

LES OSTRACODES DE LA BAIE DE SEINE (MANCHE ORIENTALE)



Vlaams Instituut voor de Zee
Flanders Marine Institute

RAFIKA CHAÏT, JEAN-CLAUDE DAUVIN & CLAUDE GUERNET

CHAÏT R., DAUVIN J.-C. & GUERNET C. 1998. Les ostracodes de la Baie de Seine (Manche Orientale). [Ostracods from the Bay of Seine (eastern English Channel)]. *GEOBIOS*, **31**, 6: 791-807. Villeurbanne, le 31.12.1998.

Manuscrit déposé le 30.09.1997; accepté définitivement le 22.12.1997.

RÉSUMÉ - Un premier inventaire des ostracodes de la baie de Seine est présenté. Plus de 100 espèces sont identifiées, pour la plupart déjà décrites en milieu épinéritique au sud des Îles Britanniques. Une analyse factorielle de correspondance met en évidence l'existence de deux ensembles fauniques en relation avec la proximité des arrivées fluviales et la teneur en particules fines du sédiment. Au point de vue géographique, les ostracodes de la baie de Seine peuvent être répartis en deux groupes principaux, l'un constitué d'espèces nordiques inconnues au sud de la Manche, l'autre d'espèces à large répartition latitudinale, citées depuis la Mer du Nord ou les côtes de Norvège jusqu'au Golfe de Gascogne, voire jusqu'au Maroc ou à la Méditerranée. Une analyse de parcimonie de l'ensemble des ostracodes de la Mer du Nord, de la baie de Seine, du Golfe de Gascogne, du littoral atlantique marocain et de la Méditerranée occidentale conduit par ailleurs à distinguer d'une part les deux régions méridionales, Méditerranée occidentale et côtes du Maroc, et d'autre part les trois régions septentrionales, Golfe de Gascogne, baie de Seine et Mer du Nord. Enfin, en baie de Seine, les pourcentages d'ostracodes par rapport aux foraminifères sont généralement inférieurs à 6%.

MOTS-CLÉS: OSTRACODES, ACTUEL, MANCHE, BAIE DE SEINE, ÉCOLOGIE, BIOGÉOGRAPHIE.

ABSTRACT - A first inventory of ostracods from the Bay of Seine is presented. More than 100 species are identified; they are considered as epinertic species and most of them are known from the southern coast of England. A correspondence analysis shows that the stations group into two faunal assemblages according to the input of freshwater from the river Seine and the percentage of fine particles in the sediment. From a biogeographical point of view, the ostracods of the Bay of Seine can be divided into two main groups: firstly boreal species, which are not recorded south of the English Channel, secondly species with a large biogeographical range which are known from the Norwegian coast of the North Sea to the Bay of Biscay or to the Mediterranean Sea or the coast of Morocco. A parsimonious analysis is used to establish biogeographical relationship between five areas: North Sea, Bay of Seine, Bay of Biscay, Morocco Coast and western Mediterranean Sea. Two groups are identified from this analysis; firstly the two southern areas, and secondly the three boreal areas. In the Bay of Seine, the ratio of ostracods/foraminifers is lower than 6%.

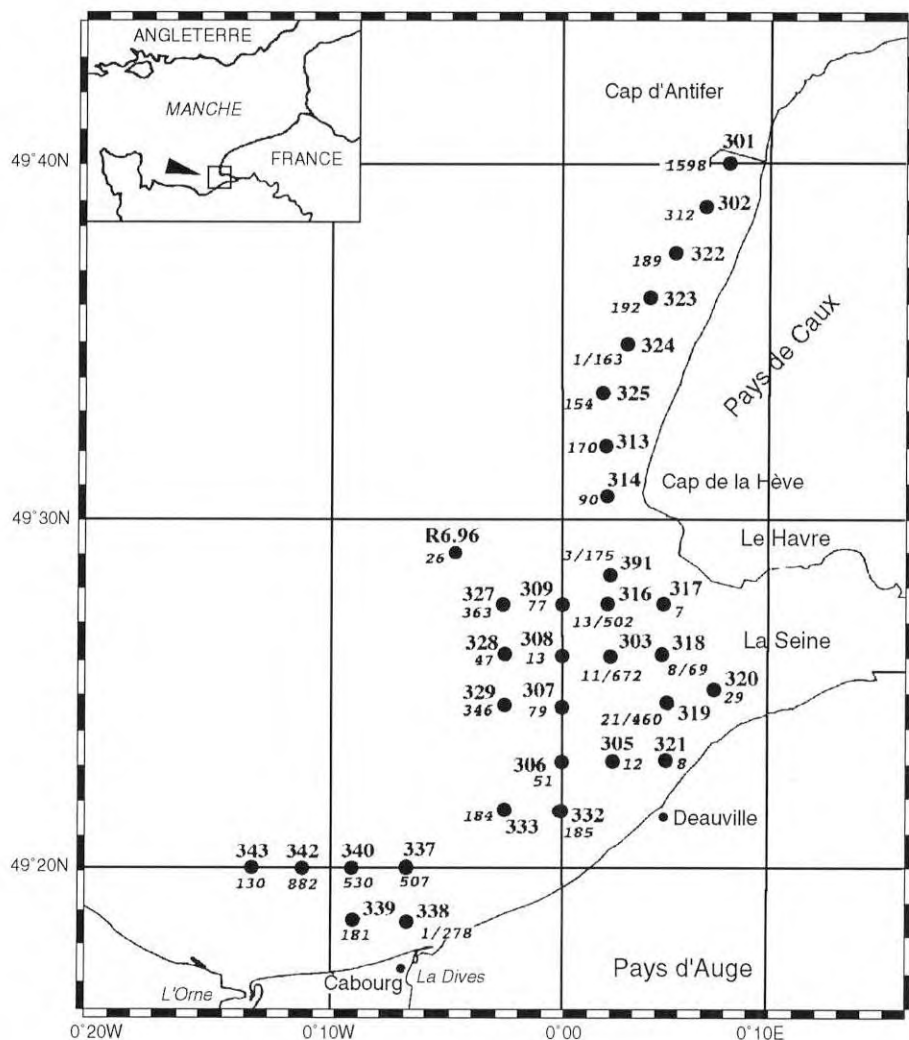
KEYWORDS: OSTRACODS, RECENT, ENGLISH CHANNEL, BAY OF SEINE, ECOLOGY, BIOGEOGRAPHY.

INTRODUCTION

Une mission d'échantillonnage du benthos (PEC-TOW) a été réalisée du 27 février au 6 mars 1996, à bord du navire océanographique de l'Institut National des Sciences de l'Univers, le *Côte d'Aquitaine*, afin d'étudier la variabilité spatio-temporelle des peuplements macrobenthiques de la partie orientale de la baie de Seine. Depuis 1986, le Groupe de Recherche "Manche" effectue, dans le cadre du "Programme National sur le Déterminisme du Recrutement", un suivi des peuplements des sables fins sablo-vaseux à *Abra alba*-*Pectinaria koreni*, en condition hivernale, sur toute

la surface occupée par cette unité dans la partie orientale de la Baie de Seine, juste au débouché du fleuve (Thiébaud 1994; Thiébaud et al. 1997). Ainsi, cinq campagnes ont été réalisées en 1986, 1987, 1988, 1991 et 1996. Au cours de cette dernière, 79 stations ont été échantillonnées parmi lesquelles 33 ont été sélectionnées afin de prendre en compte les principales conditions sédimentologiques et bathymétriques rencontrées dans la partie orientale de la baie de Seine; ces 33 stations sont en effet réparties sur toute l'étendue de la zone prospectée, depuis le port d'Antifer dans la partie nord-est de la baie, jusqu'au large de l'Orne dans la partie sud-

FIGURE 1 - Localisation et numérotation des stations étudiées en baie de Seine. En italique, nombre total d'ostracodes recueillis précédé s'il y a lieu du nombre d'ostracodes limniques. Location and running number of the sampled stations in the Bay of Seine. In italic, total number of ostracodes collected with indication if necessary of the number of limnic ostracodes.



ouest (Fig. 1). Un inventaire des populations d'ostracodes a été dressé à l'occasion de cette campagne; il complète celui des foraminifères réalisé par Rosset-Moulinier (1978, 1979). Réputés bons marqueurs des environnements, les ostracodes témoigneront, avec d'autres invertébrés, de l'évolution d'un milieu particulièrement soumis aux influences de l'activité humaine. Ils aideront ainsi à reconnaître, dans les séries géologiques, des paléoenvironnements comparables. D'autre part, cet état des connaissances sur les ostracodes de la baie de Seine permet de réaliser une comparaison biogéographique de la distribution des ostracodes de l'Atlantique nord-est et de sa dépendance méditerranéenne.

CARACTÉRISTIQUES DE LA BAIE

La baie de Seine se situe dans la partie sud du bassin oriental de la Manche. Elle est bordée à l'ouest par la presqu'île du Cotentin, au sud par le

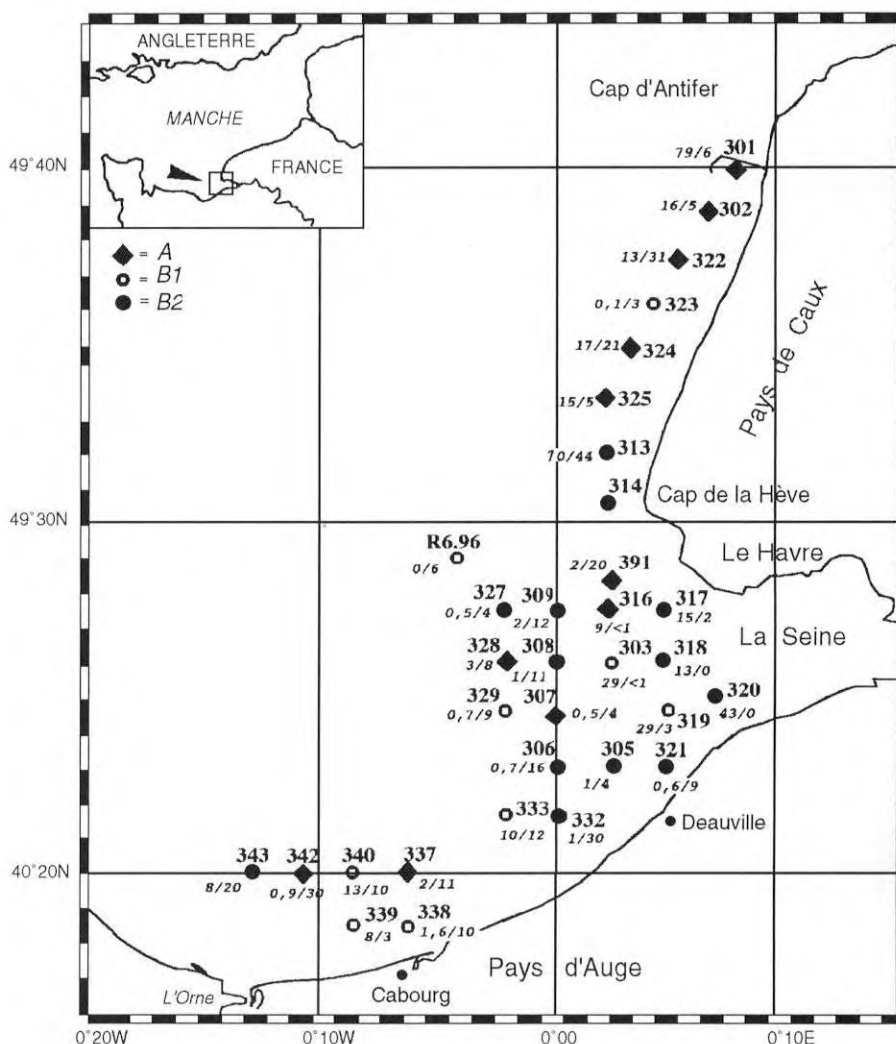
Calvados, à l'est par le Pays de Caux. Elle s'ouvre au nord vers la Manche, entre la pointe de Barfleur et le cap d'Antifer. La mission a porté sur la partie orientale de cette baie, la plus proche de l'embouchure de la Seine.

Les stations sélectionnées s'étagent de -4,5 à -28 m par rapport au zéro des cartes marines. Elles appartiennent, pour la plupart, à l'étage infralittoral des biologistes (profondeur, hydrodynamique, éclaircissement, variation saisonnière de la température,...). Cependant, la forte turbidité des eaux, au débouché de la Seine, s'oppose au développement d'herbiers de zostères. Les fucales - *Fucus vesiculosus*, *F. serratus*, etc. - sont présentes en quantité notable uniquement en zone intertidale sur les digues nord et sud du chenal de navigation de la Seine, sur les quais du port du Havre et sur les côtes du Pays d'Auge et du Pays de Caux. La pénétration des algues en profondeur est également limitée par la forte turbidité qui

FIGURE 2 - Tableau de répartition des ostracodes en baie de Seine par stations disposées selon leur profondeur (données sédimentologiques inédites et d'après Larsonneur 1972). VS= vase sableuse; SV= sable vaseux; S= sablons; SQF= sable quartzueux fin; SZF= sable zoogène fin; SZH= sable zoogène hétérogène; SG= sable graveleux. Location of ostracodes in the different stations of the Bay of Seine ranking according to the depth (after Larsonneur 1972 and unpublished sedimentological datas).

N° d'échantillons = N° de station		Profondeurs (m)		Nature du sédiment	
318	4,5	SV	SV	SV	SV
303	4,5	SV	SV	SV	SV
306	8	SV	SV	SV	SV
317	8,5	SV	SV	SV	SV
321	9	SV	SV	SV	SV
319	9	SV	SV	SV	SV
338	9,5	S	S	S	S
332	10	SV	SV	SV	SV
307	10	SV	SV	SV	SV
308	10	SV	SV	SV	SV
320	10,5	SV	SV	SV	SV
339	11	S	S	S	S
328	11	SV	SV	SV	SV
327	11,2	SV	SV	SV	SV
333	11,5	SV	SV	SV	SV
343	12	SV	SV	SV	SV
329	12	SV	SV	SV	SV
340	12,5	SV	SV	SV	SV
316	13	SV	SV	SV	SV
342	13	SV	SV	SV	SV
337	13,5	SV	SV	SV	SV
331	14,5	SV	SV	SV	SV
309	16,5	SV	SV	SV	SV
314	18	SV	SV	SV	SV
313	18,5	SV	SV	SV	SV
313	19,5	SV	SV	SV	SV
325	22	SV	SV	SV	SV
324	23	SV	SV	SV	SV
323	23,4	SV	SV	SV	SV
322	23,5	SV	SV	SV	SV
302	24	SV	SV	SV	SV
301	28,6	VS	VS	VS	VS
Pontocypris mytiloides (Norman, 1862)					
Propontocypris trigonella (Sars, 1866)					
Eucythere prava (Brady & Robertson, 1869)					
Eucythere declivis (Norman, 1865)					
Leptocythere pellucida (Baird, 1850)					
Leptocythere tenera (Brady, 1868)					
Leptocythere baltica Klie, 1929					
Leptocythere lacertosa (Hirschmann, 1912)					
Callistocythere littoralis (Müller, 1894)					
Callistocythere cf. badia (Norman, 1862)					
Cyprideis torosa (Jones, 1850)					
Pontocythere elongata (Brady, 1868)					
Hiltermannicythere emaciata (Brady, 1867)					
Hermicythere villosa (Sars, 1866)					
Aurila convexa (Baird, 1850)					
Heterocythereis albomaculata (Baird, 1838)					
Urocythereis britannica Athersuch, 1977					
Loxoconcha rhomboidea (Fischer, 1855)					
Loxoconcha cf. variolata (Brady, 1879)					
Bonnyannella robertsoni (Brady, 1868)					
Palmoconcha guttata (Norman, 1865)					
Palmoconcha laevata (Norman, 1865)					
Hermicytherura cellulosa (Norman, 1865)					
Hermicytherura clathrata (Sars, 1866)					
Semicytherura acuticostata (Sars, 1866)					
Semicytherura arcachonensis Yassini, 1966					
Semicytherura angulata (Brady, 1868)					
Semicytherura cornuta (Brady, 1868)					
Semicytherura striata (Sars, 1866)					
Semicytherura sella (Sars, 1866)					
Semicytherura cf. tela Horne & Whittaker, 1980					
Microcytherura fulva (Brady & Robertson, 1874)					
Cytheropteron inornatum Brady & Robertson, 1872					
Cytheropteron nodosum Brady, 1868					
Xestoleberis depressa Sars, 1866					
Bythocythere intermedia Eilofson, 1938					
Paradoxostoma ensiforme Brady, 1868					
Paradoxostoma normani Brady, 1868					
Cytherois fischeri (Sars, 1866)					
Paracytherois flexuosa (Brady, 1867)					
Gen. 1 sp.					
Paracytherois? sp.					
Cythere lutea O. F. Müller, 1785					
Eucythere anglica Brady, 1868					
Leptocythere psammophila Guillaume, 1976					
Callistocythere sp.					
Loxoconcha elliptica Brady, 1868					
Hirschmannia viridis (O. F. Müller, 1785)					
Paracytheridea cuneiformis (Brady, 1868)					
Paracytherideis sp. 1					
Semicytherura undata (Sars, 1868)					
Sclerochilus cf. hiki Athersuch & Horne, 1987					
Callistocythere murrayi Whittaker, 1978					
Semicytherura nigrescens (Baird, 1838)					
Leptocythere porcellanea (Brady, 1869)					
Carinocythereis whitei (Baird, 1850)					
Costa runcinata (Baird, 1850)					
Paradoxostoma bradyi Sars, 1928					
Paradoxostoma cf. porlockense Horne & Whittaker, 1985					
Bairdia subcircinata Brady & Norman, 1889					
Gen. 3 sp.					
Leptocythere castanea (Sars, 1866)					
Hermicytherura hoskini Horne, 1981					
Xestoleberis labiata Brady & Robertson, 1874					
Paradoxostoma robinhoodi Horne & Whittaker, 1985					
Paradoxostoma abbreviatum Sars, 1866					
Pseudocythere caudata Sars, 1866					
Sclerochilus gewemuelleri Dubowsky, 1939					
Cytheromorpha? sp.					
Muellerina abyssicola (Sars, 1866)					
Finnarchinella cf. angulata (Sars, 1866)					
Leptocythere macallana (Brady & Robertson, 1869)					
Bythocythere sp.					
Neonesidea sp.					
Propontocypris pinifera (G. W. Müller, 1894)					
Cuneocythere semipunctata (Brady, 1868)					
Hermicythere rubida (Brady, 1868)					
Cytherura gibba (O. F. Müller, 1785)					
Cytheropteron depressum (Brady & Norman, 1889)					
Sclerochilus abbreviatum Brady & Robertson, 1869					
Gen. 2 sp.					
Bythocythere bradyi Sars, 1926					
Neocythereis subulata (Brady, 1868)					
Leguminocythereis cf. bicostata Haskins, 1970					
Cytheropteron rotundatum (G. W. Müller, 1894)					
Xestoleberis nitida (Liljeborg, 1853)					
Schizocythere cf. appendiculata Triebel, 1950					
Bythocythere zetlandica Athersuch, Horne & Whittaker, 1983					
Nannocythere pavo (Malcomson, 1866)					
Heterocythereis cf. sorbyana					
Cytheropteron sp.					
Cytheropteron crassipinnatum Brady & Norman, 1889					
Pseudocythere cf. caudata Sars, 1866					
Paradoxostoma cf. fleetense Horne & Whittaker, 1985					
Gen. 4 sp.					
Cytherella sp.					
Sahnicythere retroflexa (Klie, 1936)					
Sagmatocythere multiflora (Norman, 1865)					
Xestoleberis cf. rubens Whittaker, 1978					
Paradoxostoma variabile (Baird, 1835)					
Pseudocythere? sp.					
Nbr. d'espèces	30 58 4 11				
Nbr. d'individus	51 672 4 47				
% Ostracodes par rapport aux Foraminifères	19 51 3 0				
Nbr. d'individus piqueurs-suceurs d'algues	6 8 15 0				

FIGURE 3 - Distribution spatiale de trois ensembles fauniques identifiés par l'analyse factorielle des correspondances avec l'identification du pourcentage des particules fines inférieures à 63µm et des particules grossières supérieures à 500µm. *Spatial distribution of the three benthic assemblages identified by the correspondence analysis with indication of the percentage of fines particles (<63µm, on right) and large particles (>500µm, on left) of the different sampled stations.*



empêche un éclaircissement suffisant dès le premier mètre de profondeur (Cosson & Thouin 1980).

L'hydrodynamique de la baie de Seine comprend deux composantes majeures: la circulation instantanée et la circulation résiduelle. La circulation instantanée est principalement régie par le phénomène de la marée. Les vitesses instantanées décroissent d'ouest en est; elles ont des valeurs comprises entre 1,5 et 0,8 m/s dans la partie occidentale de la baie et entre 0,8 et 0,5 m/s dans la partie orientale (Chabert d'Hières 1986). Au large du Havre, les courants sont orientés vers l'est au début du flot, provoquant ainsi le remplissage de l'estuaire; ils sont ensuite déviés vers le nord (courant de Verhaule), ce qui correspond au mouvement général des eaux de la Manche au même moment. Le flot est le courant dominant même si sa durée est inférieure à celle du jusant. Verticalement, on observe une diminution des vitesses entre la surface et le fond accompagnée

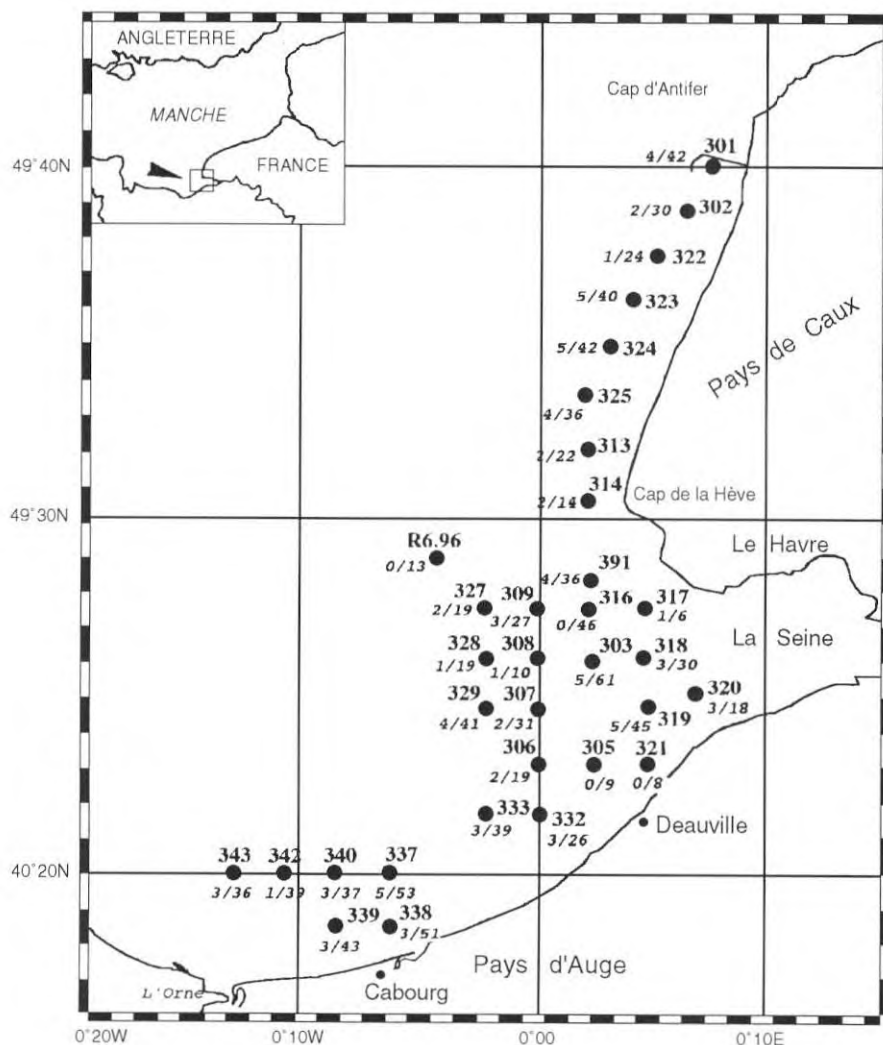
d'un déphasage tel que les courants du fond sont en avance sur ceux de surface (Le Hir et al. 1986).

La circulation résiduelle résulte de l'action combinée:

- de la marée, dans la mesure où celle-ci n'est pas parfaitement sinusoïdale;
- des phénomènes météorologiques (vents locaux et champs de pression atmosphérique affectant l'ensemble de la Manche);
- des gradients de densité au débouché de la Seine (Le Hir et al. 1986).

La marée entraîne une dérive générale des eaux d'ouest en est, particulièrement dans la partie nord de la baie où les vitesses atteignent 6 à 7 cm/s. Le vent induit, sur de courtes périodes, une augmentation importante des vitesses résiduelles, essentiellement par faible profondeur le long des côtes du Pays de Caux et du Calvados. Des simulations, réalisées avec des vents atteignant 15 m/s en trois heures puis se stabilisant, fournissent des

FIGURE 4 - Rapport par station du nombre d'espèces d'ostracodes piqueurs-suceurs d'algues au nombre total d'espèces d'ostracodes. *Ratio of the number of piercing and sucking species on the total number of species of the sampled stations.*



vitesse résiduelles moyennes comprises entre 10 et 30 cm/s (Le Hir et al. 1986). Les gradients de densité, principalement liés à la dessalure des eaux à proximité de l'estuaire, génèrent une circulation haline en double couche. Les eaux de surface sont dirigées vers le nord-ouest avec des vitesses voisines de 4 cm/s alors que les eaux de fond convergent vers l'estuaire avec des vitesses maximales supérieures à 2 cm/s (Salomon 1986). L'importance de cette circulation haline est fonction du débit de la Seine, maximale en période de crue et minimale en période d'étiage.

Lors de la campagne PECTOW 96, le débit de la Seine était voisin de 600 m³/s à Poses (120 km en amont de la baie de Seine) et correspondait à un faible débit en conditions hivernales (débit en crue > 2000 m³/s). La salinité des eaux de surface dans la baie de Seine, en pleine mer, varie de 20‰ au débouché de la Seine à 33‰ au large du Pays d'Auge et du Pays de Caux. De même, les eaux de

fond ne présentent pas une salinité inférieure à 25‰, même à marée basse (Dauvin et collaborateurs, inédit). La température de l'eau, en surface et au fond, était voisine de 6°C et correspondait au minimum hivernal; en été, la température des eaux peut dépasser 20°C.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Trente trois prélèvements de sédiment superficiel ont été effectués à l'aide d'une benne Hamon. Celle-ci permet un échantillonnage sur une surface de 0,25 m² et sur une profondeur de 10 cm (Dauvin 1979), ce qui est tout indiqué dans le cas des ostracodes benthiques car, en dehors des espèces phytals, ceux-ci se déplacent soit sur le fond, soit dans les premiers centimètres du sédiment (Athersuch et al. 1989), jusqu'à une profondeur fonction de la position du front redox. Pour chaque prélèvement, 300 g de sédiment, provenant préférentiellement de la surface, ont été

FIGURE 5 - Tableau de répartition géographique des espèces d'ostracodes *Podocopa* de la Mer du Nord au Maroc et à la Méditerranée (une partie seulement des ostracodes endémiques en Méditerranée a été prise en compte). *Biogeographical distribution of the Podocopa ostracodes from the North Sea to the Morocco coasts and in the western part of the Mediterranean Sea (only a part of endemic species from the Mediterranean sea are reported).*

	Mer du Nord	Baie de Seine	Golfe de Gascogne	Méditerranée occid.	Maroc	remarques
<i>Macrocypris minna</i>	●					
<i>Krithe praetexta</i>	●					
<i>Palmenella limicola</i>	●					
<i>Sarsicytheridea bradyi</i>	●					
<i>Sarsicytheridea punctillata</i>	●					
<i>Sclerochilus radjakovi</i>	●					
<i>Sclerochilus schornikovi</i>	●					
<i>Sclerochilus truncatus</i>	●					
<i>Paradoxostoma anglicorum</i>	●					
<i>Jonesia acuminata</i>	●					
<i>Pseudocythere britannica</i>	●					
<i>Sclerochilus bradyi</i>	●	?				
<i>Sclerochilus hickii</i>	●	?				
<i>Cythereis pusilla</i>	●	●				espèces présentes sur les côtes méridionales des Îles Britanniques
<i>Eucythere argus</i>	●	●				
<i>Paradoxostoma pulchellum</i>	●	●				
<i>Paradoxostoma hibernicum</i>	●	●				
<i>Eucythere anglica</i>	●	●				
<i>Leptocythere ballica</i>	●	●				
<i>Leptocythere psammophila</i>	●	●				
<i>Callistocythere badia</i>	●	●				
<i>Nannocythere pavo</i>	●	●				
<i>Cytherura gibba</i>	●	●				
<i>Semicytherura cornuta</i>	●	●				
<i>Cytheropteron depressum</i>	●	●				
<i>Cytheropteron inornatum</i>	●	●				
<i>Bythocythere setlandica</i>	●	●				
<i>Sclerochilus gewemuelieri</i>	●	●				
<i>Paradoxostoma abbreviatum</i>	●	●				
<i>Paradoxostoma nealei</i>	●	●				
<i>Paradoxostoma porlockense</i>	●	●				
<i>Paradoxostoma robinhoodi</i>	●	●				
<i>Cythere lutea</i>	●	●	●			cryophile, ne descend pas au sud d'Oléron (P. Carbonel, communic. orale)
<i>Leptocythere porcellanea</i>	●	●	●			
<i>Leptocythere castanea</i>	●	●	●			
<i>Leptocythere lacertosa</i>	●	●	●			citée dans le Golfe de Cadix
<i>Leptocythere tenera</i>	●	●	●			
<i>Neocytherideis subulata</i>	?	●	●			
<i>Muellerina abyssicola</i>	?	●	●			
<i>Acanthocythereis danelmensis</i>	?	●	●			
<i>Robertsonites tuberculatus</i>	?	●	●			
<i>Urocythereis britannica</i>	?	●	●			
<i>Bonnannella robertsoni</i>	?	●	●			
<i>Funarchinella angulata</i>	?	?	●			
<i>Elofsonia ballica</i>	?	●	●			
<i>Elofsonia concinna</i>	?	●	●			
<i>Elofsonia pusilla</i>	?	●	●			
<i>Hirschmannia viridis</i>	?	●	●			
<i>Palmonconcha guttata</i>	?	●	●			citée dans le Golfe de Cadix
<i>Semicytherura angulata</i>	?	●	●			
<i>Cytheropteron dorsocostatum</i>	?	●	●			
<i>Cytheropteron latissimum</i>	?	●	●			
<i>Semicytherura simplex</i>	?	●	●			
<i>Semicytherura striata</i>	?	●	●			
<i>Semicytherura undata</i>	?	●	●			
<i>Hemicytherura clathrata</i>	?	●	●			
<i>Bythocythere robinsoni</i>	?	●	?			
<i>Paradoxostoma bradyi</i>	?	●	●			
<i>Paradoxostoma trieri</i>	?	●	●			
<i>Paradoxostoma ensiforme</i>	?	●	●			
<i>Paradoxostoma variabile</i>	?	●	●			
<i>Paracythereis arcuata</i>	?	●	●			
<i>Xestoleberis nitida</i>	?	●	●			
<i>Pontocypris mytiloides</i>	?	●	?	●		
<i>Callistocythere littoralis</i>	?	●	●	●		
<i>Paracytheridea canaliculata</i>	?	●	●	●		
<i>Paracythereis flexuosa</i>	?	●	●	●		
<i>Eucythere declivis</i>	?	●	●	●		
<i>Leptocythere pellucida</i>	?	●	?	●		
<i>Paracypris polita</i>	?	●	?	●		
<i>Propontocypris trigonella</i>	?	●	●	●		
<i>Cyprideis lorosa</i>	?	●	●	●		espèce euryhaline, lagunaire ou supralittorale
<i>Cuneocythere semipunctata</i>	?	●	●	●		
<i>Sahnicythere retroflexa</i>	?	●	●	●		
<i>Pontocythere elongata</i>	?	●	●	●		citée dans le Golfe de Cadix
<i>Carinocythereis carinata</i>	?	●	?	●		
<i>Carinocythereis whitei</i>	?	●	●	●		
<i>Celtia quadridentata-cephalonica</i>	?	●	●	●		
<i>Pterygocythereis jonesii</i>	?	●	●	●		
<i>Hemicythere villosa</i>	?	●	●	●		
<i>Heterocythereis albomaculata</i>	?	●	●	●		
<i>Loxococoncha rhomboidea</i>	?	●	●	●		
<i>Loxococoncha elliptica</i>	?	●	●	●		
<i>Palmonconcha laevata</i>	?	●	●	●		
<i>Sagmatocythere multiflora</i>	?	●	●	●		
<i>Hemicytherura cellulosa</i>	?	●	●	●		
<i>Semicytherura nigrescens</i>	?	●	●	●		
<i>Semicytherura acuticostata</i>	?	●	●	●		
<i>Semicytherura sella</i>	?	●	●	●		
<i>Cytheropteron nodosum</i>	?	●	●	●		
<i>Xestoleberis aurantia</i>	?	●	●	●		présente tout autour des Îles Britanniques
<i>Xestoleberis depressa</i>	?	●	●	●		
<i>Bythocythere bradyi</i>	?	●	●	●		
<i>Bythocythere intermedia</i>	?	●	●	●		
<i>Pseudocythere caudata</i>	?	●	●	●		
<i>Sclerochilus contortus</i>	?	●	●	●		présente tout autour des Îles Britanniques
<i>Paradoxostoma normani</i>	?	●	●	●		
<i>Cythereis fischeri</i>	?	●	●	●		citée dans le Golfe de Cadix
<i>Propontocypris pirifera</i>	?	●	●	●		
<i>Aurilia woutersi</i>	?	●	●	●		
<i>Baradia cf. subvircinata</i>	?	●	●	●		larves; peut-être citée dans le golfe de Gascogne sous le nom de <i>B. mediterranea</i>
<i>Hemicytherura hoskini</i>	?	●	●	●		
<i>Callistocythere murrayi</i>	?	●	●	●		
<i>Hemicythere rubida</i>	?	●	●	●		
<i>Sclerochilus abbreviatus</i>	?	●	●	●		
<i>Paradoxostoma fletensis</i>	?	●	●	●		
<i>Xestoleberis labiata</i>	?	●	●	●		
<i>Xestoleberis rubens</i>	?	●	●	●		
<i>Semicytherura tela</i>	?	●	●	●		

FIGURE 5 - (suite)

	Mer du Nord	Baie de Seine	Golfe de Gascogne	Méditerranée occid.	Maroc	remarques
<i>Eucythere prava</i>						
<i>Semicytherura arcachonensis</i>						
<i>Microcytherura fulva</i>						
<i>Leptocythere macallana</i> = <i>C. laevis</i>						
<i>Aurila convexa</i>						
<i>Loxconcha variolata</i>						présente entre Irlande et Angleterre
<i>Costa runcinata</i> (= <i>edwardsii</i> ?)						
<i>Hiltermannicythere emaciata-rubra</i>						<i>H. emaciata</i> (NW Atlantique) et <i>H. rubra</i> (Méditerranée) sont peut-être synonymes
<i>Paradoxostoma sarniense</i>						
<i>Cytheropteron crassipinnatum</i>						
<i>Cytheropteron rotundatum</i>						
<i>Callistocythere pallida</i>						
<i>Aglaocypris complanata</i>						
<i>Rutiderna compressa</i>						
<i>Leptocythere labaeformis</i>						
<i>Buntonia radiatopora</i>						
<i>Krithe</i> sp. <i>C. Peyssonneti</i>						
<i>Basslerites berchoni</i>						
<i>Echinocythereis latifarinata</i>						
<i>Bosquetina pectinata</i>						
<i>Hemicytherura videns</i>						
<i>Semicytherura producta</i>						
<i>Pseudocytherura calcarata</i>						
<i>Bairdia formosa</i>						peut-être synonyme de l'espèce nordique <i>B. subcircinata</i>
<i>Bairdia roquebrunensis</i>						
<i>Neonesidea corpulenta</i>						
<i>Neonesidea frequens</i>						
<i>Neonesidea minor</i>						genre thermophile
<i>Triebelina raripila</i>						
<i>Macropypris succinea</i>						
<i>Leptocythere bacesoi</i>						
<i>Leptocythere rara</i>						
<i>Callistocythere crispata</i>						
<i>Callistocythere discrepans</i>						
<i>Callistocythere flavidofusca</i>						
<i>Callistocythere mediterranea</i>						
<i>Cytheridea acuminata</i>						
<i>Krithe similis</i>						
<i>Pontocypris acuminata</i>						
<i>Pontocypris mediterranea</i>						
<i>Pontocypris subfusca</i>						
<i>Pontocythere turbida</i>						
<i>Propontocypris dispar</i>						
<i>Neocytherideis javolata</i>						
<i>Neocytherideis javolata</i>						
<i>Neocytherideis cylindrica</i>						Cap Vert
<i>Acanthocythereis ornata</i>						
<i>Hiltermannicythere rubra</i>						
<i>Hiltermannicythere turbida</i>						
<i>Aurila woodwardi</i>						
<i>Aurila speyeri</i>						
<i>Ienedocythere prava</i>						
<i>Buntonia giesbrechii</i>						
<i>Occultocythereis dohrni</i>						
<i>Cytherella judaea</i>						genre thermophile
<i>Cytherella adriatica</i>						genre thermophile
<i>Loxconcha minima</i>						
<i>Loxconcha mediterranea</i>						
<i>Loxconcha parallela</i>						
<i>Loxconcha stellifera</i>						
<i>Sagmatocythere littoralis</i>						
<i>Sagmatocythere versicolor</i>						
<i>Paracytheridea depressa</i>						
<i>Eucythere curia</i>						
<i>Semicytherura acuta</i>						
<i>Semicytherura alata</i>						
<i>Semicytherura dispar</i>						
<i>Semicytherura paradoxa</i>						
<i>Semicytherura quadridentata</i>						
<i>Eucytherura complexa</i>						
<i>Xestoleberis communis</i>						
<i>Xestoleberis gigas</i>						
<i>Cytheropteron latum</i>						
<i>Cytheropteron margaritacea</i>						
<i>Nobocythere mediterranea</i>						
<i>Cytherois succinea</i>						
<i>Cytherois uffenordti</i>						
<i>Loculicytherella pavonia</i>						genre thermophile, espèce présente dans le golfe de Cadix
<i>Bairdia serrata</i>						
<i>Neonesidea longevaginata</i>						
<i>Bairdia mediterranea</i>						
<i>Pontocypris acuta</i>						
<i>Pontocypris frequens</i>						
<i>Argilloecia acuminata</i>						<i>Argilloecia</i> : genre profond (Athersuch et al. 1989, p. 69)
<i>Leptocythere ramosa</i>						
<i>Callistocythere rastriferaa</i>						
<i>Neocytherideis cf. subspiralis</i>						type de <i>N. subspiralis</i> dans dépôts glaciaires d'Ecosse
<i>Acanthocythereis hystrix</i>						
<i>Urocythereis margaritifera</i>						
<i>Falsocythereis terrii</i>						espèce présente au Sénégal
<i>Caudites calceolatus</i>						
<i>Sagmatocythere napolania</i>						
<i>Semicytherura alifera</i>						
<i>Semicytherura rara</i>						
<i>Semicytherura incongruens</i>						
<i>Semicytherura robusta</i>						
<i>Semicytherura sulcata</i>						
<i>Tetracytherura irregularis</i>						
<i>Cytheropteron vespertilio</i>						est-ce bien la vraie <i>vespertilio</i> décrite dans le Miocène du bassin de Vienne?
<i>Pseudocythere decipiens</i>						
<i>Paradoxostoma triste</i>						
<i>Cytherois frequens</i>						
<i>Neocytherideis fusiformis</i>						fossile dans le Pliocène d'Algérie
<i>Leptocythere</i> sp. A Llano						
<i>Cushmanidea</i> sp. C Llano						
<i>Neocytherideis</i> sp. A Llano						espèce décrite dans le Pliocène d'Aquitaine
<i>Palania costata</i>						
<i>Ruggeria</i> sp. A Llano						
<i>Ruggeria</i> sp. B Llano						
<i>Loxconcha</i> sp. A Llano						

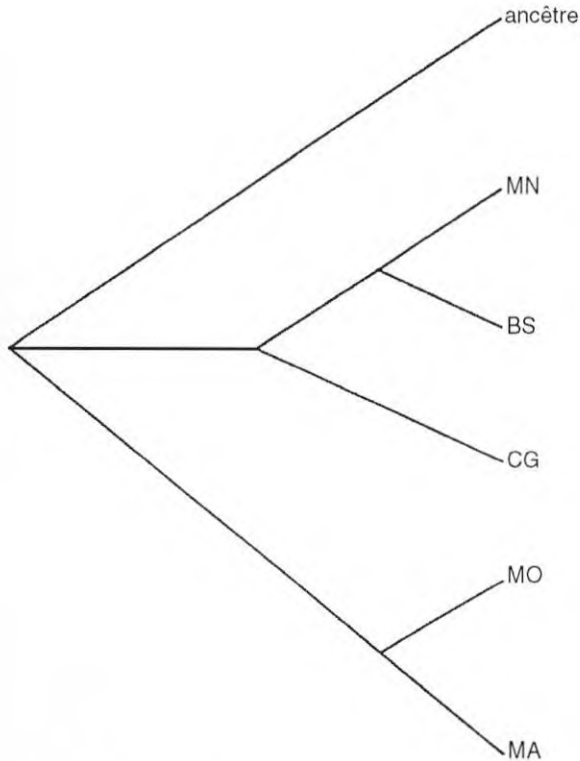


FIGURE 6 - Affinités biogéographiques des ostracodes: arbre parcimonieux; ancêtre: région hypothétique sans espèces. MN: Mer du Nord - North Sea, BS: Baie de Seine. Bay of Seine, GG: Golfe de Gascogne. Bay of Biscay, MO: Méditerranée occidentale. western Mediterranean Sea, MA: côte marocaine. Morocco coast. Biogeographic affinities of ostracodes. Parsimonious tree; ancestor: outgroup.

lavés sur une colonne de tamis de mailles 2 mm, 500 μ m, 160 μ m et 100 μ m. Chaque fraction a été séchée à l'étuve puis triée. Les fractions de diamètre inférieur à 160 μ m ne sont pas prises en compte car les individus sont juvéniles et le plus souvent indéterminables. Aucun individu n'a été retenu sur le tamis de 2 mm. Tous les individus retenus sur 500 μ m et 160 μ m ont été comptés et identifiés jusqu'à l'espèce dans la plupart des cas. Le nombre de valves ou de carapaces a été calculé pour la totalité de l'échantillon de 300 g. L'observation et la détermination des ostracodes ont été réalisées à la loupe binoculaire et au microscope

électronique à balayage. Deux cents foraminifères ont été comptés sur la fraction comprise entre 160 μ m et 500 μ m ainsi que le nombre d'ostracodes correspondant; le rapport nombre des ostracodes sur nombre des foraminifères, noté sur la Figure 2, est en effet susceptible, a priori, de varier avec le type d'environnement.

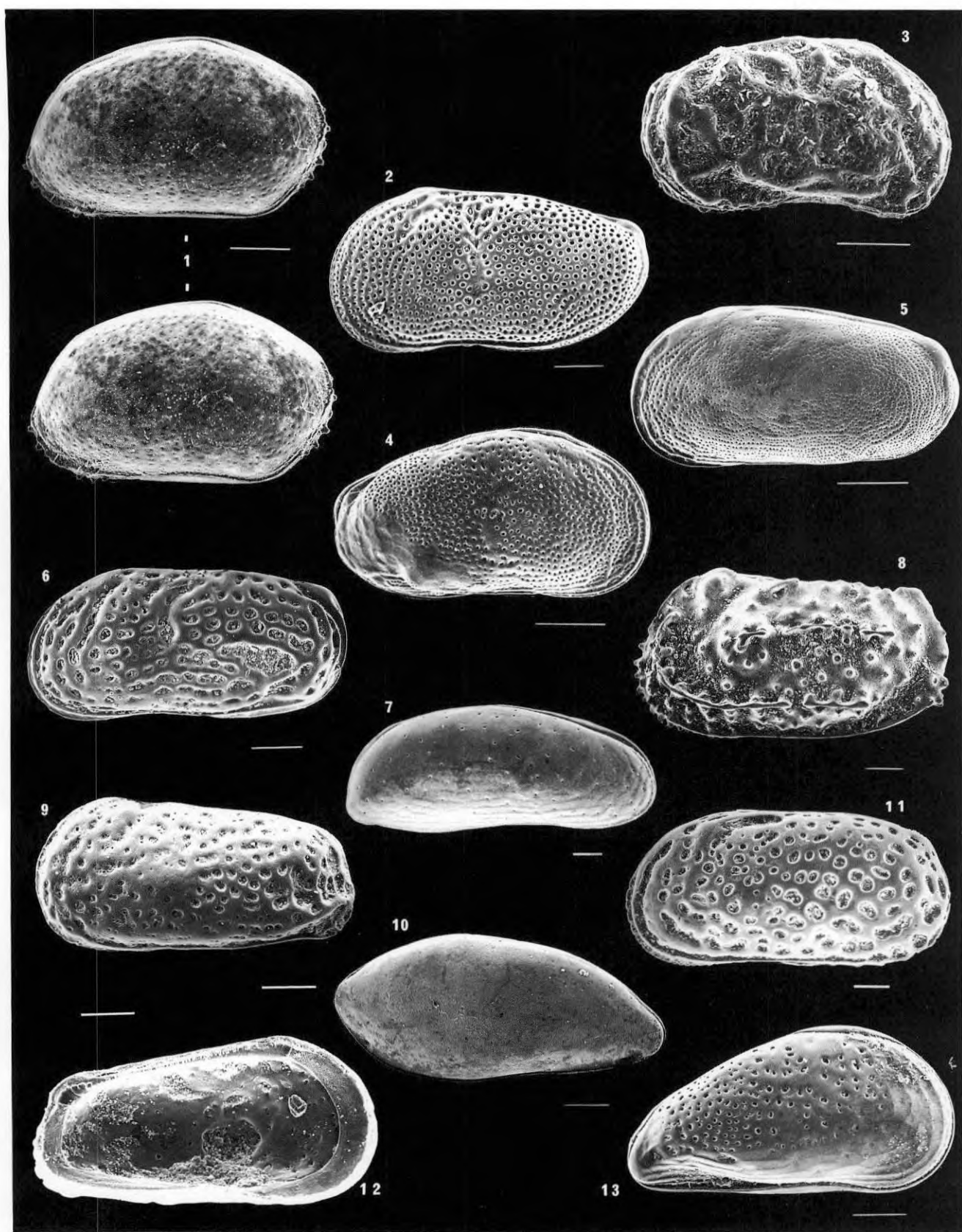
RÉPARTITION DES OSTRACODES

La répartition des espèces d'ostracodes marins par station est portée sur la Figure 2. Les ostracodes limniques n'y sont pas représentés. La majorité des ostracodes était en place au moment du prélèvement, en effet:

- le mode de prélèvement utilisé (benne Hamon) permet un échantillonnage ponctuel avec un minimum de perturbations,
- les courants, dans cette partie de la baie, sont faibles, eu égard à ceux rencontrés ailleurs en Manche, ce qui réduit le risque de transport à grande distance des valves,
- les valves larvaires sont associées aux valves adultes indiquant une absence de tri par les courants de fond,
- les valves, même les plus fragiles (celles des *Paradoxostoma* et *Cytherois*) ne sont ni usées, ni brisées,
- les "parties molles" (appendices, soies sensorielles) sont présentes chez certains individus, probablement vivants, donc, au moment du prélèvement,
- les valves ou carapaces usées ou altérées et les carapaces remplies de sédiments, peu nombreuses, n'ont pas été prises en compte.

Abondance et biodiversité. Sur les 33 stations, 12 ont fourni moins de 100 individus; parmi elles, quatre, à proximité immédiate de l'arrivée en mer de la Seine - les stations 305, 308, 317 et 321 - sont très pauvres (7 à 13 individus); deux autres présentent aussi des abondances faibles, l'une située près de l'embouchure de la Seine (station 320) et l'autre, la station R6.96, au large, sur un sable fin dunaire sans vase appartenant à un autre peuplement macrobenthique caractérisé par le polychète *Ophelia borealis* (CABIOCH & GENTIL, 1975). Quinze stations montrent une abondance comprise entre 100 et 499 individus,

FIGURE 7 - 1. *Bairdia subcircinata* BRADY & NORMAN, 1889. Carapace, vue latérale droite, vue stéréoscopique. 2. *Leptocythere castanea* (SARS, 1866). Carapace, vue latérale gauche. 3. *Callistocythere littoralis* (MÜLLER, 1894). Carapace, vue latérale droite. 4. *Leptocythere porcellanea* (BRADY, 1869). Carapace, vue latérale droite, forme ponctuée. 5. *Leptocythere tenera* (BRADY, 1868). Carapace, vue latérale gauche. 6. *Leptocythere pellucida* (BAIRD, 1850). Valve gauche. 7. *Pontocythere elongata* (BRADY, 1868). Carapace, vue latérale droite. 8. *Carinocythereis whitei* (BAIRD, 1850). Carapace, vue latérale gauche. 9. *Muellerina abyssicola* (SARS, 1866). Valve gauche. 10. *Paradoxostoma ensiforme* BRADY, 1868. Carapace, vue latérale droite. 11. *Urocythereis britannica* ATHERSUCH, 1977. Valve gauche. 12. *Muellerina abyssicola* (SARS, 1866). Valve gauche, vue interne. 13. *Eucythere declivis* (NORMAN, 1865). Carapace, vue latérale droite. Echelle: 100 μ m. 1. Carapace, right lateral view, stereoscopic view. (éch. - sample 323). 2. Carapace, left lateral view. (342). 3. Carapace, right lateral view. (301). 4. Carapace, right lateral view, punctate form. (303). 5. Carapace, left lateral view. (342). 6. Left valve. (327). 7. Carapace, right lateral view. (342). 8. Carapace, left lateral view. (342). 9. Left valve. (313). 10. Carapace, right lateral view. (303). 11. Left valve. (308). 12. Left valve, internal view. (309). 13. Carapace, right lateral view. (342).



et, le plus souvent, entre 100 et 200 (dix stations); six appartiennent à la radiale longeant le Pays de Caux (stations 302 à 313); sept sont face à l'estuaire mais plus éloignées de l'arrivée en mer de la Seine que les stations les plus pauvres. Enfin, seulement six stations sur les 33, soit environ 20%, présentent une abondance supérieure à 500 individus; c'est dans la station 301, localisée dans le port d'Antifer, que l'abondance atteint son maximum (1 598 individus); il est ainsi remarquable que ce soit la station la plus profonde (à plus de 28 m), la plus éloignée de la Seine et la plus vaseuse (79% de particules inférieures à 63 μm et 95 % inférieures à 500 μm) qui soit la plus riche en ostracodes. Deux de ces six stations (303 et 316) sont situées face à l'estuaire et trois autres au large de l'embouchure de la Dives. En résumé, il apparaît, sur le peuplement sablo-vaseux de la partie orientale de la baie de Seine, un gradient d'enrichissement en ostracodes fonction de l'éloignement des arrivées en eau douce dont témoigne, comme précisé plus loin, la présence d'espèces limniques.

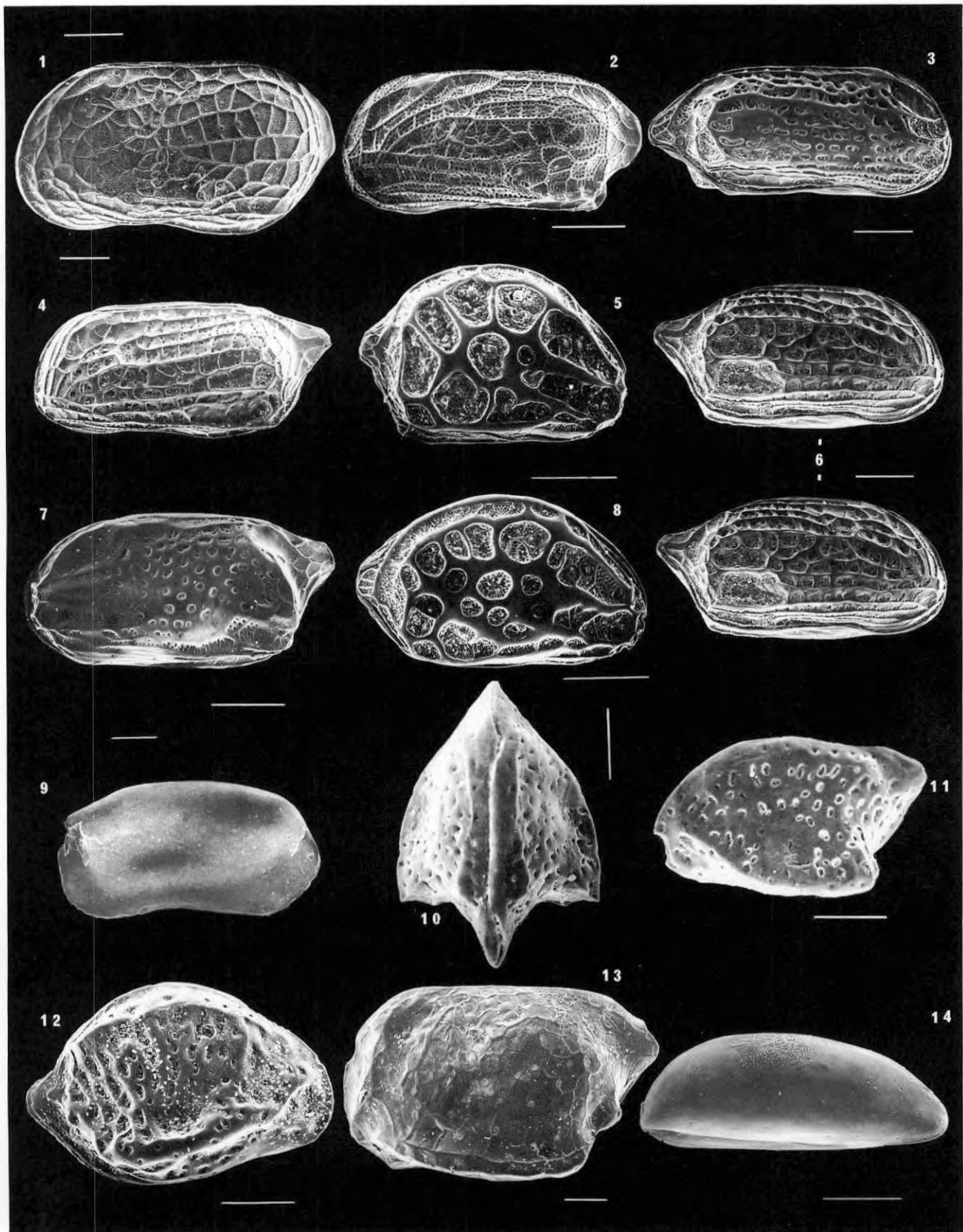
Afin de déterminer s'il existe une distribution spatiale de la taxocénose des ostracodes, une analyse factorielle des correspondances (AFC, Benzecri 1973) a été réalisée à partir de la matrice des 33 stations et des 66 principaux taxons (présents dans plus de deux stations) avec un codage des espèces en présence/absence (1/0). Cette méthode est recommandée par Legendre et Legendre (1984) pour l'ordination en espace réduit d'une matrice de données comportant beaucoup de zéros. A partir de l'analyse des correspondances, une classification hiérarchique automatique (Jambu & Lebeaux 1978) a été effectuée entre les 33 stations d'après les coordonnées factorielles des cinq axes fournies par le programme (algorithme de Bruynhroe 1978). Cette procédure a permis de regrouper les stations. Les cinq premiers axes de l'analyse représentent 36,2% de l'inertie totale (axe 1: 8,1%; axe 2: 7,8%; axe 3: 7,6%; axe 4: 6,6%; axe 5: 6,1%); les stations se regroupent en deux principales unités (Fig. 3). La première unité (A) est formée par 11 stations dont cinq le long des côtes du Pays de Caux, quatre face à l'estuaire et deux le long des côtes du Pays d'Auge. Le pourcentage à la fois en particules grossières (> 500 μm) et - sauf à la sta-

tion 342 - en particules fines (< 63 μm) y est élevé; les stations sont riches en espèces et en individus et *Semicytherura cornuta*, *S. arcachonensis*, *Paradoxostoma normani* sont les espèces dominantes. La seconde unité (B) est formée des 22 autres stations. Cette unité se subdivise en deux sous-unités B1 (9 stations) et B2 (13 stations). L'unité B1 est celle des stations à pourcentages faibles en particules grossières et généralement faibles en particules fines, avec des densités assez élevées à l'exception de la station R6.96 pauvre en taxons et en individus; les espèces dominantes sont *Bythocythere zetlandica*, *Leptocythere macallana*, *Sclerochilus gewemuellieri*. L'unité B2 rassemble les stations les plus pauvres en individus et en espèces face à l'estuaire et des stations plus au large aux caractéristiques granulométriques et biologiques moins tranchées; les espèces caractéristiques en sont *Hemicytherura hoskini*, *Semicytherura nigrescens*, *Callistocythere murrayi*, ...

Deux ensembles fauniques sont donc assez bien individualisés en relation avec la proximité de l'arrivée en mer des eaux fluviales et la teneur en particules fines du sédiment. Ils correspondent à l'association macrofaunique à *Acrocnida brachiatata* (unité A) et à celui à *Cultellus pellucidus*/*Chaetozona setosa* (unité B) définis par Thiébaud et al. (1997).

Ecologie et systématique. Sur les 116 espèces d'ostracodes (quelques espèces manifestement remaniées ne sont pas prises en compte) et 8 749 individus recensés, 15 espèces sont d'eau douce avec 58 individus (*Iliocypris gibba*, *Limnocythere inopinata*, *Darwinula stevensoni*, ...). Les espèces limniques ont été recueillies dans les stations au débouché de la Seine (Fig. 1), à l'exception d'une valve de *Limnocythere inopinata* et d'une autre d'*Iliocypris gibba*, respectivement présentes aux stations 338, face à l'embouchure de la Dives et 324, au large du Pays de Caux. Elles signent l'arrivée des eaux douces en mer. La présence d'une espèce au débouché de la Dives en mer pourrait avoir une origine locale alors que la seconde, présente le long des côtes du Pays de Caux, pourrait provenir de la Seine. En effet, une partie des eaux de la Seine circulant en surface longe les côtes du Pays de Caux avant de progresser plus loin en Manche orientale.

FIGURE 8 - 1. *Cytherura gibba* (O.F. MÜLLER, 1785). Valve gauche. 2. *Semicytherura sella* (SARS, 1866). Carapace, vue latérale gauche. 3. *Semicytherura striata* (SARS, 1866). Carapace, vue latérale droite. 4. *Semicytherura cornuta* (BRADY, 1868). Carapace, vue latérale gauche. 5. *Hemicytherura hoskini* HORNE, 1981. Carapace, vue latérale droite. 6. *Semicytherura arcachonensis* YASSINI, 1966. Carapace, vue latérale droite, vue stéréoscopique. 7. *Semicytherura angulata* (BRADY, 1868). Carapace, vue latérale gauche. 8. *Hemicytherura cellulosa* (NORMAN, 1865). Carapace, vue latérale droite. 9. Gen. 1 sp. Carapace, vue latérale. 10. *Cytheropteron inornatum* BRADY & ROBERTSON, 1872. Carapace, vue dorsale. 11. *Cytheropteron inornatum* BRADY & ROBERTSON, 1872. Valve gauche. 12. *Cytheropteron nodosum* BRADY, 1868. Valve droite. 13. *Pseudocytherura* ? sp. Valve gauche. 14. *Paracytherois* ? sp. Carapace, vue latérale gauche. Echelle: 100 μm . 1. Left valve.(337). 2. Carapace, left lateral view.(308). 3. Carapace, right lateral view.(303). 4. Carapace, left lateral view.(308). 5. Carapace, right lateral view.(303). 6. Carapace, right lateral view, stereoscopic view.(308). 7. Carapace, left lateral view. (303). 8. Carapace, right lateral view.(303). 9. Carapace, lateral view. (301). 10. Carapace, dorsal view.(301). 11. Left valve. (301). 12. Right valve. (301). 13. Left valve.(318). 14. Carapace, left lateral view. (301).



En dehors des espèces précédentes, manifestement déplacées, de quelques espèces remaniées telle *Schizocythere* cf. *appendiculata* et d'une partie au moins des espèces laissées en nomenclature ouverte (Fig. 2, Fig. 8.9 et Fig. 9.8,9,10), non prises en compte dans nos interprétations, la quasi totalité des ostracodes recueillis en baie de Seine ont été cités, vivants, sur les côtes sud des Îles Britanniques (Athersuch et al. 1989 et Figure 5). Ces ostracodes, dont les plus significatifs sont représentés en 3 planches (Fig. 7,8,9), peuvent être répartis en différentes catégories écologiques:

- ostracodes euryhalins témoins, dans cette partie de la baie, d'une salinité variable, avec *Cyprideis torosa*, *Leptocythere lacertosa*, *L. porcellanea*, *Callistocythere murrayi*, *Cytherois fischeri*, *Loxoconcha elliptica*, *Cytherura gibba* et *Xestoleberis nitida*;
- ostracodes connus en milieu infralittoral et pour certains d'entre eux médiolittoral; au nombre de 45, ils appartiennent notamment aux genres *Leptocythere*, *Aurila*, *Bonnyannella*, *Cytheropteron*, *Hemicytherura*, *Semicytherura*, *Xestoleberis*; parmi eux, les piqueurs-suceurs d'algues (*Paradoxostoma*, *Cytherois* et *Paracytherois*) sont bien représentés (Fig. 4);

- ostracodes communs aux domaines infra et circalittoral représentés par *Eucythere declivis*, *Palmoconcha guttata* et *Sagmatocythere multifora*; à ces espèces peut être ajoutée *Cytheropteron rotundatum* (un seul individu) habituellement considérée comme épibathyale et peut-être remaniée du Flandrien.

Les ostracodes sont, en majorité, détritivores, charognards ou limivores et vivent donc de débris organiques, notamment d'origine végétale (Elofson 1941; Hartmann & Guillaume 1996). Or, grâce aux apports de la Seine, ceux-ci sont abondants dans le secteur étudié bien que l'éclairement du fond soit insuffisant pour permettre le développement des zostères et de la plupart des grandes algues. Le fait que la plupart des Cythéracés présents dans les différentes stations soit dépourvu de tubercules oculaires témoigne d'ailleurs d'un éclairement faible ou nul du fond marin. La présence de 10 espèces de *Paradoxostoma* et *Paracytherois*, piqueuses-suceuses d'algues - celles-ci constituent jusqu'à 10% du nombre total des

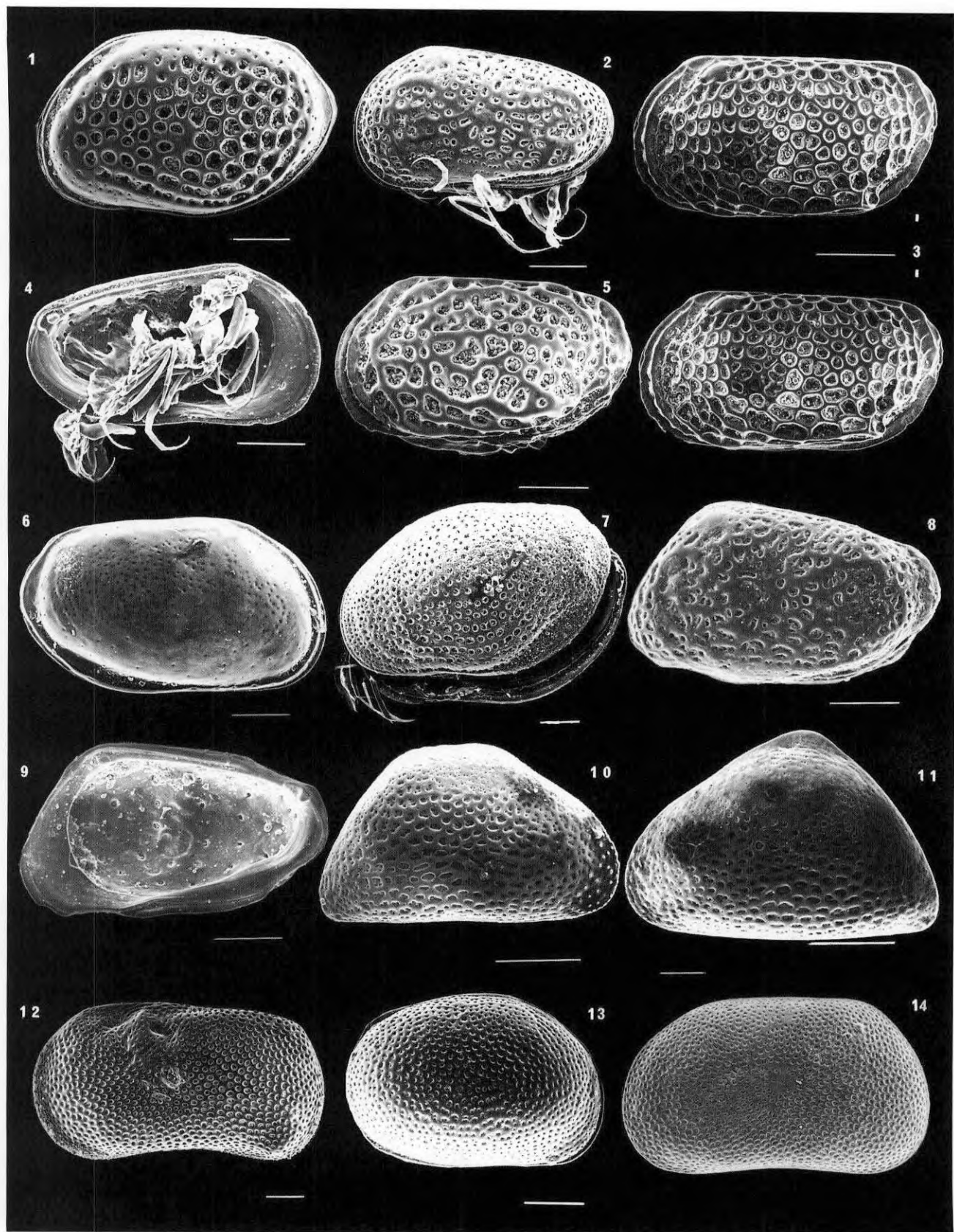
espèces - s'explique donc soit par un déplacement des valves depuis la zone intertidale où les algues sont présentes, soit par l'existence, dans le domaine étudié, de microalgues fixées sur des grains de sables ou des graviers. Rappelons que toutes les stations étudiées sont côtières, la station R6.96, la plus éloignée au large (et dépourvue d'espèces d'ostracodes piqueurs-suceurs), n'étant qu'à cinq mille nautiques du Cap de la Hève.

Ostracodes et foraminifères. Associés aux ostracodes, les foraminifères rencontrés dans les fractions analysées sont tous benthiques, comme Rosset-Moulinier (1988) l'a établi pour la baie de Seine. Les pourcentages d'ostracodes par rapport aux foraminifères, généralement inférieurs à 6%, atteignent respectivement 14,5 et 18,5 dans les échantillons sablo-vaseux 302 et 319. Nous ne possédons pas, actuellement, de données permettant des comparaisons avec d'autres types d'environnements marins ou d'autres secteurs géographiques.

REMARQUES BIOGÉOGRAPHIQUES

Les ostracodes néritiques de l'Atlantique nord-occidentale et de la Méditerranée occidentale ont principalement été étudiés, au nord, en bordure de la Manche ou de la Mer du Nord, par Athersuch et al. (1989), Chaït et al. (1996), De Vos (1957), Elofson (1941), Guillaume et al. (in Oertli, 1985), Sars (1923, 1925a, 1925b, 1926, 1928) et Wagner (1957), au sud, au large du golfe de Gascogne, de la Méditerranée occidentale et des côtes sud-ouest ibériques et nord-ouest africaines par Bonaduce et al. (1975), Breman (1975), Carbonel (1971, 1973a,b, 1980), Fischer (1877) Guillaume et al. (in Oertli, 1985), Hartmann (1953a,b,c, 1958), Llano (1981), MacKenzie et al. (1979), Müller (1894), Peypouquet (1971), Peypouquet & Nachite (1983), Ruiz Muñoz et al. (1996), Rome (1964), Ruggieri (1953), Uffenorde (1972), Witte (1993), Yassini (1969, 1979). Compte-tenu du caractère plus ou moins subjectif de la notion d'espèce, seuls les ostracodes que nous avons pu observer ou ceux figurés et dont la détermination peut ainsi être contrôlée, sont pris en compte. Les principales données biogéographiques - plus exhaustives en ce qui concerne la

FIGURE 9 - 1. *Palmoconcha guttata* (NORMAN, 1865). Valve gauche. 2. *Bonnyannella robertsoni* (BRADY, 1868). Valve gauche avec appendices, vue externe. 3. *Loxoconcha* cf. *variolata* (BRADY, 1879). Carapace, vue latérale gauche, vue stéréoscopique. 4. *Bonnyannella robertsoni* (BRADY, 1868). Valve gauche avec appendices, vue interne. 5. *Sagmatocythere multifora* (NORMAN, 1865). Valve gauche, vue stéréoscopique. 6. *Palmoconcha laevata* (NORMAN, 1865). Carapace, vue latérale droite. 7. *Loxoconcha rhomboidea* (FISCHER, 1855). Carapace, vue latérale gauche avec appendices. 8. Gen. 3 sp. Carapace, vue latérale gauche. 9. Gen. 3 sp. Valve droite, vue interne. 10. *Caspiocypris* ? sp. Valve droite. 11. *Caspiocypris* ? sp. Valve gauche. 12. *Iliocypris gibba* (RAMDOHR, 1808). Valve gauche. 13. *Cypretta* ? sp. Valve droite. 14. *Paracandona euplectella* (BRADY & NORMAN, 1889). Carapace, vue latérale droite. Echelle: 100 µm. 1. Left valve (329). 2. Left valve with appendages, external view. (314). 3. Carapace, left lateral view, stereoscopic view. (303). 4. Left valve with appendages, internal view. (314). 5. Left valve, stereoscopic view. (303). 6. Carapace, right lateral view. (329). 7. Carapace, left lateral view with appendages. (314). 8. Carapace, left lateral view. (323). 9. Right valve, internal view. (318). 10. Right valve. 11. Left valve. (308). 12. Left valve. (316). 13. Right valve. (316). 14. Carapace, right lateral view. (303).



Manche et la Méditerranée que le Golfe de Gascogne et le littoral marocain - sont résumées par la Figure 5 et les ostracodes recueillis en baie de Seine peuvent ainsi être répartis en trois groupes.

- Groupe d'espèces nordiques pour lesquelles la baie de Seine constitue, en l'état de nos connaissances, la limite méridionale d'extension avec *Eucythere anglica*, *Callistocythere murrayi*, *Hemicythere rubida*, *Nannocythere pavo*, *Cytherura gibba*, *Hemicytherura hoskini*, *Cytheropteron depressum*, *C. inornatum*, *Bythocythere zetlandica*, *Sclerochilus abbreviatus*,... A ce groupe peuvent être rattachées des espèces connues au nord de la baie de Seine mais qui, vers le sud, n'ont pas été citées au-delà de Roscoff (*Leptocythere baltica*, *L. psammophila*, *Semicytherura cornuta*, *Xestoleberis labiata* et *Paradoxostoma abbreviatum*). Au total, ce groupe comporte plus de 30 espèces.

- Groupe d'espèces à large répartition latitudinale connues aussi bien dans la Manche et la Mer du Nord que dans le Golfe de Gascogne, en Méditerranée, ou plus au sud, au large du Maroc: *Propontocypris pirifera*, *Eucythere declivis*, *Leptocythere pellucida*, *Callistocythere littoralis*, *Cuneocythere semipunctata*, *Pontocythere elongata*, *Carinocythereis whitei*, *Heterocythereis albomaculata*, *Sagmatocythere multiflora*, *Loxoconcha elliptica*, *Hemicytherura cellulosa*, *Semicytherura acuticostata*, *Bythocythere intermedia*, etc... Certaines espèces ont une extension latitudinale particulièrement importante puisque *Neocytherideis subulata* est citée autour des îles du Cap Vert (Brady 1868 in Wagner 1957), *Heterocytherideis albomaculata* aux Açores et *Loxoconcha rhomboidea* près de Madère et des îles Canaries (Athersuch et al. 1989). Ce groupe comporte plus de 50 espèces.

- Groupe d'espèces plus ou moins thermophiles, inconnues en Mer du Nord ou en Mer Baltique avec *Leptocythere macallana*, *Semicytherura arcachonensis* (citée ici pour la première fois dans la Manche), *Aurila convexa*, *Costa runcinata*, *Cytheropteron rotundatum* et *C. crassispinnatum*. A ce groupe, beaucoup moins important que les deux précédents, peuvent être rattachées quelques rares espèces pour lesquelles la limite septentrionale d'extension correspond aux rivages sud des Îles Britanniques (*Aurila woutersi*, *Loxoconcha cf. variolata*).

Bairdia subcircinata, représentée par plusieurs valves probablement larvaires et en excellent état de conservation, est la première *Bairdia* citée à ces faibles profondeurs dans la Manche.

Les affinités biogéographiques des cinq régions distinguées de la Mer du Nord à la Méditerranée occidentale et au littoral africain ont été ana-

lysées par la méthode de parcimonie qui n'est pas encore suffisamment utilisée en biologie malgré son intérêt lorsque sont étudiés des associations ou des changements fauniques (Bellan-Santini et al. 1994). Deux programmes utilisés en cladistique, P.A.U.P. 3.1.1. (Swofford 1993) et Mc Clade 3.0.1. (Maddison & Maddison 1992) ont été employés et donnent des résultats très proches; cependant, certains sous-programmes, notamment ceux de représentation graphique des arbres, sont complémentaires. Si l'on considère qu'une espèce ne peut vivre que si certaines conditions et elles seules sont remplies simultanément, sa présence dans deux zones relève d'une homologie alors que son absence peut être imputée à des causes d'origines différentes; l'absence ne sera pas homologue. Il paraît donc logique de considérer comme caractère dérivé la présence d'une espèce dans une zone. La station ou l'aire ancestrale peut être considérée comme un espace vide d'espèces dans lequel l'évolution et la variation des facteurs environnementaux vont induire la colonisation (présence des espèces). L'"out-group" théorique ou "espace hypothétique" est entièrement primitif; il ne présente que des zéros (Bellan-Santini et al. 1994). Les Unités Taxonomiques Opérationnelles (UTO) soumises à l'analyse sont les espèces présentes dans les différentes faunes: l'absence (0) est donc considérée comme le caractère primitif et la présence (1) comme le caractère dérivé et les arbres sont enracinés sur une région hypothétique ne possédant aucune espèce.

L'analyse a porté sur un total de 218 taxons reconnus jusqu'au niveau de l'espèce, avec 96 pour la Mer du Nord, 82 pour la baie de Seine, 86 pour le Golfe de Gascogne, 114 pour la Méditerranée occidentale et 74 pour le Maroc, soit un nombre moyen d'espèce de $88,6 \pm 17,3$ par région. La baie de Seine présente à cet égard un nombre d'espèces très voisin de la moyenne alors que la faune du Maroc apparaît, dans l'état actuel de nos connaissances, la plus pauvre et celle de la Méditerranée la plus riche. Nous avons conscience que cette comparaison n'est pas complètement objective puisque le nombre d'espèces recensées dans ces régions est fonction de l'effort d'échantillonnage et de la surface de la région considérée. Toutefois les résultats sont indicatifs des grandes tendances, en particulier la baie de Seine apparaît relativement riche à la suite de notre étude basée sur une seule campagne.

L'analyse de la matrice 5 UTOS (régions biogéographiques) et 218 caractères (espèces considérées dans notre recensement) fournit un seul arbre parcimonieux avec un indice de cohérence - C.I. - de 0,789, ce qui est très élevé. L'arbre de consensus (Fig. 6) indique un enracinement en un seul noeud de deux groupes de régions. La dichotomie

tomie sépare les deux régions méridionales, la Méditerranée orientale et le Maroc, proche géographiquement, d'une part, et, d'autre part, les trois régions plus septentrionales. Il existe pour la partie septentrionale une deuxième dichotomie séparant le Golfe de Gascogne des deux autres régions dont les faunes sont relativement proches. Cette analyse préliminaire (l'inventaire est encore incomplet) indique ainsi que la faune de la baie de Seine s'intègre bien dans l'ensemble nord-est atlantique alors que les faunes méridionales sont bien individualisées. L'analyse de parcimonie suggère, par conséquent, une colonisation relativement difficile d'un ensemble à l'autre. Douze espèces sont communes aux 5 faunes (syndérivée), 24 à l'ensemble méridional, 18 aux 3 régions septentrionales et 15 à l'ensemble baie de Seine - Mer du Nord. Le nombre d'espèces exclusives, présentes dans une seule région, est très variable (autodérivée): une seule espèce pour le Golfe de Gascogne, 7 pour les côtes marocaines et la baie de Seine, 12 pour la Mer du Nord et 54 pour la Méditerranée occidentale.

CONCLUSION

Les associations étudiées en baie de Seine correspondent, pour l'essentiel, à des thanatocénoses. Leur composition est celle d'espèces signalées vivantes dans la Manche ou en Mer du Nord à faible profondeur, notamment par Athersuch et al. (1989), à l'exception de *Cytherella* sp., de *Bairdia subcircinata* et de quelques espèces laissées provisoirement en nomenclature ouverte et représentées par un petit nombre d'individus (cf. la Figure 2). Ces thanatocénoses sont comparables aux paléothanatocénoses que sont les assemblages fossiles.

D'une façon générale, la répartition des ostracodes en baie de Seine est:

- homogène avec néanmoins un gradient fonction de l'éloignement des arrivées en mer des eaux douces,
- typique de l'étage infralittoral (un certain nombre d'espèces vivant dans le médio-littoral).

Quarante-cinq des espèces recueillies sont classiquement inféodées à l'étage infralittoral malgré l'absence ou la rareté de végétaux pluricellulaires à ce niveau en baie de Seine orientale. La présence de plusieurs espèces appartenant à des genres suceurs de cellules végétales pourrait correspondre à l'existence d'algues sciaphiles. La plupart des autres espèces ont un large spectre de distribution à l'exception de quelques-unes réputées circalittorales (*Eucythere declivis* et *Sigmatocythere multisulcata*) sans doute adaptées aux eaux faiblement salées de la baie. Enfin, les espèces d'eau douce, introduites par la Seine, sont concentrées au débouché de la baie.

Si la majorité des espèces de la baie de Seine sont à caractère nordique, la répartition latitudinale de certaines d'entre elles est large: une cinquantaine d'espèces se retrouvent en Méditerranée (notamment sur la côte algéroise) ou sur la côte atlantique marocaine. Vers le nord, d'autres sont connues jusqu'en Norvège et en Islande. Ainsi, et contrairement à une idée reçue, les ostracodes benthiques ne sont pas, d'une façon générale, des organismes strictement endémiques. Bien qu'exceptionnellement transocéanique, leur répartition régionale peut être très étendue.

Remerciements - Nous remercions chaleureusement l'équipage du N.O. Côte d'Aquitaine ainsi que F. Gentil, E. Thiébaud, C. Long et les étudiants ayant participé à la campagne PECTOW 96 pour leur aide lors des échantillonnages, C. Vallet pour l'analyse factorielle des correspondances, G. Bellan pour l'analyse de parcimonie, et F. Brion et C. Dupuy pour les analyses granulométriques des sédiments. Nous exprimons aussi notre reconnaissance aux deux rapporteurs, Pierre Carbonel et Marie-Claude Guillaume pour leurs remarques très constructives. Notre gratitude va aussi à R. Whatley qui, lors de son séjour à Paris, a bien voulu nous faire part de ses observations et corriger le résumé en anglais. Les photographies ont été réalisées au Centre interuniversitaire de Microscopie électronique (Universités P6 et P7). Elles ont été tirées au Laboratoire de Micropaléontologie de l'Université Paris 6 par Olivier Fay.

RÉFÉRENCES

- ATHERSUCH J., HORNE D.J. & WHITTAKER J.E. 1989 - Marine and Brackish Water Ostracods. Edit. par Doris M. Kermack & R. S. K. Barnes, Londres, 343 p.
- BELLAN-SANTINI D., DAUVIN J.-C. & BELLAN G. 1994 - Analyse des données en écologie benthique: utilisation de la méthode de l'analyse de parcimonie. *Oceanologica Acta*, 17: 331-340.
- BENZECRI P. 1973 - L'analyse des données. Tome 2: L'analyse des correspondances Dunod, Paris, 619 p.
- BONADUCE G., CIAMPO G. & MASOLI M. 1975 - Distribution of Ostracoda in the Adriatic Sea. *Pubblicazione della Stazione Zoologica di Napoli*, 40-1 (supl.), 304 p.
- BREMAN E. 1975 - The distribution of ostracodes in the bottom sediments of the Adriatic Sea. Thèse de la Vrije Universiteit te Amsterdam, 165 p. (inédit).
- BRUYNHROGE M. 1978 - Classification ascendante hiérarchique de grands ensembles de données: un algorithme rapide fondé sur la construction des voisinages réductibles. *Cahiers de l'Annale des Données*, 3: 7-33.
- CABIOCH L. & GENTIL F. 1975 - Distribution des peuplements benthiques dans la partie orientale de la baie de Seine. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, D, 280: 571-574.
- CARBONEL P. 1971 - Les ensembles fauniques d'Ostracodes récents de l'estuaire de la Gironde et du plateau continental du Sud du Golfe de Gascogne. Thèse 3ème cycle, Université de Bordeaux, 860, 209 p. (inédit).
- CARBONEL P. 1973a - Les ensembles fauniques d'ostracodes récents de l'estuaire de la Gironde. *Bulletin de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine*, 14: 75-81.

- CARBONEL P. 1973b - Ensembles fauniques d'ostracodes du plateau continental du Golfe de Gascogne. *Bulletin de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine*, 14: 83-87.
- CARBONEL P. 1980 - Les ostracodes et leur intérêt dans la définition des écosystèmes estuariens et de plate-forme continentale. Essais d'application à des domaines anciens. *Mémoires de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine*, 11, 350 p.
- CHABERT D'HIÈRES G. 1986 - La circulation des eaux en Baie de Seine. *Actes des Colloques d'IFREMER*, 4: 15-24.
- CHAIT R., BONNOT-COURTOIS C., CALINE B., GUERNET C., GUILLAUME M.-C. & MATHIEU R. 1996 - Les Ostracodes et les conséquences de la mise en place de l'usine marémotrice de la Rance (Bretagne, France) sur le milieu estuarien. *Bulletin trimestriel de la Société Géologique et des Amis du Muséum du Havre*, 83,1-2: 17-30.
- COSSON J. & THOUIN F. 1980 - Résultats de l'étude qualitative et quantitative du nanophytobenthos de l'estuaire de la Seine (de Courville à Luc-sur-Mer). Rapport SAUM estuaire de la Seine, 4, algues MEBS-MABN, 63 p. (inédit).
- DAUVIN J.-C. 1979 - Recherches quantitatives sur le peuplement des sables fins de la Pierre Noire, Baie de Morlaix et sur sa perturbation par les hydrocarbures de l'Amoco Cadiz. Thèse doctorat 3ème cycle, Université Paris 6, 251 p.
- DE VOS A. 1957 - Liste annotée des Ostracodes marins des environs de Roscoff. *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, 95, 74 p.
- ELOFSON O. 1941 - Zur Kenntnis der marinen Ostracoden Schwedens mit besonderer Berücksichtigung des Skageraks. *Zoologiska Bidrag från Uppsala*, 19: 215-534.
- FISCHER P. 1877 - Crustacés ostracodes marins des côtes du sud-ouest de la France. *Actes Société linéenne de Bordeaux*, 31: 241-250.
- HARTMANN G. 1953a - Les Ostracodes de la zone d'algues de l'eulittoral de Banyuls. *Vie et milieu*, 4,4: 608-612.
- HARTMANN G. 1953b - Les Ostracodes du sable à *Amphioxus* de Banyuls. *Vie et milieu*, 648-658.
- HARTMANN G. 1953c - Ostracodes des étangs méditerranéens. *Vie et milieu*, 707-712.
- HARTMANN G. 1958 - Ostracoden von der Französischen. *Kieler Meeresforschung*, 14: 226-232.
- HARTMANN G. & GUILLAUME M.-C. 1996 - Classe des Ostracodes (Ostracoda Latreille, 1802). *Traité de Zoologie*, 7, 2: 755-839, Masson, Paris.
- JAMBU M. & LEBEAUX M.O. 1978 - Classification automatique pour l'analyse des données. 2: logiciels. Dunod, Paris, 399 p.
- LARSONNEUR C. 1972 - Données sur l'évolution paléogéographique posthercynienne de la Manche. *Mémoire Bulletin des Recherches géologiques et minières*, 79: 204-214.
- LE HIR P., SALOMON J.-C., LE PROVOST C., CHABERT D'HYÈRES G. & MAUVAIS J.-L. 1986 - Approche de la circulation résiduelle en Baie de Seine. *Actes des Colloques d'IFREMER*, 4: 63-72.
- LEGENDRE L. & LEGENDRE P. 1984 - Ecologie numérique. Tome 2. La structure des données écologiques. 2ème édition. Masson, Paris et les Presses de l'Université du Québec, 335 p.
- LLANO M. 1981 - Intérêt des Ostracodes dans l'interprétation de phénomènes hydrogéologiques sur les plateaux continentaux: la plate-forme Atlantique Marocaine. Thèse Doct. 3ème Cycle, Université Bordeaux I, 256 p. (inédit).
- MACKENZIE K., DUCASSE O., DUFOUR E. & PEYPOUQUET J.-P. 1979 - Monographie bibliographique, stratigraphique et paléocéologique sur les ostracodes cénozoïques du Bassin d'Aquitaine. *Bulletin de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine*, n° spécial, 195 p.
- MADDISON W.P. & MADDISON D.R. 1992 - Mc Clade version 3.0.1. A phylogenetic computer program distributed by the authors.
- MÜLLER G. 1894 - Die Ostracoden des Golfes von Neapel und der angrenzenden meeresabschnites. *Fauna und Flora Neapel*, 21, 403 p.
- OERTLI H. édit. 1985 - Atlas des ostracodes de France. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf Aquitaine, Pau*, 9, 360 p.
- PEYPOUQUET J.-P. 1971 - Les Ostracodes de la région de Cap Breton. Intérêt écologique et paléocéologique. Thèse 3ème cycle, Université Bordeaux, 805, 266 p. (inédit).
- PEYPOUQUET J.-P. & NACHITE D. 1983 - Les ostracodes en Méditerranée occidentale. *Revue Pétrole et Technique*, 303: 151-169.
- ROME R. 1964 - Ostracodes des environs de Monaco, leur distribution en profondeur, nature des fonds marins explorés. *Pubblicazione della Stazione Zoologica di Napoli*, 33 suppl.: 200-212.
- ROSSET-MOULINIER M. 1978 - Répartition des populations de foraminifères benthiques dans le golfe normanno-breton et la baie de Seine. *Annales de l'Institut Océanographique de Paris*, 54: 107-126.
- ROSSET-MOULINIER M. 1979 - Limites microfaunistiques en Manche. Leurs rapports avec l'hydrologie et la sédimentologie. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 288D: 943-945.
- ROSSET-MOULINIER M. 1988 - Comparaison de la répartition de foraminifères benthiques sur un plateau continental et dans une mer épicontinentale en climat tempéré. *Revue de Paléobiologie*, vol. spéc. 2: 879-884.
- RUGGIERI G. 1953 - Eta e fauna di un terrazzo marino sulla costa ionica della Calabria. *Giornale di Geologia di Bologna*, 2, 23: 20-144.
- RUIZ MUÑOZ F., GONZÁLEZ-REGALADO M. & MORALES GONZÁLEZ J. 1996 - Distribución y ecología de los foraminíferos y ostrácodos actuales del estuario mesomareal del río Guadiana (SO España). *Geobios*, 29,5: 513-528.
- SALOMON J.-C. 1986 - Courantologie calculée en Baie de Seine. *Actes des Colloques d'IFREMER*, 4: 35-42.
- SARS G. 1923 - An account of the Crustacea of Norway. 9-Ostracoda. Parties 3, 4 Polycopidae (fin), Cythoidae, Cypridea (partie): 33-72.
- SARS G. 1925a - An account of the Crustacea of Norway. 9-Ostracoda. Parties 9, 10 Cypridea (fin), Cythoidae (partie): 137-176.

- SARS G. 1925b. An account of the Crustacea of Norway. 9-Ostracoda. Parties 11, 12 Cytheridea (suite): 177-208.
- SARS G. 1926 - An account of the Crustacea of Norway. 9-Ostracoda. Parties 13, 14 Cytheridea (suite): 209-240.
- SARS G. 1928 - An account of the Crustacea of Norway. 9-Ostracoda. Parties 15, 16 Cytheridea (fin): 241-277.
- SWOFFORD D.L. 1993 - PAUP: phylogenetic analysis using parsimony, version 3.1.1. Computer program distributed by the Illinois Natural History Survey, Champaign, Illinois, U.S.A.
- THIÉBAUT E. 1994 - Dynamique du recrutement et dispersion larvaire de deux annélides polychètes *Owenia fusiformis* et *Pectinaria koreni* en régime mégatidal (Baie de Seine orientale, Manche). Thèse d'Université Paris 6, 152 p.
- THIÉBAUT E., CABIOCH L., DAUVIN J.-C., RETIERE C. & GENTIL F. 1997 - Spatio-temporal persistence of the *Abra-alba* - *Pectinaria koreni* muddy-fine sand community at the eastern Bay of Seine (English Channel). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 77: 1165-1185.
- UFFENORDE H. 1972 - Ökologie und jahreszeitliche Verteilung rezenter benthonischer Ostracoden des Limski kanal bei Rovinj (nördliche Adria). *Göttinger Arbeiten zur Geologie und Paläontologie*, 13, 121 p.
- WAGNER C.W. 1957 - Sur les Ostracodes du Quaternaire récent des Pays-Bas et leur utilisation dans l'étude géologique des dépôts holocènes. Thèse Doctorat d'Etat es Sciences Paris, 259 p. (inédit).
- WITTE L. 1993 - Taxonomy and origin of modern West African shallow marine Ostracoda. *Academisch Proefschrift*, Université de Vrije, 201 p.
- YASSINI I. 1969 - Ecologie des associations d'Ostracodes du bassin d'Arcachon et du littoral Atlantique. Application à l'interprétation de quelques populations du Tertiaire Aquitain. *Bulletin de l'Institut Géologique du Bassin d'Aquitaine, Bordeaux*, 7, 288 p.
- YASSINI I. 1979 - The littoral system ostracods from the bay of Bou-Ismaïl, Algiers, Algeria. *Revista Española de Micropaleontología*, 11, 3: 353-416.

R. CHÂIT & C. GUERNET

Université P. et M. Curie
Laboratoire de Micropaléontologie
Département de Géologie sédimentaire et URA 1761
4, place Jussieu
F-75252 Paris cedex 05

J.-C. DAUVIN

Station marine de Wimereux, UPRES A
28 avenue Foch, BP 41
F-62930 Wimereux