

Les Ostracodes du Famennien inférieur au stratotype de Coumiac (Montagne Noire, France): la reconquête post-événementielle

Lower Famennian ostracods from the Coumiac stratotype (Montagne Noire, France): the post-event recovery

par Francis LETHIERS & Jean-Georges CASIER

Résumé

Cinquante-neuf espèces d'Ostracodes sont recensées dans le Famennien inférieur de Coumiac. Les Podocopida, avec spécialement les Bairdiacea, prédominent; les Myodocopida restent très rares et les Metacopida sont absents. Onze espèces appartiennent à l'écotype de Thuringe. Cet assemblage indique un milieu bien oxygéné de la plateforme carbonatée externe, légèrement plus profonde que celle du Frasnien terminal.

La reconquête est progressivement assurée par dix-sept espèces survivantes s'ajoutant à quarante-deux espèces nouvellement arrivantes qui recolonisent les biotopes au cours du million et demi d'années qui suivent l'événement F/F. Quelques-unes sont issues de sous-spéciations, les autres proviennent de spéciations mais toutes par allopatrie, soit entre différentes régions du plateau continental, soit entre celui-ci et le domaine épibathyal. Les quarante-deux espèces sont toutes figurées.

Six espèces nouvelles sont instituées: *Rectella? abdita* nov. sp., *Grammia famenniensis* nov. sp., *Orthonaria? biconvexa* nov. sp., *Famenella inflexa* nov. sp., *Acratia sagittaeformis* nov. sp. et *Bairdia quasifabaeformis* nov. sp.

Mots-clés: Ostracodes - Extinction - Reconquête - Famennien inférieur - Coumiac.

Abstract (extended abstract: see p. 59)

Fifty-nine ostracod species are recorded in the lower Famennian at Coumiac. Podocopida, with numerous Bairdiacea, predominate; Myodocopida remain very scarce and Metacopida are absent. Eleven species belong to the Thuringian ecotype. This assemblage shows that the paleoenvironment was a well oxygenated outer carbonated platform, moderately deeper than during the late Frasnian.

Seventeen surviving species and forty-two newly arriving species recolonize biotopes during 1,5 million years following the F/F boundary. Some of these last come from subspeciations, others from speciations. All are allopatric, either between different platform areas or between platform and epibathyal areas. The forty-two species occurring in the early Famennian at Coumiac are figured.

Six new species are erected: *Rectella? abdita* nov. sp., *Grammia famenniensis* nov. sp., *Orthonaria? biconvexa* nov. sp., *Famenella inflexa* nov. sp., *Acratia sagittaeformis* nov. sp. and *Bairdia quasifabaeformis* nov. sp.

Key-words: Ostracods - Extinction - Recovery - Lower Famennian - Coumiac.

Introduction

L'extinction en masse de la limite Frasnien-Famennien, une des cinq crises biologiques les plus importantes du

Phanérozoïque, apparaît clairement dans l'étude du site de Coumiac, au Sud de la Montagne Noire (Fig. 1). Deux carrières font affleurer le Dévonien Supérieur en faciès hémipélagique, dans des strates redressées à la verticale. En particulier, la carrière supérieure de Coumiac, située à 1,5 km à l'ENE de Cessenon, représente le stratotype international de la limite des étages Frasnien et Famennien (KLAPPER *et al.*, 1994). Sa biostratigraphie est bien établie par les Ammonoïdés, les Conodontes et les Trilobites (BECKER *et al.*, 1989; BECKER & HOUSE, 1994; HOUSE *et al.*, 1985; KLAPPER, 1988).

Afin d'étudier les modalités de l'extinction en milieu marin, nous avons entrepris d'y suivre l'évolution détaillée de la faune d'Ostracodes car une étude préliminaire (LETHIERS & FEIST, 1991a) montrait que ces petits crustacés, à la sensibilité paléocéologique bien connue, abondaient et constituaient donc un outil de choix. Leur étude s'est déroulée en quatre étapes. La première (LETHIERS & CASIER, 1995) révèle une petite association de sept espè-

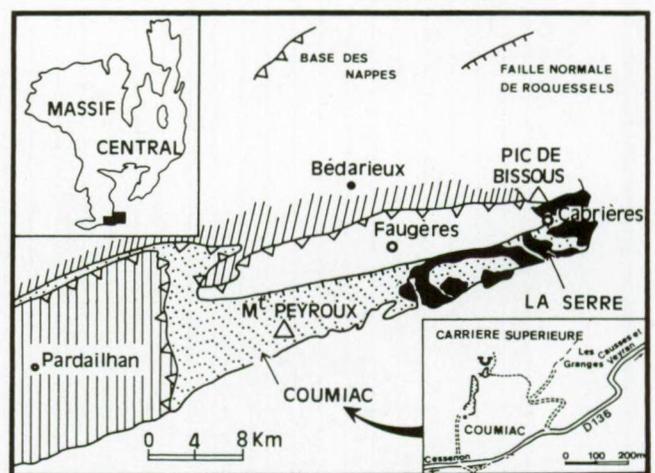


Fig. 1 - Situation des carrières de Coumiac sur un schéma structural de la Montagne Noire (versant sud) d'après ENGEL *et al.* (1981).

Fig. 1 - Location of the Coumiac quarries on a structural map of the eastern Montagne Noire (Southern slope) after ENGEL *et al.* (1981).

ces spécialement adaptées aux conditions dysoxiques défavorables de l'événement "Kellwasser" supérieur (WALLISER, 1984; BUGGISCH, 1991). Ce dernier est représenté par le faciès réducteur du banc n° 31g (BECKER *et al.*, 1989) situé immédiatement sous la limite Frasnien-Famennien, dans la carrière supérieure de Coumiac. La deuxième étape (LETHIERS & CASIER, 1996b) met l'accent sur environ 25% d'espèces survivantes à la crise biologique: elles illustrent les notions d'"effet Lazare" et de milieu refuge en environnements peu profonds, plus oxygénés. La troisième étape (LETHIERS & CASIER, 1996a) caractérise les 42 espèces qui disparaissent au sommet du Frasnien et la quatrième fait l'objet de ce travail. Elle consiste à recenser les nouvelles espèces qui arrivent au Famennien inférieur, dans le but de comprendre le mode de recolonisation post-événementielle.

I - Les faciès et l'extraction des Ostracodes

D'après les études détaillées de BOYER *et al.* (1968), les définitions lithostratigraphiques formelles (FEIST *édit.*, 1983; FEIST, 1985) et les descriptions successives (BECKER, 1993; BECKER & HOUSE, 1994), le Famennien inférieur de Coumiac se compose de deux ensembles.

Les quatre premiers mètres représentent la fin de la Formation de Coumiac (niveaux 32 à 35). Il s'agit de

calcaires micritiques roses, en bancs de 8 à 45 cm d'épaisseur, contenant des Ostracodes benthiques, des Ammonoïdés, des Céphalopodes orthocones, des Conodontes, de grands Bivalves, quelques articles de Crinoïdes et spicules d'Eponges. Au sommet de cet ensemble, des nodules calcaires apparaissent.

Ensuite vient la "Formation Griotte" inférieure (niveaux 36 à 47) qui se compose de calcaires noduleux argileux, rouges ou jaunâtres, à petites coquilles de Goniatites, en bancs de 15 à 90 cm d'épaisseur. On y trouve également des Bivalves, des Ostracodes, des Conodontes, des Bactritidés et quelques articles de Crinoïdes.

L'échantillonnage (Fig. 2), pratiqué avec un intervalle moyen d'un mètre, est plus resserré à l'extrême base du Famennien, avec sept échantillons sur 1,5 m, afin d'y détailler la reconquête par les Ostracodes.

Comme dans les études précédentes, la méthode d'extraction par l'acétolyse à chaud (LETHIERS & CRASQUIN-SOLEAU, 1988) a permis d'obtenir les Ostracodes fossilisés dans les calcaires compacts de tous les niveaux. Ainsi le Famennien inférieur contient 42 espèces nouvellement arrivantes, plus trois espèces survivantes mais non répertoriées antérieurement et qui s'ajoutent aux 14 espèces survivantes détectées précédemment (Tabl. 1). En tout, le stratotype de la carrière supérieure de Coumiac nous aura livré 108 espèces d'Ostracodes.

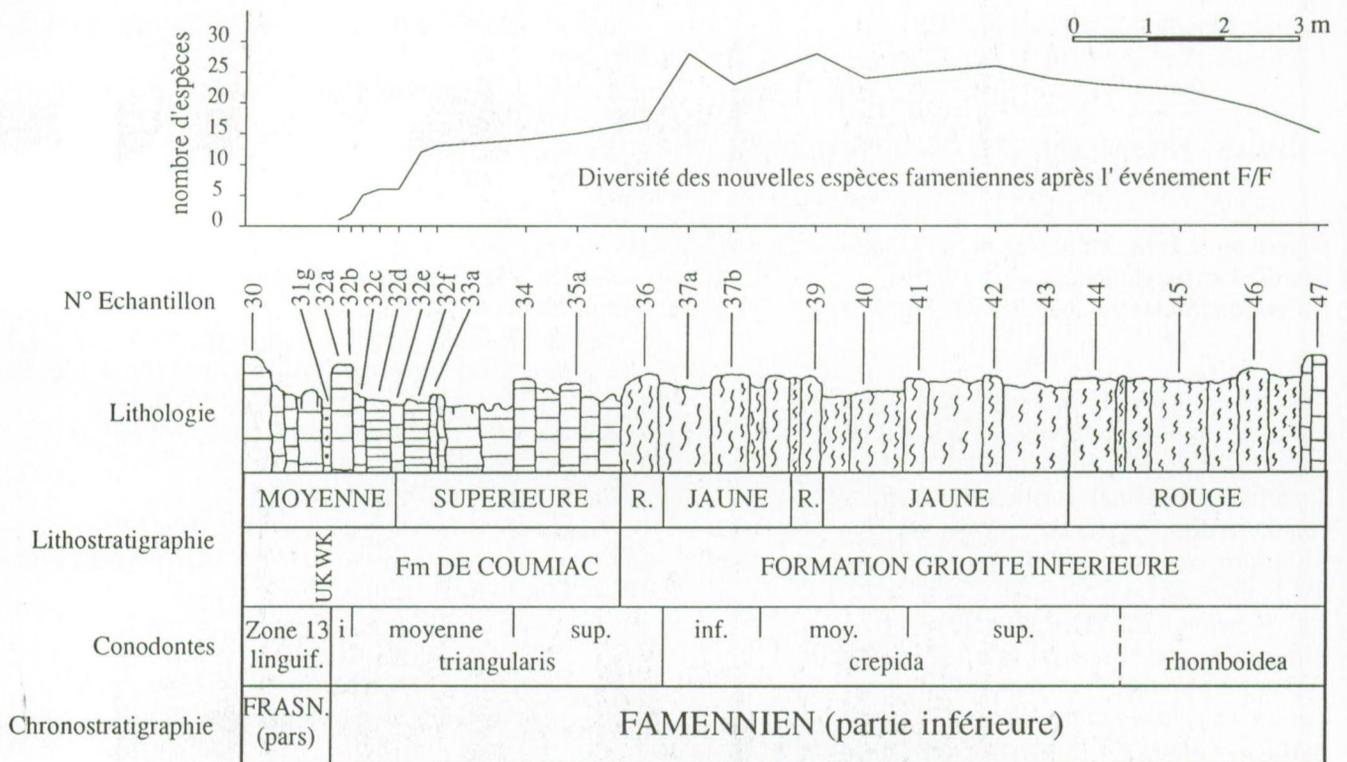


Fig. 2 – Partie famennienne de la carrière supérieure à Coumiac. Lithologie et numérotation d'échantillonnage d'après les données de BECKER (1993) et KLAPPER *et al.* (1994). UKWK = équivalent de l'horizon Kellwasserkalk supérieur allemand.

Fig. 2 – Famennian part of the Coumiac upper quarry. Lithology and sample numbering after BECKER (1993) and KLAPPER *et al.* (1994) data. UKWK = Equivalent of German upper Kellwasser limestone horizon.

II - Liste systématique des espèces

Sur les 45 espèces recensées dans ce travail, 42 seulement arrivent nouvellement dans le Famennien. En effet, trois espèces, déjà présentes dans le Frasnien, n'étaient pas encore repérées dans le Famennien. Il s'agit de: *Cytherellina?* sp., *Bairdia* sp. B LETHIERS & CASIER, 1996a? et *Bairdia quasifabaeformis* nov. sp. qui viennent donc rejoindre le lot des espèces survivantes (LETHIERS & CASIER, 1996b) dont le nombre atteint maintenant 17 espèces.

Sous-classe Ostracoda LATREILLE, 1802

Ordre Palaeocopida HENNINGSMOEN, 1953

Sous-ordre Palaeocopina HENNINGSMOEN, 1953

Superfamille Aparchitacea JONES, 1901

Famille Aparchitidae JONES, 1901

– *Aparchites?* n. sp. A (Pl. 1, Fig. 1-3).

Famille Rozhdestvenskayitidae MCGILL, 1966

– *Rozhdestvenskayites* (? = *Fellerites*) cf. *pistrakae* (TSCHIGOVA, 1958) (Pl. 1, Fig. 4-6).

Superfamille Primitiopsacea SWARTZ, 1936

– Primitiopsacea sp. indet. (Pl. 1, Fig. 7-8).

– *Selebratina?* sp. (Pl. 2, Fig. 4).

Superfamille Kirkbyacea ULRICH & BASSLER, 1906

Famille Arcyzonidae KESLING, 1961

– *Reticestus?* n. sp. A, cf. sp. OLEMPKA, 1979 (Pl. 1, Fig. 14-16).

Famille Amphissitidae KNIGHT, 1928

– *Sinessites?* n. sp. A (Pl. 1, Fig. 22).

Sous-ordre Paraparchiticopina GRAMM in GRAMM & IVANOV (1975)

Superfamille Paraparchitacea SCOTT, 1959

Famille Paraparchitidae SCOTT, 1959

– Paraparchitidae sp. indet. (Pl. 2, Fig. 3)

Ordre Podocopida SARS, 1866

Sous-ordre Podocopina SARS, 1866

Superfamille Bairdiocypridacea SHAVER, 1961

Famille Bairdiocyprididae SHAVER, 1961

– *Bairdiocypris* sp., aff. *rudolphi* (KUMMEROW, 1939) (Pl. 1, Fig. 12).

– *Cytherellina?* sp. (Pl. 1, Fig. 13).

– *Rectella?* *abdita* nov. sp. (Pl. 1, Fig. 17-20).

– Bairdiocyprididae? sp. indet. (Pl. 2, Fig. 1-2).

Famille Pachydomellidae BERDAN & SOHN, 1961

– *Microcheilinella voronensis* SAMOILOVA, 1970 (Pl. 1, Fig. 9-11).

– *Microcheilinella* sp. A (Pl. 2, Fig. 6-8).

– *Grammia famenniensis* nov. sp. (Pl. 2, Fig. 13-18).

– *Rectoplacera* sp., aff. sp. 2 OLEMPKA, 1997 (Pl. 2, Fig. 19-20).

Famille Gerodiidae GRÜNDEL, 1962

– *Gerodia* sp., aff. *weyeri* GRÜNDEL, 1972 (Pl. 2, Fig. 5).

Famille Rectorariidae GRÜNDEL, 1962?

– *Orthonaria?* *biconvexa* nov. sp. (Pl. 2, Fig. 21-25).

Superfamille Bairdiacea SARS, 1888

Famille Acratiidae GRÜNDEL, 1962?

– *Famenella persipua* ROZHDESTVENSKAJA, 1972 subsp. A (Pl. 3, Fig. 26).

– *Famenella inflexa* nov. sp. (Pl. 3, Fig. 5-9).

– *Famenella?* n. sp. A (Pl. 3, Fig. 10-11).

– *Famenella* cf. *kairovaensis* ROZHDESTVENSKAJA, 1972 (Pl. 3, Fig. 12-14).

Famille Acratiidae GRÜNDEL, 1962

– *Acratia incurvata* LETHIERS & FEIST, 1991b subsp. A (Pl. 3, Fig. 22-25).

– *Acratia* sp., aff. *bidecliva* LETHIERS & FEIST, 1991 (Pl. 2, Fig. 9-12).

– *Acratia* aff. *rostrataformis* SCHEVTSOV, 1964 *sensu* BECKER (1982), (Pl. 3, Fig. 1).

– *Acratia ventriosa* GRÜNDEL, 1961 *sensu* BECKER & BLUMENTENGEL (1995) pp. (Pl. 4, Fig. 1).

– *Acratia sagittaeformis* nov. sp. (Pl. 3, Fig. 15-18).

– *Acratia* sp. *sensu* CASIER (1982) (Pl. 3, Fig. 4).

– *Acratia?* sp. (Pl. 3, Fig. 2-3).

Famille Bairdiidae SARS, 1888

– *Bairdiocypris* gr. *irregularis* (POLENOVA, 1953) (Pl. 3, Fig. 27).

– *Bairdia* (*B.*) *feliumgibba* BECKER, 1982 (Pl. 4, Fig. 10).

– *Bairdia* (*B.*) *comvelifera* BECKER, 1982 subsp. A (Pl. 2, Fig. 26).

– *Bairdia* (*B.*) *galinaeformis* LETHIERS, 1981 subsp. A (Pl. 3, Fig. 20-21).

– *Bairdia* (*B.*) n. sp. A *sensu* LETHIERS, 1981 (Pl. 3, Fig. 19).

– *Bairdia* (*R.*) cf. *karlensis* ROZHDESTVENSKAJA, 1972 (Pl. 4, Fig. 13).

– *Bairdia* (*R.*) *obliqua* ROZHDESTVENSKAJA, 1972 subsp. A (Pl. 4, Fig. 8-9).

– *Bairdia* (*R.*) *quasifabaeformis* nov. sp. (Pl. 4, Fig. 2-4).

– *Bairdia* (*R.*) cf. *superba* LETHIERS, 1981 (Pl. 4, Fig. 5-6).

– *Bairdia* sp. B LETHIERS & CASIER, 1996a? (Pl. 4, Fig. 7).

– *Bairdia* sp. C (Pl. 4, Fig. 11).

– *Bairdia* sp. D LETHIERS, 1972 (Pl. 4, Fig. 12).

– *Processobairdia anterocerata* BLUMENSTENGEL, 1965 (Pl. 4, Fig. 14-16).

Ordre Myodocopida SARS, 1866

Sous-ordre Myodocopina SARS, 1866

Superfamille Entomozoacea PRIBYL, 1951

– *Richterina* (*R.*) cf. *robusta* RABIEN, 1960 (Pl. 4, Fig. 20).

– *Richterina* (*R.*) *striatula* (RICHTER, 1848) (Pl. 4, Fig. 17).

– *Entomozoe (N.) cf. nehdensis* MATERN, 1929 (Pl. 4, Fig. 18-19).

III - Etude systématique de quelques espèces nouvelles

Dans la liste qui précède, six espèces nouvelles peuvent s'instituer en nomenclature fermée. Les types sont déposés dans la collection ostracodes du Laboratoire de Micropaléontologie de l'Université Paris 6 (P6M) ou dans la collection du Département de Paléontologie, Section Micropaléontologie-Paléobotanique de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (IRScNB).

Genre *Rectella* NECKAJA, 1958

Espèce-type: *Mica inaequalis* NECKAJA, 1952

Rectella? abdita nov. sp.
(Pl. 1, Fig. 17-20)

DERIVATIO NOMINIS

Du latin *abdita* = d'une façon cachée, en allusion à la petite taille de l'espèce.

TYPES

Holotype: une carapace, P6M 1967. (33a). Pl. 1, Fig. 19. L = 0,31 mm; h = 0,19 mm; e = 0,17 mm.

Paratype A: P6M 1948. (37a). Pl. 1, Fig. 17. L = 0,33 mm; h = 0,21 mm; e = 0,18 mm.

Paratype B: P6M 1947. (37a). Pl. 1, Fig. 18. L = 0,31 mm; h = 0,20 mm; e = 0,20 mm.

Paratype C: P6M 1952. (35a). Pl. 1, Fig. 20. L = 0,23 mm; h = 0,15 mm; e = 0,14 mm.

LOCUS TYPICUS

Stratotype de la limite des étages Frasnien et Famennien à Coumiac (Montagne Noire).

STRATUM TYPICUM

Famennien inférieur; Zones à *Palmatolepis triangularis* et à *P. crepida* des Conodontes. Post doIδ à doIIα.

MATERIEL

Dix-sept individus.

DIAGNOSE

Une espèce attribuée avec doute au genre *Rectella*, de très petite taille, à bord ventral légèrement convexe et à maximum de convexité antérieure située vers la mi-hauteur.

DESCRIPTION

Très petite carapace à silhouette latérale ovoïdale. Bord dorsal rectiligne à faiblement convexe et en pente légère vers l'arrière. Bord postérieur à convexité petite, reportée vers le niveau ventral, sous un long bord postéro-dorsal subrectiligne. Bord antérieur arrondi, à maximum de convexité à la mi-hauteur ou au-dessus, ayant parfois tendance à devenir anguleux. Bord ventral faiblement

convexe. Valve gauche recouvrant la valve droite aux bords libres sans pouvoir préciser davantage. Vue dorsale biconvexe, à extrémité postérieure plus ou moins arrondie et à flancs parfois aplatis. Epaisseur maximale vers le centre. Surface apparemment lisse.

RAPPORTS ET DIFFERENCES

Un doute subsiste pour le genre car les caractères du recouvrement restent difficilement identifiables. Notre espèce rappelle *Carbonita? astrovae* SAMOILOVA, 1970 du Famennien inférieur de la Plate-forme russe centrale mais elle en diffère par sa convexité du bord antérieur plus haute et par son bord dorsal en pente vers l'arrière. Mêmes différences avec *Carbonita lipetzken-sis* ZANINA, 1960 du Famennien inférieur de la même région. La silhouette de notre espèce se distingue aisément de celle de *Rectella famenniensis* ZANINA, 1960.

REPARTITION

Celle de la localité et du niveau-type.

Genre *Grammia* KOTSCHETKOVA, 1980

Espèce-type: *Grammia elongata* KOTSCHETKOVA, 1980

Grammia famenniensis nov. sp.
(Pl. 2, Fig. 13-18)

DERIVATIO NOMINIS

De l'étage Famennien dans lequel cette espèce est décrite pour la première fois.

TYPES

Holotype: une carapace, P6M 1812. (37a). Pl. 2, Fig. 13. L = 0,51 mm; h = 0,25 mm; e = 0,28 mm.

Paratype A: P6M 1808. (37a). Pl. 2, Fig. 14. L = 0,64 mm; h = 0,28 mm; e = 0,32 mm.

Paratype B: P6M 1814. (32f). Pl. 2, Fig. 15. L = 0,49 mm; h = 0,25 mm; e = 0,25 mm.

Paratype C: P6M 1806. (32f). Pl. 2, Fig. 16. L = 0,55 mm; h = 0,28 mm; e = 0,32 mm.

Paratype D: IRScNB n° b3470. (42). Pl. 2, Fig. 17. L = 0,60 mm; h = 0,31 mm; e = 0,33 mm.

Paratype E: IRScNB n° b3471. (44). Pl. 2, Fig. 18. L = 0,62 mm; h = 0,30 mm; e = 0,34 mm.

LOCUS TYPICUS

Stratotype de la limite des étages Frasnien et Famennien à Coumiac (Montagne Noire).

STRATUM TYPICUM

Famennien inférieur; Zones à *Palmatolepis triangularis* et à *P. rhomboidea* des Conodontes. Post doIδ à doIIβ.

MATERIEL

Trente individus.

DIAGNOSE

Petite espèce allongée du genre *Grammia*, à silhouet-

te dorsale fusiforme sans aplatissement des flancs et avec une épaisseur maximale vers la mi-longueur. Processus postéro-ventral de la valve droite formant une pointe ne dépassant pas ou peu l'extrémité postérieure.

DESCRIPTION

Petite carapace ovoïde très allongée. Silhouette latérale à bord dorsal subrectiligne à très légèrement convexe et parallèle au bord ventral rectiligne, au moins dans sa partie médiane. Bord antérieur arrondi régulièrement ou légèrement décalé vers le bas. Bord postérieur de la valve droite à processus postéro-ventral en une pointe légèrement tordue vers l'extérieur, ne dépassant pas ou peu l'extrémité postérieure. Processus postéro-ventral de la valve gauche moins développé et arrondi. L'usure de la pointe postéro-ventrale droite peut donner l'impression que les deux processus sont arrondis et d'égale valeur. Épaisseur maximale vers le centre, égale ou légèrement supérieure à la hauteur. Recouvrement marqué de la valve gauche sur la valve droite aux bords libres. Ligne de la charnière invaginée et longue, valant la moitié de la longueur. Au bord ventral, une lèvre allongée de la valve gauche s'étend d'une extrémité à l'autre. Silhouette dorsale régulièrement fusiforme, à flancs convexes. Surface lisse.

RAPPORTS ET DIFFERENCES

Notre espèce se distingue principalement de *G. lorentzi* LETHIERS & CASIER, 1996a du Frasnien supérieur de Coumiac, par sa silhouette dorsale fusiforme à flancs non aplatis et son processus postéro-ventral droit en pointe. Le genre *Grammia* possède quelques espèces encore non étudiées dans le Famennien supérieur de Montagne Noire, du Mouthoumet et du Maroc, puis il accomplit une radiation évolutive mondiale dès le Tournaisien inférieur. En particulier, *G. famenniensis* nov. sp. se sépare de *G. zilimica* KOTSCHETKOVA, 1980 du Tournaisien de l'Oural méridional et de Montagne Noire (LETHIERS & FEIST, 1991b) par les caractères précédents. Le processus de *G. elongata* KOTSCHETKOVA, 1980 dépasse fortement l'extrémité postérieure. Chez *G. aculeata* (BUSCHMINA, 1975) du Viséen de Sibérie orientale, le bord dorsal est convexe et non parallèle au bord ventral et la carapace moins allongée. Mêmes différences pour *Microcheilinella* sp. 2 *sensu* COEN *et al.* (1988) du Tournaisien ardennais, pour *Microcheilinella incompta* LI, 1987 et pour *M. cf. aculeata sensu* WANG, 1988 du Tournaisien chinois. Notre espèce se rapproche de *M. aculeata sensu* OLEMPKA (1981) du Tournaisien inférieur polonais par la forme du processus postéro-ventral droit, mais en diffère pas sa silhouette dorsale fusiforme et notamment son épaisseur maximale à la mi-longueur. Mêmes différences avec *Microcheilinella cordata* COOPER, 1941 *sensu* SHI (1982) du Tournaisien du Tibet.

REPARTITION

Jusqu'ici celle de la localité et du niveau-type.

Genre *Orthonaria* BLUMENSTENGEL, 1965

Espèce-type: *Orthonaria quadricera* BLUMENSTENGEL, 1965

Orthonaria? biconvexa nov. sp.

(Pl. 2, Fig. 21-25)

DERIVATIO NOMINIS

Allusion à la forme biconvexe caractéristique en vue dorsale.

TYPES

Holotype: une carapace, P6M 1137. (32f). Pl. 2, Fig. 21. L = 0,52 mm; h = 0,31 mm; e = 0,31 mm.

Paratype A: P6M 1629. (37a). Pl. 2, Fig. 22. L = 0,69 mm; h = 0,42 mm; e = 0,44 mm.

Paratype B: P6M 1630. (37a). Pl. 2, Fig. 23. L = 0,65 mm; h = 0,33 mm; e = 0,34 mm.

Paratype C: IRScNB n° b3472. (43). Pl. 2, Fig. 24. L = 0,71 mm; h = 0,40 mm; e = 0,41 mm.

Paratype D: P6M 1631. (37a). Pl. 2, Fig. 25. L = 0,66 mm; h = 0,42 mm; e = 0,42 mm.

LOCUS TYPICUS

Stratotype de la limite des étages Frasnien et Famennien à Coumiac (Montagne Noire).

STRATUM TYPICUM

Famennien inférieur, Zones à *Palmatolepis triangularis* et à *P. crepida* des Conodontes. Post $doI\delta$ à $doII\alpha$.

MATERIEL

Vingt-huit individus.

DIAGNOSE

Une espèce attribuée avec doute au genre *Orthonaria*, à bord dorsal parallèle au bord ventral en vue latérale. Une petite épine près du bord postéro-ventral sur la valve droite. Silhouette dorsale parfaitement biconvexe.

DESCRIPTION

Carapace subrectangulaire en vue latérale et de taille moyenne. Bord dorsal rectiligne ou légèrement convexe vers le milieu chez certains adultes de grande taille. Bord ventral rectiligne et parallèle au bord dorsal. Bords antérieur et postérieur convexes en demi-cercle parfois plus ou moins parfait. Angles antéro-ventral et postéro-ventral souvent bien marqués à la valve droite. Une seule petite épine, parfois plus ou moins usée et distincte, sur la valve droite, proche du bord postéro-ventral et située vers le 1/4 ou le 1/3 inférieur. Pas d'épine sur la valve gauche. Recouvrement de la valve gauche sur la valve droite aux bords libres, la lèvre ventrale étant peu prononcée. Ligne de la charnière dans une invagination valant la moitié de la longueur. Silhouette dorsale parfaitement et régulièrement biconvexe, avec l'épaisseur maximale au centre. Surface lisse.

RAPPORTS ET DIFFERENCES

L'attribution au genre *Orthonaria* reste provisoire car notre espèce ne possède qu'une seule épine très petite.

Elle rappelle le genre *Rectella* NECKAJA, 1958, mais chez celui-ci les bords sont plus arrondis en vue latérale. La silhouette latérale se rapproche de celle des espèces du genre *Baritella* ORLOV, 1997 du Timan-Pechora, mais l'invagination dorsale n'existe pas chez ce dernier.

La vue latérale de notre espèce ressemble à celle de *Orthonaria rectagona* (GRÜNDEL, 1962) du Tournaisien allemand et de ses formes signalées par exemple dans le doVI-CuI polonais (OLEMPKA, 1979) et le Tournaisien chinois (SHI, 1982), mais elle s'en sépare principalement par sa silhouette dorsale biconvexe et la présence d'une seule épine. Mêmes différences avec *Triplacera* (*Necrateria?*) *nativa* BUSCHMINA, 1977 du Tournaisien du Kazakhstan et *Rectella elata* ZASPELOVA, 1959 du Frasnien de la Plate-forme russe. Rappelle *Healdianella* sp. *sensu* OLEMPKA (1979) du doVI polonais par ses vues dorsale et ventrale mais s'en distingue par les bords dorsal et ventral parallèles. Proche de *Orthonaria rectagona* ssp. *A sensu* BECKER (1981) du Famennien supérieur du Nord de l'Espagne, où parfois une seule épine apparaît, mais dont la silhouette dorsale diffère.

REPARTITION

Jusqu'ici, celle de la localité et du niveau-type.

Famenella POLENOVA, 1953

Espèce-type: *Famenella inconditis* POLENOVA, 1953

Famenella inflexa nov. sp.
(Pl. 3, Fig. 5-9)

DERIVATIO NOMINIS

Du latin *inflexa* = fléchi, en allusion à la faible concavité du bord dorsal.

TYPES

Holotype: une carapace, P6M 1960. (37a). Pl. 3, Fig. 5. L = 0,41 mm; h = 0,18 mm; e = 0,16 mm.

Paratype A: P6M 1959. (37a). Pl. 3, Fig. 6. L = 0,43 mm; h = 0,21 mm; e = 0,10 mm.

Paratype B: P6M 1965. (37a). Pl. 3, Fig. 7. L = 0,46 mm; h = 0,23 mm; e = 0,18 mm.

Paratype C: P6M 1966. (37a). Pl. 3, Fig. 8. L = 0,40 mm; h = 0,19 mm; e = 0,16 mm.

Paratype D: P6M 1964. (37a). Pl. 3, Fig. 9. L = 0,51 mm; h = 0,24 mm; e = 0,23 mm.

LOCUS TYPICUS

Stratotype de la limite des étages Frasnien et Famennien à Coumiac (Montagne Noire).

STRATUM TYPICUM

Famennien inférieur; Zones à *Palmatolepis triangularis* et à *P. crepida* des Conodontes. Post doIδ à doIIα.

MATERIEL

Treize individus.

DIAGNOSE

Une petite espèce du genre *Famenella*, à bord dorsal très

faiblement concave et à silhouette dorsale montrant des flancs aplatis ainsi qu'une extrémité antérieure pointue et plus longue que la postérieure.

DESCRIPTION

Une petite carapace oblongue allongée à bord dorsal en pente vers l'arrière et très faiblement concave. Bord antéro-dorsal long, convexe, reportant l'extrémité antérieure vers le 1/3 inférieur. Bord postérieur arrondi, rencontrant le bord ventral sous un angle obtus ou égal à 90°, plus ou moins distinct selon la conservation. Hauteur maximale vers le 1/3 antérieur de la longueur. Bord ventral régulièrement convexe. Recouvrement de la valve gauche sur la valve droite, seulement visible au bord ventral. Vue dorsale à flancs aplatis ou même légèrement concaves, à extrémité antérieure plus pointue, plus longue, et faiblement comprimée, contrairement à la pointe postérieure. Surface lisse.

RAPPORTS ET DIFFERENCES

Notre espèce rappelle *Famenella inconditis* POLENOVA, 1953 du Famennien inférieur de la Plate-forme russe, dont elle diffère par son bord antéro-dorsal plus allongé et par sa silhouette dorsale plus aplatie avec une pointe antérieure plus longue. Egalement voisine de *F. poskairovaensis* LETHIERS & CASIER, 1996a du Frasnien supérieur et du Famennien inférieur à Coumiac, mais elle s'en distingue par son angle postéro-ventral et par sa vue dorsale aux flancs aplatis avec une extrémité antérieure comprimée. Une liaison phylétique existe probablement entre ces trois espèces. *F. inflexa* nov. sp. se rapproche de *F. persipqua* ROZHDESTVENSKAJA, 1972 du Famennien supérieur de Bachkirie, de l'Ouest du Canada (LETHIERS, 1978) et du Famennien inférieur de Coumiac (ce travail), mais n'en possède pas le bord dorsal très faiblement concave ni les caractères de la silhouette dorsale.

Genre *Acratia* DELO, 1930

Espèce-type: *Acratia typica* DELO, 1930

Acratia sagittaeformis nov. sp.
(Pl. 3, Fig. 15-18)

? 1968 *Acratia* sp. 4 - BRAUN, pl. 4, fig. 2,7.

v. 1982 *Bairdia* sp. B - CASIER, pl. 1, fig. 9.

v. 1998a *Acratia* cf. sp. E LETHIERS, 1981 - CASIER & LETHIERS, tabl. II.

DERIVATIO NOMINIS

Du latin *sagitta* = flèche et de *forma* = en forme de, en allusion à la pointe postérieure.

TYPES

Holotype: une carapace, P6M 1799. (32 f). Pl. 3, Fig. 16. L = 0,83 mm; h = 0,33 mm; e = 0,29 mm.

Paratype A: IRScNB n° b3475. (37b). Pl. 3, Fig. 15. L = 0,71 mm; h = 0,30 mm; e = 0,24 mm.

Paratype B: P6M 1805. (32f). Pl. 3, Fig. 17. L = 0,59 mm; h = 0,26 mm; e = 0,22 mm.

Paratype C: IRScNB n° b3476. (46). Pl. 3, Fig. 18. L = 0,77 mm; h = 0,32 mm; e = 0,27 mm.

LOCUS TYPICUS

Stratotype de la limite des étages Frasnien et Famennien à Coumiac (Montagne Noire).

STRATUM TYPICUM

Famennien inférieur, Zones à *Palmatolepis triangularis*, *crepida* et *rhomboidea* des Conodontes. doIδ à doIIβ.

MATERIEL

Vingt-cinq individus.

DIAGNOSE

Une espèce appartenant au genre *Acratia*, à pointe postérieure subéquilatérale et allongée d'environ 1/3 de la longueur, à bord ventral convexe d'une extrémité à l'autre et à bord dorsal distinct en vue latérale. Silhouette dorsale fusiforme.

DESCRIPTION

Moyenne à grande carapace allongée fusiforme. En vue latérale, bord ventral assez régulièrement convexe d'une extrémité à l'autre, bord dorsal variable de légèrement convexe à presque rectiligne, angles antéro-dorsal et postéro-dorsal plus ou moins distincts, pointes antérieure et postérieure larges et subégales, situées vers le 1/3 inférieur ou un peu au-dessus. Pointe postérieure de forme subéquilatérale et longue d'environ 1/3 de la longueur. Hauteur maximale vers le 1/3 antérieur. Recouvrement de la valve gauche sur la valve droite aux bords libres surtout visible au bord ventral avec une petite lèvre. Silhouette dorsale fusiforme, à épaisseur maximale vers le centre et à extrémités pointues légèrement pincées. Surface lisse.

RAPPORTS ET DIFFERENCES

Notre espèce est proche de *Acratia tanaica* EGOROV, 1953 du Frasnien de la Plate-forme russe dont elle diffère par sa pointe postérieure. *Acratia* sp. 4 BRAUN, 1968 de la partie supérieure du Frasnien ouest-canadien est peut-être conspécifique bien que sa vue latérale très fusiforme ne montre pas de bord dorsal distinct. Sous la dénomination *Bairdia* sp. B, CASIER (1982) a signalé cette espèce à la base du Famennien dans le Sahara algérien. Nous l'avons également repérée dans le Famennien basal de la carrière Schmidt, Kellerwald, Allemagne. Les formes frasniennes de l'ouest-canadien appelée *Acratia?* sp. E par LETHIERS (1981) correspondent probablement à une sous-espèce dont le bord ventral semble moins régulièrement convexe.

REPARTITION

Ouest du Canada (?): partie supérieure du Frasnien à Famennien supérieur. Sahara algérien, France (Coumiac) et Allemagne (Massif Schisteux Rhénan): Famennien inférieur.

Genre *Bairdia* McCoy, 1844

Espèce-type: *Bairdia curta* McCoy, 1844

Bairdia quasifabaeformis nov. sp.

(Pl. 4, Fig. 2-4)

- v. 1981 *Bairdia* (*Bairdia*) cf. *fabaeformis* POLENOVA, 1953 - LETHIERS, p. 99, pl. 22, fig. 215, 216.
- v. 1982 *Bairdia* (*B.*) cf. *fabaeformis* POLENOVA, 1953 - BRAUN & LETHIERS, fig. 1.
- v. 1995 *Bairdia* sp. A - CASIER & DEVLEESCHOUWER, p. 58, pl. 2, fig. 17, tabl. 1.
- v. 1996 *Bairdia* cf. *fabaeformis* POLENOVA, 1953 sensu LETHIERS, 1981 - CASIER *et al.*, tabl. 1, fig. 3R, 3S.
- v. 1996a *Bairdia* cf. *fabaeformis* POLENOVA, 1953 - LETHIERS & CASIER, p. 75, pl. 3, fig. 22, 23.
- v. 1998a *Bairdia* cf. *fabaeformis* POLENOVA, 1953 sensu LETHIERS & CASIER, 1996 - CASIER & LETHIERS, tabl. 1 et 2.
- v. 1998b *Bairdia* (*Bairdia*) cf. *fabaeformis* POLENOVA, 1953 sensu LETHIERS (1981) - CASIER & LETHIERS, p. 80, tabl. 1.

DERIVATIO NOMINIS

Du latin *quasi* = presque, pour souligner la ressemblance avec l'espèce *B. fabaeformis* POLENOVA, 1953.

TYPES:

Holotype: une carapace, P6M 1943. (37a). Pl. 4, Fig. 2. L = 0,76 mm; h = 0,36 mm; e = 0,28 mm.

Paratype A: IRScNB n° b3480 (32e). Pl. 4, Fig. 3. L = 0,90 mm; h = 0,44 mm; e = 0,34 mm.

Paratype B: P6M 1935. (37a). Pl. 4, Fig. 4. L = 0,71 mm; h = 0,35 mm; e = 0,28 mm.

LOCUS TYPICUS

Stratotype de la limite des étages Frasnien et Famennien à Coumiac (Montagne Noire).

STRATUM TYPICUM

Partie supérieure du Frasnien et Famennien inférieur; de la Zone à *Ancyrognathus triangularis* à la Zone à *Palmatolepis rhomboidea* des Conodontes. doIδ à doIIβ.

MATERIEL

Une trentaine d'individus et fragments.

DIAGNOSE

Une espèce du genre *Bairdia*, à bord dorsal subparallèle au bord ventral, à extrémité antérieure vers la mi-hauteur, à bords antéro-dorsal et postéro-dorsal peu concaves. Silhouette dorsale régulièrement fusiforme.

DESCRIPTION

Carapace moyenne, de forme bairdioïde allongée. Bord dorsal presque rectiligne à faiblement convexe, légèrement plus long que le bord antéro-dorsal peu concave ou subrectiligne, lui-même légèrement plus long et moins pentu que le bord postéro-dorsal peu concave. Bord antérieur en petit arrondi à la mi-hauteur ou un peu au-

dessus. Bord antéro-ventral long et convexe. Bord ventral subrectiligne ou avec une faible concavité. Bord postéro-ventral long et convexe. Pointe postérieure située vers le 1/3 inférieur. Valve gauche recouvrant la valve droite avec une lèvre plus ou moins distincte au bord ventral. Hauteur maximale un peu en avant du centre. Silhouette dorsale régulièrement fusiforme, à pointes peu comprimées. Épaisseur maximale vers le centre. Surface lisse.

RAPPORTS ET DIFFERENCES

Notre espèce rappelle *Bairdia fabaeformis* POLENOVA, 1953 du Frasnien supérieur de la Plate-forme russe dont elle diffère par son bord antérieur plus haut et par l'allure de la silhouette dorsale. *B. birinae* EGOROV, 1953 possède également une extrémité antérieure plus basse, une pointe postérieure plus courte et un bord dorsal incliné vers l'avant. Une ressemblance existe avec *B. permagna* GEIS, 1932 du Mississippien nord-américain qui s'en distingue principalement par son bord antérieur plus bas, son bord postéro-dorsal concave et plus long.

REPARTITION

Plate-forme de l'Ouest du Canada: partie supérieure du Frasnien et Famennien. Etats-Unis d'Amérique, Nevada: partie supérieure du Frasnien. Belgique, Synclinorium de Dinant et Sahara algérien: Famennien basal. Allemagne, Kellerwald et Sud de la France, Coumiac: partie supérieure du Frasnien et Famennien inférieur.

Caractères paléocologiques de la faune d'Ostracodes

Avec les espèces survivantes, le Famennien inférieur du stratotype de Coumiac contient 59 espèces riches de renseignements paléocologiques, utiles dans l'interprétation de la recolonisation car pouvant être comparées avec celles du Frasnien supérieur du même site (LETHIERS

& CASIER, 1996a). Aucune d'elles ne montre une abondance significativement plus élevée qui pourrait biaiser les conclusions paléocologiques tirées des comparaisons statistiques qui suivent:

La répartition globale de cette association au sein des grands groupes d'Ostracodes (Tabl. 2) permet de dégager les remarques suivantes:

a. L'absence des Metacopina, comme dans le Frasnien supérieur. Ce sous-ordre d'Ostracodes, à carapaces relativement épaisses et sculptées, compose une part significative de l'écotype de l'Eifel (BANDEL & BECKER, 1975) qui caractérise les mers chaudes et peu profondes (par exemple, les milieux péri-récifaux) de la Paléotéthys au Dévonien Moyen et Supérieur.

b. Le fort pourcentage (49%) des espèces de Bairdia-cea qui n'atteignaient que 32% dans le Frasnien supérieur. En faciès carbonaté, la prépondérance de cette superfamille (dominée ici par des *Bairdia* à tests fins et des *Acratia*) indique un éloignement des conditions de l'étage infralittoral, c'est-à-dire un approfondissement sur le site de Coumiac. Cette tendance semble progresser plus ou moins régulièrement à partir de la base du Famennien eu égard aux pourcentages détaillés de certains niveaux, 41% en 32f vers plus de 50% en 42 et 43 (Tabl. 2) D'ailleurs le graphisme des répartitions biostratigraphiques montre l'allure d'une phase transgressive se repercutant sur une plate-forme externe (LETHIERS, 1996, fig. 5) avec deux pulsations discernables, en 32f et en 37a. Cette interprétation concorde avec l'eustatisme positif, généralement admis dans les zones à *P. triangularis* (JOHNSON *et al.*, 1985). Elle est également en accord avec les conclusions obtenues grâce à l'étude des associations de Conodontes (GIRARD & FEIST, 1997).

c. La rareté des Myodocopida, uniquement représentés ici par les Entomozoacea. Ce groupe abonde dans les faciès calmes et réducteurs. Le milieu était donc bien oxygéné, affirmation confortée par la méthode d'estimation du taux d'oxygène dissous, basé sur le pourcentage en espèces d'Ostracodes filtreurs qui résistent mieux dans les eaux déficitaires en oxygène (LETHIERS & WHATLEY, 1994). Avec 17% de filtreurs (11% à 19% selon les niveaux), notre association du Famennien inférieur permet de proposer un ordre de grandeur de 6 ml/l. Il était légèrement inférieur (5,5 ml/l) dans le Frasnien supérieur en dehors des niveaux réducteurs du Kellwasser.

En prenant en compte le pourcentage des trois écotypes auxquels se rattachent les espèces (Tabl. 3), l'écotype de Thuringe (BANDEL & BECKER, 1975) montre presque un doublement de son pourcentage par rapport au Frasnien supérieur, spécialement à partir du niveau 32f. Nous retenons onze espèces faisant partie de cet assemblage: *Sinellites?* n. sp. A, *Orthonaria?* *biconvexa*, *Grammia famenniensis*, *Gerodia* sp., aff. *weyeri*, *Rectella?* *abdita* nov. sp., *Rectoplacera* sp., aff. sp. 2, *Bairdia* (B.) *felium-gibba*, *Bairdia* (B.) *comvelifera*, *Processobairdia antero-cerata* et les deux espèces survivantes du genre *Praebythoceratina*. Il s'agit de formes à carapaces fines et souvent épineuses qui dominent en domaine bathyal de faible énergie et aux eaux plus froides (LETHIERS &

Tableau 2 – Pourcentage des espèces dans les principaux groupes d'Ostracodes à la carrière supérieure de Coumiac.

Table 2 – Species percentage in the main ostracod groups from the Coumiac upper quarry.

STRAT.	Famennien inférieur						Rappel : Frasn. sup. (59 espèces)
	n° 32f	n° 35a	n° 37a	n° 42	n° 43	sur le total des 59 espèces	
OSTRACODES							
Palaeocopida <i>l.s.</i> + <i>Praebythoceratina</i>	26	18	17	11	15	20	25
Bairdiocypridoidea	30	32	30	29	30	24	29
Bairdioidea	41	46	48	53	52	49	32
Myodocopida	3	4	5	7	3	7	14

Tableau 3 – Pourcentage des espèces dans les trois écotypes d'Ostracodes reconnus dans la carrière supérieure de Coumiac. Ecotype de l'Eifel *sensu* BANDEL & BECKER (1975) *emend.* CASIER & LETHIERS (1998b).

Table 3 – Species percentage in the three ostracod ecotypes recognized in the Coumiac upper quarry. Eifelian ecotype *sensu* BANDEL & BECKER (1975) *emend.* CASIER & LETHIERS (1998b).

STRAT. Ecotypes	Famennien inférieur	Rappel : Frasnien supérieur
Ecotype de l'Eifel	74	76
Ecotype de Thuringe + <i>Praebythoceratina</i>	19	10
Ostracodes pélagiques et/ou nectobenthiques	7	14

CRASQUIN, 1987), mais dont une partie monte sur les secteurs calmes des étages circlittoraux comme c'est le cas ici.

En conclusion le milieu de dépôt du Famennien inférieur de Coumiac ne diffère pas fondamentalement de celui du Frasnien supérieur mais se distingue par quelques nuances: la pente carbonatée de la plate-forme externe s'approfondit légèrement et les eaux, probablement un peu plus froides, semblent s'oxygéner davantage.

Caractères de la reconquête à Coumiac

Après l'événement de la limite Frasnien-Famennien, matérialisé par le niveau réducteur n° 31g, la recolonisation semble difficile dans la Zone à *P. triangularis* inférieure des Conodontes. Dans le premier niveau n° 32a, trois espèces survivantes seulement (sur 17) sont revenues de leur milieu refuge et accompagnent une première espèce famennienne: *Acratia* (*C.*) *sagittaeformis* nov. sp. En fait, celle-ci provient d'une espèce survivante ouest-canadienne, par sous-spéciation géographique (voir l'étude systématique). Dans le niveau n° 32b, une deuxième espèce famennienne arrive, *Reticestus?* n. sp. A, avec quelques espèces survivantes de plus.

La recolonisation progressive débute réellement à partir du banc n° 32c, c'est-à-dire environ 500 mille ans après la limite Frasnien-Famennien, d'après la calibration géochronologique de SANDBERG & ZIEGLER (1996). Des paliers de diversification se remarquent dans la Zone à *P. triangularis* moyenne (banc n° 32f) puis dans la Zone à *P. crepida* inférieure (banc n° 37a) où les biotopes semblent reconquis après 1,5 million d'années. La légère baisse de la courbe de diversité (Fig. 2) à partir du banc n° 42, s'explique par l'absence d'échantillonnage au-dessus du

niveau 47 qui écourte artificiellement certaines extensions biostratigraphiques.

Parmi les espèces survivantes sympatriques (= 17 espèces à Coumiac), certaines reviennent apparemment inchangées comme *Amphissites imbecillus* LETHIERS & CASIER, 1996b par exemple, mais d'autres subissent un léger déplacement génétique de type chronocline d'après les analyses biométriques sommaires effectuées sur *Healdianella alba* LETHIERS, 1981, *Micronewsomites natus* (ROZHDESTVENSKAJA, 1972) et *Famenella poskairovaensis* LETHIERS & CASIER, 1996b. Ces espèces survivent également dans d'autres régions comme en Allemagne (CASIER & LETHIERS, 1998a), ou dans d'autres provinces comme à l'Ouest du Canada (LETHIERS, 1981). Cependant *Bairdia quasifabaeformis* nov. sp. qui traverse la limite Frasnien-Famennien à Coumiac, en Allemagne et dans l'Ouest du Canada, ne survit pas au Nevada et, au contraire, apparaît dans le Famennien basal du Synclinorium de Dinant, Belgique (voir la partie systématique sur cette espèce). Les facteurs paléocéologiques régionaux interfèrent donc avec l'extension verticale des espèces: cette constatation n'est pas nouvelle mais dans notre problème d'extinction on voit que, dans une coupe géologique précise, des "vraies fausses" disparitions événementielles et des "vraies fausses" apparitions post-événementielles peuvent exister. Ce dernier cas est illustré par *Acratia* (*C.*) *incurvata* LETHIERS & FEIST, 1991a subsp. A qui apparaît à Coumiac dans le banc n° 33a, mais qui survit dans la carrière Schmidt en Allemagne (= *Acratia* cf. *tichonovitchi sensu* CASIER & LETHIERS, 1998a). De même, *Bairdia* (*B.*) *feliumgibba* BECKER, 1982 débute au banc n° 39 à Coumiac alors que cette espèce semble présente dès le Frasnien (do1γ) dans les faciès profonds de Thuringe et du Harz d'après BECKER (1982).

Quand la survivance s'effectue par une sous-spéciation, l'allopatie est de règle; citons *Acratia* (*C.*) *sagittaeformis* nov. sp. qui provient probablement d'*Acratia* sp. E LETHIERS, 1981 de l'Ouest canadien et se propage rapidement dans le Famennien basal du Sahara algérien, de Coumiac et d'Allemagne (voir la partie systématique sur cette espèce), ainsi que *Bairdia* (*R.*) *obliqua* ROZHDESTVENSKAJA, 1972 subsp. A originaire du Frasnien de la Plate-forme russe.

Les autres espèces qui arrivent après la crise biologique sont issues de spéciations dont les modalités et les origines restent à déterminer. Cette question complexe peut néanmoins s'approcher en distinguant plusieurs catégories.

a. La majorité de ces nouvelles espèces appartient généralement à des genres ubiquistes au Frasnien terminal: *Bairdia*, *Acratia*, *Famenella*, *Bairdiacypris*, *Bairdiocypris*, *Microcheilinella*, *Rozhdestvenskayites*. Comme des espèces très voisines n'existent apparemment pas dans le Frasnien terminal de Coumiac, l'origine allopatrice est probable mais sans précisions supplémentaires jusqu'ici bien que de nombreuses possibilités soient présentes. Certaines apparaissent en même temps dans des régions éloignées, suggérant une spéciation géographique

très rapide, paraissant instantanée à l'échelle de nos investigations stratigraphiques; citons *Microcheilinella voronensis* SAMOILOVA, 1970 (Coumiac et Plate-forme russe) et *Famenella persipqua* ROZHDESTVENSKAJA, 1972 subsp. A (= *F. n. sp. A*, aff. *persipqua* sensu CASIER *et al.*, 1997) connue également en Allemagne et en Chine du Sud.

b. Une minorité de ces nouvelles espèces pose un problème accru quant à leur origine parce qu'elles appartiennent à des genres incertains et peu représentés: *Retella? abdita* nov. sp., *Aparchites? n. sp. A* et *Reticestus? n. sp. A*.

c. Une troisième catégorie comprend des nouvelles espèces qui sont probablement fondatrices de nouveaux genres qui débutent donc au Famennien basal et se diversifient rapidement au Famennien supérieur. Il s'agit de *Processobairdia anterocerata* BLUMENSTENGEL, 1965, *Gerodia* sp., aff. *weyeri* GRÜNDEL, 1972 et *Orthonaria? biconvexa* nov. sp. Ajoutons également *Grammia fameniensis* nov. sp. dont une seule espèce est actuellement connue dans le Frasnien terminal de Coumiac: *Grammia lorenzi* LETHIERS & CASIER, 1996a. Ces genres se rattachent à l'écotype de Thuringe tout en rappelant certains genres néritiques par des caractères évidents: *Processobairdia* vient des *Bairdia*, *Grammia* vient des *Microcheilinella*, *Gerodia* et *Orthonaria* sont issus de Bairdiocyprididae. Dans ces cas, une spéciation allopatrique a eu lieu depuis le domaine néritique vers l'épibathyal et non entre des aires géographiques des plateaux continentaux.

Ces différentes catégories, dans l'arrivée des nouvelles espèces post-événementielles, suggèrent que la reconquête des biotopes s'effectue grâce à des "solutions" évolutives très diverses et non selon une modalité unique.

Conclusions

Dans le stratotype de la limite des étages Frasnien et

Famennien, la reconquête post-événementielle chez les Ostracodes du Famennien inférieur s'effectue par 59 espèces recensées; celles-ci comprennent 17 espèces survivantes (= 25% environ des espèces du Frasnien terminal de Coumiac) et 42 espèces nouvellement arrivantes.

Les espèces qui survivent à la crise, étaient eurybiontes et ont trouvé refuge dans des environnements moins profonds, probablement proches du littoral. Le passage de la limite Frasnien-Famennien s'accompagne parfois d'une légère dérive génétique. Une espèce survivante à Coumiac (*B. quasifabaeformis*) semble ne pas l'être dans d'autres régions.

Les nouvelles espèces qui arrivent après la crise, proviennent généralement de spéciations allopatriques rapides entre différentes aires des plateaux continentaux. Quelques-unes, appartenant à l'écotype "profond", ont pris naissance à partir d'espèces néritiques par un déplacement vers l'étage épibathyal. Deux espèces, *Acratia incurvata* et *Bairdia feliumgibba*, sont connues pour survivre ailleurs; deux autres, *Acratia sagittaeformis* nov. sp. et *Bairdia obliqua*, correspondent à des stades sous-spécifiques de lignées frasnienne allopatriques. Ces quatre dernières espèces constituent de "vraies fausses" nouvelles espèces.

La mobilité des populations semble donc conditionner la pérennité de nombreuses lignées spécifiques, les conditions défavorables déclenchant des sortes de mouvements amiboïdes rapides au sein des aires biogéographiques en équilibre avant la crise.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement Denise Brice (Lille), Jenero Garcia-Alcade (Oviedo) et Raimund Feist (Montpellier), pour leur lecture critique du manuscrit.

Le travail a été soutenu par l'ESA 7073 et le projet Crisevole du C.N.R.S. ainsi que le FRFC 2.4511.94 du F.N.R.S.

Index bibliographique

BANDEL, K. & BECKER, G., 1975. Ostracoden aus paläozoischen pelagischen Kalken der Karnischen Alpen (Silurium bis Unterkarbon). *Senckenbergiana lethaea*, **56**, 1: 1-83.

BECKER, G., 1981. Ostracoda aus Cephalopoden-führendem Oberdevon im Kantabrischen Gebirge (N-Spanien). 1. Hollinacea, Primitiopsacea, Kirkbyacea, Healdiacea und Bairdiocypridacea. *Palaeontographica*, A, **173**, 1/4: 1-63.

BECKER, G., 1982. Ostracoda aus Cephalopoden-führendem Oberdevon im Kantabrischen Gebirge (N-Spanien). 2. Bairdiacea, Cytheracea und Entomozoacea. *Palaeontographica*, A, **178**, 4/6: 109-182.

BECKER, G. & BLUMENSTENGEL, H., 1995. Ostracoden vom Thüringer Ökotyp aus der "Postriff-Kappe" des Rübeler Riffs (Elbingeröder Komplex, Harz; Obere *crepida*-Zone, Oberdevon). *Abhandlungen und Berichte für Naturkunde*, **18**: 63-101.

BECKER, R.T., 1993. Stratigraphische Gliederung und Ammonoiten-Fauna im Nehdenium (Oberdevon II) von Europa und Nord-Afrika. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **155**, 405 p.

BECKER, R.T., FEIST R., FLAJS, G., HOUSE, M.R. & KLAPPER, G., 1989. Frasnian-Famennian extinction events in the Devonian at Coumiac, southern France. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences Paris*, sér. II, **309**: 259-266.

BECKER, R.T. & HOUSE, M.R., 1994. Kellwasser Events and goniatite successions in the Devonian of the Montagne Noire with comments on possible causations. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **169**: 45-77.

BLUMENSTENGEL, H., 1965. Zur Taxonomie und Biostratigraphie verkieselter Ostracoden aus dem Thüringer Oberdevon. *Freiberger Forschungshefte*, C **183**: 1-127.

- BOYER, F., KRYLATOV, S., LE FEVRE, J. & STOPPEL, D., 1968. Le Dévonien supérieur et la limite dévono-carbonifère en Montagne Noire (France). Lithostratigraphie-biostratigraphie (Conodontes). *Bulletin du Centre de Recherches, Pau-SNPA*, **2**: 5-33.
- BRAUN, W.K., 1968. Upper Devonian ostracod Faunas of Great Slave Lake and northeastern Alberta, Canada. In: OSWALD, D.H. ed. International Symposium Devonian System, Calgary, 1967, **2**: 617-652.
- BRAUN, W.K. & LETHIERS, F., 1982. A new Late Devonian ostracode fauna and its bearing on the Frasnian-Famennian boundary in western Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **19**, 10: 1953-1962.
- BUGGISCH, W., 1991. The global Frasnian-Famennian "Kellwasser Event". *Geologische Rundschau*, **80**, 1: 49-72.
- BUSCHMINA, L.S., 1975. (Ostracodes du Carbonifère basal des Monts Kolymans). *Trudy Instituta Geologii I Geofiziki, Akademija Nauk SSSR, Sibirskoe Otdelenie*, **219**: 1-104 (en russe).
- BUSCHMINA, L.S., 1977. (Ostracodes tournaisiens du Bassin de Karaguanda. In: Nouvelles données sur la faune et la stratigraphie du Paléozoïque moyen et supérieur de l'URSS). *Trudy Instituta Geologii I Geofiziki, Akademija Nauk SSSR, Sibirskoe Otdelenie*, **345**: 95-136 (en russe).
- CASIER, J.-G., 1982. Les ostracodes du Frasnien et de la base du Famennien de la coupe du km 30 (Saoura, Sahara algérien). *Bulletin de la Société belge de Géologie*, **91**, 4: 195-207.
- CASIER, J.-G. & DEVLEESCHOUWER, X., 1995. Arguments (Ostracodes) pour une régression culminant à proximité de la limite Frasnien-Famennien, à Sinsin (Bord sud du Bassin de Dinant, Belgique). *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, **65**: 51-68.
- CASIER, J.-G. & LETHIERS, F., 1998a. Ostracods Late Devonian mass extinction: the Schmidt quarry parastratotype (Kellerwald, Germany). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Sciences de la terre et des planètes*, **326**: 71-78.
- CASIER, J.-G. & LETHIERS, F., 1998b. Les ostracodes du Frasnien terminal (Zone à *linguiformis* des Conodontes) de la coupe du col de Devils Gate (Nevada, USA). *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, **68**: 77-95.
- CASIER, J.-G., LETHIERS, F. & CLAEYS, P., 1996. Ostracod evidence for an abrupt mass extinction at the Frasnian/Famennian boundary (Devils Gate, Nevada, USA). *Compte rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, **322**: 415-422.
- CASIER, J.-G., LETHIERS, F. & HOU, H.-F., 1997. Ostracods from the Frasnian/Famennian transition beds in the Lijiaping section (Hunan, southern China). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, **325**: 433-438.
- COEN, M., MICHIELS, D. & PARISSÉ, E., 1988. Ostracodes dinantiens de l'Ardenne. *Mémoires de l'Institut géologique de l'Université de Louvain*, **34**: 1-42.
- COOPER, C.L., 1941. Chester ostracodes of Illinois. *Illinois State Geological Survey Report and Investigations*, **77**, 101 p.
- EGOROV, V., 1953. (Ostracodes de l'étage frasnien de la plate-forme russe. II. Bairdiidae, Hollinidae, Kirkbyidae.) *Vsesoyuznogo Neftyanogo Nauchno-issledovatel'skogo Geologorazvedochnogo Instituta*, 135 p. (en russe).
- ENGEL, W., FEIST, R. & FRANKE, W., 1981. Le Carbonifère anté-stéphanien de la Montagne Noire: rapports entre mise en place des nappes et sédimentation. *Bulletin du Bureau de Recherches géologiques et minières*, 21ème sér., sect. 1, **4**: 341-389.
- FEIST, R., (édit.) 1983. The Devonian of the Montagne Noire (France). Guide book of the Field Meeting, Montagne Noire 1983, International Union of Geological Sciences, Subcommittee of Devonian Stratigraphy, Montpellier, p. 1-62.
- FEIST, R., 1985. Devonian Stratigraphy of the Southeastern Montagne Noire (France). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, **75**: 331-352.
- GEIS, H.L., 1932. Some Ostracodes from the Salem Limestone, Mississippian, of Indiana. *Journal of Paleontology*, **6**, 2: 149-188.
- GIRARD, C. & FEIST, R., 1997. Eustatic trends in conodont diversity across the Frasnian-Famennian boundary in the stratotype area, Montagne Noire, Southern France. *Lethaia*, **29**: 329-337.
- GRÜNDEL, J., 1961. Zur Biostratigraphie und Facies der Gattendorfia-Stufe in Mitteldeutschland unter besonderer Berücksichtigung der Ostracoden. *Freiberger Forschungshefte*, **C 111**: 1-173.
- GRÜNDEL, J., 1962. Zur Taxonomie der Ostracoden der Gattendorfia-Stufe Thüringens. *Freiberger Forschungshefte*, **C 151**: 51-105.
- GRÜNDEL, J., 1972. Eine neue Ostracodenart aus der Wocklumeria-Stufe (Oberdevon). *Geologie*, **21**: 859-861.
- HOUSE, M.R., KIRCHGASSER, W.T., PRICE, J.D. & WADE, G., 1985. Goniatites from Frasnian (Upper Devonian) and adjacent strata of the Montagne Noire. *Hercynica*, **1**: 1-21.
- JOHNSON, J.G., KLAPPER, G. & SANDBERG, C.A., 1985. Devonian eustatic fluctuations in Euramerica. *Geological Society of America Bulletin*, **96**: 567-587.
- KLAPPER, G., 1988. The Montagne Noire Frasnian (Upper Devonian) conodont succession: In: McMILLAN, N.J., EMBRY, A.F. & GLASS, D.J., eds. Devonian of the World, Calgary 1987. *Memoirs Canadian Society of Petroleum Geologists*, **14**, 3: 449-468.
- KLAPPER, G., FEIST, R., BECKER, R.T. & HOUSE, M., 1994. Definition of the Frasnian/Famennian Stage boundary. *Episodes*, **16** (4): 433-441.
- KOTSCHETKOVA, N.M., 1980. Nouveaux Ostracodes du Tournaisien supérieur du Sud de l'Oural. In: Stratigraphie et paléontologie du Paléozoïque au Sud de l'Oural. *Akademiya Nauk URSS, section bachkirienne*: 60-66 (en russe).
- KUMMEROW, E., 1939. Die Ostrakoden und Phyllopoden des deutschen Unterkarbons. *Abhandlungen der preussischen geologischen Landesanstalt N.F.*, **194**, 107 p.
- LETHIERS, F., 1972. Ostracodes famenniens dans l'Ouest du Bassin de Dinant (Ardenne). *Annales de la Société Géologique du Nord*, **92**: 155-169.
- LETHIERS, F., 1978. Ostracodes du Dévonien terminal de la Formation Big Valley, Saskatchewan et Alberta. *Palaeontographica*, **A**, **162**: 81-143.
- LETHIERS, F., 1981. Ostracodes du Dévonien terminal de l'Ouest du Canada: systématique, biostratigraphie et paléoécologie. *Géobios*, mémoire spécial, **5**: 244 p.
- LETHIERS, F., 1996. Le graphisme des tableaux biostratigraphiques à ostracodes dans l'analyse des corps sédimentaires. *Bulletin de la Société géologique de France*, **167**: 645-650.
- LETHIERS, F. & CASIER, J.-G., 1995. Les Ostracodes du Frasnien terminal ("Kellwasser" supérieur) de Coumiac (Montagne Noire, France). *Revue de Micropaléontologie*, **38**, 1: 63-77.
- LETHIERS, F. & CASIER, J.-G., 1996a. Les Ostracodes qui disparaissent avec l'événement Frasnien/Famennien au limitotype

- de Coumiac (Montagne Noire, France). *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, **66**: 73-91.
- LETHIERS, F. & CASIER, J.-G., 1996b. Les Ostracodes survivants à l'événement F/F dans le limitotype de Coumiac (Montagne Noire, France). *Annales de la Société géologique de Belgique*, **117** (1994), 1: 137-153.
- LETHIERS, F. & CRASQUIN, S., 1987. Reconnaissance des milieux profonds de la Paléotéthys à l'aide des Ostracodes. *Bulletin de la Société géologique de France*, **3**, 3: 415-423.
- LETHIERS, F. & CRASQUIN-SOLEAU, S., 1988. Comment extraire les microfossiles à tests calcitiques des roches calcaires dures. *Revue de Micropaléontologie*, **31**, 1: 56-61.
- LETHIERS, F. & FEIST, R., 1991a. La crise des ostracodes benthiques au passage Frasnien-Famennien de Coumiac (Montagne Noire, France méridionale). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, sér. II, **312**: 1057-1063.
- LETHIERS, F. & FEIST, R., 1991b. Ostracodes, stratigraphie et bathymétrie du passage Dévonien-Carbonifère au Viséen inférieur en Montagne Noire (France). *Geobios*, **24**, 1: 71-104.
- LETHIERS, F. & WHATLEY, R., 1994. The use of Ostracoda to reconstruct the oxygen levels of Late Paleozoic oceans. *Marine Micropaleontology*, **24**: 57-69.
- LI, Zu-wang, 1987. Record of ostracodes from the Lower Carboniferous Chouniukou Formation in Jingyuan, Gansu. *Acta Micropalaentologica Sinica*, **4** (3): 313-328 (en chinois avec un résumé en anglais).
- MATERN, H., 1929. Die Ostracoden des Oberdevons. I. Teil: Aparchitidae, Primitiidae, Zygobolbidae, Beyrichiidae, Kloedenellidae, Entomidae. *Abhandlungen der Preussischen Geologischen Landesanstalt N.F.*, **118**, 100 p.
- NECKAJA, A., 1958. Nouvelles espèces et nouveaux genres d'ostracodes de l'Ordovicien et du Silurien de la partie nord-occidentale de la Plate-forme russe. *Trudy Vsesoyuznogo Neftyanogo Nauchno-issledovatel'skojo Geologorazvedochnogo Instituta*, Novaya Seriya, **115**: 349-379 (en russe).
- OLEMPSKA, E., 1979. Middle to Upper Devonian Ostracoda from the southern Holy Cross Mountains, Poland. *Palaeontologia Polonica*, **40**: 57-162.
- OLEMPSKA, E., 1981. Lower Carboniferous ostracodes of the Holy Cross Mountains, Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, **26**, 1: 35-53.
- OLEMPSKA, E., 1997. Changes in benthic ostracod assemblages across the Devonian-Carboniferous boundary in the Holy Cross Mountains, Poland. *Acta Palaeontologica Polonica*, **42**, 2: 291-332.
- ORLOV, A.N., 1997. A new genus of Devonian Ostracoda. *Journal of Micropalaeontology*, **16**: 59-64.
- POLENOVA, E., 1953. (Ostracodes des sédiments dévoniens du champ dévonien central et de la moyenne Volga). *Trudy Vsesoyuznogo Neftyanogo Nauchno-issledovatel'skojo Geologorazvedochnogo Instituta*, Novaya Seriya, **68**, 185 p. (en russe).
- RABIEN, A., 1960. II. Zur stratigraphischen Gliederung des Kulms. Zur Ostracoden-Stratigraphie an der Devon/Karbon-Grenze im Rheinischen Schiefergebirge. *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen*, **3**, 1: 61-106.
- RICHTER, R., 1848. Beitrag zur Paläontologie des Thüringer Waldes. Die Grauwacken des Bohlens und des Pfaffenberges bei Saalfeld. Dresden und Leipzig (Arnoldi), 48 p.
- ROZHDESTVENSKAJA, A., 1972. (Ostracodes du Dévonien Supérieur de la Bachkirie). Institut Geologii, Bachkirskii filial, Akademiya Nauk SSSR, 139 p. (en russe).
- SAMOILOVA, R.B., 1970. Ostracodes famenniens de la Plate-forme russe centrale. *Paleontologicheskij Zhurnal*, **2**: 63-71 (en russe).
- SANDBERG, C.A. & ZIEGLER, W., 1996. Devonian conodont biochronology in geologic time calibration. *Senckenbergiana lethaea*, **76**, (1/2): 259-265.
- SCHEVTSOV, S.I., 1964. (Nouveaux ostracodes de l'horizon Zavolsk de la dépression Kama-Kinel). *Paleontologicheskij Zhurnal*, **4**: 114-119 (en russe).
- SHI, Cong-Guang, 1982. Some early Carboniferous Ostracodes from Nyam, Xizang (Tibet). *Acta Paleontologica Sinica*, **21**: 309-314 (en chinois avec résumé en anglais).
- TSCHIGOVA, V.A., 1958. (Ostracodes de l'horizon de Kizelov de la région de Saratov-Volgograd). *Trudy Vsesoyuznyy Neftgazovyy Nauchno-Issledovatel'skiy Institut*, **14**: 58-85 (en russe).
- WALLISER, O.H., 1984. Geologic Processes and Global Events. *Terra cognita*, **4**: 17-20.
- WANG, Shangqi, 1988. Ostracode faunas from the early Carboniferous Wangyou Formation in Nandan of Guangxi and their Paleocotype. *Memoirs of Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academy of Sinica*, **24**: 269-330 (en chinois avec résumé en anglais).
- ZANINA, I.E., 1960. (Nouveaux ostracodes du Dévonien supérieur des régions centrales de la Plate-forme russe). *Paleontologicheskij Zhurnal*, **3**: 77-89 (en russe).
- ZASPELOVA, V.S., 1959. (Ostracodes et leur signification pour la stratigraphie du Dévonien des régions du NW de la Plate-forme russe). *Trudy Vsesoyuznogo Neftyanogo Nauchno-issledovatel'skojo Geologorazvedochnogo Instituta*, Novaya Seriya, **136**: 1-97 (en russe).

Francis LETHIERS
Université Paris 6

Département de Géologie sédimentaire
Laboratoire de Micropaléontologie
4, place Jussieu
F-75252 Paris Cedex 05
France
E-mail: lethiers@ccr.jussieu.fr

Jean-Georges CASIER
Département de Paléontologie
Section de Micropaléontologie-Paléobotanique
Institut royal des Sciences naturelles de Belgique
rue Vautier, 29
B-1000 Bruxelles
Belgique
E-mail: casier.pal@kbinirsnb.be

Manuscrit soumis le 25 Juin 1998
Manuscrit corrigé remis le 1^{er} Octobre 1998

Extended abstract

In relation with the study of the Late Devonian mass extinction, we present here the fourth part of our investigations on ostracods from the famous Coumiac upper quarry in the Montagne Noire, Southern France (Fig. 1). The first part dealt with di-

saster species from the reducing Upper Kellwasser horizon (LETHIERS & CASIER, 1995), the second one concerned the surviving species (LETHIERS & CASIER, 1996b) and the third one showed the 42 species which disappear at the end of the Frasnian (LETHIERS & CASIER, 1996a). In this last part, we present the lower Famennian species in order to understand the post-event recovery.

Twenty-one samples (32a to 47) have been collected in 13 m of massive limestones belonging to the upper part of the Coumiac Formation and to the Lower Griotte Formation. The hot acetolysis method (LETHIERS & CRASQUIN-SOLEAU, 1988) was used for the extraction of microfossils.

The 59 ostracod species recognized in the lower Famennian belong to an original assemblage in which Metacopida, characteristic of the Eifelian ecotype (BANDEL & BECKER, 1975), are absent and Myodocopida, often occurring during oxygen depleted water conditions, are very scarce. On the contrary, Podocopida predominate with a high percentage of Bairdiacea (49%) which begins at 41% in sample 32f and culminates at 50% in samples 42 and 43 (Tabl. 2). This is indicative of a moderate deepening of the outer carbonated platform, confirmed also by the occurrence of 11 species belonging to the Thuringian ecotype (*Ibid.*) (Tabl. 3), known to remove themselves occasionally from quiet epibathyal areas to the outer platform. The biostratigraphic chart (Tabl. 1) indicates a transgressive trend, by steps, particularly in beds 32f and 37a. This is in accord with the eustatic curve proposed by JOHNSON *et al.* (1985). The relative proportion of filter-feeding ostracod species in comparison with deposit-feeding ones (LETHIERS &

WHATLEY, 1994) suggests a well oxygenated environment with a value of about 6 ml/l O₂.

The recovery was assumed by 17 surviving species and 42 newly arriving species. This recovery seems difficult during about 5000 years following the Frasnian-Famennian boundary, then biodiversity increases step by step.

Sympatric surviving species pass through the Frasnian-Famennian boundary without or with little genetic changes. Surviving is also linked with an allopatric subspeciation, and some surviving species in a given area do not survive in others.

The newly arriving species originate from very fast allopatric speciations and show several types: 1) Most of them belong to ubiquitous genera such as: *Bairdia*, *Acratia*, *Famenella*, *Bairdiocypris*, *Bairdiocypris*, *Microcheilinella* and *Rozhdestvenskayites*. 2) The origin of some others is more problematic because they belong to scarcer uncertain genera. 3) A lot of species seems to originate new genera such as *Gerodia*, *Orthonaria?*, *Processobairdia* and *Grammia* which are related to the deeper Thuringian ecotype. Origination of these species comes from neritic species by moving to epibathyal areas.

Many evolutive ways are adopted during the recovery and mobility is the rule for maintaining specific lineages, the disastrous event causing fast amiboidal-like movements in the biogeographic species areas.

Six new species are erected. One, *Bairdia quasifabaeformis* nov. sp. survives the Frasnian-Famennian event whereas the five others: *Rectella? abdita* nov. sp., *Grammia famenniensis* nov. sp., *Orthonaria? biconvexa* nov. sp., *Famenella inflexa* nov. sp. and *Acratia sagittaeformis* nov. sp. newly arrive.

Explication des planches

Les spécimens figurés sur les planches 1 à 4 proviennent du Famennien de la carrière supérieure de Coumiac. Les numéros entre parenthèses indiquent les bancs échantillonnés (voir la Fig. 2). P6M = collection Ostracodes de l'Université de Paris 6, Laboratoire de Micropaléontologie. IRScNB = collection de la section de Micropaléontologie-Paléobotanique, Département de Paléontologie de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique.

Specimens figured on Plates 1 to 4 were collected in the Famennian of the Coumiac upper quarry. Numbers in parentheses indicate sampled beds (see Fig. 2). P6M = ostracod collection of the Paris 6 University, Laboratory Micropaleontology. IRScNB = Micropaleontology-Paleobotanic collection, Department of Paleontology of the Belgium royal Institute of Natural Sciences.

PLANCHE - PLATE 1

- Fig. 1 – *Aparchites?* n. sp. A. P6M 1828. (32f). Vue dorsale. Dorsal view. x 100.
 Fig. 2 – *Aparchites?* n. sp. A. IRScNB n° b3453. (32c). Vue latérale gauche. Left lateral view. x 100.
 Fig. 3 – *Aparchites?* n. sp. A. P6M 1830. (32f). Vue latérale gauche. Left lateral view. x 85.
 Fig. 4 – *Rozhdestvenskayites* cf. *pistrakae* (TSCHIGOVA, 1958). IRScNB n° b3454. (40). Vue latérale. Lateral view. x 100.
 Fig. 5 – *Rozhdestvenskayites* cf. *pistrakae* (TSCHIGOVA, 1958). IRScNB n° b3455. (46). Vue latérale. Lateral view. x 100.
 Fig. 6 – *Rozhdestvenskayites* cf. *pistrakae* (TSCHIGOVA, 1958). P6M 1942. (37a). Vue ventrale. Ventral view. x 100.
 Fig. 7 – *Primitiopsacea* sp. indet. IRScNB n° b3456. (34). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 8 – *Primitiopsacea* sp. indet. IRScNB n° b3457. (40). Vue latérale gauche. Left lateral view. x 80.
 Fig. 9 – *Microcheilinella voronensis* SAMOILOVA, 1970. IRScNB n° b3458. (42). Vue latérale droite. Right lateral view. x 90.
 Fig. 10 – *Microcheilinella voronensis* SAMOILOVA, 1970. IRScNB n° b3459. (32d). Vue latérale droite. Right lateral view. x 90.
 Fig. 11 – *Microcheilinella voronensis* SAMOILOVA, 1970. P6M 1809. (37a). Vue ventrale. Ventral view. x 70.
 Fig. 12 – *Bairdiocypris* sp., aff. *rudolphi* (KUMMEROW, 1939). IRScNB n° b3460. (41). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 13 – *Cytherellina?* sp. IRScNB n° b3461. (32c). Vue latérale droite. Right lateral view. x 70.

- Fig. 14 – *Reticestus?* n. sp. A, cf. sp. OLEMPKA, 1979. P6M 1625. (32b). Vue latérale droite. Right lateral view. x 140.
 Fig. 15 – *Reticestus?* n. sp. A, cf. sp. OLEMPKA, 1979. P6M 1624. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 140.
 Fig. 16 – *Reticestus?* n. sp. A, cf. sp. OLEMPKA, 1979. P6M 1626. (37a). Vue dorsale. Dorsal view. x 150.
 Fig. 17 – *Rectella? abdita* nov. sp. Paratype. P6M 1948. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 150.
 Fig. 18 – *Rectella? abdita* nov. sp. Paratype. P6M 1947. (37a). Vue dorsale. Dorsal view. x 170.
 Fig. 19 – *Rectella? abdita* nov. sp. Holotype. P6M 1967. (33a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 160.
 Fig. 20 – *Rectella? abdita* nov. sp. Paratype. P6M 1952. (35a). Vue dorsale. Dorsal view. x 150.
 Fig. 21 – *Sinessites?* sp. indet. IRScNB n° b3462. (43). Moule interne brisé. Broken internal cast. x 100.
 Fig. 22 – *Sinessites?* n. sp. A. IRScNB n° b3463. (42). Vue latérale d'un moule interne brisé. Lateral view of a broken internal cast. x 100.

PLANCHE - PLATE 2

- Fig. 1 – *Bairdiocyprididae?* sp. indet. IRScNB n° b3464. (41). Vue latérale gauche. Left lateral view. x 110.
 Fig. 2 – *Bairdiocyprididae?* sp. indet. IRScNB n° b3465. (36). Vue latérale droite. Right lateral view. x 115.
 Fig. 3 – *Paraparchitidae* sp. indet. IRScNB n° b3466. (41). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 4 – *Selebratina?* sp. P6M 1616. (37a). x 100. 4a = vue latérale gauche. Left lateral view. 4b = Vue dorsale. Dorsal view.
 Fig. 5 – *Gerodia* sp., aff. *weyeri* GRÜNDEL, 1972. P6M 1632. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 6 – *Microcheilinella* sp. A. IRScNB n° b3467. (39). Vue latérale droite. Right lateral view. x 70.
 Fig. 7 – *Microcheilinella* sp. A. IRScNB n° b3468. (39). Vue dorsale. Dorsal view. x 100.
 Fig. 8 – *Microcheilinella* sp. A. IRScNB n° b3469. (35). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 9 – *Acratia* sp., aff. *bidecliva* LETHIERS & FEIST, 1991a. P6M 1944. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 10 – *Acratia* sp., aff. *bidecliva* LETHIERS & FEIST, 1991a. P6M 1832. (33a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 11 – *Acratia* sp., aff. *bidecliva* LETHIERS & FEIST, 1991a. P6M 1819. (32f). Vue latérale droite. Right lateral view. x 115.
 Fig. 12 – *Acratia* sp., aff. *bidecliva* LETHIERS & FEIST, 1991a. P6M 1822. (32f). Vue dorsale avec deux artefacts linéaires. Dorsal view with two linear artefacts. x 120.
 Fig. 13 – *Grammia famenniensis* nov. sp. Holotype. P6M 1812. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 14 – *Grammia famenniensis* nov. sp. Paratype. P6M 1809. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 80.
 Fig. 15 – *Grammia famenniensis* nov. sp. Paratype. P6M 1806. (32f). Vue ventrale. Ventral view. x 100.
 Fig. 16 – *Grammia famenniensis* nov. sp. Paratype. P6M 1806. (32f). Vue ventrale. Ventral view. x 100.
 Fig. 17 – *Grammia famenniensis* nov. sp. Paratype. IRScNB n° b3470. (42). Vue latérale droite. Right lateral view. x 90.
 Fig. 18 – *Grammia famenniensis* nov. sp. Paratype. IRScNB n° b3471. (44). Vue dorsale. Dorsal view. x 100.
 Fig. 19 – *Rectoplacera* sp., aff. sp. 2 OLEMPKA, 1997. P6M 1623. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 70.
 Fig. 20 – *Rectoplacera* sp., aff. sp. 2 OLEMPKA, 1997. P6M 1941. (37a). Vue ventrale. Ventral view. x 100.
 Fig. 21 – *Orthonaria? biconvexa* nov. sp. Holotype. P6M 1137. (32f). Vue latérale droite. Right lateral view. x 90.
 Fig. 22 – *Orthonaria? biconvexa* nov. sp. Paratype. P6M 1629. (37a). Vue dorsale. Dorsal view. x 80.
 Fig. 23 – *Orthonaria? biconvexa* nov. sp. Paratype. P6M 1630. (37a). Vue ventrale. Ventral view. x 65.
 Fig. 24 – *Orthonaria? biconvexa* nov. sp. Paratype. IRScNB n° b3472. (43). Vue latérale droite. Right lateral view. x 80.
 Fig. 25 – *Orthonaria? biconvexa* nov. sp. Paratype. P6M 1631. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 65.
 Fig. 26 – *Bairdia (B.) comvelifera* BECKER, 1982 subsp. A. IRScNB n° b3473. (42). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.

PLANCHE - PLATE 3

- Fig. 1 – *Acratia* aff. *rostrataformis* SCHEVTSOV, 1964 *sensu* BECKER (1982). IRScNB n° b3474. (40). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 2 – *Acratia?* sp. P6M 1972. (37a). Vue dorsale. Dorsal view. x 100.
 Fig. 3 – *Acratia?* sp. P6M 1970. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 120.
 Fig. 4 – *Acratia* sp. *sensu* CASIER (1982). P6M 1826. (33a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 85.
 Fig. 5 – *Famenella inflexa* nov. sp. Holotype. P6M 1960. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 110.
 Fig. 6 – *Famenella inflexa* nov. sp. Paratype. P6M 1959. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 120.
 Fig. 7 – *Famenella inflexa* nov. sp. Paratype. P6M 1965. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 8 – *Famenella inflexa* nov. sp. Paratype. P6M 1966. (37a). Vue dorsale. Dorsal view. x 110.
 Fig. 9 – *Famenella inflexa* nov. sp. Paratype. P6M 1964. (37a). Vue dorsale. Dorsal view. x 110.
 Fig. 10 – *Famenella?* n. sp. A. P6M 1963. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 110.
 Fig. 11 – *Famenella?* n. sp. A. P6M 1962. (37a). Vue dorsale. Dorsal view. x 110.
 Fig. 12 – *Famenella* cf. *kairovaensis* ROZHDESTVENSKAJA, 1972. P6M 1939. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 180.
 Fig. 13 – *Famenella* cf. *kairovaensis* ROZHDESTVENSKAJA, 1972. P6M 1938. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 150.

- Fig. 14 – *Famenella* cf. *kairovaensis* ROZHDESTVENSKAJA, 1972. P6M 1940. (37a). Vue dorsale. Dorsal view. x 160.
 Fig. 15 – *Acratia sagittaeformis* nov. sp. Paratype. IRScNB n° b3475. (37b). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 16 – *Acratia sagittaeformis* nov. sp. Holotype. P6M 1799. (32f). Vue latérale droite. Right lateral view. x 65.
 Fig. 17 – *Acratia sagittaeformis* nov. sp. Paratype. P6M 1805. (32f). Vue dorsale. Dorsal view. x 80.
 Fig. 18 – *Acratia sagittaeformis* nov. sp. Paratype. IRScNB n° b3476. (41). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 19 – *Bairdia* (*B.*) n. sp. A LETHIERS, 1981. IRScNB n° b3477. (40). Vue latérale droite. Right lateral view. x 40.
 Fig. 20 – *Bairdia* (*B.*) *galinaeformis* LETHIERS, 1981 subsp. A. P6M 1939. (37a). Vue dorsale. Dorsal view. x 150.
 Fig. 21 – *Bairdia* (*B.*) *galinaeformis* LETHIERS, 1981 subsp. A. P6M 1936. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 125.
 Fig. 22 – *Acratia incurvata* LETHIERS & FEIST, 1991a subsp. A. P6M 1954. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 23 – *Acratia incurvata* LETHIERS & FEIST, 1991a subsp. A. IRScNB n° b3478. (40). Vue latérale gauche. Left lateral view. x 100.
 Fig. 24 – *Acratia incurvata* LETHIERS & FEIST, 1991a subsp. A. P6M 1953. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 25 – *Acratia incurvata* LETHIERS & FEIST, 1991a subsp. A. P6M 1955. (37a). Vue dorsale. Dorsal view. x 100.
 Fig. 26 – *Famenella persipua* ROZHDESTVENSKAJA, 1972 subsp. A. P6M 1949. (37a). Vue latérale gauche. Left lateral view. x 120.
 Fig. 27 – *Bairdiacypris* gr. *irregularis* (POLENOVA, 1953). P6M 1801. (32f). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.

PLANCHE - PLATE 4

- Fig. 1 – *Acratia ventriosa* GRÜNDEL, 1961 *sensu* BECKER & BLUMENSTENGEL (1995) pp. IRScNB n° b3479. (47). Vue latérale droite. Right lateral view. x 90.
 Fig. 2 – *Bairdia* (*R.*) *quasifabaeformis* nov. sp. Holotype. P6M 1943. (37a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 3 – *Bairdia* (*R.*) *quasifabaeformis* nov. sp. Paratype. IRScNB n° b3480. (32e). Vue latérale droite. Right lateral view. x 70.
 Fig. 4 – *Bairdia* (*R.*) *quasifabaeformis* nov. sp. Paratype. P6M 1935. (37a). Vue dorsale. Dorsal view. x 100.
 Fig. 5 – *Bairdia* (*R.*) cf. *superba* LETHIERS, 1981. IRScNB n° b3481. (43). Vue latérale droite. Right lateral view. x 70.
 Fig. 6 – *Bairdia* (*R.*) cf. *superba* LETHIERS, 1981. P6M 1807. (32f). Vue dorsale d'un spécimen brisé. Dorsal view of a broken specimen. x 65.
 Fig. 7 – *Bairdia* sp. B LETHIERS & CASIER, 1996a? IRScNB n° b3482. (32a). Vue latérale droite. Right lateral view. x 60.
 Fig. 8 – *Bairdia* (*R.*) *obliqua* ROZHDESTVENSKAJA, 1972 subsp. A. IRScNB n° b3483. (41). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 9 – *Bairdia* (*R.*) *obliqua* ROZHDESTVENSKAJA, 1972 subsp. A. P6M 1968. (37a). Vue dorsale. Dorsal view. x 100.
 Fig. 10 – *Bairdia* (*B.*) *feliumgibba* BECKER, 1982. IRScNB n° b3484. (39). Vue latérale droite. Right lateral view. x 90.
 Fig. 11 – *Bairdia* sp. C. IRScNB n° b3485. (46). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 12 – *Bairdia* sp. D. LETHIERS, 1972. IRScNB n° b3486. (46). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 13 – *Bairdia* (*R.*) cf. *karlensis* ROZHDESTVENSKAJA, 1972. IRScNB n° b3487. (42). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 14 – *Processobairdia anterocerata* BLUMENSTENGEL, 1965. P6M 1703. (37a). Vue dorsale. Dorsal view. x 75.
 Fig. 15 – *Processobairdia anterocerata* BLUMENSTENGEL, 1965. P6M 1135. (37a). Vue latérale droite d'un individu brisé. Right lateral view of a broken specimen. x 65.
 Fig. 16 – *Processobairdia anterocerata* BLUMENSTENGEL, 1965. P6M 1134. (37a). Vue latérale droite d'un individu brisé. Right lateral view of a broken specimen. x 55.
 Fig. 17 – *Richterina* (*R.*) *striatula* (RICHTER, 1848). IRScNB n° b3488. (45). Vue latérale. Lateral view. x 40.
 Fig. 18 – *Entomozoe* (*N.*) cf. *nehdensis* MATERN, 1929. IRScNB n° b3489. (42). Vue latérale droite. Right lateral view. x 100.
 Fig. 19 – *Entomozoe* (*N.*) cf. *nehdensis* MATERN, 1929. P6M 1958. (37a). Vue dorsale. Dorsal view. x 100.
 Fig. 20 – *Richterina* (*R.*) cf. *robusta* RABIEN, 1960. IRScNB n° b3490. (39). Vue latérale. Lateral view. x 100.

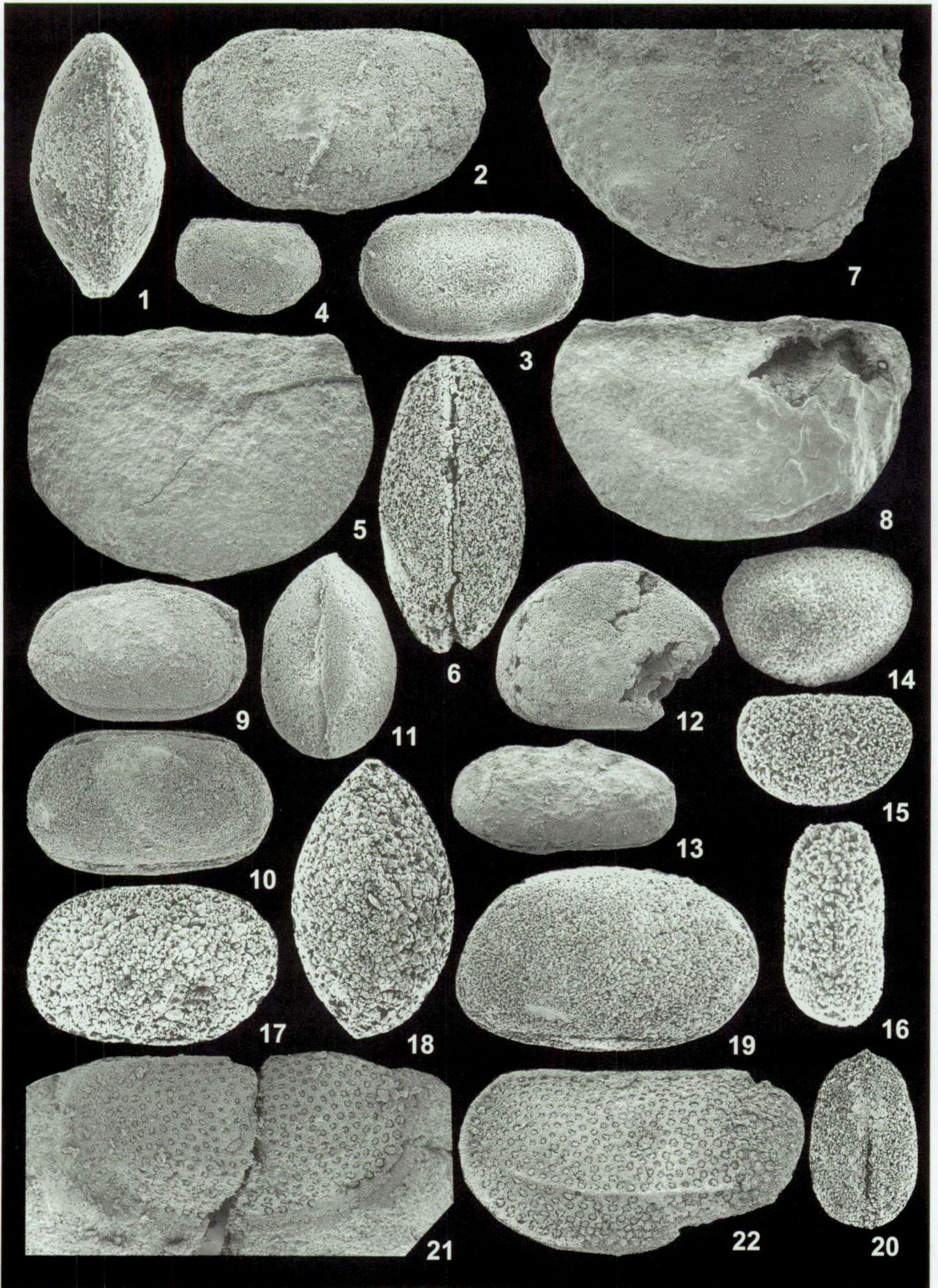


PLANCHE - PLATE 1

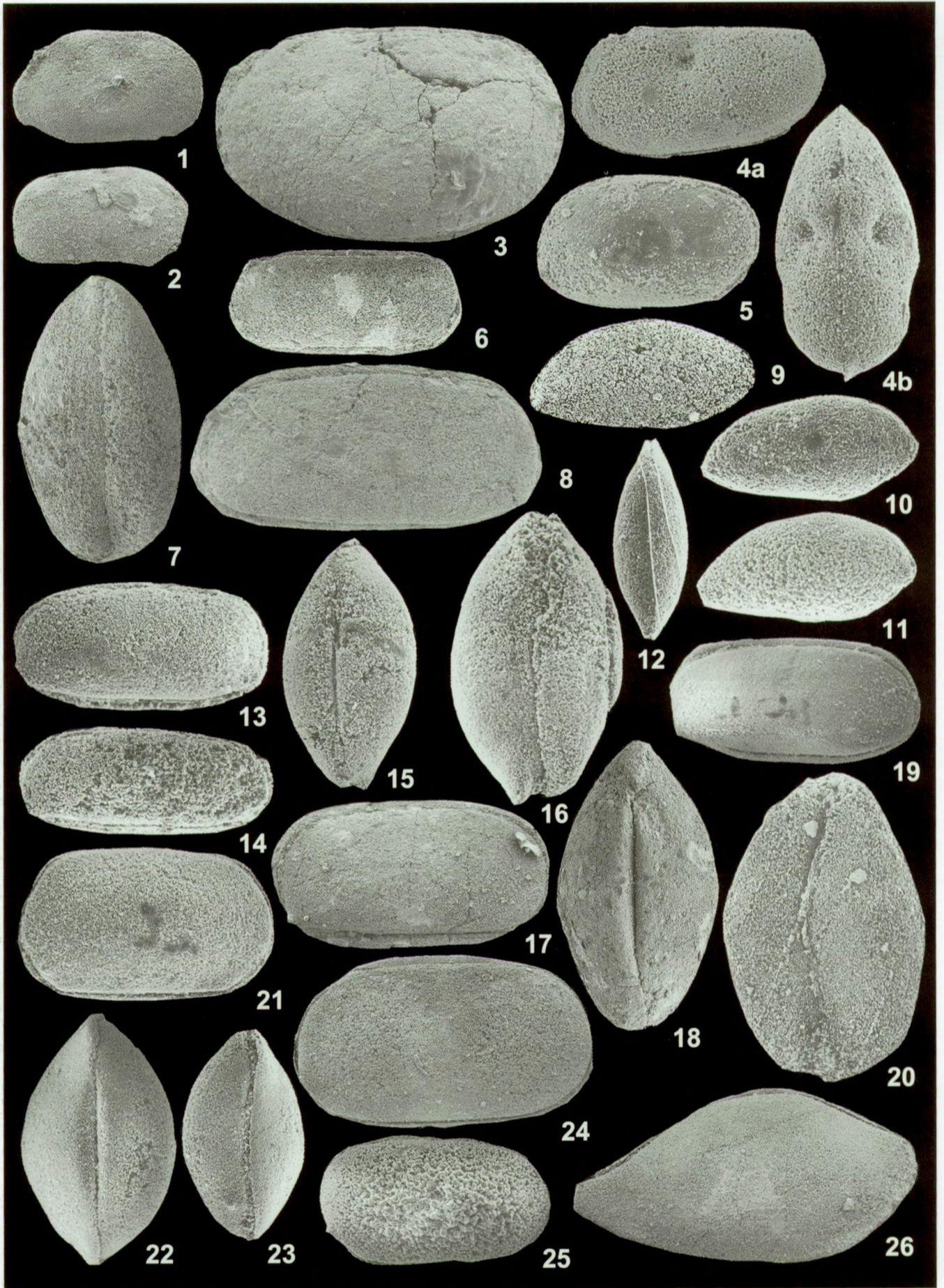


PLANCHE - PLATE 2

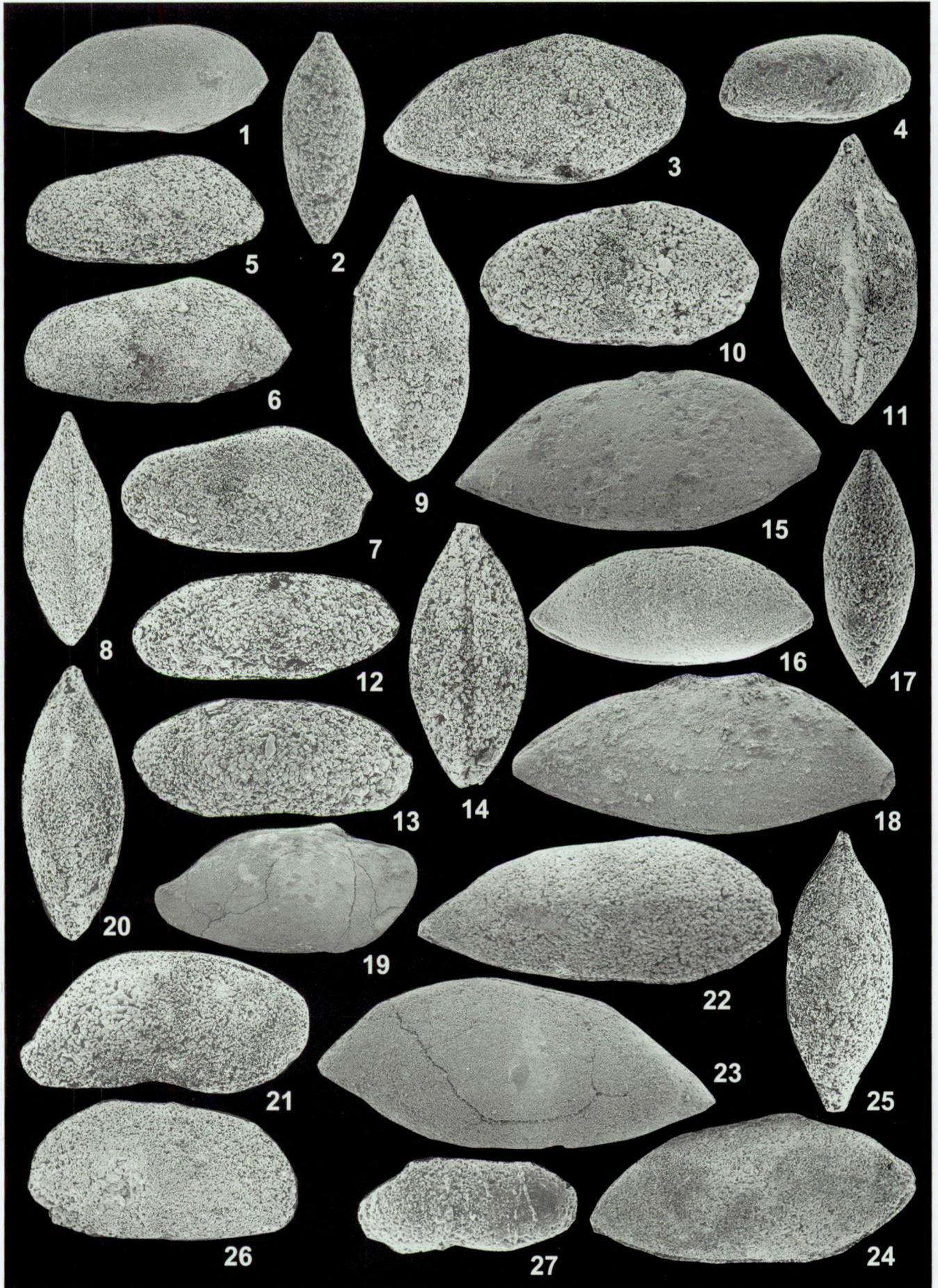


PLANCHE - PLATE 3

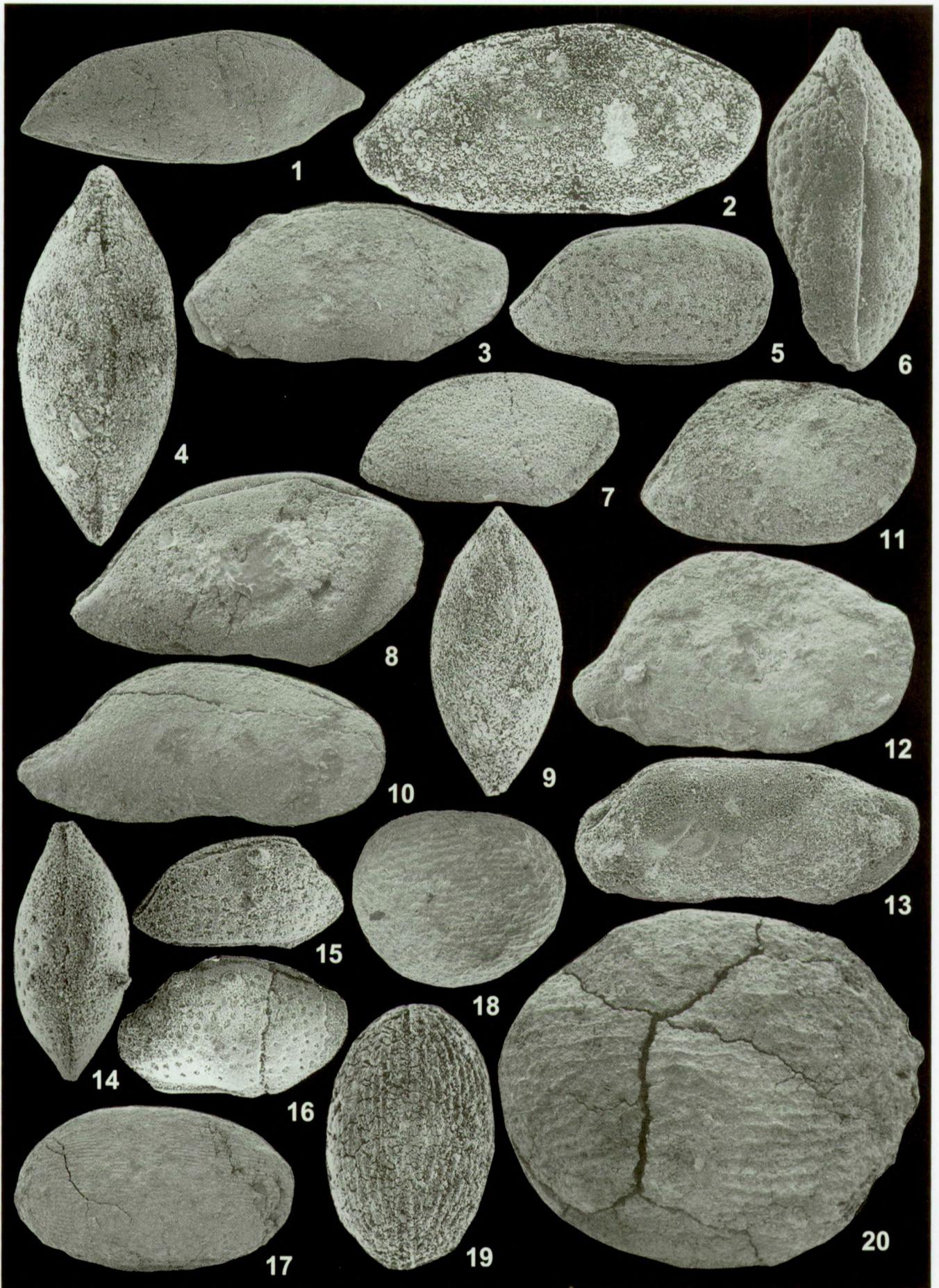


PLANCHE - PLATE 4