LES OSTRACODES ET LE PASSAGE PALÉOCÈNE-ÉOCÈNE DANS LES CORDILLÈRES BÉTIQUES (COUPE DE CARAVACA, ESPAGNE)

CLAUDE GUERNET & EUSTOQUIO MOLINA

GUERNET C. & MOLINA E. 1997. Les ostracodes et le passage Paléocène-Eocène dans les Cordillères bétiques (Coupe de Caravaca, Espagne). [Ostracodes across the Paleocene-Eocene boundary in the Betic Cordillera (Caravaca section, Spain)]. [Los ostrácodos y la transición Paleoceno-Eoceno en las Cordilleras Béticas (Corte de Caravaca, España]. GEOBIOS, **30, 1**: 31-43. Villeurbanne le 28.02.1997.

Manuscrit déposé le 13.07.1995; accepté définitivement le 05.09.1995.

RÉSUMÉ - Les associations d'ostracodes du Paléocène supérieur et de l'Eocène de Caravaca (Sud de l'Espagne) sont, au moins en partie, constituées d'espèces nouvelles dont *Trachyleberidea marginata* nov. sp., à la fois abondante et caractéristique. De même que *Cytherella* sp. 1 aff .*navetensis, Bairdia* cf. *cymbula, Krithe* sp. 1 et *Oertliella* ? sp. 1 aff. *aculeata, T. marginata* est présente sur toute la hauteur de la coupe. De possibles modifications de l'environnement, infralittoral à épibathyal, sont suggérées par la diminution de l'abondance des carapaces. Les espèces paléocènes et éocènes sont partiellement communes et la limite Paléocène-Eocène est donc, pour les ostracodes et en milieu infralittoral à épibathyal, moins tranchée que dans le NW de l'Europe.

MOTS-CLÉS: OSTRACODES, PALÉOCÈNE, ÉOCÈNE, TÉTHYS, ESPAGNE, CORDILLÈRES BÉTIQUES.

ABSTRACT - Late Paleocene to early Eocene associations of ostracodes from Caravaca (South of Spain) are, at least partially, constituted of new species of which *Trachyleberidea marginata* nov. sp. is at the same time abundant and characteristic. *Cytherella* sp. 1 aff. *navetensis, Bairdia* cf. *cymbula, Krithe* sp. 1, *Oertliella* ? sp. 1 aff. *aculeata* and *T. marginata* are present throughout the section. Possible modifications of the infralittoral to epibathyal environment (sources of nutriment) are only indicated by the reduced abondance of carapaces. The Paleocene and Eocene species are partially the same, and therefore the Paleocene/Eocene boundary is, for the infralittoral to epibathyal environment, less abrupt than in NW Europe.

KEYWORDS: OSTRACODES, PALEOCENE, EOCENE, TEHYS, SPAIN, BETIC CORDILLERA.

RESUMEN - Las asociaciones de ostrácodos del Paleoceno superior y del Eoceno inferior de Caravaca (Sur de España) están, al menos en parte, constituidas de especies nuevas, tal como *Trachyleberidea marginata* nov. sp. que es a la vez abundante y característica. *Cytherella* sp. 1 aff. *navetensis, Bairdia* cf. *cymbula, Krithe* sp. 1, *Oertliella* ? sp. 1 aff. *aculeata* y *T. marginata* están presentes a lo largo de todo el corte. Las posibles modificaciones del medio ambiente, infralitoral a epibatial, sólo son sugeridas por la disminución del número de caparazones. Las especies paleocenas y eocenas son parcialmente comunes, y por tanto el límite Paleoceno/Eoceno es, para los ostrácodos de medio infralitoral a epibatial, menos marcado que en el NW de Europa.

PALABRAS CLAVE: OSTRÁCODOS, PALEOCENO, EOCENO, TETHYS, ESPAÑA, CORDILLERAS BÉTICAS.

INTRODUCTION

Référence mondiale pour l'étude du passage Mésozoïque-Cénozoïque, la coupe de Caravaca est celle d'une série marine continue du Crétacé supérieur à l'Eocène moyen. Située dans la zone Subbétique de la Cordillère Bétique (Fig. 1), elle a été décrite pour la première fois par Durand Delga & Magné (1958) et réétudiée par Von Hillebrandt (1974) pour les foraminifères et par Romein (1979) pour le nannoplancton calcaire. Le passage Paléocène-Eocène a fait l'objet d'une étude stratigraphique, micropaléontologique et géochimique par Molina et al. (1994) et par Canudo et al. (1995). L'étude des ostracodes du Paléocène à l'Eocène inférieur est présentée ici pour la première fois.

Le Paléocène et l'Eocène correspondent à la Formation de Jorquera (Van Veen 1969), c'est-à-

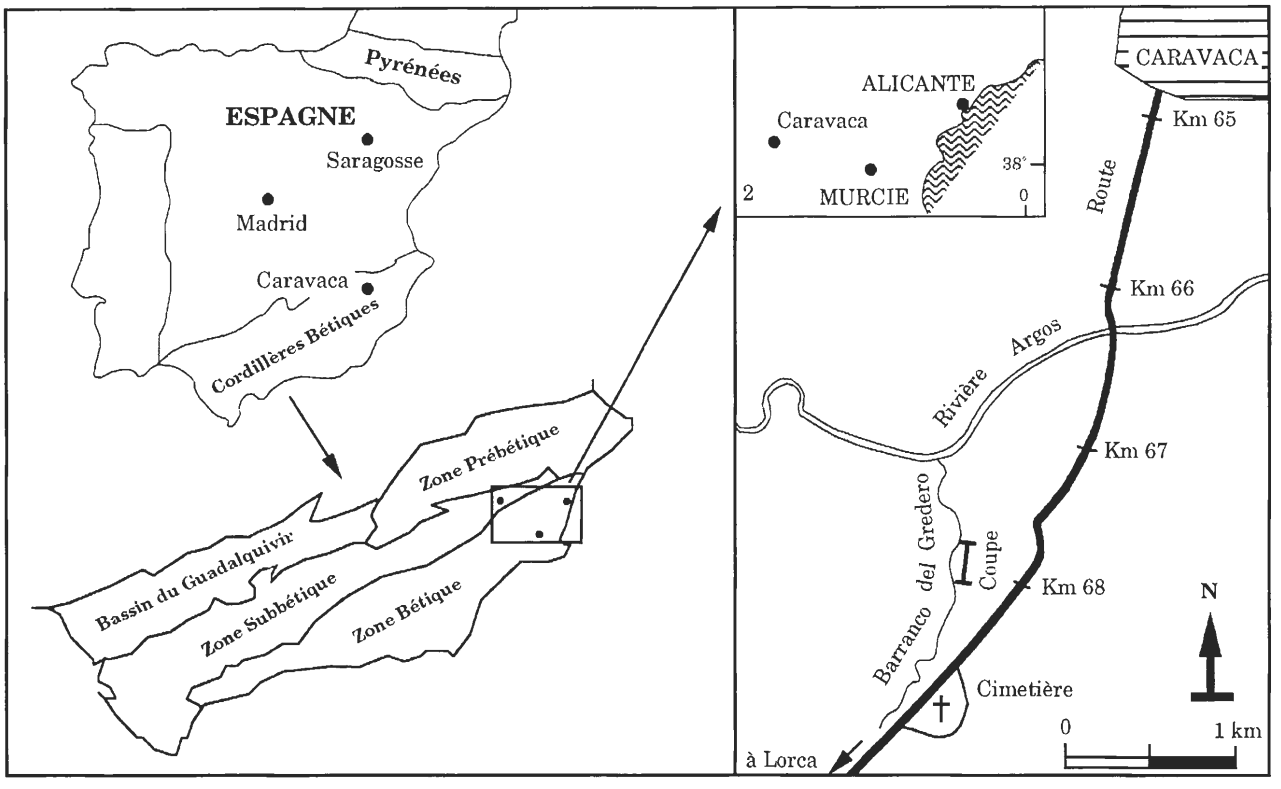


FIGURE 1 - Situation de la coupe de Caravaca. *Location of the Caravaca section.*

dire à 225 m de marnes alternant avec des calcaires gréseux. Le Paléocène est principalement marneux, à intercalations de lits minces de calcarénites en sa partie supérieure. Le passage à l'Eocène se fait au sein de 20 m de marnes et argiles contenant deux niveaux rapprochés à forte dissolution des carbonates. La base des argiles est gris sombre à noir et contient des organismes benthiques qui suggérent un événement anoxique (voir plus loin). L'Eocène inférieur est constitué de calcaires gris jaune, de calcarénites, de marnes et d'argiles interstratifiés. Plusieurs horizons à grands foraminifères (nummulites, alvéolines, discocyclines) sont présents dans les calcarénites. Celles-ci présentent fréquemment des stratifications obliques, "convolute laminations" et autres structures indiquant un niveau d'énergie élevé. Le sommet de la coupe est principalement marneux.

Les marnes paléocènes et éocènes contiennent des foraminifères planctoniques et du nannoplancton calcaire abondants et bien conservés. Les petits foraminifères benthiques sont relativement peu communs tandis que les grands foraminifères sont présents seulement à certains niveaux. Les zones de foraminifères reconnues sont les P3b, P4 (pour le Paléocène), P6a, P6b, P6c et P7 (pour l'Eocène inférieur) de Berggren & Miller 1988 (Canudo et al. 1995). La zone P5 et la partie inférieure de la P6a n'ont pas été identifiées du fait de l'existence d'un hiatus sédimentaire révélé par la disparition simultanée de 7 espèces et de l'apparition subséquente de 4 autre espèces. Ce hiatus qui pourrait représenter 0,7 Ma (Molina et al. 1994) est placé 2,5 m sous l'intervalle de dissolution qui marque la limite Paléocène-Eocène définie à Alamedilla par la disparition de *Igorina laevigata* et de *Subbotina velascoensis* (Arenillas & Molina, sous presse). Cependant, cette limite n'a pas été définie officiellement et beaucoup de biostratigraphes la placent à l'extinction de *M. velascoensis*, soit entre la P6a et la P6b, tandis que d'autres la placent à l'extinction de *P. pseudomenardii* qui définit le sommet de la P4. La limite retenue ici est caractérisée par l'extinction massive des petits foraminifères benthiques (Ortiz 1994) et une chute du $\delta 13$ C, événements qui correspondraient à une élévation du niveau de la mer et de la température des eaux profondes avec appauvrissement de celles-ci en oxygène (Molina et al. 1994).

L'étude présentée ici porte sur 80 m de sédiments dont 40 m, au voisinage de la limite entre les deux périodes, ont fait l'objet d'un échantillonnage serré (Fig. 2). Les ostracodes - fréquents dans le

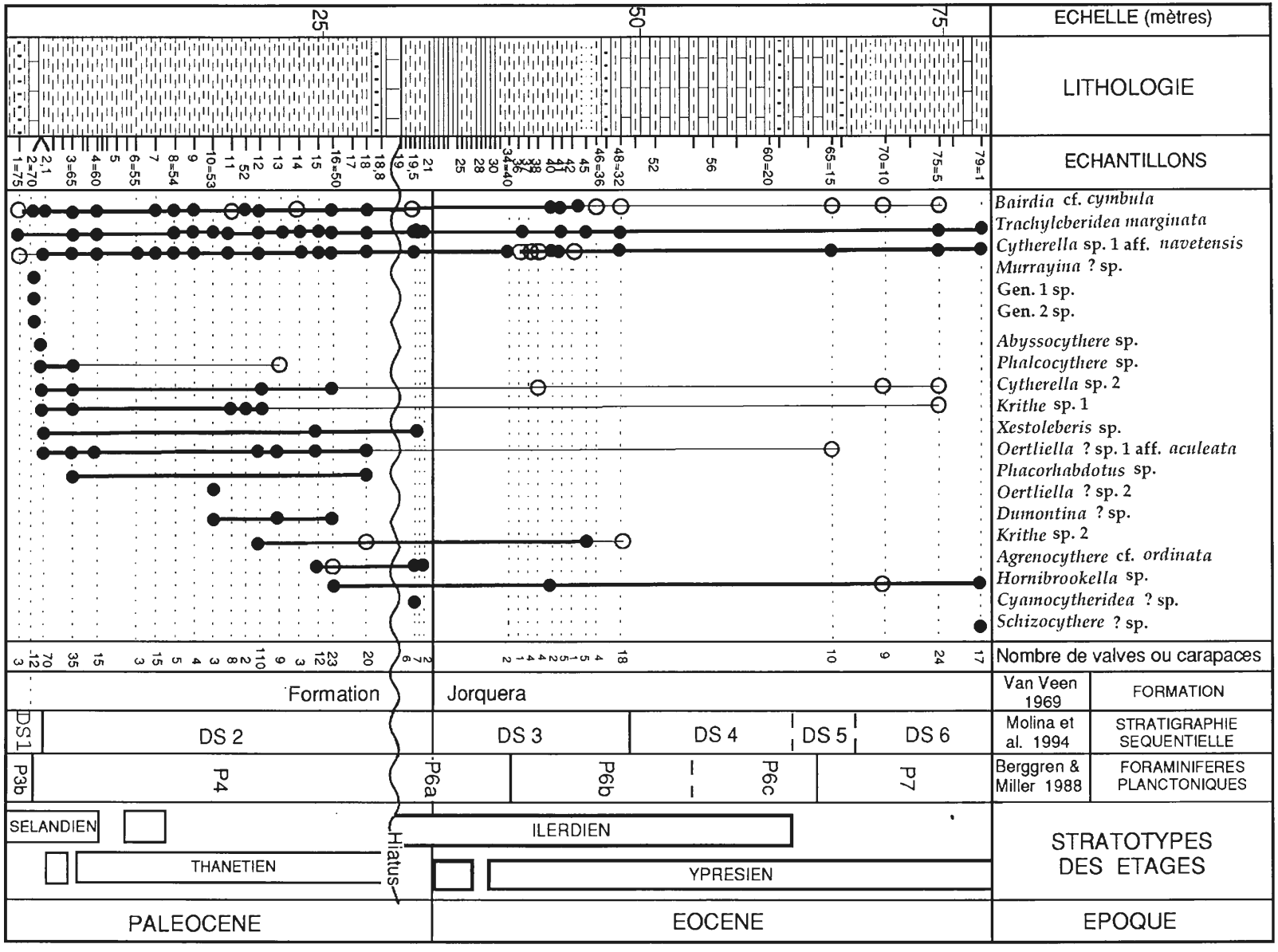


FIGURE 2 - Répartition des ostracodes du Paléocène supérieur à l'Eocène inférieur de la coupe de Caravaca (ronds vides : présence possible). *Distribution of ostracodes from late Paleocene to early Eocene of the Caravaca section (empty circles : possible presence).*

Paléocène et rares dans l'Eocène - ont été prélevés dans les fractions du sédiment de granulométrie supérieure à 100 micromètres.

SYSTÉMATIQUE

Les observations systématiques portent sur les espèces les plus communes ou les plus significatives au point de vue stratigraphique ou écologique. Les autres espèces, représentées par un nombre réduit de valves, sont néanmoins figurées; il s'agit de *Cyamocytheridea* sp., *Krithe* sp. 1, *K.* sp. 2, Gen. 1 sp., Gen. 2 sp., Gen. 3 sp., *Schizocythere* sp., *Xestoleberis* sp.

Ordre PODOCOPIDA Müller, 1894
Sous-ordre PLATYCOPA Sars, 1866
Famille CYTHERELLIDAE Sars, 1866

Genre ***Cytherella*** JONES, 1849

Espèce-type - *Cytherina ovata* ROEMER, 1840.

Cytherella sp.1 aff. *navetensis* BOLD, 1960
Fig. 3.1-3

A Caravaca, le Paléocène et l'Eocène inférieur contiennent deux espèces attribuables au genre *Cytherella. C.* sp. 1 appartient au groupe de *C. lata* BRADY, 1880, actuelle et bathyale, de *C. consueta* DELTEL, 1963, de l'Eocène d'Aquitaine, et de *C. navetensis.* Ces espèces possèdent des valves très dissymétriques: valve droite à bord dorsal très arrondi plongeant vers l'avant pour se raccorder insensiblement au bord antérieur, valve gauche à bord dorsal subhorizontal sauf en son extrémité postérieure où il plonge obliquement. Cependant le bord dorsal antérieur des valves droites de *C. lata* est nettement moins incliné que celui des valves droites de la *Cytherella* de Caravaca tandis que le bord dorsal des valves droites de *C. consueta* est plus régulièrement arrondi. C'est, par ses contours, de *C. navetensis* que l'espèce de Caravaca semble la plus proche. Toutefois les rapports hauteur/longueur sont de 0,66 et 0,62 pour les valves droites de Caravaca supposées respectivement femelles et mâles, longues de 1,15 mm alors qu'ils sont de 0,61 et 0,55 pour les types de *C. navetensis* BOLD, 1960, longs de 1,5 mm, différences peut-être liées au caractère juvénile des valves recueillies à Caravaca.

Cytherella sp. 2, allongée, à bords dorsal et ventral subparallèles, est représentée par de rares valves en médiocre état de conservation et de petite taille, peut-être larvaires. Elle n'est pas figurée dans ce travail.

Sous-ordre PODOCOPA Sars, 1866
Superfamille BAIRDIACEA Sars, 1866
Famille BAIRDIIDAE Sars, 1888

Genre ***Bairdia*** MCCOY, 1844
(=*Paranesidea* MADDOCKS, 1969)

Espèce type - *Bairdia curtus* MC COY, 1844

Bairdia cf. *cymbula* DELTEL, 1964
Fig. 3.7,10-12.

Les contours et les dimensions des valves des *Bairdia* juvéniles recueillies à Caravaca, aussi bien dans le Paléocène que dans l'Eocène, semblent être ceux de *Bairdia cymbula* DELTEL, 1964 et notamment de l'holotype. Cependant, les figurations originales des types sont anciennes et d'autre part, dans les échantillons de Caravaca, la seule valve présumée adulte, longue de 1,5 mm, est médiocrement conservée: l'attribution spécifique est donc incertaine. *B. cymbula* fut décrite à Peyrehorade (coupe de Lespontes), dans le Lutétien du SW de la France (Deltel 1964, p. 139-140, fig. 21-22, pl. 2 et Deltel 1961 pour la localisation géographique). Elle est citée par son auteur dans le Lutétien et le "Lédien" ou le "Bartonien".

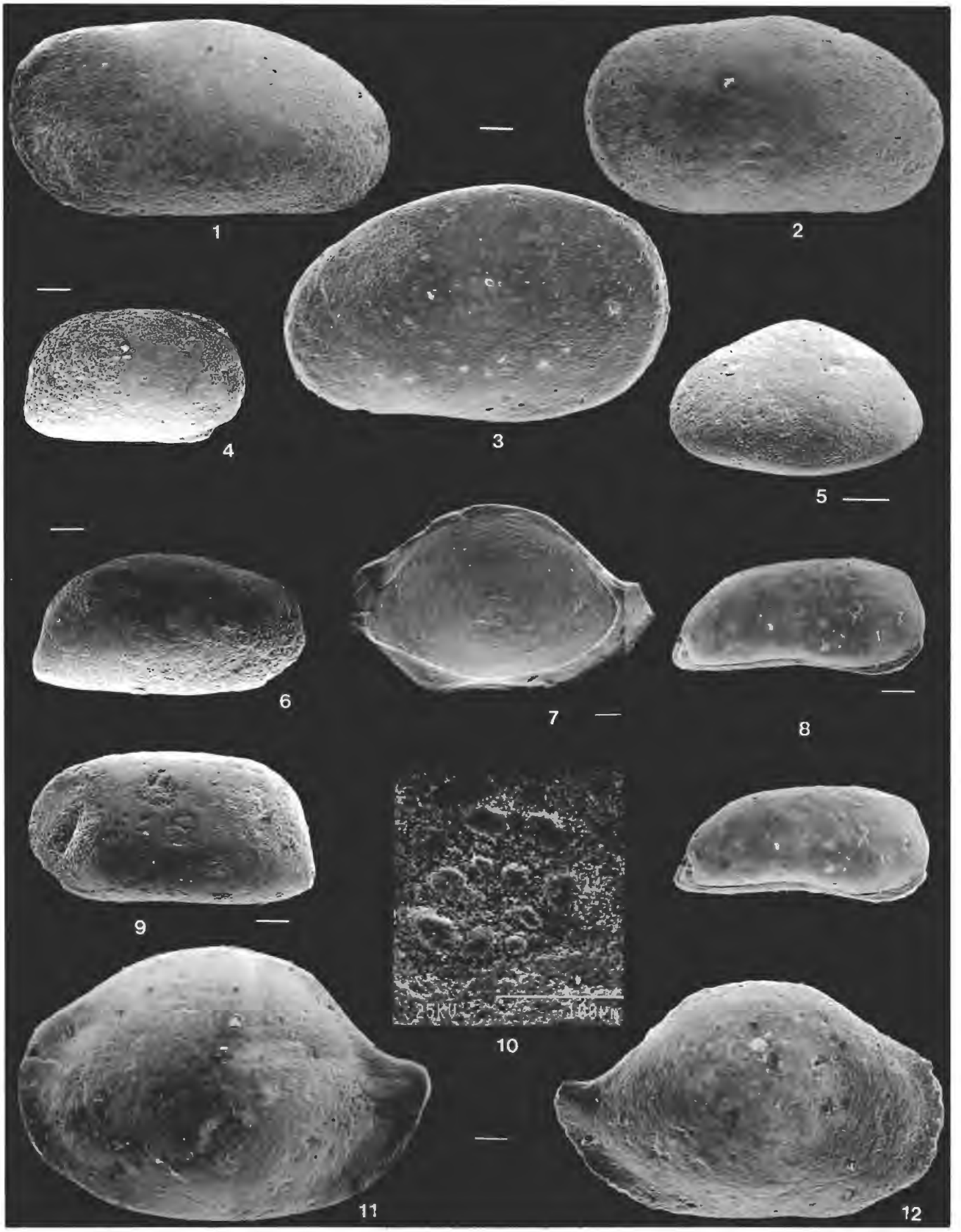
Superfamille CYTHERACEA Baird, 1850
Famille TRACHYLEBERIDIDAE *sensu* Sylvester-Bradley, 1948

Genre ***Trachyleberidea*** BOWEN, 1953

Espèce-type - *Cythereis prestwichiana* JONES & SHERBORN, 1887

Les caractéristiques génériques de *T. prestwichiana* sont les suivantes (d'après Bowen 1953, 1963; Hazel 1965; Moos 1967; Colin & Babinot 1979 et des observations personnelles de topotypes) :
- carapace de longueur généralement égale ou inférieure à 0,8 mm, aplatie, subtriangulaire en vue latérale, à extrémité postérieure plus ou moins anguleuse ;
- bourrelet antéromarginal se prolongeant ventra-

FIGURE 3 - **1-3**. *Cytherella* sp. 1 aff. *navetensis,* respectivement valves gauches mâle et femelle (Caravaca 12) et valve droite femelle (Caravaca 2,1). **4,6,9.** *Krithe* sp. 1, respectivement valve droite larvaire (femelle?) et valves droite et gauche supposées adultes (Car. 12). **8.** *Krithe* sp. 2, carapace en vue latérale droite (Car. 12). **5.** *Cyamocytheridea* ? sp., valve gauche (Car. 19,5). **7,10-12.** *Bairdia* cf. *cymbula,* respectivement valve droite immature en vue interne (Car. 54) et ses empreintes musculaires, valves gauche (Car. 1,2) et droite (Car. 12). Barre = 100 micromètres. **1-3**. *Respectively male and female left valves and female right valve.* **4,6,9.** *Respectively larval right valve (female?) and presumed mature right and left valves.* **8.** *Carapace, right lateral view.* **5.** *Left valve.* **7,10-12.** *Respectively larval right valve (inside view) and its central muscle scar, left and right valves.*


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
25KV
11
12

lement en une côte plus ou moins marquée et se relevant brusquement avant l'extrémité postérieure; côte médiodorsale plus ou moins sinueuse, s'abaissant subverticalement vers l'arrière; absence de côte médiane nettement différenciée ;
- tubercule oculaire faiblement développé ou absent ;
- surface grossièrement réticulée avec tendance à la célation, tubercule subcentral à l'emplacement des empreintes de muscles adducteurs et pores normaux simples (parfois pores-conuli), notamment aux noeuds réticulaires ;
- épines marginales antérieures et postérieures irrégulièrement développées ;
- caractères internes comme *Trachyleberis* sauf que l'empreinte frontale est dédoublée et que la dent cardinale postérieure semble être lobée; les quatre empreintes de muscles adducteurs sont interconnectées.

Le genre *Trachyleberidea* est, selon Hartmann et Puri (1974), synonyme de *Rectotrachyleberis* RUGGIERI, 1952 (=*Costa* NEVIANI, 1928); en fait, il se distingue nettement de ce second genre par sa forme triangulaire, la présence d'un tubercule subcentral et l'absence de côte médiane bien définie. *Dumontina* DEROO, 1966 et *Hazelina* MOOS, 1966, genres synonymes selon Hartmann et Puri, 1974, sont plus quadrangulaires, avec une extrémité postérieure plus arrondie.

Outre *T. prestwichiana*, de l'Yprésien des Bassins de Londres et de Belgique (Keij, 1957), les espèces suivantes sont rattachées au genre *Trachyleberidea* :
- *T. geinitzi* (REUSS, 1874) du Turonien et du Sénonien de l'Europe (Babinot 1980) ;
- *T. alandalusensis* REYMENT, 1984 du Turonien d'Espagne (Reyment 1984) ;
- *T. vezerae* COLIN, 1973 du Turonien du Bassin d'Aquitaine (France) ;
- *T. arta* (DAMOTTE, 1971) du Cénomanien et du Turonien de l'Europe (Babinot 1980) ;
- *T.* sp. du Santonien des Corbières (Tambareau et al. 1986, p. 25 et pl. 2, fig. 7) ;
- *T. acutiloba* (MARSSON, 1880) du Campanien et Maestrichtien du Nord de l'Europe (Deroo 1966; Herrig 1966) ;
- *T.* sp. du Campanien supérieur du NE de l'Espagne (Garcia Zarraga & Rodriguez Lazaro 1990).
- *T. tunisiensis* COLIN & SAID, 1982, du Campanien-Maestrichtien du Maghreb (in Donze et al. 1982; Damotte & Fleury 1987) ;
- *T.* sp. de l'Ilerdien des Corbières (Tambareau et al. 1986, p. 36) ;
- *T.* sp. cf. *prestwichiana* (*T. prestwichiana* in Ducasse et al., 1985) des marnes de Saint-Geours (Yprésien?) du bassin d'Aquitaine, citée jusque dans l'Oligocène du même bassin ;
- *T. posteroacuta* (LIENENKLAUS, 1900) de l'Oligocène de l'Allemagne du Nord (*in* Moos, 1966) ;
- *T. blanpiedi* (HOWE & LAW, 1936) de l'Oligocène d'Amérique du Nord (Hazel et al.1980) ;
- *T. pretiosa* LEVINSON, 1974, du Pléistocène circalittoral à bathyal du golfe du Mexique (Leroy & Levinson 1974).

Le genre *Trachyleberidea* apparaîtrait donc au Crétacé supérieur. Il semble disparaître d'Europe à la fin du Paléogène mais il est actuellement commun "along the Gulf and southeast Atlantic coasts", où il est représenté par *T. pretiosa* (BENSON in Leroy & Levinson 1974, p. 22). Selon Babinot & Colin (1979) les espèces du genre *Trachyleberidea* ont migré progressivement d'un environnement infralittoral (à huîtres ou à rudistes) au Cénomanien-Turonien à des environnements beaucoup plus profonds au Tertiaire, avec réduction ou disparition concomitantes des tubercules oculaires. Cependant, *T. prestwichiana* est citée par Keij (1957, tabl. 1, p. 27) dans les sables glauconifères de l'Yprésien du Bassin de Bruxelles, en association avec une ostracofaune à caractère infralittoral. En résumé, le genre *Trachyleberidea* peut être considéré comme caractéristique, au Paléogène, de milieux océaniques calmes, infralittoraux à bathyaux.

Trachyleberidea marginata nov. sp.
Fig. 4.2-5.

Derivatio nominis - Allusion au robuste bourrelet qui borde les valves, notamment à leur partie antérieure.

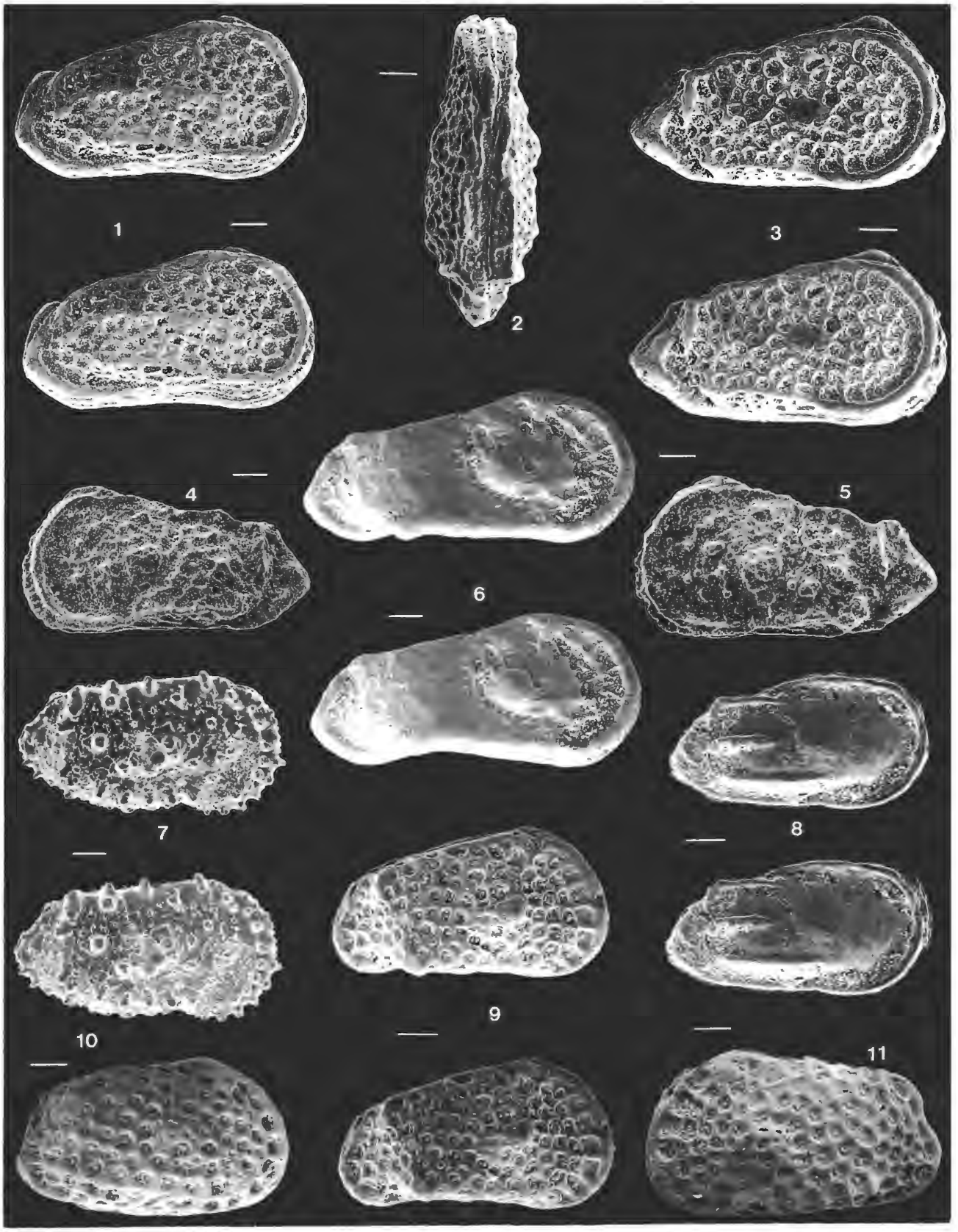
Holotypus (Fig. 4.2) - Une carapace présumée femelle n° P6M1234a (collection labo Micropal. UPMC).

Paratypoides (Fig. 4.4-5) - 4 valves et une carapace n° P6M1234b.

Locus-typicus - Barranco del Gredero, 4 km. au Sud de Caravaca de la Cruz, province de Murcie.

Stratum typicum - Formation de Jorquera, échantillon 12 attribué au Paléocène supérieur (biozone P4 des foraminifères planctoniques, Thanétien).

FIGURE 4 - **1.** *Dumontina* ? sp., carapace en vue latérale droite (Car. 53). **2-5.** *Trachyleberidea marginata* nov. sp., respectivement carapace en vue dorsale (holotype, Car. 12), carapaces en vue latérale droite (Car. 53) et gauche (Car. 12) et valve gauche (Car. 12). **6.** Gen. 1 sp., carapace en vue latérale droite (Car. 1). **7.** *Phalcocythere* sp., valve droite (Car. 2,1). **8.** Phacorhabdotus sp., carapace en vue latérale droite (Car. 18). **9.** Gen. 3 sp., carapace en vue latérale droite (Car. 79). **10-11.** *Hornibrookella* sp., respectivement carapaces en vues latérale droite et gauche (Car. 1). Barre = 100 micromètres. ***1.*** *Carapace, right lateral view.* **2-5.** *Respectively carapace, dorsal view (holotype), carapaces, right and left lateral view, and left valve.* **6.** *Carapace, right lateral view.* **7.** *Right valve.* **8.** *Carapace, right lateral view.* **9.** *Carapace, right lateral view.* **10-11.** *Respectively carapaces, right and left lateral view.*


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

Diagnose - Carapace allongée subtriangulaire à large bourrelet marginal relayé vers l'arrière par des côtes dorsale et ventrale; épines marginales peu développées et célation intra-réticulaire réduite.

Dimensions
holotype, carapace présumée femelle, longueur 0,83 mm. (+ ou - 0,01), hauteur: 0,44 (+ ou - 0,02), largeur 0,31 (+ ou - 0,01) ;
paratypes, carapace présumée femelle, L: 0,83 (+ ou - 0,01), h: 0,44 (+ ou - 0,02), l: 0,31 (+ ou - 0,02);
V.G. présumée femelle, L: 0,84 (+ ou - 0,01), h: 0,42 (+ ou - 0,01); V.D. présumée femelle, L: 0,84 (+ ou - 0,01), h: 0,41 (+ ou - 0,01) ;
V.G. présumée mâle, L: 0,86 (+ ou - 0,01), h: 0,39 (+ ou - 0,02); V.D. présumée mâle, L: 0,85 (+ ou - 0,01), h: 0,42 (+ ou - 0,01).

Rapports et différences - L'espèce connue la plus proche de *T. marginata* semble être *T. prestwichiana* qui est plus petite et dont les bourrelets et côtes sont nettement plus étroits.

Distribution - Cette espèce est présente sur toute la hauteur de la coupe étudiée, du Paléocène à l'Eocène inférieur (zones P3 à P7 pour les foraminifères planctoniques, NP5 et NP12 pour les nannofossiles calcaires).

Genre ***Dumontina*** Deroo, 1966
(=?*Hazelina* Moos, 1966)

Espèce-type - *Cythere puncturata* Bosquet, 1854

Dumontina? sp.
Fig. 4.1.

Trois carapaces supposées paléocènes (Fig. 2) possèdent les caractéristiques génériques externes du genre *Dumontina* (Deroo, 1966, p. 144) et notamment la petite taille (longueur de l'ordre de 0,8 mm.), le profil général étroit en vue dorsale, le bourrelet antéromarginal, l'absence de tubercule subcentral, la surface réticulée et costulée. L'extrémité postérieure en angle relativement obtus et l'absence de tubercule subcentral permet de distinguer les espèces du genre *Dumontina* de celles attribuables au genre *Trachyleberidea*. Cependant, les caractères internes des valves n'ayant pu être observés, leur attribution générique est incertaine.

Extérieurement, la *Dumontina* ? sp. se distingue des espèces connues supposées congénériques (*in* Deroo 1966) par sa forme à la fois triangulaire et trapue (en vue latérale), par l'existence d'une côte étroite mais bien individualisée et d'une réticulation lâche et irrégulière.

Genre ***Agrenocythere*** Benson, 1972

Espèce-type - *Agrenocythere spinosa* Benson, 1972

Agrenocythere ? cf. *ordinata* Deltel, 1964
Fig. 5.1.

Une valve gauche (Fig. 5.1) et deux débris provenant d'échantillons attribués au Paléocène supérieur (Fig. 2) appartiennent à l'espèce décrite par Deltel dans le Lutétien du Bassin d'Aquitaine (figuration dans Ducasse et al. 1985) ou plus vraisemblablement à une espèce voisine à bord postérodorsal plus rectiligne et à côte dorsale plus régulièrement convexe.

A. ordinata est citée par Ducasse et al. (1985) dans tout l'Eocène et l'Oligocène du Bassin d'Aquitaine. L'un d'entre nous (C. G.) a observé des valves identiques aux valves éocènes du Bassin d'Aquitaine dans l'Yprésien du Prérif (échantillon Feinberg BG 23,5 et DA133).

Genre ***Oertliella*** Pokorny, 1964

Espèce-type - *Cythere reticulata* Kafka, 1866

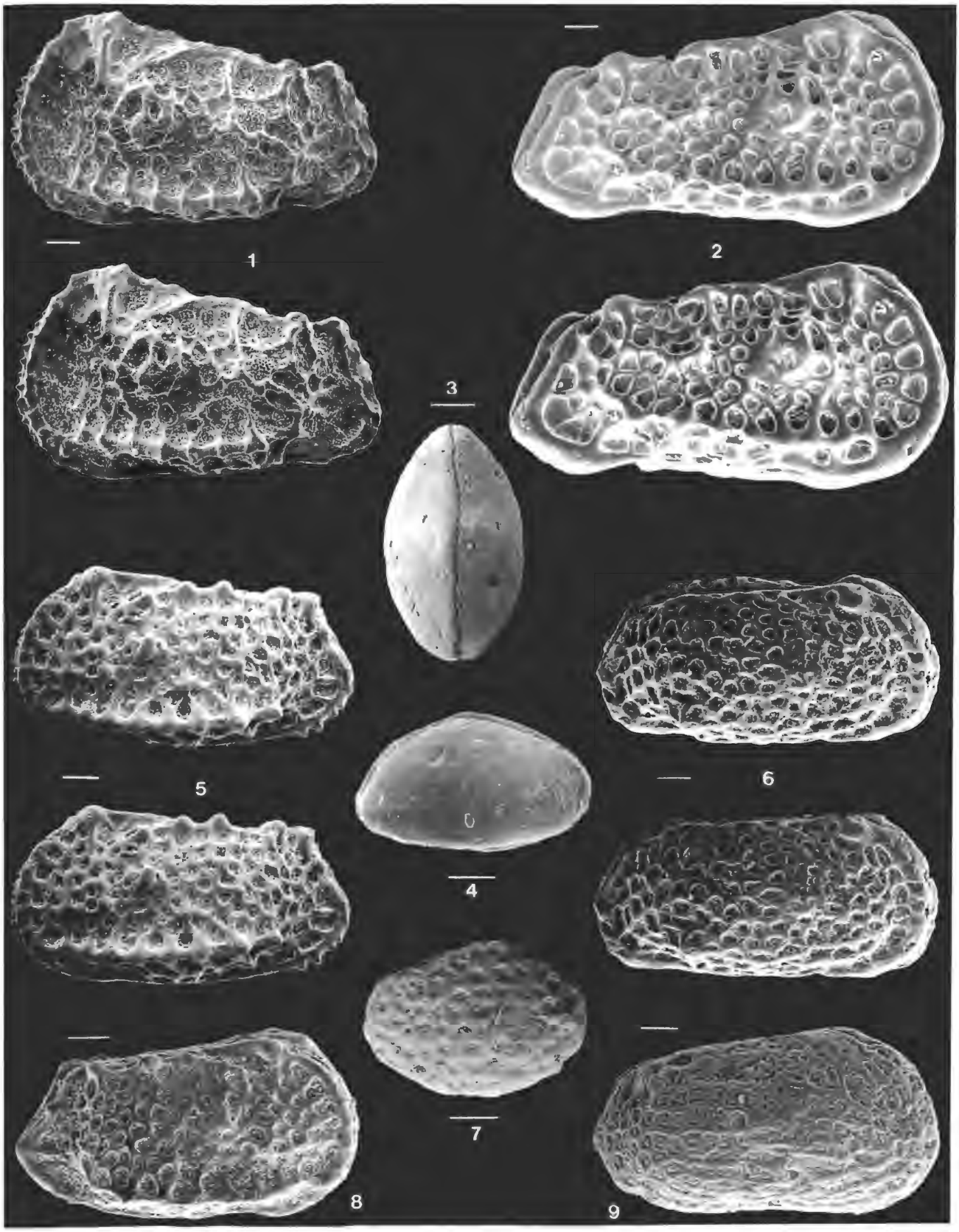
Oertliella ? sp. 1 aff. *aculeata*
Fig. 5.5, 8.

Oertliella ? sp. 1 se distingue des espèces du Paléocène ou de l'Eocène du Bassin d'Aquitaine et des Pyrénées attribuées à *Oertliella aculeata* (Carbonnel 1975; Ducasse 1972, Ducasse et al. 1985; Tambareau 1972, etc.) par l'ensemble des caractères suivants: bord dorsal peu incliné, épines et pores conuli émoussés (par suite d'une usure?), alvéoles antéromarginaux sensiblement festonnés. Elle est représentée dans le Paléocène de Caravaca par de rares carapaces en médiocre état de conservation (Fig. 2).

Oertliella ? sp. 2
Fig. 5.2

Cette espèce est représentée dans les échantillons thanétiens recueillis à Caravaca par une carapace (mâle?) longue de 1,3 mm. et par un fragment de valve. Très allongées, les valves sont ornementées d'un tubercule subcentral évoquant plutôt celui des *Oertliella* que celui des *Agrenocythere*. Elles sont creusées de fossettes triangulaires à quadrangulaires ou arrondies

FIGURE 5 - **1.** *Agrenocythere* ? cf. *ordinata,* valve gauche. **2.** *Oertliella* ? sp. 2, carapace, vue latérale droite (Car. 53). **3-4.** *Xestoleberis* sp., carapace en vue dorsale et latérale droite (Car. 19,5). **5,8.** *Oertliella* sp. 1, carapaces en vue latérale gauche (Car. 12) et droite (Car. 13). **6.** *Murrayina* ? sp., carapace en vue latérale droite (Car. 70). **7.** *Schizocythere* ? sp., carapace en vue latérale droite (Car. 1). **9.** Gen. 2 sp., carapace en vue latérale droite (Car. 70). Barre = 100 micromètres. ***1.*** *Left valve (Car. 20).* ***2.*** *Carapace, right lateral view.* ***3-4.*** *Carapace, dorsal and right lateral view.* ***5,8.*** *Carapaces, right and left lateral view Car 12 and Car 13 respectively.* ***6.*** *Carapace, right lateral view.* ***7.*** *Carapace, right lateral view.* ***9.*** *Carapace, right lateral view .*


1
2
3
4
5
6
7
8
9

Genre ***Phalcocythere*** SIDDIQUI, 1971

Espèce-type - *Cythere horrescens* BOSQUET, 1854

Phalcocythere sp.
Fig. 4.7

Les valves du Thanétien de Caravaca se distinguent de celles de la *P. horrescens* de l'Eocène moyen des Bassins de Paris et d'Aquitaine par l'absence de tubercule oculaire, la non différenciation d'une carène ventrale, le nombre moins élevé des tubercules ou pores conulis et leur grossiéreté relative et enfin par l'existence d'une réticulation ténue. Par leur petite taille, l'existence d'un bourrelet marginal et la relative grande taille de leur tubercules, elles évoquent les *Phalcocythere* du Paléocène d'Afrique (*P. modesta* APOSTOLESCU, 1963 et *P. cultrata* APOSTOLESCU in Apostolescu, 1961; Barsotti 1963; Carbonnel et al. 1990; Carbonnel & Reyment 1993) mais s'en distinguent nettement par l'absence de tubercule oculaire, la grossièreté et complexité du tubercule musculaire et, en ce qui concerne *P. modesta,* l'extrémité postérieure moins triangulaire.

Genre ***Murrayina*** PURI, 1954

Espèce-type - *Murrayina howei* PURI, 1954

Murrayina ? sp.
Fig. 5.6

Une carapace et une valve paléocènes (Fig. 2) sont attribuées avec doute au genre *Murrayina* dont elles possèdent les valves quadrangulaires et allongées, la surface réticulée et la charnière amphidonte. Elles se rapprochent de *M.* ? *montensis* (Marlière 1958; Deroo 1966) par ces mêmes caractères et par la forme de leurs alvéoles antéromarginales; elles s'en éloignent par l'absence de côte dorsale et d'épaulement postéro-dorsal marqué

Genre ***Phacorhabdotus***
HOWE & LAURENCICH, 1958

Espèce-type - *P. texanus* HOWE & LAURENCICH, 1958

Phacorhabdotus sp.
Fig. 4.8

Bien que représentée par seulement 2 carapaces paléocènes (Fig. 2), cette espèce est intéressante au point de vue stratigraphique - elle appartient à un genre exclusivement Crétacé supérieur (Coniacien) à Oligocène supérieur (Pietrzeniuk, 1965) - et surtout au point de vue écologique. En effet, les espèces de ce genre, généralement dépourvues de tubercules oculaires et souvent associées à des tests de foraminifères planctoniques sont considérées comme un indicateur de mers "profondes". En fait, ce caractère profond est relatif, correspondant à l'étage circalittoral des biologistes - par exemple pour l'Oligocène d'Allemagne où deux espèces de *Phacorhabdotus* sont décrites (Pietrzeniuk 1965) - ou à la partie supérieure de l'étage bathyal - par exemple pour le Maestrichtien du Kef à *P. inaequicostata* (Donze et al. 1982) ou le Paléocène du Sénégal dans lequel 5 espèces ont été décrites (Apostolescu 1961; Colin 1987).

Au point de vue systématique, les carapaces de Caravaca semblent bien définies par leur nette convexité médiodorsale et leurs côtes longitudinales au nombre de 3, subparallèles, bien marquées et de longueur croissante de haut en bas. Un bourrelet marginal est présent sur l'une des carapaces et absent (usé ?) sur l'autre.

Genre ***Hornibrookella*** MOOS, 1965

Espèce-type - *Cythere anna* LIENENKLAUS, 1884

Hornibrookella sp.
Fig. 4.10-11

Quatre carapaces plus ou moins bien conservées et réparties dans trois échantillons d'âge paléocène à éocène inférieur (Fig. 2) sont attribuables au genre *Hornibrookella.* Leur contour, leur taille (L = 8 mm et 0,75, respectivement, pour les deux carapaces mâles et femelles les mieux préservées) et leur ornementation sont très proches de ceux de *H. persica* TAMBAREAU, 1972 (voir aussi figuration dans Ducasse et al. 1985). Cependant, *H. persica*, décrite dans le Thanétien nord-pyrénéen, possède des côtes ventrales et dorsales bien différenciées qui manquent sur les valves de Caravaca.

OSTRACODES ET PASSAGE PALÉOCÈNE-ÉOCÈNE

A Caravaca, le Paléocène et l'Eocène inférieur, tels que définis ici, ont livré respectivement 367 et 107 valves ou carapaces adultes et juvéniles attribuées à une vingtaine d'espèces. Les échantillons, de taille comparable (500 cm^3, approximativement), sont inégalement riches, ceux du Paléocène contenant jusqu'à 110 valves ou carapaces, soit un peu plus de 13 en moyenne tandis que ceux de l'Eocène en contiennent au maximum 24, soit près de 5 en moyenne (Fig. 2). Toutes les espèces sont nouvelles ou d'attribution incertaine (*Bairdia* cf. *cymbula* et *Agrenocythere* cf. *ordinata* notamment) et la biodiversité était faible, au Paléocène comme à l'Eocène. D'une part, en effet, les échan-

tillons significativement riches en individus sont pauvres en espèces (8 à 9 espèces dans l'échantillon 2,1 qui contenait 70 individus, 7 à 8, dans le 12 qui en contenait 110). D'autre part, considérées globalement les 265 valves ou carapaces paléocènes déterminées se répartissent en 18 espèces tandis que les 68 valves ou carapaces éocènes appartiennent à 9 espèces. Cette faible biodiversité correspond sans doute en partie à un faible nombre de niches écologiques disponibles, conséquence d'une part de la relative homogénéité des milieux océaniques situés sous la zone euphotique, d'autre part de la spécialisation moins grande des espèces vivant dans un milieu relativement pauvre en nutriments.

En ce qui concerne les foraminifères benthiques, une extinction massive des benthiques au passage Paléocène-Eocène et une diminution de la biodiversité a été constatée à Caravaca et à Zumaya; elles seraient liées à une hausse brutale (et transitoire) de la température (Ortiz 1994). Si l'abondance des ostracodes diminue aussi du Paléocène à l'Eocène inférieur, l'extinction de certaines espèces est peut-être plus apparente que réelle. En effet, les espèces paléocènes (7 à 10 sur 19, cf. Fig. 2) qui n'ont pas été retrouvées dans l'Eocène, ne sont représentées que par une carapace (Gen. 1 sp., Gen. 2 sp., *Abyssocythere* sp., *Oertliella* sp. 2 et *Cyamocytheridea* ? sp.), voire deux ou trois (*Murrayana* ? sp., *Phalcocythere* sp., *Xestoleberis* sp., *Dumontina* sp., *Agrenocythere* cf. *ordinata*). A priori, leur absence dans les échantillons éocènes n'est pas plus significative que leur absence dans la plupart des échantillons paléocènes. D'autant plus, a contrario, que les espèces représentées dans le Paléocène par plusieurs dizaines d'individus (*Cytherella* sp. 1 et sp. 3, *Bairdia* ? aff. *cymbula* et *Trachyleberidea marginata*) sont présentes aussi dans l'Eocène inférieur. Il est néanmoins possible sinon probable, car le sort des ostracodes ne peut être dissocié de celui des foraminifères benthiques, qu'une partie des espèces paléocènes disparaissent réellement, notamment à la faveur de l'événement anoxique mis en évidence au début de l'Eocène, en milieu circalittoral ou épibathyal (voir supra): *Phalcocythere* sp., *Dumontina* sp. et *Oertliella* aff. *aculeata* (cette dernière peut-être représentée par un débris de valves dans un niveau éocène riche en éléments remaniés) sont ainsi des espèces susceptibles de caractériser le Paléocène. Notons cependant, qu'en Méditerranée orientale, dans des paléomilieux semblables, Honigstein et Rosenfeld (1995) ne constatent pas de "significant changes" des assemblages d'ostracodes au passage Paléocène-Eocène.

Au point de vue écologique, l'omniprésence de genres ubiquistes tels *Cytherella, Bairdia* et *Krithe,* la présence de genres habituels en milieux marins profonds tels *Agrenocythere* et *Trachyleberidea* et enfin la présence de rares Trachyleberididés pourvus de tubercules oculaires (*Murrayana* ? sp. et *Hornibrookella* sp.) plaident en faveur d'un milieu situé sous la zone euphotique, très faiblement éclairé, circalittoral à épibathyal.

CONCLUSION

Les ostracodes recueillis appartiennent pour la plupart à des espèces qui semblent nouvelles - telle *Trachyleberidea marginata* nov. sp. - et qui ne s'identifient pas à celles décrites dans le Thanétien du Kef, en Tunisie, dans des milieux de profondeurs et d'âge supposés semblables (Donze et al. 1982), peut-être parce que les niveaux échantillonnés à Caravaca sont plus anciens ou parce qu'ils appartiennent à une autre province biogéographique. Ils sont spécifiquement et le plus souvent génériquement différents des ostracodes décrits dans le Paléocène ou l'Eocène inférieur de la Téthys occidentale (Bassiouni 1970; Bassiouni & Lüger 1990; Boukhary & Guernet 1982; Honigstein & Rosenfeld 1995, etc.) ou de l'Afrique nord-occidentale (Carbonnel 1988, 1990, etc.). Enfin les espèces paléocènes et éocènes sont au moins en partie communes et la limite Paléocène-Eocène est donc, pour les ostracodes et en milieu infralittoral à épibathyal, moins tranchée que dans le NW de l'Europe où, en liaison sans doute avec l'existence d'une émersion prolongée et de l'épisode lagunaire sparnacien, le renouvellement des espèces est total.

Remerciements - Cette recherche a été partiellement financée par le projet PS91-0172 de la Dirección General de Investigación Científica y Técnica. Nous exprimons aussi notre gratitude aux rapporteurs de notre manuscrit, R. Reyment et Y. Tambareau pour leurs judicieuses critiques.

RÉFÉRENCES

Apostolescu V. 1961 - Contribution à l'étude paléontologique (ostracodes) et stratigraphique des bassins crétacés et tertiaires de l'Afrique Occidentale. *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, 14/7-8: 779-867.

Arenillas I. & Molina E. 1996 - Bioestratigrafía y evolución de las asociaciones de foraminíferos planctónicos del transito Paleoceno-Eoceno en Alamedilla (Cordilleras Béticas). *Revista Española de Micropaleontología,* 28, 1, sous presse.

Babinot J.-F. 1980 - Les ostracodes du Crétacé supérieur de Provence. Systématique, Biostratigraphie, Paléoécologie, Paléogéographie. *Travaux du Laboratoire de Géologie Historique et de Paléontologie de l'Université de Provence*, 10, 634 p

Babinot J.-F. & Colin J.-P. 1979 - Taxonomic and paleoecologic comments on the genus *Trachyleberidea*

BOWEN, 1953. *Proceeding of the VII International Symposium on Ostracodes, Serbian Geologogical Society (ed.).*: 55-60.

BARSOTTI G. 1963 - Paleocenic ostracods of Libya (Sirte Basin) and their wide African distribution. *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, 18/11: 1520-1135.

BASSIOUNI M. 1971 - Ostracoda (Mauritsininae und Trachyleberidinae) und ihre Bedeutung für die Biostratigraphie des Maastricht und des Alttertiär von Jordanien. *Beihefte zur geologischen Jahrbuchb*, 106: 5-52.

BASSIOUNI M. & LUGER P. 1990 - Maastrichtian to Early Eocene Ostracoda from southern Egypt. Paleontology, paleoecology and biostratigraphy. *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen,* 120/2: 755-928.

BERGGREN W. & MILLER K. 1988 - Paleogene planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology. *Micropaleontology,* 34: 362-380.

BENSON R. 1972 - The Bradleya problem, with description of two new psychrospheric ostracode genera, *Agrenocythere* and *Poseidonamicus* (Ostracoda: Crustacea). *Smithsonian Contributions to Paleobiology,* 12, 138 p.

BOLD W., VAN DEN 1960 - Eocene and Oligocene Ostracoda of Trinidad. *Micropaleontology,* 6/2: 145-196.

BOUKHARY M., GUERNET C. & MANSOUR H. 1982 - Ostracodes du Tertiaire inférieur de l'Egypte. *Cahiers de Micropaléontologie*, 1: 13-20.

BOWEN R. 1953 - Ostracoda from the London Clay. *Proceedings of the Geologists Association*, 64/4: 285-286.

CANUDO J., KELLER G., MOLINA E. & ORTIZ N. 1995 - Planktic foraminiferal turnover and δC13 isotopes across the Paleocene-Eocene transition at Caravaca and Zumaya, Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 113: 75-100.

CARBONNEL G. 1975 - Les ostracodes de l'Ilerdien (Eocène inférieur) du bassin de Tremp (Espagne); stratotype et coupes avoisinantes. *Revista Española de Micropaleontología,* 7/1: 37-50.

CARBONNEL G. 1980 - Ostracodes paléogènes et néogènes du sondage offshore de Cape Timiris: Mauritanie. *Revue de Micropaléontologie*, 31/3: 147-155.

CARBONNEL G. 1990 - Les traits majeurs de la faune d'ostracodes paléogènes (P3A-P14) dans les bassins côtiers de l'Afrique de l'Ouest et du Golfe de Guinée. *Courier Forschunginstitut Senckenberg,* 123: 199-208.

CARBONNEL G., ALZOUMA K. & DIKOUMA M. 1990 - Les ostracodes paléocènes du Niger: taxinomie - un témoignage de l'existence éventuelle de la mer transsaharienne? *Geobios,* 23/6: 671-697.

CARBONNEL G. & REYMENT R. 1993 - L'ornementation chez l'ostracode *Phalcocythere* du Paléocène: résultat d'une action morphogène antagoniste? *Lethaia,* 26: 81-88.

COLIN J.P. 1987 - Etude systématique des ostracodes de la Formation des Madeleines (Danien du Sénégal). *Cahiers de Micropaléontologie,* 2/3-4: 114-124.

DAMOTTE R. & FLEURY J.-J. 1987 - Ostracodes maastrichtiens et paléocènes du Djebel Dyr près de Tebessa (Algérie orientale). *Géologie méditerranéenne*, 14/2: 87-107.

DELTEL B. 1961 - Les ostracodes du Paléogène moyen et supérieur d'Aquitaine méridionale. *Thèse de la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux,* 215 p.

DELTEL B. 1963 - Nouveaux ostracodes de l'Eocène et de l'Oligocène de l'Aquitaine méridionale. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux,* 100: 127-211.

DEROO G. 1966 - Cytheracea (ostracodes) du Maastrichtien de Maastricht (Pays-Bas) et des régions voisines; résultats stratigraphiques et paléontologiques de leur étude. *Mededelingen van de Geologische Stichting,* C, 2-2, 197 p.

DONZE P., COLIN J.-P., DAMOTTE R., OERTLI H., PEYPOUQUET J.-P. & SAID R. 1982 - Les ostracodes du Campanien terminal à l'Eocène inférieur de la coupe du Kef, Tunisie Nord-Occidentale. *Bulletin des Centres de Recherche Exploration-Production Elf-Aquitaine*, 6,/2: 273-335.

DUCASSE O., GUERNET CL. & TAMBAREAU Y. 1985 - Paléogéne. *In* OERTLI (éd.): Atlas des ostracodes de France. *Mémoire Elf-Aquitaine*, 9: 257-311.

DURAND DELGA M. & MAGNE J. 1958 - Données stratigraphiques et micropaléontologiques nouvelles sur le Nummulitique de l'Est des Cordillères bétiques (Espagne). *Revue de Micropaléontologie,* 1/3: 155-175.

GARCIA ZARRAGA E. & RODRIGUEZ LAZARO J. 1990 - Late Cretaceous ostracode faunas from the Biscay synclinorium (Basque Arc, northern Spain). *Courier Forschunginstitut Senckenberg,* 123: 229-238.

HARTMANN G. & PURI H. 1974 - Summary of Neontological and Paleontological Classification of Ostracoda. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut,* 70: 7-73.

HASKINS C. 1963 - Revision of the ostracode genus *Trachyleberidea* BOWEN. *Micropaleontology,* 9/1: 71-74.

HAZEL J. 1965 - Notes on the ostracode genus *Trachyleberidea* BOWEN. *Journal of Paleontology,* 39/3: 501-503.

HAZEL E., MUMMA M. & HUFF W. 1980 - Ostracode biostratigraphy of the lower Oligocene (Vicksburgian) of Mississippi and Alabama. *Transactions, Gulf Coast Association of Geological Societies*, 30: 361-401.

HERRIG E. 1966 - Ostracoden aus der weissen Schreibkreide (Unter-Maastricht) der Insel Rüen. Deutsch. *Berichte der Deutschen Gesselschaft für Geologische Wissenschaten, Reihe A, Geologie und Paläontologie*, 2/4: 693-1024.

HONIGSTEIN A. & ROSENFELD A. 1995 - Palaeocene ostracods from southern Israel. *Revue de Micropaléontologie,* 38/1: 49-62.

KEIJ A. 1957 - Eocene and Oligocene Ostracoda of Belgium. *Mémoire de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique.*, 136, 210 p.

LEREY D. & LEVINSON S. 1974 - A deep-water Pleistocene microfossil assemblage from a well in the northern Gulf of Mexico. *Micropaleontology,* 20/1, 37 p.

LIENENKLAUS E. 1894 - Monographie der Ostracoden des nordwestdeutschen Tertiärs. *Zeitschrift der deutschen Geologischen Gesellschaft.*, 56: 158-268.

MARLIÈRE R. 1958 - Ostracodes du Montien de Mons et résultats de leur étude. *Mémoires de la Société*

Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, 5, 53 p.

MOLINA E., CANUDO J., GUERNET C., MCDOUGALL K., ORTIZ N., PASCUAL J., PARES J., SAMSO J., SERRA-KIEL J. & TOSQUELLA J. 1992 - The stratotypic Ilerdian revisited: integrated stratigraphy across the Paleocene/Eocene boundary. *Revue de Micropaléontologie*, 35/2: 143-156.

MOLINA E., CANUDO J., MARTINEZ RUIZ F. & ORTIZ N. 1994 - Integrated stratigraphy across the Paleocene/Eocene boundary at Caravaca, southern Spain. *Eclogae geolicae Helvetiae,* 87-1: 47-61.

ORTIZ N. 1994 - La extinción masiva de Foraminíferos bentónicos batiales y abisales en el limite Paleoceno/Eoceno. *In* MOLINA E. (éd.), Extincion y egistro fosil. *Cuadernos Interdisciplinares, Univ. Zaragoza*, 5: 201-218.

PIETRZENIUK E. 1969 - Die Gattung *Phacorhabdotus* (Ostracoda) im norddeutschen Paläogen. *Geologie,* 14/9: 1102-1113.

PURI H. 1954 - Contribution to the study of the Miocene of the Florida Panhandle. III, Ostracoda. *Florida Geological Survey, Geological Bulletin,* 36: 217-345.

REYMENT R. 1984 - Upper Cretaceous Ostracoda of North Central Spain. *Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala*, 10: 67-110.

ROMEIN A. 1979 - Lineages in early Paleocene nannoplankton. *Utrecht Micropaleontology Bulletin*, 22: 18-22.

SIDDIQUI Q. 1971 - Early Tertiary Ostracoda of the family Trachyleberididae from West-Pakistan. *Bulletin of the British Museum (Natural history), Geology,* suppt. 9, 98 p.

TAMBAREAU Y. 1972 - Thanétien supérieur et Ilerdien des Petites Pyrénées, du Plantaurel et des chaînons audois. Thèse es Sciences, Toulouse, 377 p.

TAMBAREAU Y., BESSIÈRE G., BILOTTE M., VILLATE J., BABINOT J.-F. & LETHIERS F. 1985 - Journée d'étude des ostracodologistes de langue française dans les Hautes-Corbières (11 Mai 1984). *Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude,* 85: 13-47.

VAN VEEN G. 1969 - Geological investigations in the region west of Caravaca southeastern Spain. *Thèse de Doctorat de l'Université d'Amsterdam,* 143 p.

VON HILLEBRANDT A. 1974 - Bioestratigrafía del Paleogeno en el Sureste de España (provincias de Murcia y Alicante). *Cuadernos de Geología*, 5: 135-153.

C. GUERNET
Université P. et M. Curie
Laboratoire de Micropaléontologie
Département de géologie sédimentaire
CNRS URA 1761 - GDR 88
F-75252 Paris Cedex 05

E. MOLINA
Departamento de Ciencias de la Tierra (Paleontologia)
Universidad de Zaragoza
E-50009 Zaragoza