

## Colonisation d'un sable azoïque exogène par la méiofaune

Catherine Le Guellec

Université de Bretagne Occidentale  
Laboratoire d'Océanographie Biologique, URA 711 CNRS  
6, avenue Le Gorgeu, F-29287 Brest Cedex.

**Résumé :** La colonisation d'un sable azoïque par la méiofaune benthique a été suivie d'octobre 1985 à février 1986, sur une plage de la côte nord de Bretagne (France). Ce sable exogène, de médiane granulométrique 270  $\mu\text{m}$ , a été préalablement rendu azoïque par l'action combinée de détergents et d'eau chaude. Il a ensuite été déposé sur une surface expérimentale dans la zone intertidale de la plage de Kerurus, dont le sédiment fin a une médiane de 145  $\mu\text{m}$ . Cette différence dans les caractéristiques sédimentaires des deux sables (témoin et surface expérimentale) explique la composition qualitative des deux peuplements de Copépodes Harpacticoïdes. Alors que la plage est essentiellement peuplée d'espèces sabulicoles épi- et endopsammiques (86 %), ce sont surtout des espèces mésopsammiques qui recolonisent le sable azoïque (85,5 %). Les Acariens repeuplent la zone expérimentale avec des densités importantes par rapport à celles des sédiments de la plage. A l'inverse, les Amphipodes, les Cumacés et les Tanaïdacés, bien représentés sur la plage, ne recolonisent pratiquement pas le sable exogène. Outre les caractéristiques granulométriques du sédiment, plusieurs facteurs peuvent intervenir dans cette recolonisation : la nourriture disponible, la mobilité des espèces, etc...

**Abstract :** Colonization of an exogenous azoic sand by meiofauna.

Colonization of an azoic sand by meiobenthic organisms was monitored from October 1985 to February 1986 on a sandy beach of North Brittany (France). This exogenous sand, whose median grain size was 270  $\mu\text{m}$ , became azoic after washing with cleaning products and hot water. Then, it was spread on an experimental area, in the intertidal zone of Kerurus beach, the median grain size of which was only 145  $\mu\text{m}$ .

This difference between sedimentary characteristics of these two sands (control and experimental site) explained why qualitative compositions of the two harpacticoid copepod communities were not similar. So, when species present on the beach were in majority epi- or endopsammic forms (86 %), it was mainly mesopsammic species which settled on the azoic sand (85,5 %). Acarians settled on experimental area with high densities compared to those observed in the beach sand. On the contrary, amphipods, cumaceans and tanaïds were well represented on the beach but almost did not colonize the exogenous sand. In addition to the grain size, other parameters can be involved in colonization mechanisms, such as food resources, species mobility, etc.

### INTRODUCTION

Les écosystèmes marins côtiers sont souvent soumis à des perturbations naturelles ou accidentelles qui, à plus ou moins grande échelle, peuvent entraîner une désstabilisation et même, parfois, un dépeuplement des zones concernées.

Si les phénomènes de recolonisation et de succession des communautés macrobenthiques ont été largement étudiés (Dauer & Simon, 1976 ; Brunswig *et al.*, 1976 ; Pearson & Rosenberg, 1978 ; Glémarec, 1979 ; Santos & Simon, 1980 a), les connaissances sur ces mécanismes dans le domaine de la méiofaune sont beaucoup moins précises. Néanmoins, des travaux récents ont permis d'étudier les possibilités de restauration des peuplements méiobenthiques (Scheibel, 1974 ; Thistle,

1980 ; Bell & Sherman, 1980 ; Sherman & Coull, 1980 ; Hockin & Ollason, 1981 ; Bodin & Le Moal, 1982 ; Chandler & Fleeger, 1983 ; Bodin, 1988).

Dans le cadre des recherches du Centre de documentation, de recherches et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux (CEDRE) sur le traitement des sédiments pollués par hydrocarbures, une campagne d'essais a eu lieu à l'automne 1985 sur des plages de la côte nord de Bretagne. Un protocole expérimental complexe établi par le CEDRE prévoyait le nettoyage complet de différents sables expérimentalement pollués par hydrocarbures et leur redéposition sur une plage quelconque. Pour compléter cette expérience, il nous avait été demandé de suivre l'impact de ce traitement sur la méiofaune et la macrofaune benthiques.

Les données rapportées ici correspondent uniquement au suivi écologique de la recolonisation du sable nettoyé, par certains groupes de la méiofaune. Cette étude a pour but de préciser le temps nécessaire à la réinstallation d'un peuplement méiofaunique sur un substrat azoïque, et l'importance des différents facteurs impliqués dans cette recolonisation.

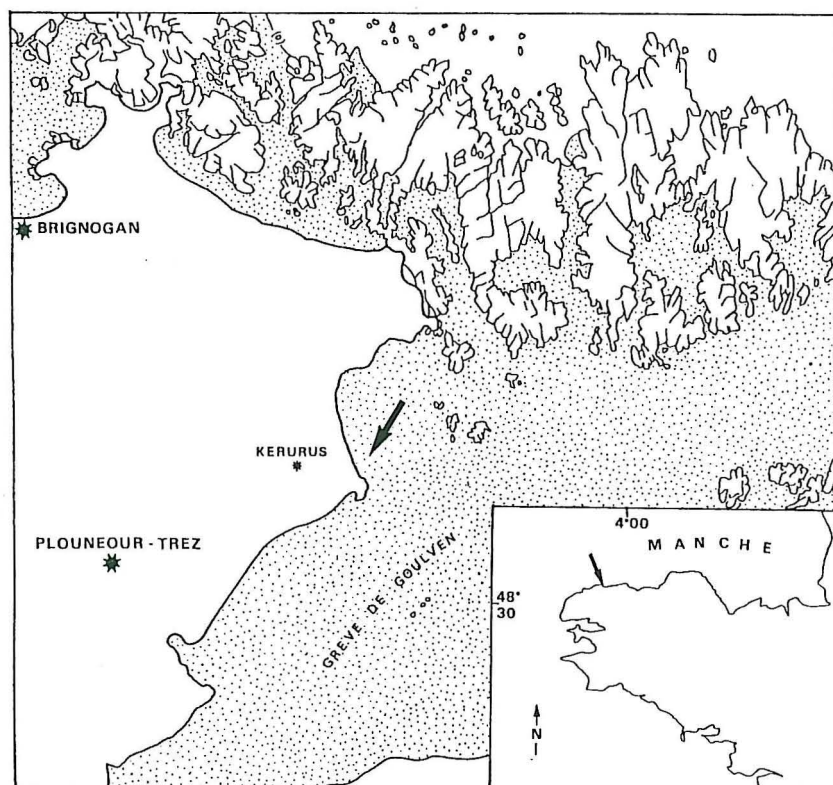


Fig. 1 - Localisation de la plage de Kerurus.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### SITE D'ÉTUDE ET PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

La station d'étude est située dans la zone intertidale de la plage de Kerurus (baie de Goulven, Finistère Nord). Il s'agit d'une plage de sable fin de médiane granulométrique  $145 \mu\text{m}$ , abritée des vents dominants de secteur ouest (Fig. 1).

Au niveau des hautes mers de vive-eau (HMVE), le sédiment a été enlevé sur une surface de  $10 \times 20 \text{ m}$  sur  $10 \text{ cm}$  d'épaisseur (surface expérimentale). Il a été remplacé par  $20 \text{ m}^3$  d'un sable exogène de  $270 \mu\text{m}$  de médiane, rendu azoïque par un traitement de lavage préalable sous l'action combinée de détergents et d'eau chaude ( $40^\circ\text{C}$ ). Les dosages effectués par le CEDRE 13 et 27 jours après le dépôt du sable n'ont montré aucune trace de produits détergents dans la zone expérimentale.

### PARAMÈTRES ÉCOLOGIQUES

#### Étude granulométrique

L'évolution de la granulométrie a été suivie sur un site témoin de la plage et dans la surface expérimentale d'octobre 1985 à février 1986.

Les prélèvements de  $10 \text{ cm}$  d'épaisseur sont passés sur une colonne de tamis de  $63 \mu\text{m}$  à  $5 \text{ mm}$ . Le pourcentage de chaque refus est calculé et les courbes granulométriques sont représentées à l'aide des fréquences cumulées (Fig. 2). La médiane granulométrique du sable de la plage varie entre  $125$  et  $160 \mu\text{m}$  pendant le suivi, alors que celle du sable rapporté fluctue de  $240$  à  $275 \mu\text{m}$ . Le taux de particules fines ou pélites ( $< 63 \mu\text{m}$ ) est faible dans les deux sables ( $< 0,5 \%$ ).

#### Oxygénation du sédiment

Elle peut être évaluée visuellement par l'épaisseur de la couche claire puisqu'il existe un gradient d'oxygénation décroissant de la couche claire de surface vers la zone sombre, réduite, de profondeur. Sur la plage de Kerurus, l'épaisseur de la couche oxydée reste constante ( $4\text{-}5 \text{ cm}$ ) pendant la période du suivi. Dans la surface expérimentale, le même gradient d'oxygénation s'est rétabli dès le 5<sup>e</sup> jour.

### ÉCHANTILLONNAGE ET EXTRACTION DE LA FAUNE

La colonisation du sable azoïque par la méiofaune a fait l'objet d'une série de neuf prélèvements entre le 30 octobre 1985 et le 10 février 1986. Les animaux sont prélevés à l'aide d'un tube en plexiglas de  $3,55 \text{ cm}$  de diamètre intérieur, correspondant à une surface de  $10 \text{ cm}^2$ , sur  $10 \text{ cm}$  de profondeur. A chaque date de prélèvement sont récoltés trois échantillons sur le site témoin et trois échantillons dans la zone expérimentale. Les échantillons sont triés séparément afin de déter-

miner l'hétérogénéité spatiale des espèces. La méiofaune est concentrée par mise en suspension hydraulique et filtration sur trois tamis de 40  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$  et 1 mm de maille, puis triée à la loupe binoculaire ( $\times 25$ ). Les Copépodes Harpacticoïdes sont identifiés au niveau de l'espèce afin d'étudier la richesse spécifique et la structure du peuplement. Le temps imparti pour cette étude n'ayant pas permis de trier le groupe des Nématodes, très nombreux dans cette zone, seuls sont donnés les résultats concernant les autres groupes méiofauniques récoltés.

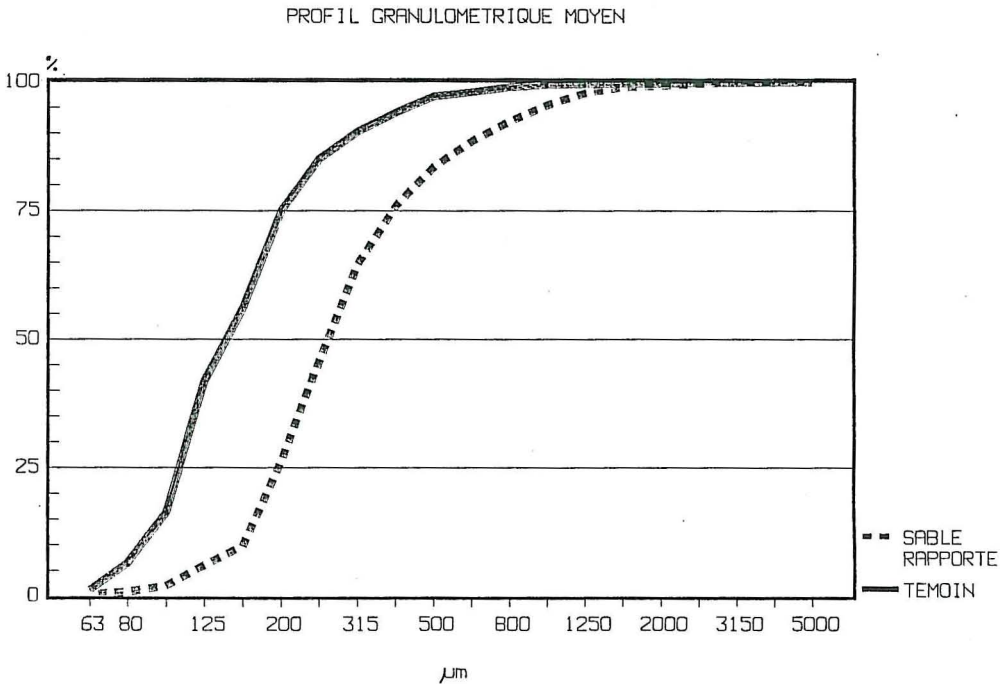


Fig. 2 - Profil granulométrique des deux sables (moyenne sur l'ensemble du suivi).

## RÉSULTATS

### ÉVOLUTION QUANTITATIVE

La colonisation du sable azoïque par les groupes méiofauniques étudiés est très rapide. Dès le lendemain de son épandage dans la zone expérimentale, c'est-à-dire après deux cycles de marée, des Copépodes Harpacticoïdes, des Acariens et des Annélides sont présents dans les prélèvements. Les densités de Copépodes augmentent ensuite rapidement (Fig. 3). Néanmoins, les Crustacés Amphipodes,

Cumacés et Tanaïdacés, pourtant identifiés sur la plage, ne semblent pas recoloniser le sable rapporté (Tabl. 1). La densité totale des Copépodes évolue de façon remarquablement similaire dans la zone expérimentale et dans la zone témoin, avec le même pic d'abondance en décembre 1985. Les différences entre les densités des deux sites sont testées par le test non paramétrique de Mann Whitney et les résultats sont portés dans le tableau 2. Si la plupart des groupes sont moins représentés (en nombre d'individus) dans le sable rapporté, les Acariens y sont au contraire beaucoup plus nombreux que sur la plage. Les différences de densité des Copépodes ne sont pas statistiquement significatives entre les deux sites, mais la densité moyenne est régulièrement plus forte dans le témoin (excepté le 08.11.85 et le 10.02.86).

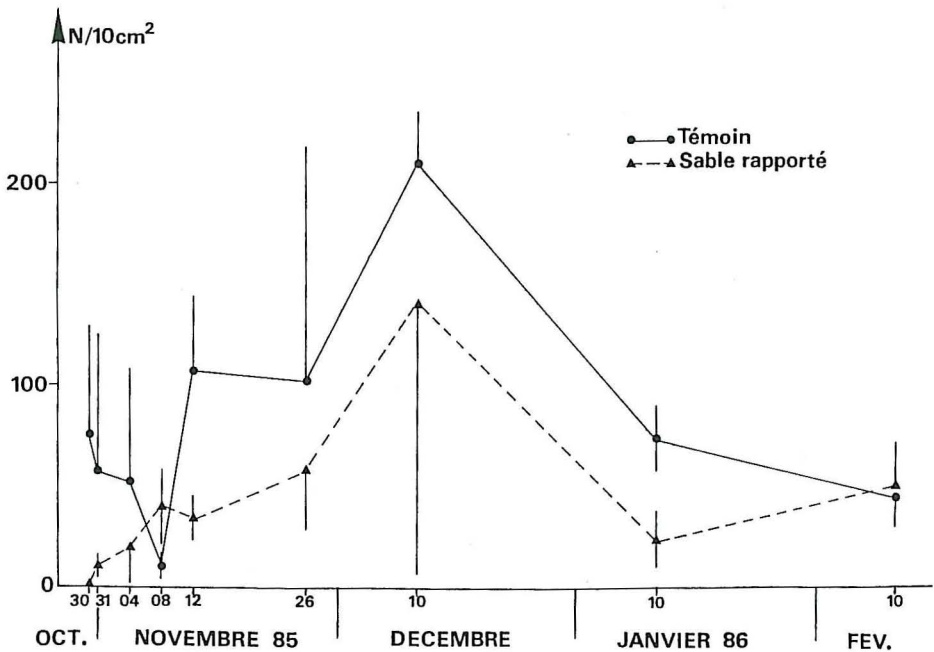


Fig. 3 - Évolution temporelle de la densité des Copépodes Harpacticoides sur la plage et dans la surface expérimentale (N/10 cm<sup>2</sup>). Densité moyenne et erreur standard.

		TÉMOIN										SABLE RAPPORTÉ									
		1985					1986					1985					1986				
	Groupe écologique	30/10	31/10	04/11	08/11	12/11	26/11	10/12	10/01	10/02	30/10	31/10	04/11	08/11	12/11	26/11	10/12	10/01	10/01		
COPÉPODES HARPACTICOIDES																					
Canuella perplexa	S	47	3,5	31	1,3	57	63	139	60	39	0,3	0,3		1,3		0,3	0,3	0,7			
Balectinosona herdnadi	S	28	0,5	4,3		37	33	55	4	1,3		0,3									
Pseudobradya minor	S								0,3												
Arenosetella tenuissima	M		45	5	3	1,3	0,3	6	1		7	13	24	20	32	101	2	2,3			
Arenosetella duriensis	M										0,3		0,3								
Tachidius discipes	E			3	2	1,7	2,7	4	6	1							2,3	0,3			
Microarthridion fallax	V							0,3	0,3												
Barpacticus flexus	S					0,7			0,3												
Parastenehelia spinosa	P			1	0,7	0,3		0,3	0,3		0,7		4	3,3	4,3	16	1,7	3			
Stenhelia palustris bispinosa	V			0,3						0,3											
Bulbanphiasus inus	E								0,3	0,3											
Amphiascoides debilis	E				0,3																
Nitocra typica	E													0,3							
Sarsameira peresi	V	0,3																			
Apodopsyllus arenicolus	M										0,3	5,3	23	5	11	1	6	32			
Kliopsyllus paraholsaticus	M													3,3	11	2,7	2,7				
Mesochra lilljeborgi	E	0,3				1,3		0,7	0,3												
Paraleptastacus espinulatus	M		3,5			0,3					1,3			1,3	2	1,7	3,3	2,3			
Paraleptastacus spinicauda	M												0,3	0,3	3		0,3				
Arenopontia subterranea	M		1,5		2							0,3	1	1,3	3	3,3	2,7	3			
Rhizothrix minuta	S	0,3	0,5	1,3		2,3	0,7	2,7	0,3	2,3							1	0,3			
Huntenannia jadensis	V																	0,3			
Heterolaophonte minuta	P					0,7	0,3	0,3	1							0,3					
Paronychocamptus manus	V		1			0,3		0,7	0,3					0,7	1	2,3	0,3	0,3			
Asellopsis internedia	S		2	6	0,7	4	2,3	2	0,3	2		0,3	1	1	1	1	1,3	3,3			
TOTAL COPEPODES		75,9	57,5	51,9	10,0	106,9	102,3	211,0	74,7	46,2	0	9,9	19,5	39,6	34,2	58,2	140,9	23,6	50,8		
NAUPLII		1	10	3	1	8	11	23	13	2		1	1	14	15	13	36	5	0,3		
OSTRACODES		2	1	10	3	3	3	4	2	1			3	1	0,3	1	4	0,3	0,3		
ACARIENS		2	24	2	7	1	4	2		1		3	3	24	17	30	75	50	64		
AMPHIPODES		2		0,3		0,3		0,3	0,3												
CUMACES		47		0,3	0,3	6	3	15	1	1							0,3	0,3			
TANAIDACES			1	1	1	1		0,3													
ANNELIDES		7	10	4	0,3	8	15	21	4	4		1	1	1	1	4	3	4	6		

TABLEAU 1 - Évolution des densités des Copépodes Harpacticoïdes et des différents groupes méiofauniques étudiés dans les deux sites de prélèvements (N/10 cm<sup>2</sup>).

## ÉVOLUTION QUALITATIVE DES PEUPELEMENTS DE COPÉPODES HARPACTICOÏDES

Au total, vingt-cinq espèces de Copépodes benthiques ont été identifiées au cours de cette étude, dont dix-neuf sur la plage et dix-sept dans le sable rapporté (Tabl. 1). L'espèce dominante du peuplement témoin est *Canuella perplexa* ( $X = 49 \text{ ind.}10 \text{ cm}^{-2}$ ) suivie de *Halectinosoma herdmani* ( $X = 18 \text{ ind.}10 \text{ cm}^{-2}$ ) et *Arenosetella tenuissima* ( $X = 7 \text{ ind.}10 \text{ cm}^{-2}$ ). Le sable azoïque est colonisé préférentiellement par *Arenosetella tenuissima* ( $X = 25 \text{ ind.}10 \text{ cm}^{-2}$ ), *Apodopsyllus arenicolus* ( $X = 9 \text{ ind.}10 \text{ cm}^{-2}$ ) qui est absent des prélèvements témoins, et *Parastenhelia spinosa* ( $X = 4 \text{ ind.}10 \text{ cm}^{-2}$ ). Deux espèces, régulièrement présentes sur la plage (*Rhizothrix minuta* et *Tachidius discipes*), ne s'installent dans la zone expérimentale qu'en janvier 1986, et plusieurs autres n'y apparaissent pas ou peu (*Halectinosoma herdmani*, *Harpacticus flexus*, *Mesochra lilljeborgi*).

Bien que les connaissances sur la biologie et l'écologie de beaucoup d'espèces restent fragmentaires, les Copépodes Harpacticoïdes peuvent être divisés en plusieurs groupes écologiques (Remane, 1952; Wieser, 1960; Soyer, 1971; Bodin, 1988). Parmi les espèces à affinité sabulicole sont définies les espèces épi-, endo- et mésopsammiques. Les premières vivent à la surface du sédiment, alors que les secondes y pénètrent plus ou moins profondément. Les formes mésopsammiques, encore appelées espèces interstitielles, se déplacent entre les grains de sable grâce à leur forme et à leur structure. Les autres groupes écologiques définis concernent les espèces phytophiles, dont la présence est liée à celle des algues et des débris végétaux, les espèces vasicoles, qui sont caractéristiques des sédiments fins et, enfin, les espèces eurytopes, qui peuvent être présentes dans différents biotopes car elles supportent de grandes variations des paramètres écologiques (température, salinité, taux de pélites et de matière organique).

Les prélèvements témoins effectués sur la plage de Kerurus sont constitués essentiellement d'espèces sabulicoles épi- ou endopsammiques (86 %), alors que les espèces mésopsammiques y sont faiblement représentées (9,4 %) (Fig. 4). Dans la zone de sable rapporté, le sédiment plus grossier permet l'installation d'espèces en majorité interstitielles (85,5 %), au détriment des autres espèces sabulicoles (3,6 %). On y voit même apparaître des espèces non recensées dans les échantillons témoins : *Arenosetella duriensis*, *Apodopsyllus arenicolus*, *Klioposyllus parahol-saticus*, *Paraleptastacus spinicauda*.

Les espèces vasicoles, eurytopes et phytophiles restent peu abondantes dans les deux zones. On remarque cependant une proportion beaucoup plus importante de phytophiles (essentiellement *Parastenhelia spinosa*) dans le sable rapporté par rapport au témoin.

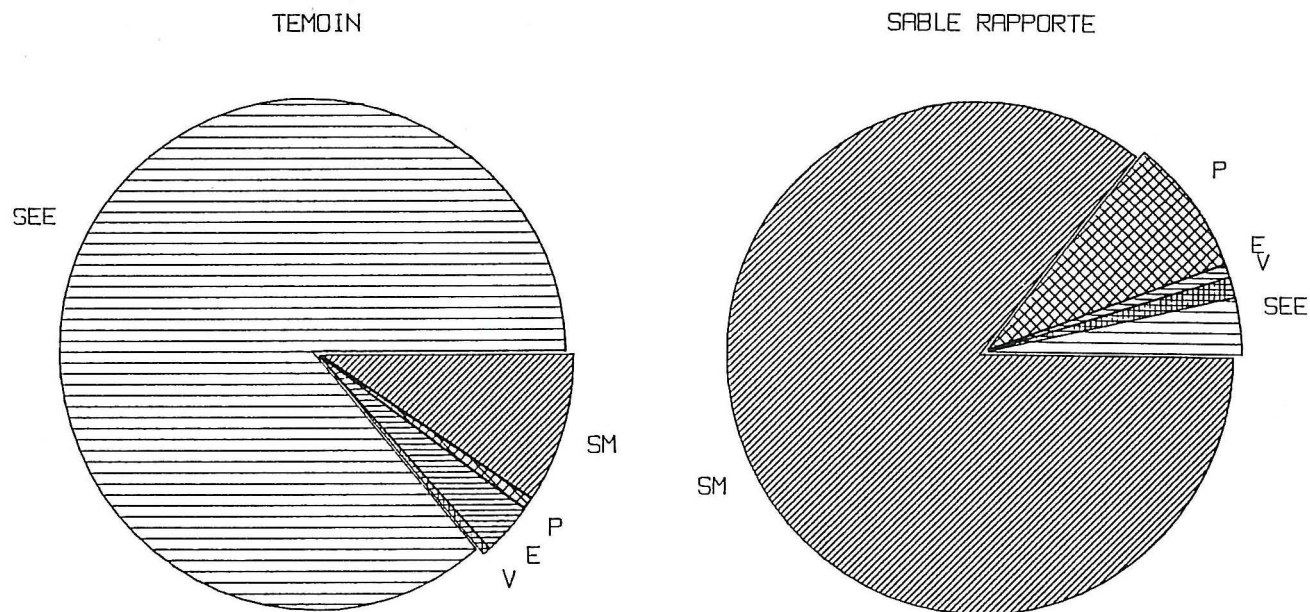


Fig. 4 - Composition qualitative des deux peuplements de Copépodes Harpacticoïdes (moyenne sur la durée du suivi) :

- Groupes écologiques :
- SEE : sabulicoles épi- et endosammiques
  - SM : sabulicoles mésosammiques
  - E : eurytopes
  - V : vasicoles
  - P : phytophiles.



TABLEAU 2

Résultat du test de Mann Whitney effectué sur les densités des différents groupes étudiés.

NS : différence non significative entre les deux sables (pour un seuil de 5 %)

\* : différence significative (seuil de 5 %)

\*\* : différence très significative (seuil de 1 %).

COPÉPODES	Densité	NS
	Nbre d'espèces	NS
	Nauplii	NS
OSTRACODES		*
ACARIENS		**
AMPHIPODES		NS
CUMACÉS		**
TANAIDACÉS		*
ANNELIDES		NS

## DISCUSSION

Cette étude montre une nouvelle fois la capacité de colonisation de la méiofaune interstitielle sur un substrat azoïque et, en particulier, la reconstitution d'un peuplement de Copépodes Harpacticoïdes en l'absence de pollution chimique persistante.

De nombreux travaux ont déjà précisé les temps d'installation de la méiofaune sur des sédiments dépeuplés naturellement ou artificiellement. Ainsi, Sherman et Coull (1980) montrent que la méiofaune partiellement détruite sur une petite surface d'une zone intertidale en Caroline du Sud retrouve des densités semblables au témoin au bout d'un cycle de marée. De même Scheibel (1974), dans le cas de colonisation subtidale, Thistle (1980) dans celui de phénomènes induits par la bioturbation, ou Chandler et Fleeger (1983) dans la colonisation de substrats azoïques, ont trouvé des temps de restauration très courts (quelques cycles de marée). Les travaux d'Alongi (1981) sur la méiofaune subtidale, ou ceux de Bell et Coen (1982) sur la recolonisation des tubes de la Polychète *Diopatra cuprea* confirment ces brefs délais. Néanmoins, des perturbations à grande échelle (Coull, 1969; Scheibel & Rumohr, 1979; Bodin, 1988) entraînent une réinstallation plus lente des communautés méiobenthiques. Plus la distance entre le centre de la zone dépeuplée et les colonisateurs potentiels est grande, moins la dynamique de recolonisation est rapide (Chandler & Fleeger, 1983). D'autant plus qu'on ne connaît que très peu de cas de développement larvaire pélagique chez les Copépodes Harpacticoïdes benthiques (Swedmark, 1964). A part *Microarthridion littorale*, pour laquelle des nauplii ont été observés dans le plancton (Hauspie & Polk, 1973), à notre connaissance, seule *Canuella perplexa* présente normalement des stades

nauplii et copépodites pélagiques (Raibaut, 1967; Vincx & Heip, 1979; Castel & Lasserre, 1977). Par ailleurs, d'après Santos et Simon (1980 b), le repeuplement d'une surface azoïque est essentiellement l'œuvre d'individus adultes venus des zones environnantes. De fait, à l'exception d'un petit pic de copépodites de *Arenosetella tenuissima* noté en décembre, très peu de stades juvéniles ont été récoltés au cours de cette étude en raison des faibles possibilités de recrutement en cette saison. Le fait que les densités de Copépodes Harpacticoïdes soient régulièrement plus fortes dans le témoin (cf. Fig. 3) peut avoir plusieurs explications. Le sable rapporté n'a peut-être pas encore acquis à la fin du suivi toutes les conditions trophiques (diatomées, bactéries...) nécessaires au développement optimal des populations méiofauniques. Une étude à plus long terme aurait évidemment précisé cette éventualité. D'autre part, ces phénomènes de recolonisation mettent en jeu des mécanismes de migrations actives (nage) ou passives (transport par les courants), verticales ou horizontales (Sherman & Coull, 1980). L'hypothèse de déplacements horizontaux par transport passif est plus probable, en particulier dans le cas de surfaces dépeuplées importantes. Cette hypothèse est renforcée par les possibilités de migrations verticales, nyctémérales, observées chez les Harpacticoïdes benthiques (Arlt *et al.*, 1980; Pavlyuk, 1984), ainsi que par la remise en suspension des animaux par les courants (Bell & Sherman, 1980; Chandler & Fleeger, 1983) surtout en période de fort hydrodynamisme, comme c'était le cas sur nos côtes d'octobre 1985 à février 1986. La recolonisation passive a probablement été prépondérante dans cette expérience puisqu'un certain nombre d'espèces, absentes des prélèvements témoins (*Apodopsyllus arenicolus*, *Paraleptastacus spinicauda*, *Kliopsyllus paraholsaticus*) ont colonisé le sable rapporté. Ces espèces, bien que qualifiées de mésopsammiques, ont donc parcouru des distances considérables en quelques cycles de marée seulement, ce qui souligne l'importance de la remise en suspension du méiobenthos par les courants. De plus, dans la zone expérimentale, le repeuplement n'a pu être qu'horizontal. En effet, un sable fin tel que celui de la plage de Kerurus n'est peuplé en Copépodes Harpacticoïdes que jusqu'à une profondeur de 5 cm, 10 cm pour d'autres groupes (Acariens, Annélides) (Mc Intyre, 1969; Mc Lachlan, 1978; Reise & Ax, 1979; Joint *et al.*, 1982; Chandler & Fleeger, 1983). Or ce sable a été décapé sur une épaisseur de 10 cm avant l'épandage du sable traité. La quasi-totalité de la méiofaune d'origine avait donc été préalablement enlevée de la surface expérimentale.

L'écologie des espèces rencontrées ici explique les différences observées dans la colonisation du sable azoïque. L'importance de la granulométrie dans l'installation des espèces méiobenthiques est mise en évidence par la composition qualitative des deux peuplements (témoin et expérimental). Les espèces typiquement interstitielles deviennent en effet prépondérantes dans des sédiments de médiane supérieure à 200  $\mu\text{m}$  (Boaden, 1962; Warwick, 1981). Wieser (1959), Delamare Deboutteville (1960) et Gray (1968) ont également montré que, pour beaucoup de groupes de la micro- et de la méiofaune, 200  $\mu\text{m}$  était une taille de grain "critique".

Outre la taille des particules, certains auteurs ont montré que l'importance des espaces interstitiels conditionne également la présence de la méiofaune mésopsammique, en facilitant la circulation des animaux et de l'eau, donc de la nourriture (Wieser, 1959 ; Delamare Deboutteville, 1960 ; Marcotte, 1986).

L'angularité des grains intervient directement sur la répartition des espèces. Conrad (1976) précise que la méiofaune colonise préférentiellement des substrats à particules anguleuses. Les raisons invoquées sont, d'une part, la multiplication des niches spatiales favorisant l'installation des espèces, d'autre part, la disponibilité accrue en nourriture à la surface des grains. Cet auteur note par ailleurs des densités importantes d'Acariens dans des sables à grains très anguleux. L'origine coquillière du sable rapporté à Kerurus peut être par conséquent une explication à l'abondance de ce groupe dans la surface expérimentale.

Dans la mesure où seuls des taux de pélites supérieurs à 2-3 % sont défavorables à l'installation des Copépodes mésopsammiques (Govaere *et al.*, 1980 ; Van Damme *et al.*, 1984), les taux relevés ici (maximum 0,5 %) ne constituent donc pas un facteur limitant pour cette installation.

Même si le paramètre écologique principal intervenant dans le repeuplement de la zone expérimentale est sans aucun doute constitué par l'ensemble de ses caractéristiques sédimentaires, le fait que le sable ait été rendu azoïque par lavage à l'aide de détergents ne doit pas être négligé. Si les espèces dominantes du peuplement de Copépodes Harpacticoïdes du sable rapporté sont présentes dès le lendemain dans les prélèvements (*Arenosetella tenuissima*, *Apodopsyllus arenicolus*, *Parastenhelia spinosa*), plusieurs espèces n'y apparaissent qu'après quelques jours : *Arenopontia subterranea* (5 jours), *Paronychocamptus nanus* (13 jours), *Kliopsyllus paraholsaticus* (27 jours). Les Ostracodes ne s'y installent qu'au 5<sup>e</sup> jour. Ces retards peuvent être dus à la persistance, au début du suivi, de produits détergents adsorbés sur les grains de sable. Cette éventualité ne peut cependant être vérifiée car les premiers dosages n'ont été effectués par le CEDRE que 13 jours après la mise en place du sable azoïque.

À la suite de Desbryères *et al.*, (1985), on peut donc conclure que la réussite de la recolonisation d'un substrat meuble perturbé est fonction de plusieurs facteurs :

- la présence dans le milieu environnant des formes de dissémination des espèces benthiques (larves nageuses ou adultes mobiles) ; dans le cas des Copépodes Harpacticoïdes, la migration passive des adultes présents dans les zones environnantes est le moyen de colonisation le plus probable ;
- le recrutement doit être supérieur aux pertes subies par mortalité larvaire et prédation. Dans une étude à long terme, la capacité de reproduction des espèces est également en cause ;
- le substrat perturbé doit posséder ou acquérir les conditions trophiques permettant le développement des populations colonisatrices (matière organique, bactéries, phytoplancton...) ;

- la composition qualitative du peuplement colonisateur dépend de l'intensité des compétitions inter- et intraspécifiques ainsi que de la granulométrie du substrat perturbé. Ici, ce sont surtout les caractéristiques sédimentaires du sable (médiane, taux de pélites, forme des particules, taille des espaces interstitiels, porosité) qui conditionnent l'installation de la méiofaune et, en particulier, celle des Copépodes Harpacticoides.

### INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- ALONGI, D.M., 1981. Recolonization of meiobenthos in oiled azoic subtidal muddy sands of the York River estuary, Virginia. *M.A. thesis, College of William and Mary, Virginia*, 96 pp.
- ARLT, G., T. RADZIEJEWSKA & L. RODBERTUS, 1980. Vorläufige Mitteilung über Untersuchungen zur Vertikalwanderung der Meiofauna in einem Flachwassergebiet der Darß-Zingster Boddenkette. *Wiss. Zeits. W. Pieck Univ., Rostock*, 29 (4/5) : 123-125.
- BELL, S.S. & L.D. COEN, 1982. Investigations on epibenthic meiofauna. I. - Repopulation of the tube caps of *Diopatra cuprea* (Polychaeta : Onuphidae) in a subtropical system. *Mar. Biol.*, 67 : 303-309.
- BELL, S.S. & K.M. SHERMAN, 1980. A field investigation of meiofaunal dispersal : tidal resuspension and implications. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 3 : 245-249.
- BOADEN, P.J.S., 1962. Colonization of graded sand by an interstitial fauna. *Cah. Biol. Mar.*, 3 : 245-248.
- BODIN, P., 1988. Results of ecological monitoring of three beaches polluted by the "Amoco Cadiz" oil spill : development of meiofauna from 1978 to 1984. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 42 : 105-123.
- BODIN, P. & Y. LE MOAL, 1982. Effets à court terme, sur la méiofaune et la macrofaune, du nettoyage d'une plage polluée par les hydrocarbures avec utilisation d'un dispersant. *Acta Oecologica, Oecol. Applic.*, 3 (3) : 263-280.
- BRUNSWIG, D., W.E. ARNTZ & H. RUMOHR, 1976. A tentative field experiment on population dynamics of macrobenthos in the western Baltic. *Kiel. Meeresforsch.*, 3 : 49-59.
- CASTEL, J. & P. LASSERRE, 1977. Colonisation et distribution spatiale des Copépodes dans des lagunes semi-artificielles. in *Biology of benthic organisms, 11<sup>th</sup> European symposium on Marine Biology, Galway, October 1976, B.F. Keegan, P.O. Ceidigh and P.J.S. Boaden edit.*, 129-146.
- CHANDLER, G.T. & J.W. FLEEGER, 1983. Meiofaunal colonization of azoic estuarine sediment in Louisiana : mechanisms of dispersal. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 69 : 175-188.
- CONRAD, J.E., 1976. Sand grain angularity as a factor affecting colonization by marine meiofauna. *Vie Milieu*, 26 (2B) : 181-198.
- COULL, B.C., 1969. Hydrographic control of meiobenthos in Bermuda. *Limnol. Oceanogr.*, 14 (6) : 953-957.
- DAUER, D.M. & J.L. SIMON, 1976. Habitat expansion among polychaetous annelids repopulating a defaunated marine habitat. *Mar. Biol.*, 37 : 169-177.
- DELMARE DEBOUTTEVILLE, C., 1960. Biologie des eaux souterraines littorales et continentales. *Hermann Edit.*, 1-740.
- DESRUYERES, D., J.W. DEMING, A. DINET & A. KHRIPOUNOFF, 1985. Réactions de l'écosystème benthique profond aux perturbations : nouveaux résultats expérimentaux. In *Peuplements profonds du Golfe de Gascogne, L. Laubier et Cl. Monniot, éd. IFREMER*, 630 p.
- GLÉMAREC, M., 1979. Problèmes d'écologie dynamique et de succession en baie de Concarneau. *Vie Milieu*, 18-19 (1, ab) : 1-20.
- GOVAERE, J.C.R., D. VAN DAMME, C. HEIP & L.A.P. DE CONINCK, 1980. Benthic communities in the Southern Bight of the North Sea and their use in ecological monitoring. *Helgoländer Meeresunters.*, 33 : 507-521.
- GRAY, J.S., 1968. An experimental approach to the ecology of the harpacticoid *Leptastacus constrictus* Lang. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 2 : 278-292.
- HAUSPIE, R. & Ph. POLK, 1973. Swimming behavior patterns in certain benthic harpacticoids (Copepoda). *Crustaceana* 25 (1) : 95-103.
- HOCKIN, D.C. & J.G. OLLASON, 1981. The colonization of artificially isolated volumes of intertidal estuarine sand by harpacticoid copepods. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 53 : 9-29.

- JOINT, I.R., J.M. GEE & R.M. WARWICK, 1982. Determination of fine-scale vertical distribution of microbes and meiofauna in an intertidal sediment. *Mar. Biol.*, 72 : 157-164.
- MCINTYRE, A.D., 1969. Ecology of marine meiobenthos. *Biol. Rev.*, 44 : 245-290.
- MCLACHLAN, A., 1978. A quantitative analysis of the meiofauna and the chemistry of the potential discontinuity zone in a sheltered sandy beach. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 7 : 275-290.
- MARCOTTE, B.M., 1986. Sedimentary particle sizes and the ecological grain of food resources for meiobenthic copepods. *Estuar. coast. shelf Sci.*, 23 : 423-427.
- PAVLYUK, O.N., 1984. Diurnal migrations of meiofauna in the sediments of a sand-bank of the Popov Island, the Sea of Japan. *Biol. Morya*, 5 : 64-65.
- PEARSON, T.H. & R. ROSENBERG, 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 16 : 229-311.
- RAIBAUT, A., 1967. Recherches écologiques sur les Copépodes Harpacticoïdes des étangs côtiers et des eaux saumâtres temporaires du Languedoc et de Camargue. *Thèse, Fac Sciences Montpellier*, 238 pp.
- REISE, K. & P. AX, 1979. A meiofaunal "Thiobios" limited to the anaerobic sulfide system of marine sand does not exist. *Mar. Biol.*, 54 : 225-237.
- REMANE, A., 1952. Die Besiedlung des Sandbodens im Meere und in die Bedeutung der Lebensformtypen für die Ökologie. *Verh. dt. zool. Ges.*, 1951-1952 : 327-359.
- SANTOS, S.L. & J.L. SIMON, 1980 a. Response of soft-bottom benthos to annual catastrophic disturbance in a south Florida estuary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 3 : 347-355.
- SANTOS, S.L. & J.L. SIMON, 1980 b. Marine soft-bottom community establishment following annual defaunation: larval or adult recruitment? *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 2 : 235-241.
- SCHEIBEL, W., 1974. Submarine experiments on benthic colonization of sediments in the western Baltic sea. II. Meiofauna. *Mar. Biol.*, 28 : 165-168.
- SCHEIBEL, W. & H. RUMOHR, 1979. Meiofaunaentwicklung auf kunstlichen Weichboden in der Kieler Bucht. *Helgoländer Wiss. Meeresunters.*, 32 : 305-312.
- SHERMAN, K.M. & B.C. COULL, 1980. The response of meiofauna to sediment disturbance. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 46 : 59-71.
- SOYER, J., 1971. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. III. Les peuplements de Copépodes Harpacticoïdes. *Vie Milieu*, 21 (2B) : 337-511.
- SWEDMARK, B., 1964. The interstitial fauna of marine sand. *Biol. Rev.*, 39 : 1-42.
- THISTLE, D., 1980. The response of a harpacticoid copepod community to a small-scale natural disturbance. *J. Mar. Res.*, 38 (3) : 381-395.
- VAN DAMME, D., C. HEIP & K.A. WILLEMS, 1984. Influence of pollution on the harpacticoid copepods of two North Sea estuaries. *Hydrobiologia*, 112 : 143-160.
- VINCX, M. & C. HEIP, 1979. Larval development and biology of *Canuella perplexa* T. and A. Scott, 1893 (Copepoda, Harpacticoïda). *Cah. Biol. Mar.* 20 : 281-299.
- WARWICK, R.M., 1981. The nematode/copepod ratio and its use in pollution ecology. *Mar. Pollut. Bull.*, 12 (10) : 329-333.
- WIESER, W., 1959. The effect of grain size on the distribution of small invertebrates inhabiting the beaches of Puget Sound. *Limnol. Oceanogr.*, 4 : 181-194.
- WIESER, W., 1960. Benthic studies in Buzzards bay. II. The meiofauna. *Limnol. Oceanogr.*, 5 (2) : 121-137.