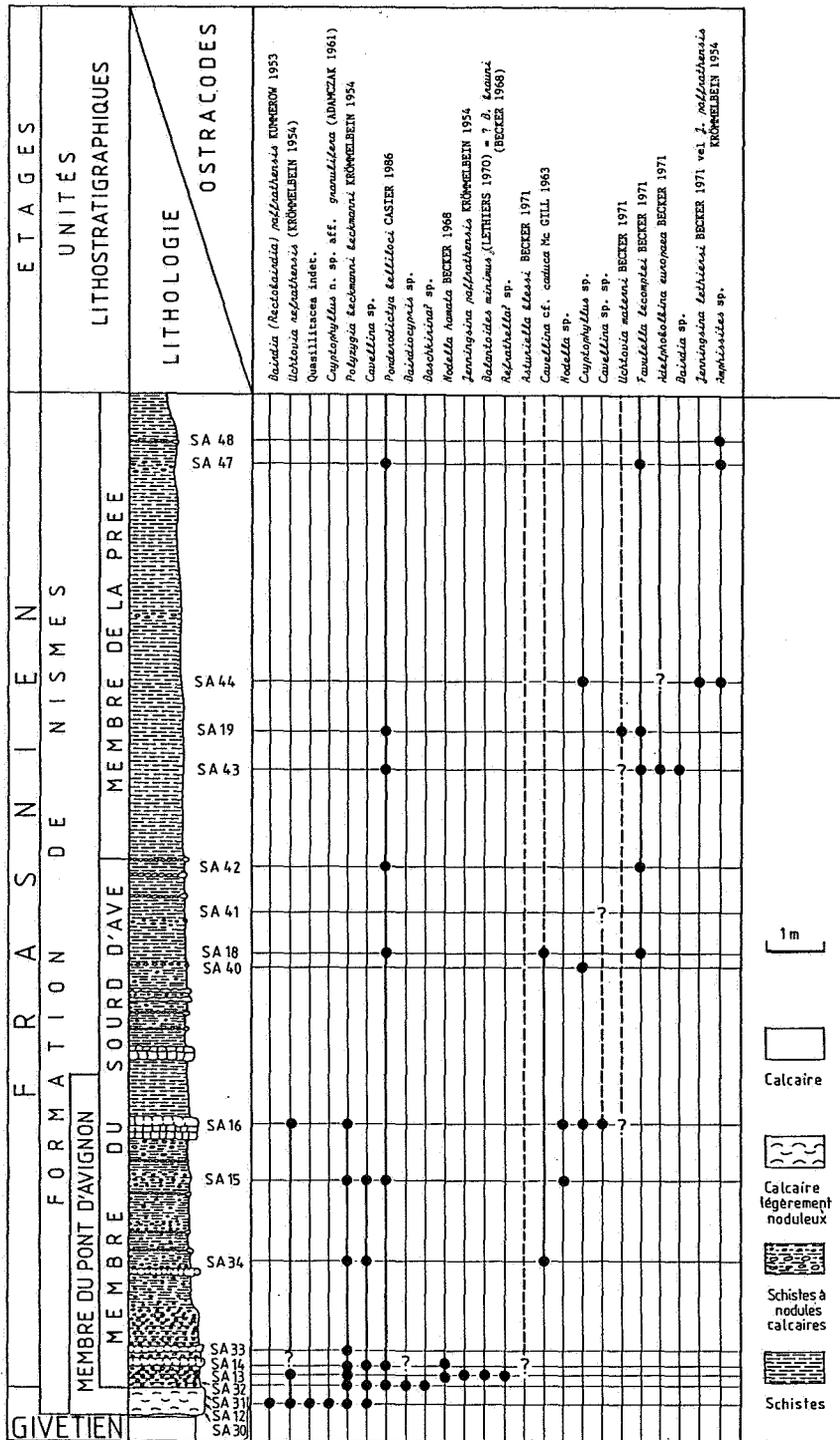


Fig. 2. Coupe du Sourd d'Ave : répartition stratigraphique des Ostracodes dans les Membres du Pont d'Avignon et du Sourd d'Ave et dans la base du Membre de la Prée. Colonne lithologique d'après P. BULTYNCK (1982).

tituée par 8 m de schistes à très rares nodules calcaro-argileux contenant des *Favulella lecomptei* associés à de nombreux *P. belliloci* et de rares *Cavellina* cf. *caduca*, *Cryptophyllus* sp., *Cavellina* ? sp., *Adelphobolbina europaea* BECKER 1971, *Bairdia* sp., *Uchtovia materni*, *Jenningsina lethiersi* BECKER 1971 vel *J. pafrathensis* et *Amphissites* sp.

Après un hiatus d'une vingtaine de mètres, le sommet du Membre de la Prée est représenté par 15 mètres de schistes

(fig. 3) dans lesquels on peut récolter de nombreux *Favulella lecomptei* et *Svantovites magnei* BECKER 1971 et quelques *Adelphobolbina europaea*, *Punctomosea weyanti* BECKER 1971, *Parabolbinella vomis* BECKER et BLESS 1971, *Ungerella latesulcata* (PAECKELMANN 1922) ? et *Orthocypres* ? sp. *Ponderodictya belliloci* disparaît dans le sommet de la Formation de Nîmes.

La formation sus-jacente est constituée par environ 37 mètres de schistes

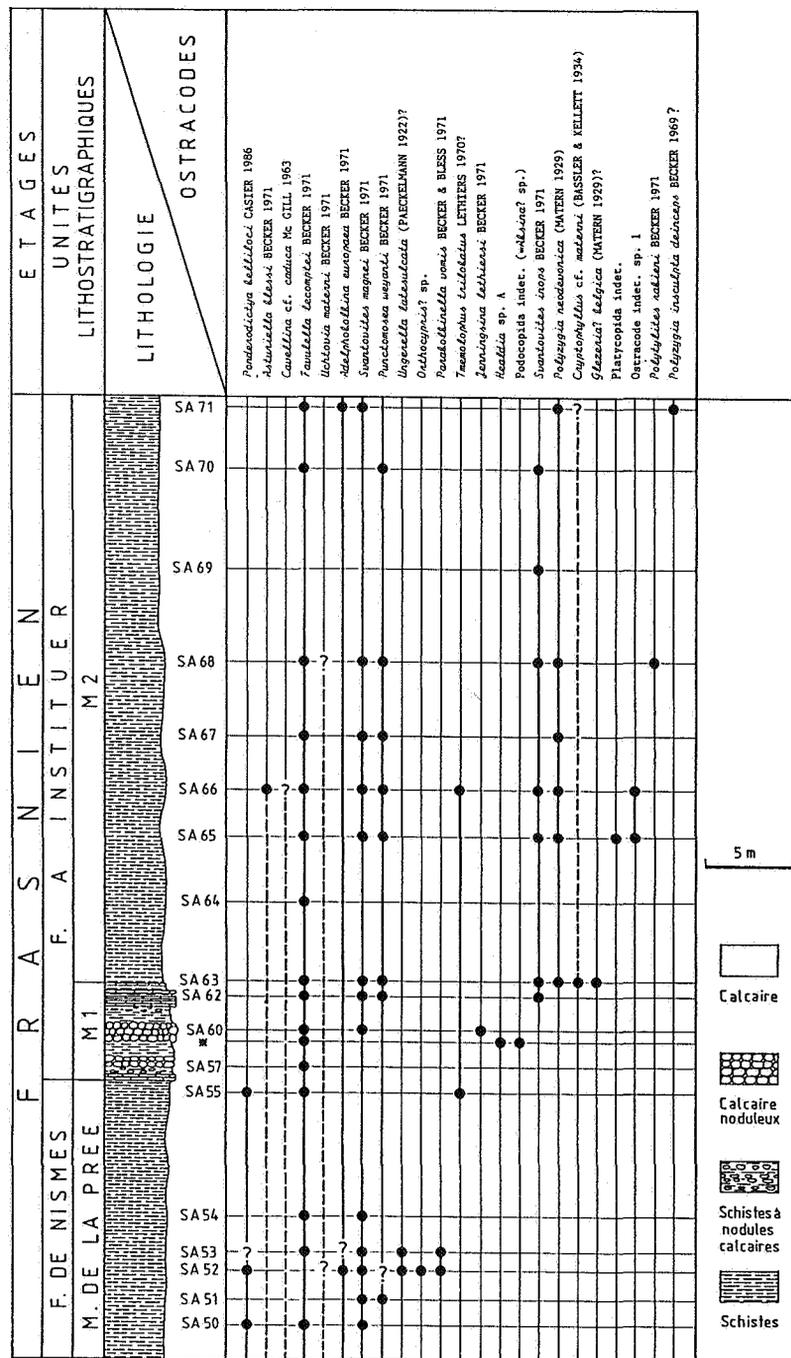


Fig. 3. Coupe du Sourd d'Ave : répartition stratigraphique des Ostracodes dans le sommet du Membre de la Prée et dans la formation sus-jacente. L'astérisque indique la localisation approximative des Ostracodes épigénisés en barytine récoltés par M. BOUHARRAK.

contenant dans les six premiers mètres des bancs calcaires, des calcaires noduleux et argileux et des schistes à nodules calcaro-argileux. M. BOUHARRAK (1984) a récolté au sein de ces niveaux carbonatés des Conodontes caractérisant la Zone à *Polygnathus asymmetricus* Moyenne de la zonation biostratigraphique établie sur ce groupe. *Favulella lecomptei*, *Svantovites magni* et *Punctomosea weyanti* sont abondants dans cette formation et *Svantovites inops* BECKER 1971, et *Polyzygia neodevonica* (MATERN 1929), également abondants, apparaissent à sa base. Sont également présents, mais en moins grand nombre : *AsturIELla blessi*, *Adelphobolbina europaea*, *Jenningsina lethiersi* BECKER 1971, *Polytylites rabieni* BECKER 1971, *Polyzygia insculpta*

deinceps BECKER 1969?, *Cryptophyllus* cf. *materni* (BASSLER et KELLETT 1934), *Healdia* sp. A et peut-être *Cavellina* cf. *caduca*, *Uchtovia materni*, *Imemolophus trilobatus* LETHIERS 1970 et *Glezera*? *belgica* (MATERN 1929).

Des *Favulella lecomptei*, *Healdia* sp. A et *Podocopida* indet. (= *Absina*? sp.) ont été recueillis par M. BOUHARRAK dans un concentré de dissolution pour Conodontes provenant d'un échantillon récolté environ 2,5 m au-dessus de la Formation de Nismes. Ces Ostracodes sont épigénisés en barytine comme l'indique une analyse réalisée à la microsonde et ceci explique qu'ils n'aient pas été attaqués par l'acide et qu'ils soient présents dans la

fraction lourde avec les Conodontes. L'épigénie en barytine a dû avoir lieu rapidement après la mort de l'animal comme l'atteste l'excellent état de conservation des carapaces.

III. BIOSTRATIGRAPHIE

La zonation biostratigraphique basée sur les Entomozoacea (J.-G. CASIER, 1983, tabl. 1 p. 199) a été établie par A. RABIEN, en 1954, et elle a subi peu de modifications depuis lors ; elle est applicable au Frasnien de toute l'Europe, de l'Afrique du Nord (J.-G. CASIER, 1985a, 1986), de la Chine Populaire (W. SHANGQI, 1983) et vraisemblablement aussi des Etats-Unis d'Amérique. En Belgique, plusieurs zones d'Entomozoacea ont été reconnues dans la partie supérieure du Frasnien du bord sud du Bassin de Dinant (J.-G. CASIER, 1982).

La présence d'*Ungerella* dans le sommet du Membre de la Prée indiquerait, s'il s'avère qu'il s'agit bien d'*Ungerella late-sulcata* (PAECKELMANN 1922), d'une part que l'ensemble des zones établies sur ce groupe pourrait être mis en évidence dans le Frasnien de la Belgique et, d'autre part, que le sommet de la Formation de Nismes serait encore dans la Zone à *Polygnathus asymmetricus* Inférieure de la zonation basée sur les Conodontes.

Les Entomozoacea possèdent une carapace très fine ce qui fait qu'ils ne sont conservés généralement que sous forme de moules internes et externes dans les sédiments argileux et les micrites. Si le milieu est agité ou fortement bioturbé, les Entomozoacea ne se fossilisent pas, d'où la nécessité de faire appel à d'autres Ostracodes. Dans le Frasnien de la Paléotéthys, l'expérience montre qu'en l'absence d'Entomozoacea, seuls les Metacopida présentent un intérêt stratigraphique et permettent d'établir des corrélations qui sortent du cadre régional. Les espèces appartenant à cet ordre sont représentées par un grand nombre de spécimens et possèdent en outre l'avantage non négligeable, puisqu'elles sont fortement ornées, d'être facilement identifiables même pour un chercheur non spécialisé dans l'étude de ce groupe.

En 1979 (1979b, p. 7), dans la foulée des travaux de H. MATERN (1929), de F. MAGNE (1964), de M. LECOMPTE (1967), de G. BECKER et M. BLESS (1974) et surtout de F. LETHIERS (1974), nous avons proposé une biozonation basée uniquement sur les Metacopida pour le Frasnien des Bassins de Namur et de Dinant, en Belgique. Cette zonation est constituée par trois zones : la Zone à *Polyzygia beckmanni beckmanni* KRÖMMELBEIN 1954 de l'extrême sommet du Givétien et de la base du Frasnien ; la Zone à *Favulella lecomptei* BECKER 1971 des parties inférieure et moyenne du Frasnien ; la Zone à *Svantovites lethiersi* CASIER 1979 de la partie supérieure du Frasnien et de l'extrême base du Famennien. Ces trois zones sont séparées par deux zones d'intervalle (tabl. 1) dont la première, la Zone d'intervalle *P. beckmanni beckmanni* / *F. lecomptei* est extrêmement réduite. La Zone à *Polyzygia beckmanni beckmanni*, la Zone d'intervalle *Polyzygia beckmanni beckmanni* / *Favu-*

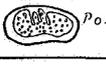
		CONODONTES	METACOPIDA
FRASNIEN		<i>P. triangularis</i> Sup.	Zone à  <i>Svantovites lethiersi</i>
		<i>P. triangularis</i> Moy.	
		<i>P. triangularis</i> Inf.	
		<i>P. gigas</i> Sup. et Sup. Sup	Zone d'Intervalle <i>F. lecomptei</i> / <i>S. lethiersi</i>
		<i>P. gigas</i> Inf.	
		<i>A. triangularis</i>	Zone à  <i>Favulella lecomptei</i>
		<i>P. asymmetricus</i> Sup.	
		<i>P. asymmetricus</i> Moy.	Zone d'Intervalle <i>P. beckmanni beckmanni</i> / <i>F. lecomptei</i>
		<i>P. asymmetricus</i> Inf.	
		<i>P. asymmetricus</i> Inf. Inf.	
		Zone à  <i>Polyzygia beckmanni</i> <i>beckmanni</i>	

Tableau 1. Zonation fournie par les Metacopida pour le Frasnien et corrélations avec la zonation basée sur les Conodontes (pour les Entomozoacea : cf. J.-G. CASIER, 1983, tabl. 1 p. 199).

ella lecomptei et la Zone à *Favulella lecomptei* sont reconnues au Sourd d'Ave. La Zone à *Polyzygia beckmanni beckmanni* a une épaisseur de 4,7 m et elle commence à la base du Groupe de Frasnies. La Zone à *Favulella lecomptei* débute 8 m au-dessus de la base du Groupe de Frasnies, soit 1,5 m sous la limite entre le Membre du Sourd d'Ave et le Membre de la Prée. La Zone d'intervalle *Polyzygia beckmanni beckmanni* / *Favulella lecomptei* a une puissance de 3,25 m dans la coupe du Sourd d'Ave. Deux sous-zones pourraient être instituées au sein de la Zone à *Favulella lecomptei* sur base de l'apparition de *Svantovites magnei*.

IV. PALEOECOLOGIE

De tous les groupes fossiles présents dans le Dévonien supérieur, ce sont les Ostracodes qui fournissent le plus d'informations du point de vue paléocologique comme l'illustrent entre autres les synthèses récentes réalisées par G. BECKER (1971), F. LETHIERS (1982, pp. 361-371) et par M. BLESS (1983).

De nombreux facteurs dont la température, la salinité, la quantité d'oxygène dissous, la profondeur, l'agitation des eaux, la nature du substrat et la présence d'algues jouent un rôle dans la distribution des Ostracodes ; ces facteurs s'influencent mutuellement.

Dans le Frasnien de la Paléotéthys :

1. Les PODOCOPIDA sont surtout présents en milieu marin peu profond, en particulier là où la sédimentation est carbonatée. Ils possèdent généralement une carapace épaisse adaptée à la vie dans un environnement agité. Les Podocopida requièrent un milieu bien oxygéné et leur distribution est probablement en relation

étroite avec celle des algues qu'ils pouvaient occuper. Il existe dans le Dévonien supérieur et dans le Carbonifère des Podocopida à longues épines et à mode de vie vraisemblablement necto-benthique mais ils ne paraissent pas jouer un rôle important dans le Frasnien.

2. Les METACOPIDA sont présents dans le milieu marin sur toute la plate-forme, quelque soit la nature du fond ; ils semblent s'accommoder de teneurs en oxygène relativement faibles.
3. Les PLATYCOPIIDA sont présents dans les milieux marins peu profonds et dans les milieux lagunaires où ils peuvent abonder ; ils semblent s'accommoder de faibles teneurs en oxygène et vivent indifféremment sur les fonds argileux ou carbonatés.
4. Les PALAEOCOPIIDA sont présents dans le milieu marin sur toute la plate-forme continentale et en particulier là où les fonds sont vaseux. La présence de structures adventrales chez de nombreux représentants de ce groupe devait, en augmentant la surface ventrale, assurer un meilleur équilibre sur un fond marin meuble. Les Palaeocopida possèdent une carapace relativement fine ce qui explique leur absence dans les milieux agités. Ils s'accommodent d'une très faible teneur en oxygène dissous comme l'atteste leur présence dans les schistes à aspect "Matagne".
5. Les MYODOCOPIIDA sont représentés uniquement par les Entomozoacea dans le Frasnien ; ils sont présents sur toute la plate-forme et peut-être également dans le domaine bathyal bien que cela reste à prouver (J.-G. CASIER, 1985b, p. 9). Un mode de vie pélagique est généralement admis pour les Entomozoacea mais, pour notre part, nous pencherions plutôt pour un mode de vie necto-benthique. Les Entomozoacea devaient vivre sur tous les types de fonds marins mais comme ils possèdent une carapace extrêmement fine, ils ne se fossilisent que s'ils sont enfouis dans des micrites ou des argiles, que le milieu soit ou non réducteur. Si l'on admet un mode de vie necto-benthique pour les Entomozoacea, il faut admettre également qu'ils peuvent vivre dans des milieux très pauvres en oxygène à l'instar des Palaeocopida.
6. Les ERIDOSTRACA sont représentés dans les milieux marins peu profonds par quelques représentants du genre *Cryptophyllus*. S'ils sont abondants, ils indiquent selon F. LETHIERS (1982, p. 362) des milieux marins restreints, intertidaux voire lagunaires.

L'étude paléocéologique des Ostracodes de la partie givétienne de la coupe du Sourd d'Ave a été réalisée par B. MILHAU (1983, pp. 354-355). Dans les grandes lignes, le sommet de la Formation de Fromelennes correspond à un milieu lagunaire comme l'indiquent d'une part le nombre restreint de bancs contenant des Ostracodes et, d'autre part, s'il y a des Ostracodes, l'abondance des Platycopida et le nombre peu élevé d'espèces représentées. Ce milieu lagunaire est périodiquement en communication avec la mer comme l'atteste la présence de quelques

niveaux à Podocopida. Cette interprétation concorde avec l'analyse lithologique et sédimentologique de la coupe du Sourd d'Ave réalisée par A. PREAT (1984). Dès la base du Groupe de Frasnies, la sédimentation devient franchement marine et la distribution des Ostracodes indique un approfondissement progressif du fond marin : le nombre d'espèces appartenant aux Podocopida, aux Platycopida et aux Eridostraca décroît, à l'inverse des Metacopida (tabl. 2).

ORDRES	A	B	C	D
PODOCOPIDA	16,6%	11,8%	14,3%	5,6%
METACOPIDA	33,2%	29,4%	35,7%	50%
PLATYCOPIIDA	33,2%	29,4%	7,1%	16,7%
PALAEOCOPIIDA	0%	23,5%	28,6%	22,2%
MYODOCOPIIDA	0%	0%	7,1%	0%
ERIDOSTRACA	16,6%	5,9%	7,1%	5,6%

Tableau 2. Pourcentage des espèces d'Ostracodes recueillis dans le Membre du Pont d'Avignon (A), dans le Membre du Sourd d'Ave (B), dans le Membre de la Prée (C) et dans la formation sus-jacente (D).

Le banc de calcaire argileux situé sous la limite Givétien - Frasnien et appartenant au Membre du Pont d'Avignon contient plusieurs espèces de Metacopida et Podocopida qui indiquent un milieu marin franc ; comme les Platycopida et Eridostraca sont abondants et les Palaeocopida absents, on peut en déduire que ce milieu marin était peu profond et sensiblement agité.

Dans les Membres du Sourd d'Ave et de la Prée, la diminution du nombre d'espèces de Platycopida et d'Eridostraca indique que la profondeur du fond marin s'est accrue ; l'apparition des Palaeocopida - 23,5 % des espèces dans le Membre du Sourd d'Ave et 28,5 % dans le Membre de la Prée - suggère que le milieu était calme donc situé sous le niveau d'action des vagues. Ceci est confirmé par l'apparition d'Entomozoacea appartenant au genre *Ungerella* dans le sommet du Membre de la Prée.

Dans la formation située au-dessus de la Formation de Nismes, la moitié des espèces appartient aux Metacopida et les Podocopida ont quasi disparu ; le nombre d'espèces appartenant aux Palaeocopida est stationnaire. Cette association indique une plus grande profondeur mais celle-ci ne devient jamais considérable comme l'atteste la grande abondance des Ostracodes. C'est dans le sommet du Membre de la Prée et dans la formation sus-jacente que l'on peut en récolter le plus grand nombre et quasi tous les prélèvements effectués en contiennent ; l'échantillon SA 52 par exemple, a fourni 47 Ostracodes pour 85 gr de roche broyée et tamisée entre 250 et 1660 microns. Comme dans le sommet du Membre de la Prée, le nombre de formes larvaires récoltées est plus important que

dans les niveaux sous-jacents ; ceci indique un milieu calme et l'absence de courants. La présence d'*Ungerella* dans le sommet du Membre de la Prée confirme, si besoin en est, que les Entomozoacea peuvent être présents, en Belgique, dans d'autres faciès que celui des schistes à aspect "Matagne".

L'*Healdia* en barytine récolté environ 2,5 m au-dessus de la Formation de Nismes (Pl. 1, fig. 9) n'indiquerait-il pas que l'épigénie joue un rôle important dans la conservation des Ostracodes appartenant à l'écozone de Thuringe telle que l'a défini G. BECKER (in BANDEL, K. & BECKER, G., 1975) ? Il s'agit d'Ostracodes à carapace fine et à longues épines que l'on trouve fréquemment silicifiés dans le Famennien et dans le Dinantien d'Europe et que l'on rapproche des Ostracodes psychrosphériques actuels, avec pour conséquence que l'on assigne une profondeur importante aux sédiments qui les contiennent. Si l'épigénie ne joue aucun rôle dans la conservation des Ostracodes appartenant à l'écozone de Thuringe, la présence de cet *Healdia* ainsi que celle d'un Podocopida également en barytine que nous rapprochons du genre *Absina* (Pl. 1, fig. 1) confirmerait que la profondeur atteinte par la mer frasnienne au niveau du Sourd d'Ave était la plus importante au moment du dépôt des calcaires qui surmontent la Formation de Nismes.

V. CONCLUSIONS

L'étude des Ostracodes du Sourd d'Ave illustre le grand intérêt que présente cette sous-classe pour la Biostratigraphie du Frasnien et la connaissance des conditions de sédimentation au cours de cette période.

Trois zones dont une d'intervalle appartenant à la zonation établie sur les Metacopida sont reconnues et leur extension précisée ; il s'agit de la Zone à *Polyzygia beckmanni beckmanni*, de la Zone d'intervalle *P. beckmanni beckmanni*/*Favulella lecomptei* et de la Zone à *F. lecomptei*.

La présence du genre *Ungerella* dans le sommet du Membre de la Prée est la plus ancienne occurrence d'Entomozoacea reconnue à ce jour dans le Frasnien du bord sud du Bassin de Dinant et elle indique que la zonation biostratigraphique établie sur ce groupe doit y être applicable à l'ensemble du Frasnien.

L'étude des Ostracodes du Sourd d'Ave montre au niveau de la limite entre les Groupes de Givet et de Frasnies, un passage d'un environnement lagunaire périodiquement en communication avec la mer, à un environnement marin franc. Elle met en évidence un approfondissement progressif du fond marin dans la base du Groupe de Frasnies sans pour autant que la mer frasnienne n'atteigne de grandes profondeurs.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons toute notre gratitude à Monsieur P. SARTENAER, Chef du Départe-

ment de Paléontologie à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, pour l'appui accordé à nos recherches et à Monsieur P. BULTYNCK, Chef de la Section des Vertébrés Fossiles dans la même institution, pour avoir lu notre manuscrit et nous avoir fait part de ses remarques ainsi que pour avoir mis à notre disposition des Ostracodes récoltés par M. BOUHARRAK.

Nous remercions également Monsieur K. WOUTERS pour nous avoir facilité l'accès au microscope électronique à balayage de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique et pour les analyses qu'il a réalisées à la microsonde.

VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

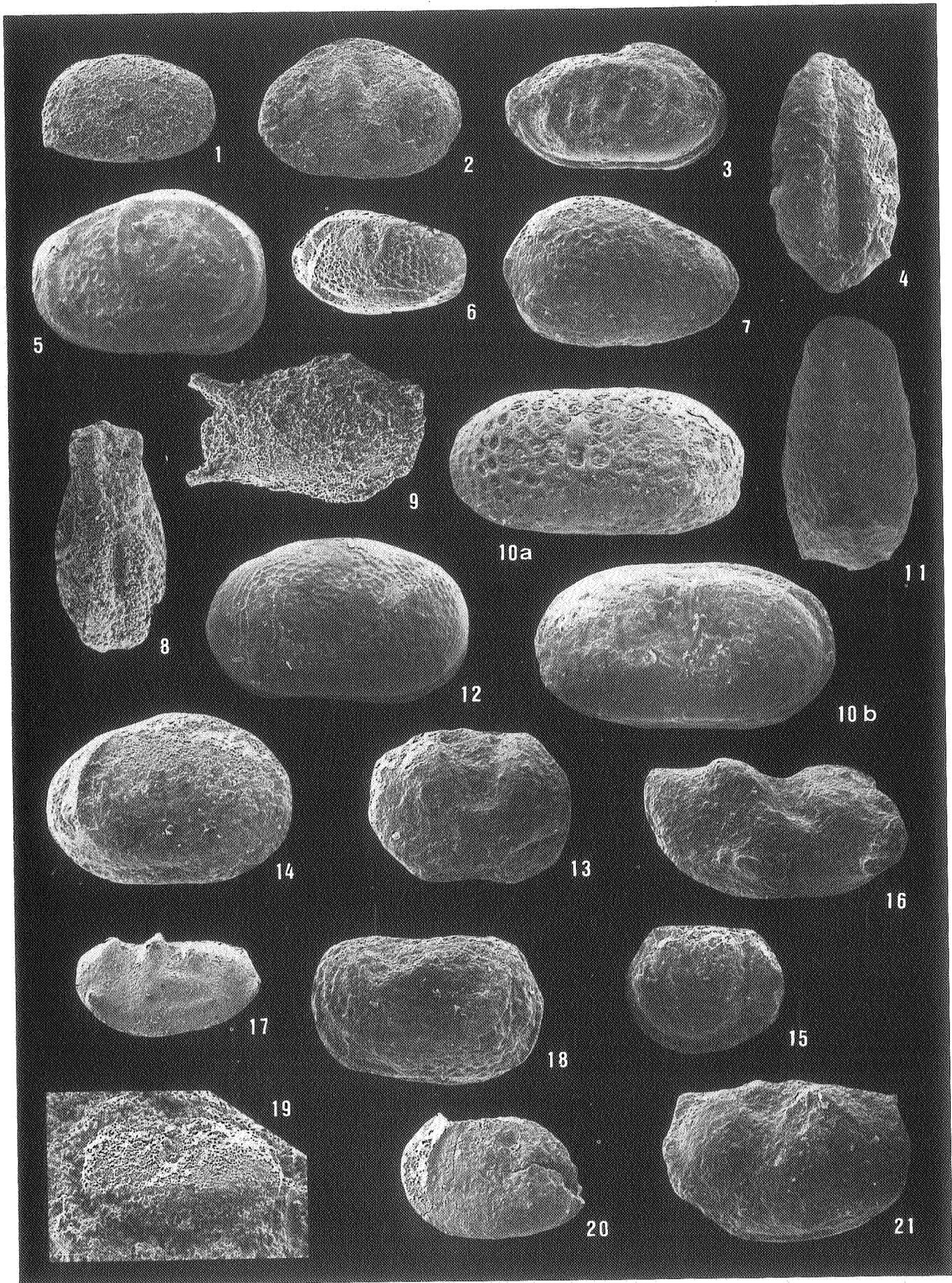
- BANDEL, K. & BECKER, G. (1975) - Ostracoden aus paläozoischen pelagischen Kalken der Karnischen Alpen (Silurium bis Unterkarbon). *Senckenbergiana leth.*, Bd. 56, n° 1, pp. 1-83, 8 pl., 7 fig., 2 tabl.
- BECKER, G. (1971) - Paleocology of Middle Devonian Ostracods from the Eifel region, Germany. *Bull. Centre Rech. Pau - SNPA*, Pau, vol. 5 suppl., pp. 801-916, 8 fig.
- BLESS, M. (1983) - Late Devonian and Carboniferous Ostracode assemblages and their relationship to the depositional environment. *Bull. Soc. belge Géol.*, Bruxelles, t. 92, fasc. 1, pp. 31-53, 23 fig.
- BOUHARRAK, M. (1984) - Lithostratigraphie en biostratigraphie (Conodonten) en structuur van het Boven Givetiaan en het Frasniaan in het gebied van Ave-et-Auffe. *Mém. licence Katholieke Universiteit Leuven (inédit)*.
- BULTYNCK, P. (1974) - Conodontes de la Formation de Fromelennes du Givetien de l'Ardenne franco-belge. *Bull. Inst. r. Sc. nat. Belg.*, Bruxelles, t. 50, *Sc. de la Terre*, n° 10, 30 p., 5 fig., 5 pl.
- BULTYNCK, P. (1982) - Conodont succession and general faunal distribution across the Givetian - Frasnian boundary beds in the type area (with contributions by L. JACOB). *Papers on the Frasnian - Givetian boundary, Sub-commission on Devonian Stratigraphy (I.U.G.S.)*, Ministry of Economic Affairs, Administration of Mines, Geological Survey of Belgium, Bruxelles, pp. 34-59, 8 fig., 3 tabl. 3 pl.
- BULTYNCK, P., CASIER, J.-G., COEN, M., COEN-AUBERT, M., GODEFROID, J. & SARTENAER, P. (1983) - Proposal for an international Stratotype for the Middle Devonian (Givetian) - Upper Devonian (Frasnian) boundary (Lower *Polygnathus asymmetricus* Zone) in the neretic facies on the southern flank of the Dinant Basin. *Sub-commission on Devonian Stratigraphy (I.U.G.S.)*, Document de travail inédit, Bruxelles, 80 p.
- CASIER, J.-G. (1979a) - Contribution à la connaissance des Ostracodes du Frasnien de la Belgique. *Prof. Paper Adm. Mines, Serv. Géol. Belg.*, Bruxelles, 1977/10, n° 147, 22 p., 1 tabl.
- CASIER, J.-G. (1979b) - La Zone à *Svantovites lethiersi* n. sp., zone nouvelle d'Ostracodes de la fin du Frasnien et du début du Famennien des Bassins de Namur et de Dinant. *Bull. Inst. r. Sc. nat. Belg.*, Bruxelles, t. 51, 1975-1979, *Sc. de la Terre*, n° 15, 7 p., 1 pl.
- CASIER, J.-G. (1982) - Les Entomozoacea (Ostracodes)

P L A N C H E S

Les figures ont été réalisées grâce au microscope électronique à balayage (Philips SEM 501) de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Le numéro de collection (ex. : I.R.Sc.N.B. n° a2632) et le numéro de l'échantillon (ex. : SA55) sont indiqués, excepté pour trois Ostracodes (Pl. 1, fig. 1, 9 ; pl. 2, fig. 7) récoltés par M. BOUHARRAK.

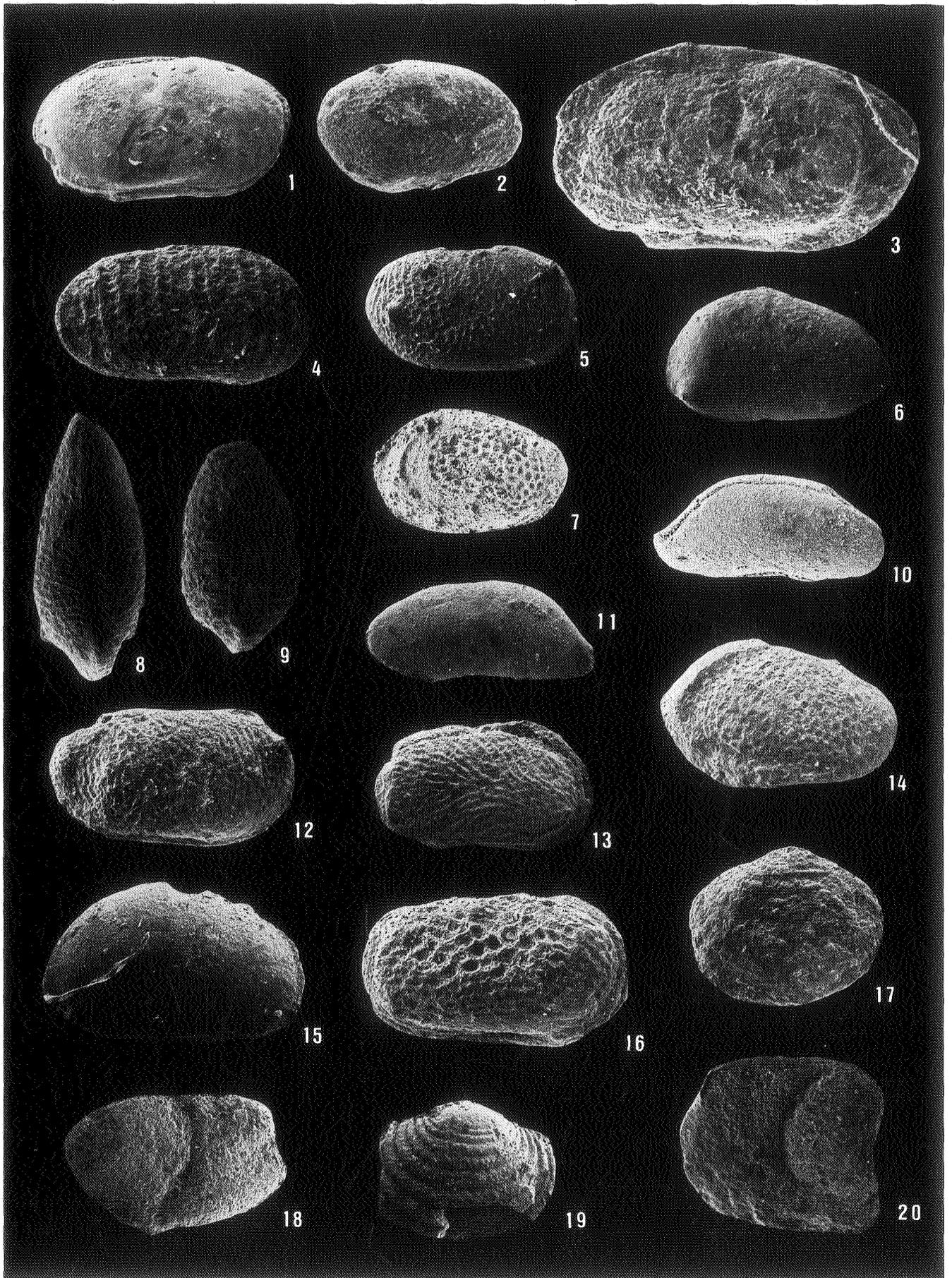
Explication de la planche 1

- Fig. 1. Podocopida indet. (= *Absina* ? sp.). I.R.Sc.N.B. n° a2614. Origine : M. BOUHARRAK.
Vue latérale d'une valve gauche épigénisée en barytine. x120.
- Fig. 2. *Polyzygia insculpta deinceps* BECKER 1969 ? I.R.Sc.N.B. n° a2615. SA71.
Vue latérale d'une valve gauche. x68.
- Fig. 3. *Polyzygia neodevonica* (MATERN 1929). I.R.Sc.N.B. n° a2616. SA68.
Vue latérale droite de la carapace. x51.
- Fig. 4. *Polyzygia neodevonica*. I.R.Sc.N.B. n° a2617. SA66.
Vue dorsale de la carapace. x58.
- Fig. 5. *Polyzygia beckmanni beckmanni* KRÖMMELBEIN 1954. I.R.Sc.N.B. n° a2618. SA 14.
Vue latérale d'une valve droite. x70.
- Fig. 6. *Polyzygia beckmanni beckmanni*. I.R.Sc.N.B. n° a2619. SA13.
Vue latérale d'une valve gauche. x57.
- Fig. 7. *Punctomosea weyanti* BECKER 1971. I.R.Sc.N.B. n° a2620. SA65.
Vue latérale de la carapace. x50.
- Fig. 8. *Polyzygia beckmanni beckmanni*. I.R.Sc.N.B. n° a2621. SA13.
Vue dorsale de la carapace. x60.
- Fig. 9. *Healdia* sp. A. I.R.Sc.N.B. n° a2622. Origine : M. BOUHARRAK.
Vue latérale d'une valve droite épigénisée en barytine. x115.
- Fig. 10a, b. Quasillitacea indet. I.R.Sc.N.B. n° a2623. SA 12.
Vue latérale gauche (a) et droite (b) de la carapace. x60.
- Fig. 11. *Punctomosea weyanti* BECKER 1971. I.R.Sc.N.B. n° a2624. SA67.
Vue dorsale de la carapace. x65
- Fig. 12. *Ponderodictya belliloci* CASIER 1986. I.R.Sc.N.B. n° a2625. SA14.
Vue latérale d'une valve droite. x65.
- Fig. 13. *Glezeria* ? *belgica* (MATERN 1929) ? I.R.Sc.N.B. n° a2626. SA63.
Vue latérale d'une valve gauche. x50.
- Fig. 14. *Asturiella blessi* BECKER 1971. I.R.Sc.N.B. n° a2627. SA66.
Vue latérale droite de la carapace. x60.
- Fig. 15. *Balantoides minimus* (LETHIERS 1970) = ? *B. brauni* (BECKER 1968). I.R.Sc.N.B. n° a2628.
SA13. Vue latérale d'une valve gauche. x82.
- Fig. 16. *Parabolbinella vomis* BECKER & BLESS 1971. I.R.Sc.N.B. n° a2629. SA52.
Vue latérale légèrement inclinée vers le bord ventral d'une valve gauche. x51.
- Fig. 17. *Nodella hamata* BECKER 1968. I.R.Sc.N.B. n° a2630. SA13.
Vue latérale d'une valve droite. x56.
- Fig. 18. *Polytylites rabieni* BECKER 1971. I.R.Sc.N.B. n° a2631. SA68.
Vue latérale gauche de la carapace. x59.
- Fig. 19. *Refrathella* ? sp. I.R.Sc.N.B. n° a2632. SA13. Vue latérale d'une valve gauche. x60.
- Fig. 20. *Imemolophus trilobatus* LETHIERS 1970 ? I.R.Sc.N.B. n° a2633. SA55.
Vue latérale d'une valve gauche. x58.
- Fig. 21. *Adelphobolbina europaea* BECKER 1971. I.R.Sc.N.B. n° a2634. SA52.
Vue latérale d'une valve gauche. x60.



Explication de la planche 2

- Fig. 1. *Uchtovia refrathensis* (KRÖMMELBEIN 1954). I.R.Sc.N.B. n° a2635. SA12.
Vue latérale gauche de la carapace. x58.
- Fig. 2. *Cavellina* cf. *caduca* MC GILL 1963. I.R.Sc.N.B. n° a2636. SA34.
Vue latérale d'une valve droite. x 63.
- Fig. 3. *Uchtovia materni* BECKER 1971. I.R.Sc.N.B. n° a2637. SA19.
Vue latérale gauche de la carapace. x59.
- Fig. 4. *Svantovites inops* BECKER 1971. I.R.Sc.N.B. n° a2638. SA68.
Vue latérale d'une valve droite. x67.
- Fig. 5. *Svantovites magnei* BECKER 1971. I.R.Sc.N.B. n° a2639. SA66. Vue latérale de la carapace. A noter la présence d'une épine postéro-ventrale et d'une épine antéro-dorsale. x61.
- Fig. 6. *Baschkirina* ? sp. I.R.Sc.N.B. n° a2640. SA32.
Vue latérale d'une valve droite. x51.
- Fig. 7. *Favulella lecomptei* BECKER 1971. I.R.Sc.N.B. n° a2641. Origine : M. BOUHARRAK.
Vue latérale d'une valve gauche épigénisée en barytine. x61,5.
- Fig. 8. *Svantovites magnei*. I.R.Sc.N.B. n° a2642. SA65.
Vue dorsale de la carapace. x50.
- Fig. 9. *Svantovites inops*. I.R.Sc.N.B. n° a2643. SA65.
Vue dorsale de la carapace. x53.
- Fig. 10. *Bairdia (Rectobairdia) paffrathensis* KUMMEROW 1953. I.R.Sc.N.B. n° a2644. SA12.
Vue latérale droite d'une carapace. x60.
- Fig. 11. *Bairdia (Rectobairdia) paffrathensis*. I.R.Sc.N.B. n° a2645. SA12.
Vue latérale d'une valve gauche. x60.
- Fig. 12. *Svantovites magnei*. I.R.Sc.N.B. n° a2646. SA65. Vue latérale droite de la carapace. Présence d'une épine postéro-ventrale et d'une épine antéro-dorsale. x60.
- Fig. 13. *Jenningsina paffrathensis* KRÖMMELBEIN 1954. I.R.Sc.N.B. n° a2647. SA13.
Vue latérale droite de la carapace. x65.
- Fig. 14. *Favulella lecomptei*. I.R.Sc.N.B. n° a2648. SA53.
Vue latérale gauche de la carapace. x65.
- Fig. 15. *Bairdiocypris* sp. I.R.Sc.N.B. n° a2649. SA32.
Vue latérale d'une valve droite. x62,5.
- Fig. 16. *Jenningsina lethiersi* BECKER 1971. I.R.Sc.N.B. n° a2650. SA60.
Vue latérale droite de la carapace. x69.
- Fig. 17. *Cryptophyllus* cf. *materni* (BASSLER & KELLET 1934). I.R.Sc.N.B. n° a2651. SA63.
Vue latérale d'une valve droite. x61.
- Fig. 18. *Ungerella latesulcata* (PAECKELMANN 1922) ? I.R.Sc.N.B. n° a2652. SA52.
Moule externe d'une valve gauche. x52,5.
- Fig. 19. *Cryptophyllus* n. sp. aff. *granulifera* (ADAMCZAK 1961). I.R.Sc.N.B. n° a2653. SA13.
Vue latérale d'une valve droite. x66.
- Fig. 20. *Ungerella latesulcata* ? I.R.Sc.N.B. n° a2654. SA53.
Moule interne d'une valve droite. x50.



- du Frasnien de l'extrémité occidentale du bord sud du Bassin de Dinant, Belgique. *Bull. Inst. r. Sc. nat. Belg.*, Bruxelles, t. 53, *Sc. de la Terre*, n° 5, 20 p., 1 tabl., 1 pl.
- CASIER, J.-G. (1983) - Les Ostracodes du Frasnien et de la base du Famennien de la coupe du Km 30 (Saoura, Sahara algérien). *Bull. Soc. belge Géol.*, Bruxelles, t. 91, 1982, fasc. 4, pp. 195-207, 1 fig., 1 tabl., 2 pl.
- CASIER, J.-G. (1985a) - Les Ostracodes de la partie supérieure de la Formation de Teferguenite (Givétien) et de la Formation de Marhouma (Givétien - Famennien) de la coupe du Km 30 (Saoura, Sahara algérien). *Geobios*, Lyon, n° 18, fasc. 6, pp. 833-846, 2 fig., 3 tabl., 4 pl.
- CASIER, J.-G. (1985b) - *Olentangiella* n. gen., nouveau genre d'Entomozoidae (Ostracode). *Bull. Soc. belge Géol.*, Bruxelles, t. 94, fasc. 1, pp. 7-10.
- CASIER, J.-G. (1986) - Présence d'Entomozoacea (Ostracode) dans la partie famennienne de la coupe du Djebel Hèche (Gourara, Sahara algérien). *Geobios*, Lyon, n° 19, fasc. 2, pp. 261-264, 2 fig., n° 19, fasc. 2, p. 266, 1 tabl.
- LECOMPTE, M. (1967) - Le Dévonien de la Belgique et du Nord de la France. *Int. Symposium on the Devonian System*, OSWALD édit., Calgary, vol. 1, pp. 15-52, 17 pl.
- LETHIERS, F. (1974) - Biostratigraphie des Ostracodes dans le Dévonien Supérieur du Nord de la France et de la Belgique. *Newsl. Stratigr.*, Leiden, vol. 3, n° 2, pp. 73-79.
- LETHIERS, F. (1982) - Les Ostracodes du Dévonien Supérieur (Nord de la France, Belgique, Ouest du Canada). *Thèse Univ. Sc. Techn. Lille*, n° 560, 489 p., 5 pl., 1 an.
- LETHIERS, F. (1984) - Zonation du Dévonien Supérieur par les Ostracodes (Ardenne et Boulonnais). *Rev. Micropal.*, Paris, vol. 27, n° 1, pp. 211-217.
- MAGNE, F. (1964) - Données micropaléontologiques et stratigraphiques dans le Dévonien du Boulonnais (France) et du Bassin de Namur (Belgique). *Thèse de 3e cycle Univ. Paris - SNPA, Direction Exploitation et Production, Centre de Recherches de Pau*, t. 1, 172 p.; t. 2, 33 pl., 12 an.
- MATERN, H. (1929) - Die Ostracoden des Oberdevons I. Teil : Aparchitidae, Primitiidae, Zygobolbidae, Beyrichiidae, Kloedenellidae, Entomidae. *Abh. Preuss. Geol. Landesanstalt*, Berlin, N.F., Hft. 118, 100 p., 5 pl., 3 tabl.
- MILHAU, B. (1983) - Valeur biostratigraphique et paléoécologique des Ostracodes du Givétien Supérieur de la région-type (Ardenne). *Geobios*, Lyon, n° 16, fasc. 3, pp. 347-359, 2 pl.
- OLEMPKA, E. (1979) - Middle to Upper Devonian Ostracoda from the Southern Holy Cross Mountains, Poland. *Paleontologia Polonica*, Varsovie - Cracovie, n° 40, pp. 58-162, pl. 11-32.
- PREAT, A. (1984) - Etude lithostratigraphique et sédimentologique du Givétien belge (Bassin de Dinant). *Thèse de Doctorat Univ. libre de Bruxelles (inérite)*, 2 tomes, 466 p.
- RABIEN, A. (1954) - Zur Taxonomie und Chronologie der Oberdevonischen Ostracoden. *Abh. Hess. L-Amt. Bodenforsch*, Wiesbaden, Hft. 9, 268 p., 7 fig., 4 tabl., 5 pl.
- SARTENAER, P. (1974) - Adieu F2a, F2b, etc..... *Bull. Inst. r. Sc. nat. Belg.*, Bruxelles, t. 50, *Sc. de la Terre*, n° 3, 18 p., 1 fig.
- SHANGQI, W. (1983) - Zonation of late devonian pelagic Ostracods in Luofu region of Guangxi. *Kexue Tongbao*, Pékin, vol. 28, n° 12, pp. 1666-1669, 1 tabl.
- TOOMEY, D. & MAMET, B. (1979) - Devonian Protozoa in Devonian System. *Spec. Paper Paleontol.*, Londres, n° 23, pp. 189-191.