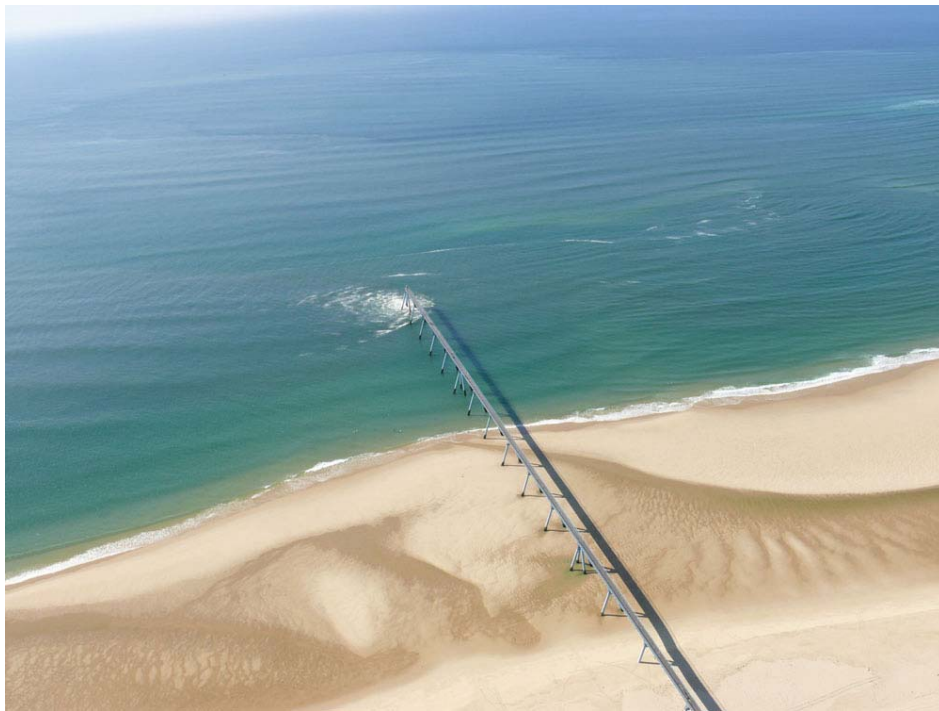


# Comparaison des peuplements benthiques autour de l'émissaire du Wharf, plage de la Salie, entre 1979 et 2009



R E G I O N



**AQUITAINE**

*Décembre 2009*

**X. de MONTAUDOUIN  
G. BERNARD  
H. BLANCHET  
N. LAVESQUE  
M. CORNET**

# Comparaison des peuplements benthiques autour de l'émissaire du Wharf, plage de la Salie, entre 1979 et 2009

**Responsable scientifique : X. de Montaudouin (UMR EPOC)<sup>1</sup>**

Equipe scientifique :

G. Bernard (UMR EPOC)  
H. Blanchet (UMR EPOC)  
N. Lavesque (UMR EPOC)  
M. Cornet (UMR EPOC)

Assistants techniques :

L. Letord (INSU)<sup>2</sup>  
F. Prince (INSU)<sup>2</sup>



Emissaire du Wharf – Plage de la Salie  
(Ph. JMFroidefond - Projet QuaLiF)

**Décembre 2009**

---

<sup>1</sup> Unité Mixte de Recherche 5805 CNRS Université Bordeaux 1, Station Marine d'Arcachon

<sup>2</sup> Institut National des Sciences de l'Univers

## RESUME

L'objectif de cette étude était de voir si la présence du Wharf, émissaire d'eaux usées et traitées de la plage de la Salie (33), était susceptible d'affecter la structure des peuplements benthiques du site. La faune benthique est effectivement considérée comme un bon indicateur de perturbation des milieux marins côtiers. En 2009, trente stations ont été échantillonnées autour du Wharf, mais seulement 25 ont été prises en compte pour une comparaison avec des données de 1979 (19 stations) sur une zone géographique commune. Entre ces deux dates, le fait marquant est le changement net de granulométrie lié certainement à des modifications morphodynamiques de cette zone à forte énergie. En 1979, deux bandes sédimentaires se dessinaient longitudinalement à la côte. Sur le premier km, les sables étaient moyens avec une richesse spécifique stationnelle inférieure à 10 espèces. Plus au large, en dehors du déferlement, succédaient des sables fins avec une richesse spécifique stationnelle  $>20$ . La zone entière présentait des abondances et biomasses de 834 ind./m<sup>2</sup> et 1,4 gPSSC/m<sup>2</sup>, respectivement. La richesse totale était de 87 espèces. En 2009, l'ensemble de la zone consistait en des sables moyens. Il s'en est suivi une chute logique de l'abondance (144 ind./m<sup>2</sup>), de la biomasse (0,8 gPSSC/m<sup>2</sup>) et de la richesse spécifique totale (34 espèces). Les caractéristiques hydrosédimentaires de la zone exercent une forte influence sur la structure du peuplement et expliquent sa qualification en très bon état de santé d'après l'indice AMBI. Dans ce contexte, le facteur «émission d'eaux usées» apparaît très faiblement contraignant pour la faune benthique et aucun effet lié à cette présence n'a été décelé.

## SOMMAIRE

<b>1. Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Matériel et méthodes .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Acquisition et traitement des échantillons .....</b>	<b>7</b>
• Prélèvements .....	8
• Traitement des échantillons .....	9
<b>2.2. Analyse des données .....</b>	<b>10</b>
• Identification et comparaison des peuplements macrobenthiques .....	10
• Caractérisation des peuplements .....	11
• Traitement statistique .....	13
<b>3. Résultats .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1. Comparaison quantitative des peuplements benthiques entre 1979 et 2009 ....</b>	<b>14</b>
• Abondances .....	14
• Biomasses .....	15
• Diversité.....	15
• Granulométrie .....	16
<b>3.2. Identification et caractérisation des peuplements de macrofaune benthique ..</b>	<b>17</b>
<b>3.3. Analyse biosédimentaire .....</b>	<b>22</b>
<b>3.4. Estimation de l'état de santé des peuplements .....</b>	<b>23</b>
<b>4. Conclusion.....</b>	<b>24</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>25</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>27</b>

## 1. Introduction

La collecte des eaux usées autour du Bassin d'Arcachon est basée sur des premières études remontant à 1939. L'affichage d'un objectif « zéro rejet dans le Bassin » en 1964 passait par le ceinturage complet de la lagune et la création d'un émissaire à l'océan. Le chantier a débuté en 1967. En 1972, les effluents non traités étaient déversés à la côte, sur la plage de la Salie (44°30'53.60''N. ; 4°15'40.30''W). Ce n'est qu'en 1974 que l'émissaire sur pilotis (le « wharf ») fut construit, rejetant les eaux usées et traitées à 800 m de la côte (Figure 1). Entre 1973 et aujourd'hui, le Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon (SIBA), dont la vocation première était la construction et l'exploitation de stations d'épuration et le fonctionnement du réseau de collecte d'eaux usées d'origine urbaine et industrielle, n'a cessé de moderniser ses ouvrages. Le wharf de la Salie reçoit actuellement les eaux traitées des 10 communes du Bassin d'Arcachon. Le volume moyen journalier rejeté au niveau de ce wharf est de l'ordre de 60 000 m<sup>3</sup>/j, dont la moitié d'effluents industriels (usine de cellulose du pin SMURFIT KAPPA). Une réduction importante des effluents industriels a par ailleurs été réalisée au cours des dix dernières années (60 000 m<sup>3</sup>/j à 30 000 m<sup>3</sup>/j).



**Figure 1 : Emissaire du Wharf sur la plage de la Salie.**

L'impact des émissions du Wharf sur l'environnement a fait l'objet de très peu d'attention au niveau de la structure des peuplements benthiques. La faune benthique est pourtant réputée comme étant un bon indicateur de la santé des écosystèmes (Dauvin, 1993). Elle est en effet constituée d'organismes relativement sédentaires, d'une durée de vie suffisante pour intégrer des variations du milieu à court et moyen termes, et est composée d'espèces qui présentent

différents niveaux de sensibilité aux perturbations et qui permettent donc par leur présence/absence de quantifier le niveau de ces perturbations. De nombreuses études ont montré que les variables descriptives fondamentales des peuplements (abondance, biomasse, richesse spécifique) variaient en fonction de la distance (spatiale et/ou temporelle) de la source de perturbation (Glémarec et Hily, 1981; Hily, 1983; 1984). La détermination spécifique, associée à ces paramètres, a permis d'élaborer un certain nombre d'indicateurs biologiques de la qualité des milieux (Borja et al., 2000; Dauvin et Ruellet, 2007; Simboura et al., 2007). Récemment, la directive cadre sur l'eau (DCE) a stimulé toute une série d'études sur la pertinence de ces indices (Rosenberg et al., 2004; Quintino et al., 2006; Blanchet et al., 2007; Munari et Mistri, 2008; Lavesque et al., 2009; Patricio et al., 2009; Pinto et al., 2009).

L'objectif de ce travail était d'évaluer si les rejets du Wharf avaient un effet sur la structure des peuplements benthiques, d'une part grâce à une comparaison entre des échantillons récents et des études antérieures et d'autre part à travers l'analyse de la distribution spatiale des assemblages faunistiques.

Sur la zone concernée, aucune étude quantitative sur la faune benthique n'existe avant la période de rejet en mer (1971). Depuis sa mise en place, seules deux études ont été réalisées autour de l'émissaire. La première a été réalisée entre décembre 1973 et mai 1974, soit en période de travaux du Wharf et durant le premier mois de fonctionnement de celui-ci (Bouchet et Cornet, 1976). Hélas, les auteurs ont utilisé une maille de tamisage de 2 mm et ne fournissent pas de données précises (abondance spécifique par station, géoréférencement des stations, etc.), ce qui rend toute comparaison avec les études ultérieures impossible. La seule campagne de prélèvements exploitable concerne la seconde campagne qui date de juillet et novembre 1979 (Bouchet et al., 1982). Nous avons confronté ces données à une campagne réalisée par nos soins entre novembre 2008 (une station), mars 2009 (9 stations) et mai 2009 (20 stations).

La présente étude propose donc d'identifier les peuplements benthiques et les caractéristiques sédimentaires autour de l'émissaire en 2009 puis de :

- comparer ces données à celles acquises en 1979 afin de dégager une évolution biosédimentaire de la zone depuis 30 ans ;
- évaluer la qualité écologique du milieu à partir d'indices élaborés en accord avec la Directive Cadre sur l'Eau (Borja et al., 2000) et sur la base des données de 2009 et de 1979.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Acquisition et traitement des échantillons

La zone du Wharf est particulièrement impropre à la navigation et aux prélèvements benthiques du fait d'une houle courte, souvent déferlante. Tout le secteur est encombré de haut fonds (Figure 2). L'utilisation des engins à bord (benne) nécessite une amplitude de houle inférieure à 1 mètre. C'est de toute manière également l'amplitude maximale tolérée pour le franchissement de la passe Nord dans des conditions de sécurité satisfaisantes, avant d'atteindre le Wharf. La surveillance quotidienne des conditions de navigation entre septembre 2008 et mai 2009 n'a autorisé que trois sorties efficaces.

Les données sédimentaires et biologiques ont été acquises au cours de missions en mer qui se sont déroulées de novembre 2008 à mai 2009 à bord de la vedette PLANULA IV. Cet échantillonnage a concerné 30 stations localisées entre la sortie de la passe Sud du bassin d'Arcachon (3,9 km au nord du diffuseur de l'émissaire) et le Sud du wharf (2,2 km du diffuseur (Figure 3). Cette zone d'étude représente une surface d'environ 16 km<sup>2</sup>.

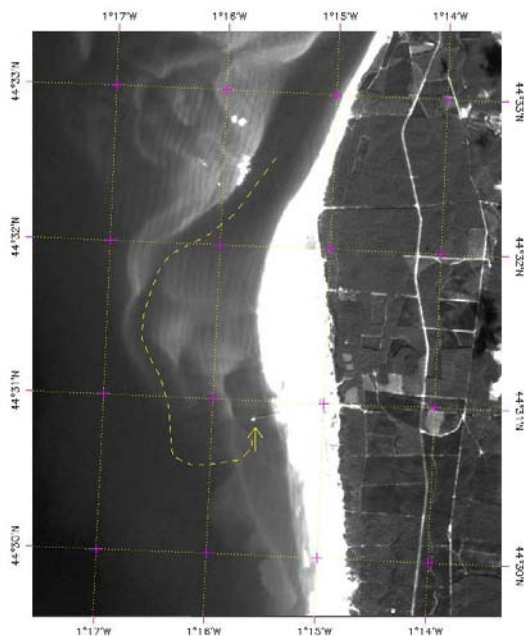
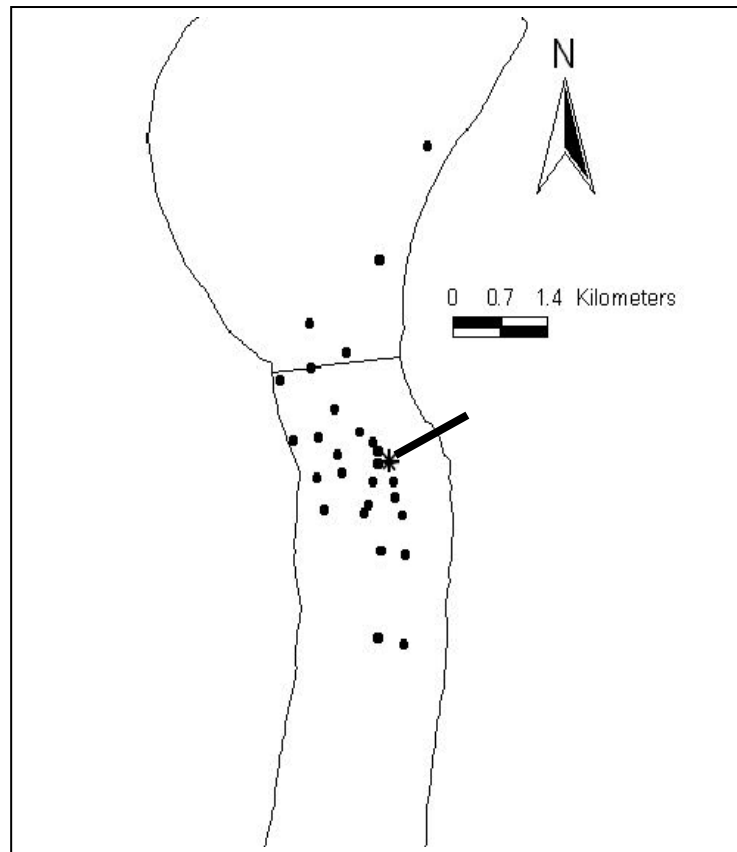


Figure 2 : Image satellite représentant la plage de la Salie et l'émissaire du Wharf (flèche). Les pointillés indiquent le cheminement possible du navire pour les prélèvements concernant le secteur nord.



**Figure 3: zone d'étude et position des stations de prélèvement pour l'année 2009**

- **Prélèvements**

A chaque station, le sédiment a été prélevé à la benne Van Veen (0,1 m<sup>2</sup>) (Figure 4), à raison de 2 répliquats par station. Un petit sous-échantillon de sédiment a été conservé à chaque occasion afin de mesurer la granulométrie et le taux de matière organique des sédiments de surface. Le reste du sédiment a été tamisé à bord sur une maille de 1 mm afin de ne conserver que les organismes macrobenthiques. Les échantillons ont été conservés dans du formaldéhyde 4% et colorés avec du rose Bengale afin de faciliter le tri en laboratoire.





Figure 4 : Prélèvements à la benne Van Veen à bord de Planula IV

- **Traitement des échantillons**

- **Macrofaune benthique**

- **Identification et comptage**

Au laboratoire, les échantillons ont été triés par groupe zoologique à l'œil nu puis la phase d'identification a été réalisée sous une loupe binoculaire. Les organismes ont été identifiés au niveau de l'espèce, niveau auquel ils ont été dénombrés. Une fois ramenées au mètre carré, les valeurs ont été consignées dans une base de données.

- **Biomasse**

Pour toutes les stations, la biomasse pour chaque espèce a été déterminée par la méthode de la « perte au feu » : les organismes ont d'abord été placés dans une étuve à 60°C pendant 48 heures et pesés afin de déterminer leur poids sec, puis calcinés au four à 450 °C pendant 4 heures, phase à l'issue de laquelle ne reste que la fraction minérale des organismes. Une fois cette fraction pesée, ce poids de cendre était soustrait au poids sec précédemment déterminé. Il en résultait un poids sec sans cendre (ou pssc) qui correspond à la seule matière organique produite par les organismes. Celle-ci est exprimée en gramme de poids sec sans cendre par mètre carré.

## ➤ **Caractéristiques sédimentaires**

A partir des prélèvements de sédiment, la médiane, la teneur en pélites et la teneur en matière organique ont été mesurées de la façon suivante :

### - Granulométrie

Le sédiment total a tout d'abord été séché à 60 °C dans une étuve pendant 48 heures et pesé. Il en résultait un poids sec de sédiment total. Ce sédiment total était ensuite passé sur une colonne humide permettant de dégager cinq fractions de sédiment: >1 mm ; > 500µm ; > 250 µm; >125µm et <63µm (ou pélites). Chaque fraction, qui correspond au refus de tamis, était récupérée, séchée (60°C pendant 48h) puis pesée. Le poids sec de chaque fraction était ensuite ramené à un pourcentage de poids sec total. La médiane a été déterminée graphiquement.

### - Matière organique

La teneur en matière organique des sédiments de surface a également été déterminée par la méthode dite de « perte au feu » : le poids sec du sédiment a d'abord été mesuré après séchage à l'étuve. Puis, le poids de cendre a été pesé après calcination au four à 450°C pendant 4 heures. Le pourcentage de matière organique contenue dans le sédiment de surface a été calculé selon la formule:

$$\% \text{ M.O.} = ((\text{poids sec} - \text{poids de cendres}) / \text{poids sec}) \times 100$$

## **2.2. Analyse des données**

### • **Identification et comparaison des peuplements macrobenthiques**

Les peuplements benthiques de 2009 ont été définis et comparés à ceux de 1979 au moyen d'analyses de proximité en mode direct (MDS ; logiciel PRIMER<sup>®</sup> 6). Cette analyse est effectuée sur la base de la présence des espèces et de leur abondance. Elle permet de placer les stations dans un plan de manière d'autant plus proche que leur composition faunistique est similaire. Par exemple, deux stations qui abriteraient les mêmes espèces dans les mêmes

proportions seraient superposées. Les différents peuplements ont été définis en groupant les stations suivant un degré de similarité entre elles.

Les espèces qui caractérisent chaque peuplement (ou groupe de stations) sont identifiées grâce à l'analyse de contribution aux similarités entre stations (procédure SIMPER du logiciel PRIMER 6). Cette analyse indique les espèces « caractéristiques » des peuplements, c'est-à-dire les espèces qui participent le plus à la définition d'un groupe de stations par rapport à un autre.

- **Caractérisation des peuplements**

Les peuplements présents en 1979 et 2009 ont été caractérisés par l'abondance et la biomasse des organismes benthiques (totale et par groupe zoologique) ainsi que par différents indices de biodiversité :

Les peuplements ont été comparés à l'aide d'indices univariés qui permettent, sur la base du nombre d'individus, de la diversité spécifique ou de l'équitabilité, de caractériser et de comparer, d'un point de vue temporel ou spatial, les peuplements.

- **N** : Le nombre d'individus par m<sup>2</sup>
- **BM** : la biomasse par m<sup>2</sup> (en g.pssc par m<sup>2</sup>)
- **S** : la richesse spécifique (en nombre d'espèces par surface de prélèvement)

Ces mesures d'abondance, de biomasse individuelle ou de richesse spécifique, même si elles amènent des premiers éléments pour comparer les assemblages, ne donnent aucune indication sur les patrons de dominance et la répartition des espèces dans les stations (situations) considérées. Un certain nombre d'indices multivariés ont donc été utilisés :

- **H'** : indice de Shannon-Wiener, qui prend en compte non seulement le nombre d'espèces mais aussi la proportion de chaque espèce dans l'échantillon.

$$H' = -\sum_{i=1}^N p_i \cdot \log_2(p_i)$$

où  $p_i$  est la proportion de l'espèce  $i$  dans une station donnée et  $N$  le nombre total d'espèces dans cette même station.  $H'$  a tendance à augmenter avec le nombre

d'espèces et/ou lorsqu'il y a équirépartition des espèces. Cette équirépartition peut être évaluée à l'aide de l'indice  $J'$ .

- $J'$  : indice d'équirépartition de Pielou précise l'équitabilité dans la répartition des individus par espèce. Il a été déterminé grâce à la relation :

$$J' = \frac{H'}{\log_2(N)}$$

$J'$  est compris entre 0 (une seule espèce dans la station, dominance « infinie ») et 1 (toutes les espèces présentent la même abondance dans la station).

- Les indices de constance et de fidélité des espèces ont été calculés pour chaque situation ou assemblage. Ces indices permettent de qualifier l'importance de chaque espèce dans la composition faunistique moyenne de chaque assemblage.

L'indice de constance ( $C_{ij}$ ) est défini par :

$$C_{ij} = (n_{ij}/n_j) \times 100$$

où  $C_{ij}$  est l'indice de constance d'une espèce  $i$  pour l'assemblage  $j$ ,  $n_{ij}$  le nombre total de stations où  $i$  est présente et  $n_j$  le nombre total de stations dans le groupe  $j$ . A partir des valeurs de  $C_{ij}$ , les espèces sont qualifiées de « constantes » lorsque  $25\% < C_{ij} \leq 50\%$  et de « communes » si  $C_{ij} > 50\%$ .

L'indice de fidélité  $F_{ij}$  donne l'affinité d'une espèce «  $i$  » pour les stations d'un assemblage «  $j$  » par rapport aux autres assemblages. Il est déterminé par :

$$F_{ij} = \left[ \frac{C_{ij}}{\sum_{k=1}^k C_{ik}} \right] \times 100$$

où  $C_{ij}$  est la constance de l'espèce  $i$  dans l'assemblage  $j$  et  $k$  le nombre total d'assemblages considérés. L'indice de fidélité permet de qualifier les espèces. Celles-ci sont dites « préférentielles » de l'assemblage «  $j$  » lorsque  $66,7\% < F_{ij} \leq 90\%$  ; « électives » lorsque  $90\% < F_{ij} < 100\%$  et « exclusives » quand  $F_{ij} = 100\%$ .

- **AMBI** (AZTI Marine Biotic Index): Indice biotique développé pour évaluer la qualité écologique du benthos des fonds meubles et qui est préconisé par la DCE . Les espèces benthiques sont classées en 5 groupes écologiques selon leur sensibilité/tolérance à la perturbation, c'est-à-dire selon un enrichissement en matière organique :

- Groupe I : Espèces très sensibles à l'enrichissement en matière organique et présentes en milieu non pollué (état initial).
- Groupe II : Espèces indifférentes à l'enrichissement, toujours présentes en faibles densités et sans variations saisonnières prononcées.
- Groupe III : Espèces tolérantes à l'excès de matière organique. Elles peuvent être présentes en conditions normales mais leurs populations sont stimulées par l'enrichissement en matière organique.
- Groupe IV : Espèces opportunistes de second ordre. Principalement des petits polychètes.
- Groupe V : Espèces opportunistes de premier ordre proliférant dans les sédiments réduits.

Le calcul de cet indice repose sur l'abondance relative de ces 5 groupes écologiques selon la formule :

$$AMBI = \{(0 \times \%GI) + (1.5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)\} / 100$$

La valeur de l'AMBI varie entre 0, pour une station non polluée abritant une communauté benthique en santé normale, et 7 pour une station extrêmement polluée et azoïque.

- **Traitement statistique**

Les valeurs de tous les paramètres précédemment décrits ont été comparées entre 1979 et 2009 à l'aide de 2 types de tests statistiques : soit une analyse de variance à un facteur (année) s'il y a homogénéité des variances (test de Cochran), soit par le test de Kolmogorov-Smirnov dans le cas contraire (Sokal et Rohlf, 1981).

### 3. Résultats

#### 3.1. Comparaison quantitative des peuplements benthiques entre 1979 et 2009

Les comparaisons effectuées entre les deux années concernent les stations de la même zone géographique, soit 19 (St. 13-14-15-24-25-26-27-100-101-113-142-143-144-145-146-147-156-157-158) et 25 stations (St de 1 à 30, sauf : 1-12-13-14-16) en 1979 et 2009, respectivement (Annexe). L'abondance totale en 1979 était 5,6 fois supérieure à celle de 2009 (Figure 5). Cette différence d'abondance est principalement due aux annélides polychètes qui représentaient 77% des 834 ind/m<sup>2</sup> en 1979 (contre 28% des 144 ind/m<sup>2</sup> en 2009). Il est à noter qu'afin d'homogénéiser les données avec 1979 les oursins de sable *Echinocardium cordatum* n'ont pas été pris en compte.

##### • Abondances

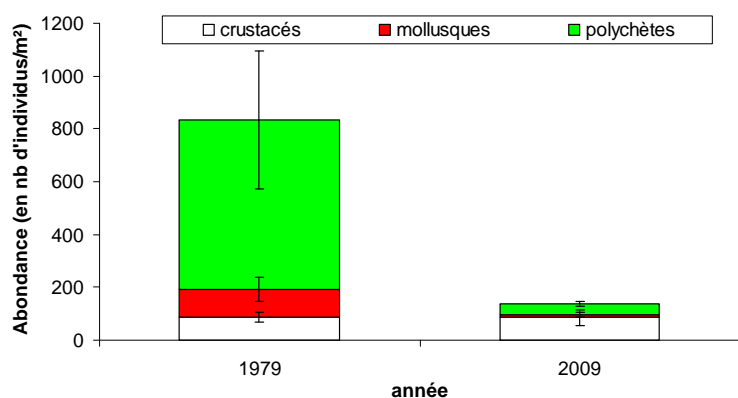


Figure 5 : Abondance de la macrofaune benthique par groupe zoologique (ind/m<sup>2</sup>, +/- 1 erreur standard) et par année.

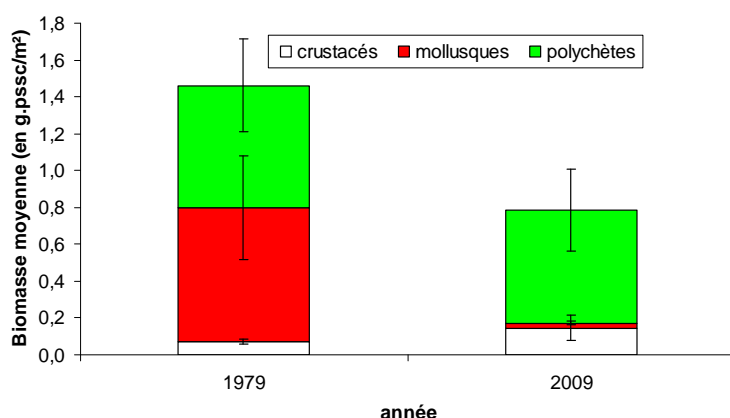
Tableau 1 : Valeurs des abondances et erreurs standards par groupe zoologique (ind/m<sup>2</sup>).

\* : indique les groupes faunistiques pour lesquels les abondances sont significativement différentes entre 1979 et 2009 ( $p < 0.05$ ) ; ns indique les groupes pour lesquels les abondances ne sont pas significativement différentes entre 1979 et 2009 ( $p > 0.05$ ).

	Crustacés (ns)	Mollusques *	Polychètes*	Total *
1979	86 +/- 18	107 +/- 46	640 +/- 260	834 +/- 315
2009	85 +/- 30	12 +/- 9	41 +/- 10	144 +/- 38

- **Biomasses**

La biomasse se situe autour de 1 gPSSC/m<sup>2</sup> (Figure 6). Les erreurs standards sont très élevées expliquant qu'aucune valeur de 2009 (par groupe zoologique ou au total) n'est significativement différente entre les deux dates (Tableau 2).



**Figure 6 : Biomasse de la macrofaune benthique par groupe zoologique (gPSSC/m<sup>2</sup>, +/- 1 erreur standard) et par année.**

**Tableau 2 : Valeurs des biomasses et erreurs standards par groupe zoologique (gPSSC/m<sup>2</sup>).**

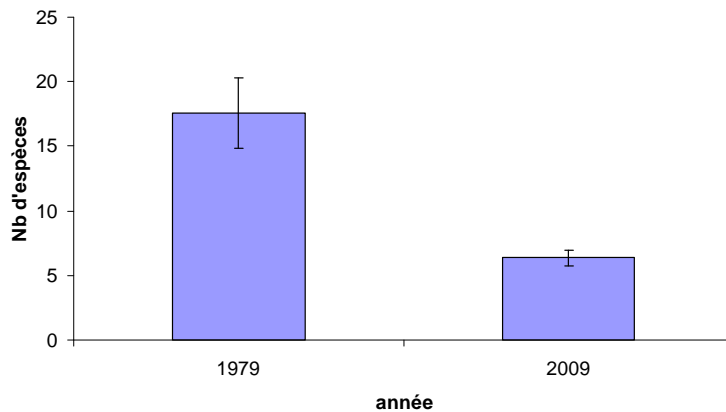
ns : indique les groupes pour lesquels les biomasses ne sont pas significativement différentes entre 1979 et 2009 ( $p > 0,05$ ).

	Crustacés (ns)	Mollusques (ns)	Polychètes (ns)	Total (ns)
1979	0,0731 +/- 0,01408	0,7284 +/- 0,2814	0,6609 +/- 0,2511	1,3927 +/- 0,4713
2009	0,1453 +/- 0,0684	0,0255 +/- 0,0105	0,6150 +/- 0,2213	0,7858 +/- 0,2233

- **Diversité**

En prenant les stations géographiquement comparables, la richesse spécifique totale en 1979 était de 87 espèces contre seulement 34 espèces en 2009. En ramenant la richesse spécifique par station, la même tendance est notée avec une érosion de 18 espèces (1979) à 6

espèces (2009) (Figure 7, Tableau 3). L'indice de Shannon  $H'$  moyen par station a été moins affecté (1,71 à 1,39) car la diminution de la richesse spécifique a été un peu compensée par une augmentation de l'équitabilité  $J'$  (0,71 à 0,81) (Tableau 3).



**Figure 7 : Richesse spécifique moyenne par station de la macrofaune (gPSSC/m<sup>2</sup>, +/- 1 erreur standard) par année.**

**Tableau 3 : Richesse spécifique moyenne S (nb d'espèces +/- ES), valeur de l'indice de Shannon  $H'$  moyen (+/-ES) et valeur de l'indice d'équirépartition  $J'$  (+/-ES) sur l'ensemble de la zone étudiée et par année de prélèvement. \* indique les valeurs moyennes des indices qui sont significativement différentes entre 1979 et 2009 ( $p < 0,05$ ) ; ns indique les valeurs qui ne sont pas significativement différentes entre 1979 et 2009 ( $p > 0,05$ ).**

	S *	$H'$ *	$J'$ ns
1979	18 +/- 3	1,7173 +/- 0,1227	0,7041 +/- 0,0424
2009	6 +/- 1	1,3865 +/- 0,0462	0,8145 +/- 0,03

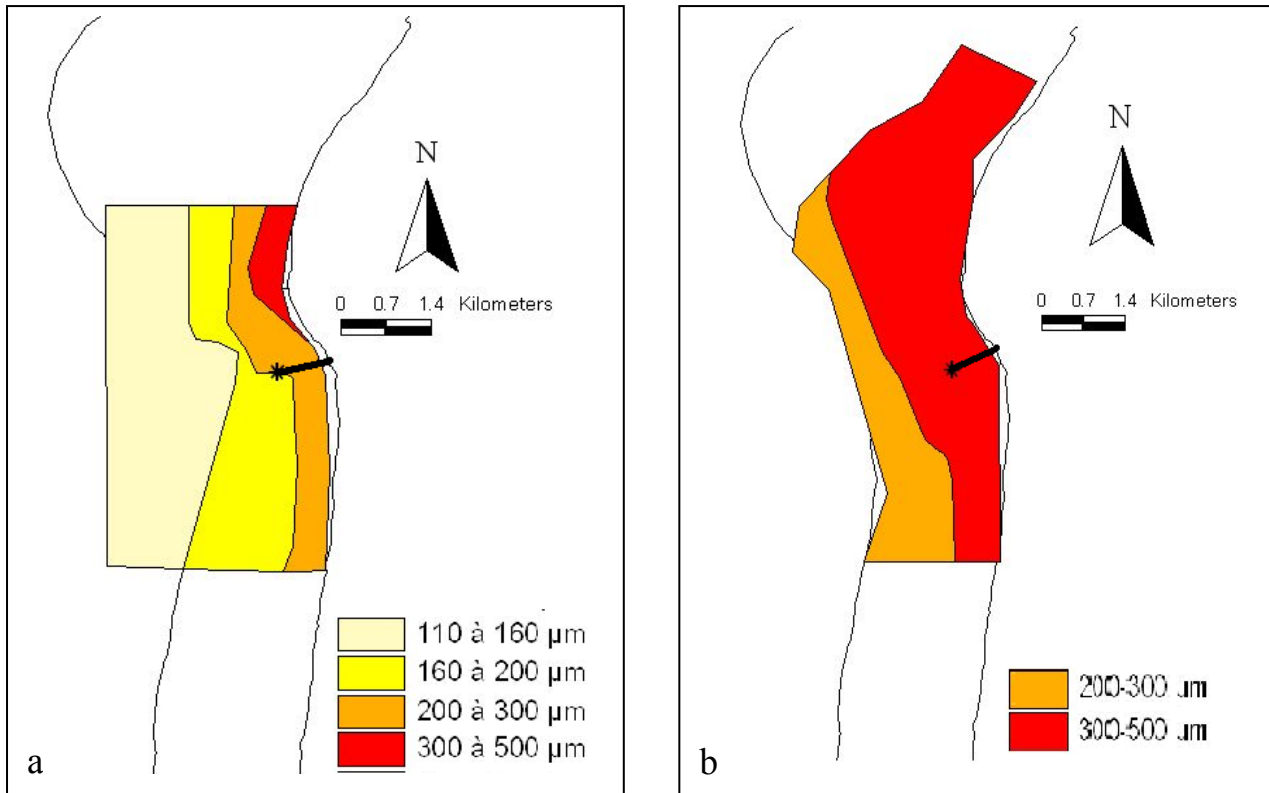
- **Granulométrie**

Les médianes granulométriques ont largement changé en 30 ans. En 1979, l'émissaire lui-même s'étendait sur des sables dont la médiane était comprise entre 200 et 300  $\mu\text{m}$  (sables plutôt moyens), le diffuseur (extrémité du Wharf) était proche de sables dont la médiane était comprise entre 160 et 200  $\mu\text{m}$  tandis que des sables fins (110-160  $\mu\text{m}$ ) étaient trouvés à moins de 500 m au large du diffuseur (Figure 8).

En 2009, la granulométrie des sables est nettement en faveur de sables plus grossiers puisque des sédiments de médiane 300-500  $\mu\text{m}$  ont été échantillonnés sur toute la zone du



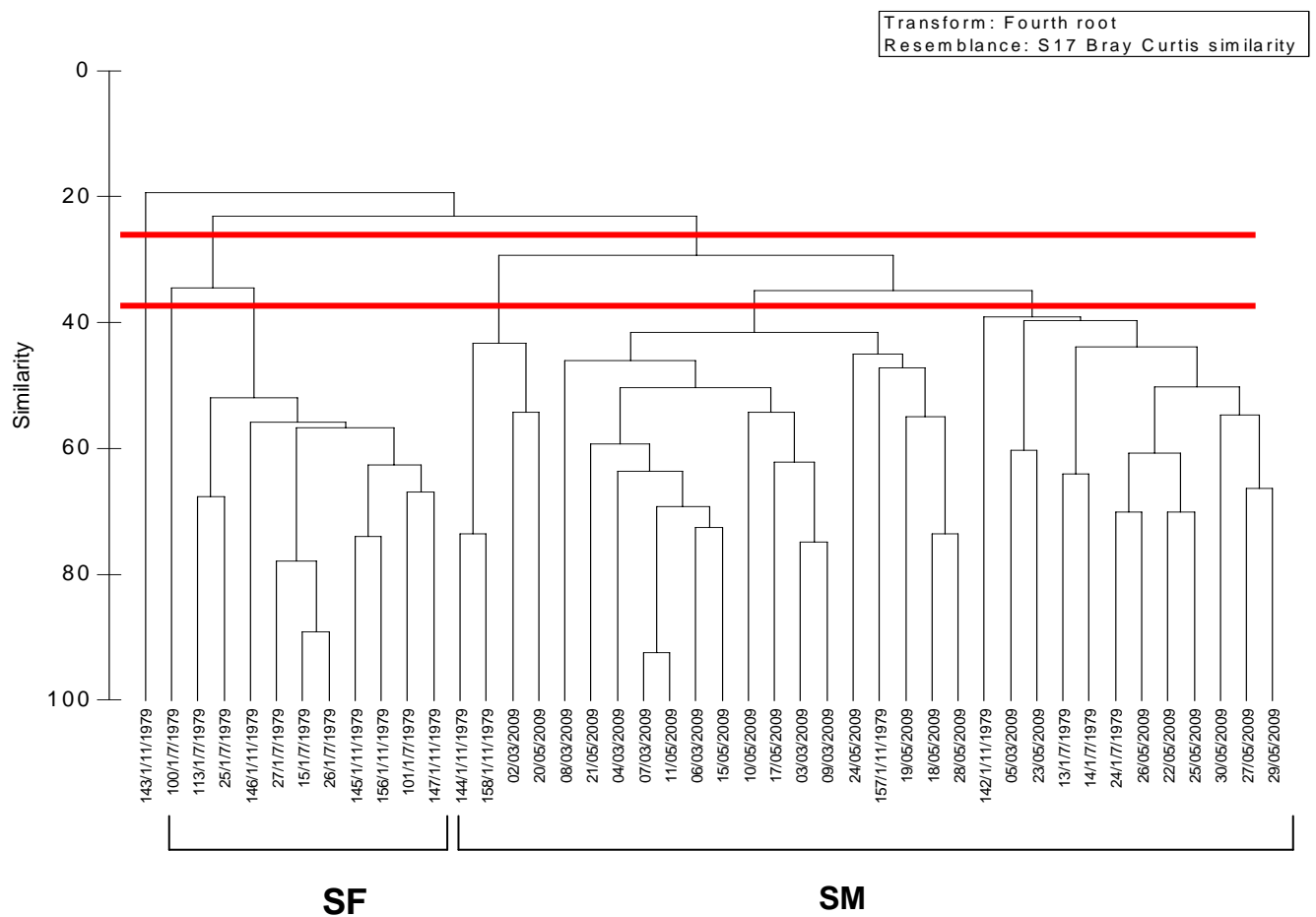
Wharf, les sédiments du large (dans la zone prospectée) ayant aussi une médiane supérieure à 200  $\mu\text{m}$  (Figure 8).



**Figure 8 : Répartition, sur l'ensemble de la zone d'étude, des médianes granulométriques des sédiments en 1979 (a) et 2009 (b).**

### **3.2. Identification et caractérisation des peuplements de macrofaune benthique**

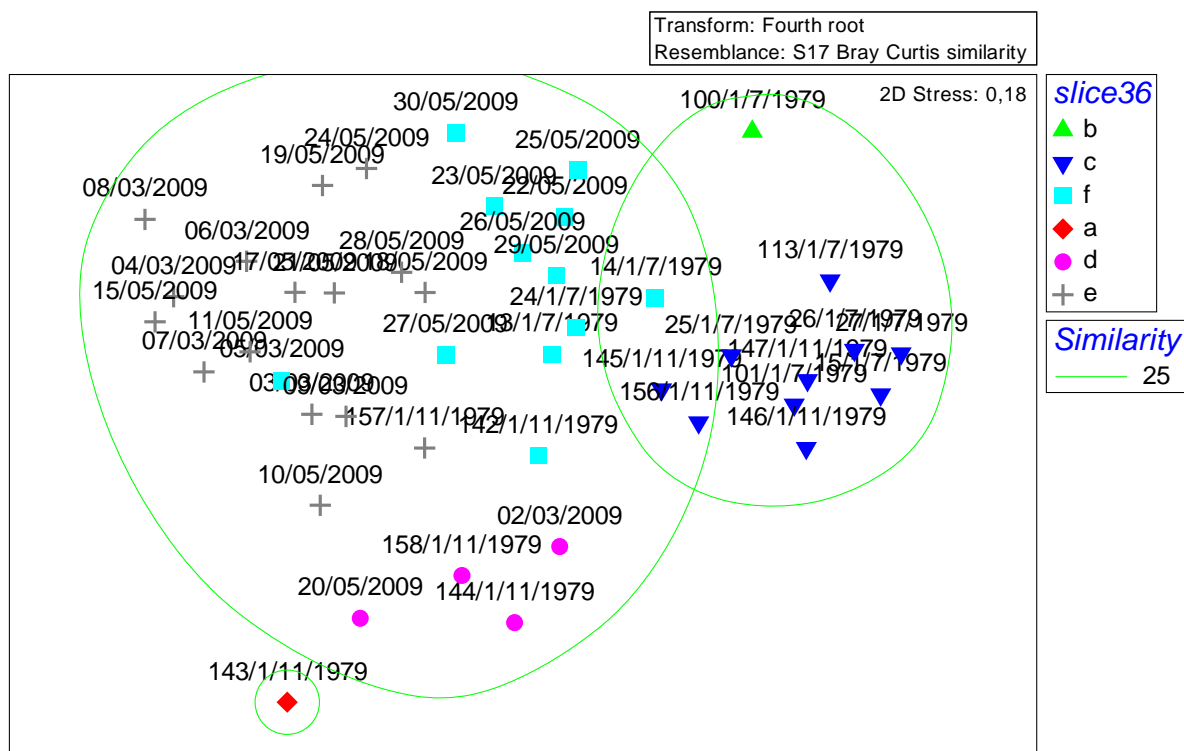
Le dendrogramme (Figure 9) regroupe clairement deux entités biosédimentaires qui correspondent aux sables fins d'une part et aux sables moyens d'autre part. Cette séparation se confond avec celle des années, les sables fins regroupant 100% des 11 stations dans l'année 1979, et les sables moyens regroupant 80% des 32 stations dans l'année 2009.



**Figure 9 : Classification ascendante hiérarchique basée sur l'indice de similarité de Bray et Curtis (après transformation des données en racine quatrième). Cette méthode sépare clairement les stations des peuplements de sables fins (SF) correspondant à 1979 des stations des peuplements de sables moyens (SM) correspondant en grande partie à 2009. Les traits rouges correspondent à des niveaux de similarité de 25 et 36 % (voir Figure 10)**

Une représentation graphique différente (MDS) est proposée (Figure 10). Une séparation à 25% de similarité sépare par des cercles verts les sables moyens (SM) et les sables fins (SF), ainsi qu'une station isolée par sa pauvreté faunistique. Les SM regroupent 35 stations de 2009 et 1979 (médiane = 306  $\mu\text{m}$  +/- 12  $\mu\text{m}$ ) (Tableau 4). La richesse spécifique moyenne est de 7 espèces, l'abondance de 137 ind/m<sup>2</sup> et la biomasse de 0,67 gPSSC/m<sup>2</sup>. Les deux espèces caractéristiques sont aussi dominantes : ce sont deux crustacés, *Bathyporeia pelagica* et *Gastrosaccus spinifer*. La recherche d'un niveau de similarité plus élevé (36%) subdivise ce groupe de stations des sables moyens en trois sous-groupes (Figure 10, Tableau 5) :

- un sous-groupe de 19 stations, surtout de 2009, avec les sables les plus grossiers (médiane = 334  $\mu\text{m}$  +/- 12  $\mu\text{m}$ ) et caractérisé par l'annélide *Ophelia neglecta*,



**Figure 10 : Projection des stations par MDS (Multidimensional Scaling).** Les cercles séparent les stations au niveau de similarité de 25% (à gauche sables moyens, à droite sables fins) tandis que les symboles les séparent au niveau de similarité de 36% (voir Figure 9). Les principaux assemblages sont : c pour sables fins, d pour sables moyens pauvres, e pour sables moyens dunaires, f pour sables moyens intermédiaires.

**Tableau 4 : Assemblage des sables moyens – SM (séparé à 25% de similarité), médiane granulométrique (Md, +/- ES), espèces dominantes et caractéristiques (leur constance et leur fidélité est précisée : cst = constante ; com = commune ; excl = exclusive ; pref = préférentielle).**

Assemblage	Espèce dominante	n (+/-ES)	Esp. Caract.	Const./Fid.
SM 35 stations Sables moyens (Md = 306 µm +/- 12)	<i>Bathyporeia pelagica</i>	40 +/- 4	<i>Bathyporeia pelagica</i>	cst/excl
	<i>Nephtys cirrosa</i>	23 +/- 17		
	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	16 +/- 2	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	cst/ele
	<i>Spiophanes bombyx</i>	7 +/- 6		
	<i>Bathyporeia elegans</i>	7 +/- 1		
	<i>Eurydice spinigera</i>	3 +/- 1	<i>Eurydice spinigera</i>	com/pref
	<i>Nephtys hombergii</i>	3 +/- 1		
	<i>Eocuma dolfussi</i>	3 +/- 1		
	<i>Magelona johnstoni</i>	3 +/- 1		
				<i>Scolelepis squamata</i>
	Richesse spécifique	7 +/- 1		
	Abondance (nb d'ind/m <sup>2</sup> )	137 +/- 30		
	Biomasse (gPSSC/m <sup>2</sup> )	0,665 +/- 0,163		

**Tableau 5 : Assemblages des sables moyens – SM (séparé à 36% de similarité), médiane granulométrique (Md, +/- ES), espèces dominantes et caractéristiques (leur constance et leur fidélité est précisée : cst = constante ; com = commune ; excl = exclusive ; pref = préférentielle). d : dunaires ; int : intermédiaires ; p : pauvres.**

Assemblage	Espèce dominante	n (+/-ES)	Esp. Caract.	Const./Fid.	
SMd 19 stations Sables moyens (Md = 334 µm +/- 12)	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	17 +/- 3			
	<i>Nephtys cirrosa</i>	17 +/- 3			
	<i>Ophelia neglecta</i>	5 +/- 2	<i>Ophelia neglecta</i>	com/excl	
	Nemertinea	4 +/- 2	Nemertinea	cst/elec	
	Richesse spécifique	5 +/- 0.5			
	Abondance (nb d'ind/m <sup>2</sup> )	69 +/- 19			
	Biomasse (g.pssc/m <sup>2</sup> )	0,488 +/- 0,095			
SMint 12 stations Sables moyens (Md=270 +/- 22)	<i>Bathyporeia pelagica</i>	11 +/- 45	<i>Bathyporeia pelagica</i>	cst/pref	
	<i>Nephtys cirrosa</i>	35 +/- 10			
	<i>Spiophanes bombyx</i>	20 +/- 15			
	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	19 +/- 4			
	<i>Eocuma dolfussi</i>	8 +/- 3	<i>Eocuma dolfussi</i>	cst/elec	
	<i>Diogenes pugilator</i>	7 +/- 6	<i>Diogenes pugilator</i>	com/elec	
	<i>Eurydice spinigera</i>	7 +/- 2	<i>Eurydice spinigera</i>	cst/pref	
	<i>Bathyporeia elegans</i>	7 +/- 4			
	<i>Scolelepis squamata</i>	4 +/- 2			
				<i>Schistomysis spiritus</i>	com/pref
	Richesse spécifique	10 +/- 1			
	Abondance (Nb d'ind/m <sup>2</sup> )	261 +/- 63			
	Biomasse (g.pssc/m <sup>2</sup> )	0,655 +/- 0,17			
SMp 4 stations Sables moyens (Md=251 +/- 41)	<i>Nephtys cirrosa</i>	15 +/- 4			
	<i>Magelona johnstoni</i>	4 +/- 3			
	<i>Scolelepis squamata</i>	4 +/- 2			
	<i>Haustorius arenarius</i>	4 +/- 2	<i>Haustorius arenarius</i>	cst/elec	
	<i>Bathyporeia pelagica</i>	3 +/- 2			
	<i>Monoculodes carinatus</i>	3 +/- 2			
	<i>Scolelepis bonnieri</i>	2 +/- 1			
	<i>Tellina tenuis</i>	1 +/- 1			
				<i>Ensis siliqua</i>	com/excl
		Richesse spécifique	4 +/- 1		
	Abondance (nb d'ind/m <sup>2</sup> )	38 +/- 2			
	Biomasse (g.pssc/m <sup>2</sup> )	1,535 +/- 1,351			

- un sous-groupe de 12 stations, surtout de 2009 (médiane = 270  $\mu\text{m}$  +/- 22  $\mu\text{m}$ ) caractérisé par cinq espèces de crustacés,
- Un petit sous-groupe de 4 stations (médiane = 251  $\mu\text{m}$  +/- 41  $\mu\text{m}$ ) caractérisé par le crustacé *Haustorius arenarius* et le couteau *Ensis siliqua*.

Au seuil de 25% de similarité, l'autre groupe était celui des sables fins (SF) avec une médiane granulométrique de 173  $\mu\text{m}$  (Tableau 6). Ces 11 stations concernaient principalement l'année 1979. Le peuplement est dominé par deux annélides caractéristiques, *Magelona johnstoni* et *Lanice conchilega*. Richesse spécifique, abondance et biomasse sont logiquement plus élevées que dans les sables moyens (Tableau 6).

**Tableau 6 : Assemblage des sables fins – SF (séparé à 25% de similarité), médiane granulométrique (Md, +/- ES), espèces dominantes et caractéristiques (leur constance et leur fidélité est précisée : cst = constante ; com = commune ; excl = exclusive ; pref = préférentielle).**

Assemblage	Espèce dominante	n (+/-ES)	Esp. Caract.	Const./Fid.
SF	<i>Magelona johnstoni</i>	801 +/- 342	<i>Magelona johnstoni</i>	cst/pref
11 stations	<i>Lanice conchilega</i>	138 +/- 78	<i>Lanice conchilega</i>	cst/excl
Sables fins	<i>Tellina fabula</i>	81 +/- 31	<i>Tellina fibula</i>	cst/excl
(Md=173 $\mu\text{m}$ +/- 13)	<i>Glycera convoluta</i>	46 +/- 14	<i>Glycera convoluta</i>	cst/elec
	<i>Nephtys cirrosa</i>	33 +/- 10		
	<i>Philoceras trispinosus</i>	30 +/- 13	<i>Philoceras trispinosus</i>	cst/pref
	<i>Abra alba</i>	27 +/- 15	<i>Abra alba</i>	com/elec
	<i>Chamelea gallina</i>	21 +/- 10	<i>Chamelea gallina</i>	cst/excl
	<i>Pharus legumen</i>	19 +/- 8	<i>Pharus legumen</i>	cst/excl
	<i>Atylus swammerdami</i>	13 +/- 8		
	<i>Bathyporeia elegans</i>	11 +/- 5		
	<i>Mactra stultorum</i>	9 +/- 4	<i>Mactra stultorum</i>	cst/excl
	<i>Magelona filiformis</i>	9 +/- 5	<i>Magelona filiformis</i>	com/excl
			<i>Donax vittatus</i>	cst/excl
			<i>Spiophanes bombyx</i>	cst/excl
			<i>Nephtys hombergii</i>	cst/elec
			<i>Schistomysis kervillei</i>	cst/excl
			<i>Diastylis bradyi</i>	cst/elec
			<i>Tryphosella sarsi</i>	com/excl
			<i>Lagis koreni</i>	com/excl
			<i>Urothoe poseidonis</i>	com/excl
			<i>Acteon tornatilis</i>	com/excl
	Richesse spécifique	24 +/- 4		
	Abondance (nd d'ind/m <sup>2</sup> )	1337 +/- 496		
	Biomasse (g.pssc/m <sup>2</sup> )	2,212 +/- 0,727		

### 3.3. Analyse biosédimentaire

En 1979, deux types d'assemblages correspondent à deux types de sédiment, les sables fins à *Mactra corallina* à environ 1 km de la côte et plus au large, des sables moyens à *Nephtys cirrosa* dans la zone de déferlement, avec un sous-assemblage de sables dunaires (*Nephtys cirrosa* et *Ophelia neglecta*) (Figure 11). En 2009, il n'y a plus de sables fins, mais juste des sables moyens qui se déclinent en deux sous-assemblages : les sables moyens dunaires (équivalents à ceux de 1979) à la place des sables fins de 1979, et les sables moyens pauvres et intermédiaires dans la zone de déferlement.

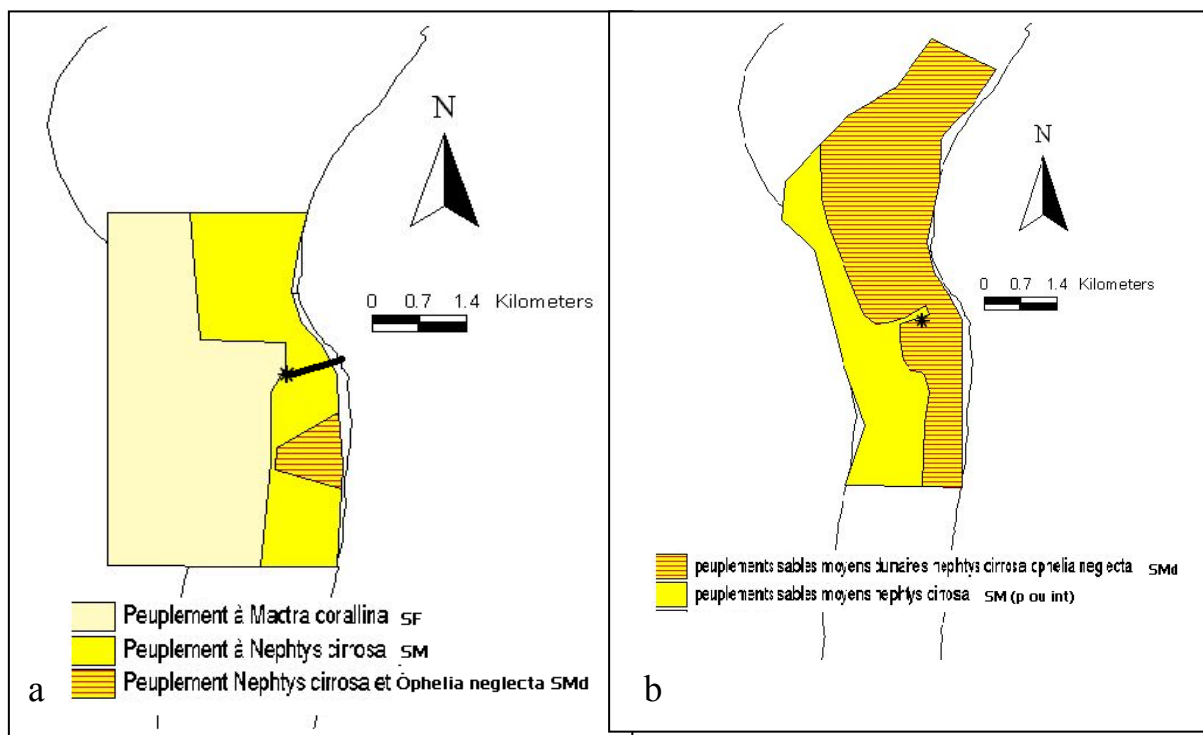


Figure 11 : répartition, dans la zone d'étude, des différents peuplements identifiés pour les années 1979 (a) et 2009 (b)

### 3.4. Estimation de l'état de santé des peuplements

Le calcul de l'AMBI sur chaque station classe celles-ci dans la classe allant du très bon état de santé (bleu) au bon état de santé (vert), aussi bien en 1979 qu'en 2009 (Figure 12).

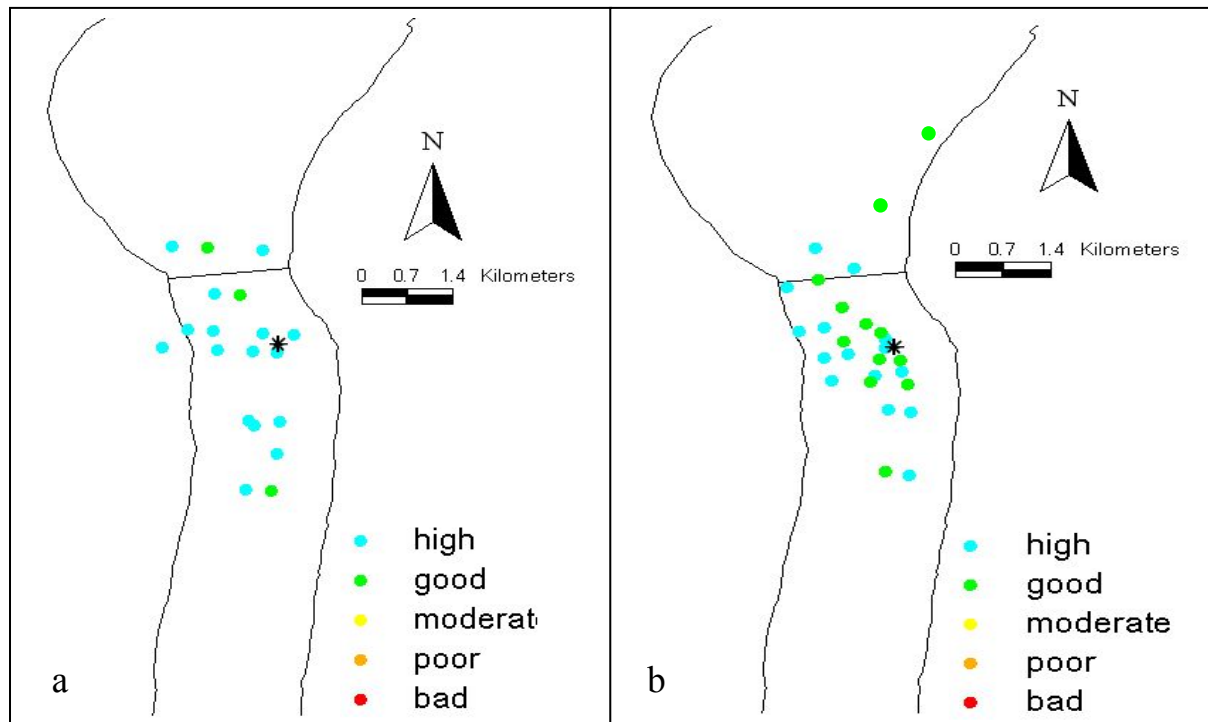


Figure 12 : qualification de l'état de santé des peuplement sur de la zone d'étude pour les années 1979 (a) et 2009 (b), d'après l'AMBI.

#### **4. Conclusion**

D'une manière générale, la comparaison entre 1979 (Bouchet et al., 1982) et 2009, paraît pertinente même si l'engin d'échantillonnage et la période de prélèvements étaient différents. Il faut aussi souligner que l'étude 2009 est temporellement ponctuelle (printemps) et ne correspond pas à la période échantillonnée en 1979 (été et automne).

Cette comparaison de deux campagnes séparées par 30 années a mis en évidence une modification granulométrique allant vers des sédiments plus grossiers en 2009 qu'en 1979. Ce changement d'habitat s'accompagne très logiquement d'un appauvrissement de la faune du point de vue des trois paramètres de base : abondance, biomasse et richesse spécifique (Blanchet et al., 2005). Le gradient granulométrique, en 1979 comme en 2009, va des sédiments les plus grossiers à la côte (déferlement) vers des sédiments plus fins au large. Les peuplements benthiques sont entièrement inféodés à ce gradient et ne suivent en aucun cas un gradient en fonction de l'éloignement du diffuseur du Wharf. En d'autres termes, la structure des peuplements benthiques ne paraît pas perturbée par l'émissaire, même au niveau le plus proche (quelques dizaines de mètres).

Le facteur structurant dominant de ce type de milieu est l'hydrodynamisme très puissant qui déplace constamment les bancs et hauts-fonds de cette zone (Lafon, 1999). Les espèces qui peuplent ces milieux, dans les classifications en groupes écologiques (voir matériel et méthodes) appartiennent pour la plupart aux espèces sensibles (à la matière organique) (Glémarec et Hily, 1981; Borja et al., 2000). D'éventuelles espèces opportunistes, friandes de matière organique et qui feraient basculer les indices dans des états de moindre qualité environnementale, ne peuvent s'installer dans ces milieux fortement exposés et battus. Cela explique la bonne qualification des masses d'eau d'après l'indice AMBI.



**Figure 13 : déferlement autour du Wharf**



## Références bibliographiques

- Blanchet, H., de Montaudouin, X., Chardy, P., Bachelet, G., 2005. Structuring factors and recent changes in subtidal macrozoobenthic communities of a coastal lagoon, Arcachon Bay (France). *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 64, 561-576.
- Blanchet, H., Lavesque, N., Ruellet, T., Dauvin, J.-C., Sauriau, P.-G., Desroy, N., Desclaux, C., Leconte, M., Bachelet, G., Janson, A.-L., Bessineton, C., Duhamel, S., Jourde, J., Mayot, S., Simon, S., de Montaudouin, X., 2007. Use of biotic indices in semi-enclosed coastal ecosystems and transitional waters habitats - Implications for the implementation of the European Water Framework Directive. *Ecological Indicators*.
- Borja, A., Franco, F., Pérez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Mar. Poll. Bull.* 40, 1100-1114.
- Bouchet, J.-M., Cornet, M., 1976. Etude biosédimentaire au large de La Salie et de l'entrée du Bassin d'Arcachon. Agence de l'Eau Adour-Garonne - Cellulose du Pin - Institut Universitaire de Biologie Marine, Arcachon (France).
- Bouchet, J.-M., Bachelet, G., Cornet, M., Lissalde, J.-P., Sorbe, J.-C., 1982. Etude de l'impact d'un émissaire en mer à La Salie (au sud des passes du Bassin d'Arcachon). 796006, CNEXO - Institut Universitaire de Biologie Marine, Arcachon (France).
- Dauvin, J.-C., 1993. Le benthos : témoin des variations de l'environnement. *Océanis* 19, 25-53.
- Dauvin, J.-C., Ruellet, T., 2007. Polychaete/amphipod ratio revisited. *Mar. Poll. Bull.* 55, 215-224.
- Glémarec, M., Hily, C., 1981. Perturbations apportées à la macrofaune benthique de la baie de Concarneau par les effluents urbains et portuaires. *Acta Oecologica Ecol. Applic.* 2, 139-150.
- Hily, C., 1983. Modifications de la structure écologique d'un peuplement de *Melinna palmata* (Annélide - Polychète) soumis aux effluents urbains et industriels en Rade de Brest. *Ann. Inst. océanogr.* 59, 37-56.
- Hily, C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hyper-trophiques de la rade de Brest. University of Bretagne Occidentale.

- Lafon, V., 1999. Méthodes de bathymétrie satellitale appliquées à l'environnement côtier : exemple des passes d'Arcachon. University Bordeaux 1.
- Lavesque, N., Blanchet, H., de Montaudouin, X., 2009. Development of a multimetric approach to assess perturbation of benthic macrofauna in *Zostera noltii* beds. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 368, 101-112.
- Munari, C., Mistri, M., 2008. The performance of benthic indicators of ecological change in Adriatic coastal lagoons: throwing the baby with the water? Mar. Poll. Bull. 56, 95-105.
- Patrício, J., Neto, J.M., Teixeira, H., Salas, F., Marques, J.C., 2009. The robustness of ecological indicators to detect long-term changes in the macrobenthos of estuarine systems. Mar. Env. Res. 68, 25-36.
- Pinto, R., Patrício, J., Baeta, A., Fath, B.D., Neto, J.M., Marques, J.C., 2009. Review and evaluation of estuarine biotic indices to assess benthic condition. Ecological Indicators 9, 1-25.
- Quintino, V., Elliott, M., Rodrigues, A.M., 2006. The derivation, performance and role of univariate and multivariate indicators of benthic change: case studies at different spatial scales. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 330, 368-382.
- Rosenberg, R., Blomqvist, M., Nilsson, H.C., Cederwall, H., Dimming, A., 2004. Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. Mar. Poll. Bull. In press.
- Simboura, N., Papathanassiou, E., Sakellariou, D., 2007. The use of biotic index (Bentix) in assessing long-term effects of dumping coarse metalliferous waste on soft bottom benthic communities. Ecological Indicators 7, 164-180.
- Sokal, R., Rohlf, F., 1981. Biometry. WH Freeman, New York.

## Annexes

Position des stations, biomasse (BM en pssc/m<sup>2</sup>), médiane, teneur en pélites matière organique (MO), richesse spécifique (S), abondance (N), indice de Shannon (H') et d'équitabilité (J') (stations comparées 1979 et 2009)

Mois	Année	Stations	X_wgs84	Y_wgs84	BM totale	BM Crust	BM Moll	BM Polych	Médiane	Pélites (en %)	MO (en %)	AMBI	S	N	H'	J'
7	1979	13	-1.265917	44.5285	0.211	0.082	0.000	0.129	300-500	<2	0-1	0.93	12	144	1.97	0.79
7	1979	14	-1.276458	44.5285	0.702	0.106	0.012	0.585	160-200	<2	0-1	1.43	16	244	2.01	0.72
7	1979	15	-1.283167	44.5285	6.701	0.085	3.433	3.183	110-160	2 à 3	1,5-2	0.22	36	4304	1.17	0.33
7	1979	24	-1.259208	44.5160	0.404	0.151	0.030	0.222	200-300	<2	0-1	1.02	13	216	2.08	0.81
7	1979	25	-1.264958	44.5160	0.227	0.040	0.126	0.061	200-300	<2	0-1	1.01	13	224	2.05	0.80
7	1979	26	-1.274542	44.5160	5.116	0.113	1.464	3.538	110-160	2 à 3	1-1,5	0.46	39	4372	1.64	0.45
7	1979	27	-1.279333	44.5160	4.704	0.140	2.831	1.732	110-160	2 à 3	1,5-2	0.63	39	2680	1.91	0.52
7	1979	100	-1.262083	44.4924	0.544	0.008	0.000	0.536	160-200	3-3,5	0-1	1.43	8	80	1.70	0.82
7	1979	101	-1.266875	44.4924	1.772	0.246	1.526	nd	160-200	<2	1,5-2	0.64	26	548	2.22	0.68
7	1979	113	-1.265917	44.5021	0.326	0.095	0.000	0.231	200-300	3-3,5	1-1,5	0.43	14	664	1.64	0.62
11	1979	143	-1.269750	44.5215	0.030	0.005	0.000	0.025	200-300	<2	0-1	1.50	2	16	0.56	0.81
11	1979	144	-1.262083	44.5132	0.130	0.029	0.022	0.079	160-200	<2	1-1,5	1.13	5	32	1.39	0.86
11	1979	145	-1.266875	44.5132	0.346	0.081	0.266	nd	160-200	2 à 3	1,5-2	0.18	24	864	1.25	0.39
11	1979	146	-1.273583	44.5132	3.817	0.062	3.541	0.213	110-160	2 à 3	> 2	0.23	22	344	2.24	0.73
11	1979	147	-1.284125	44.5132	0.672	0.052	0.511	0.108	110-160	2 à 3	1,5-2	0.85	32	520	2.81	0.81
11	1979	156	-1.266875	44.5028	0.106	0.020	0.068	0.018	160-200	<2	1,5-2	0.43	15	444	1.36	0.50
11	1979	157	-1.261125	44.5028	0.113	0.023	0.000	0.090	160-200	<2	0-1	0.56	5	32	1.56	0.97
11	1979	158	-1.261125	44.4979	0.234	0.000	0.000	0.234	160-200	<2	1-1,5	1.20	3	40	0.90	0.82
11	1979	142	-1.274542	44.5215	0.309	0.050	0.007	0.252	160-200	<2	1-1,5	1.17	10	72	2.17	0.94

Mois	Année	Stations	X_wgs84	Y_wgs84	BM totale	BM Crust	BM Moll	BM Polych	Médiane	Pélites (en %)	MO (en %)	AMBI	S	N	H'	J'
3	2009	W2	-1.265117	44.50992	0.188	0.004	0.167	0.017	309.8	1.5%	0.25	0.94	6	40	1.73	0.97
3	2009	W3	-1.264533	44.51243	0.487	0.034	0.000	0.452	362.0	1.7%	0.23	1.50	4	35	1.28	0.92
3	2009	W4	-1.263633	44.51428	0.870	0.080	0.000	0.791	339.3	1.3%	0.23	0.75	6	70	1.57	0.88
3	2009	W5	-1.263717	44.51563	0.192	0.031	0.159	0.003	388.6	1.9%	0.21	0.75	4	20	1.39	1
3	2009	W6	-1.264683	44.51658	0.500	0.025	0.000	0.476	396.1	1.4%	0.21	1.38	5	60	1.47	0.91
3	2009	W7	-1.267283	44.51775	0.024	0.007	0.000	0.017	336.7	1.9%	0.26	2.00	3	15	1.1	1
3	2009	W8	-1.27195	44.5201	1.219	0.109	0.000	1.110	336.4	1.4%	0.27	1.38	6	60	1.58	0.88
3	2009	W9	-1.27655	44.52435	0.309	0.034	0.000	0.275	315.5	1.6%	0.26	1.65	4	50	1.22	0.88
3	2009	W10	-1.277183	44.52918	0.500	0.011	0.000	0.489	347.6	1.5%	0.22	1.20	5	25	1.61	1
5	2009	W11	-1.271183	44.51505	0.110	0.014	0.000	0.096	363.0	2.3%	0.23	1.71	3	35	0.8	0.72
5	2009	W15	-1.270083	44.52632	1.365	0.009	0.000	1.356	350.7	1.9%	0.22	1.00	5	45	1.3	0.81
5	2009	W17	-1.260933	44.51242	0.627	0.051	0.000	0.576	364.3	2.2%	0.21	1.40	4	75	1.17	0.84
5	2009	W18	-1.260567	44.51075	0.433	0.054	0.000	0.379	346.7	0.8%	0.22	1.20	5	50	1.36	0.84
5	2009	W19	-1.259167	44.5089	0.409	0.041	0.000	0.367	341.6	1.5%	0.25	1.50	6	70	1.57	0.88
5	2009	W20	-1.258333	44.50462	5.589	0.010	0.000	5.580	333.3	1.8%	0.23	0.94	4	40	1.32	0.95
5	2009	W21	-1.25795	44.49483	0.398	0.137	0.001	0.261	344.8	1.7%	0.25	1.18	5	70	1.43	0.89
5	2009	W22	-1.262417	44.49543	1.494	0.070	0.000	1.424	276.5	0.1%	0.30	1.33	10	540	1.35	0.59
5	2009	W23	-1.262517	44.5049	0.433	0.032	0.130	0.271	323.1	0.7%	0.27	1.00	5	75	1.08	0.67
5	2009	W24	-1.265933	44.50892	0.251	0.020	0.010	0.221	320.3	0.7%	0.23	2.38	9	340	1.14	0.52
5	2009	W25	-1.27315	44.50895	0.346	0.119	0.091	0.136	223.2	1.6%	0.39	0.70	15	440	1.59	0.59
5	2009	W26	-1.2747	44.51242	1.240	0.653	0.025	0.563	289.0	0.9%	0.30	0.93	12	395	1.79	0.72
5	2009	W27	-1.270217	44.51317	0.110	0.042	0.002	0.065	314.2	1.4%	0.26	0.81	7	120	1.57	0.81
5	2009	W28	-1.27475	44.5169	0.135	0.063	0.000	0.072	305.8	1.2%	0.24	0.92	6	65	1.63	0.91
5	2009	W29	-1.279367	44.51633	1.951	1.649	0.053	0.249	202.8	1.0%	0.45	0.38	13	725	1.32	0.51

Liste faune avec abondance (ind./m<sup>2</sup>) moyenne sur l'ensemble des stations (n stations) et des années (données non comparables pour 1973-74 : voir introduction)

Taxon	1973 (n=51)	1974 (n=33)	1979 (n=86)	2008 (n=1)	2009 (n=29)
<i>Abra alba</i>	0.471	0.242	172.465	0.000	0.000
<i>Abra prismatica</i>	0.000	0.121	0.000	0.000	0.000
<i>Acholoe astericola</i>	0.000	0.000	0.186	0.000	0.000
<i>Acrocrida brachiata</i>	0.000	0.121	0.000	0.000	0.000
<i>Acteon tornatilis</i>	0.235	0.000	3.163	0.000	0.000
<i>Actinaria</i>	0.000	3.758	0.000	0.000	0.000
<i>Ampelisca brevicornis</i>	0.157	0.121	0.047	0.000	0.000
<i>Ampelisca diadema</i>	0.000	0.000	0.419	0.000	0.000
<i>Ampelisca sp.</i>	0.000	0.000	0.140	0.000	0.345
<i>Ampelisca spinimana</i>	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
<i>Ampharetidae sp.</i>	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
<i>Amphictene auricoma</i>	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
<i>Amphilocheus neapolitanus</i>	0.000	0.000	0.140	0.000	0.000
<i>Amphilocheus spencebatei</i>	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000
<i>Amphipholis squamata</i>	0.392	0.848	0.000	0.000	0.000
<i>Amphipoda</i>	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000
<i>Amphiura sp.</i>	0.000	0.848	0.000	0.000	0.000
<i>Anaitis kosteriensis</i>	0.000	0.000	0.605	0.000	0.000
<i>Anoplodactylus petiolatus</i>	0.000	0.000	0.233	0.000	0.000
<i>Aonides cf. paucibranchiata</i>	0.000	0.000	0.233	0.000	0.000
<i>Aora typica</i>	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
<i>Apherusa ovalipes</i>	0.000	0.000	0.977	0.000	0.000
<i>Aphroditae</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.345
<i>Arcopagia crassa</i>	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
<i>Aricia sp.</i>	0.000	0.364	0.000	0.000	0.000
<i>Asterias rubens</i>	0.000	0.121	0.000	0.000	0.000
<i>Atylus falcatus</i>	0.000	0.000	0.093	0.000	0.345
<i>Atylus swammerdami</i>	2.588	0.242	3.581	0.000	5.172
<i>Autolytus sp.</i>	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000
<i>Azoic</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Bathyporeia elegans</i>	0.000	0.000	6.605	0.000	0.000
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	0.078	0.727	0.884	0.000	0.000
<i>Bathyporeia pelagica</i>	0.863	0.000	0.000	0.000	95.862
<i>Bathyporeia sarsi</i>	0.000	0.121	0.000	0.000	0.000
<i>Bathyporeia tenuipes</i>	0.000	0.000	0.837	0.000	0.000
<i>Bodotria armoricana</i>	0.000	0.000	0.140	0.000	0.000
<i>Brachyoures</i>	0.000	0.000	0.233	0.000	0.000
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	1.882	0.242	0.000	0.000	0.000
<i>Capitella capitata</i>	0.000	0.000	1.116	0.000	0.000
<i>Capitellidae sp.</i>	0.000	0.000	3.907	0.000	0.000
<i>Chaetopterida sp.</i>	0.000	0.000	0.372	0.000	0.000
<i>Chaetopteridae sp.</i>	0.000	0.000	0.186	0.000	0.000
<i>Chamelea gallina</i>	0.314	1.091	8.512	0.000	0.000
<i>Cheirocratus sundevallii</i>	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
<i>Chone filicaudata</i>	0.000	0.000	0.372	0.000	0.000
<i>Cirratulidae sp.</i>	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
<i>Cirrophorus armatus</i>	0.000	0.000	0.140	0.000	0.000
<i>Corystes cassivelaunus</i>	0.078	0.242	0.419	0.000	0.000
<i>Crangon crangon</i>	0.000	0.121	0.047	0.000	0.345
<i>Cumopsis fagei</i>	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
<i>Cylichna cylindracea</i>	0.078	0.121	1.488	0.000	0.000
<i>Diastylis bradyi</i>	0.549	0.364	2.791	0.000	0.345
<i>Diogenes pugilator</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	6.552
<i>Diopatra neapolitana</i>	0.000	0.121	0.047	0.000	0.000
<i>Diplocirrus glaucus</i>	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000
<i>Donax trunculus</i>	0.000	0.000	0.047	0.000	0.345
<i>Donax variegatus</i>	0.000	0.121	0.000	0.000	0.000
<i>Donax vittatus</i>	2.588	6.303	3.302	0.000	0.000
<i>Dosinia exoleta</i>	0.000	0.000	0.140	0.000	0.000
<i>Dosinia lupinus</i>	0.000	0.121	0.140	0.000	0.000
<i>Drilonereis filum</i>	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
<i>Echinocardium cordatum</i>	0.784	2.182	0.000	0.000	4.138
<i>Echinocyamus pusillus</i>	0.000	0.121	0.000	0.000	0.000
<i>Ensis siliqua</i>	0.000	0.000	0.140	0.000	0.000
<i>Eocuma dolfusi</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	4.138
<i>Eocuma dollfussi</i>	0.000	0.000	0.884	0.000	0.000
<i>Eulalia sp.</i>	0.000	0.000	0.326	0.000	0.000
<i>Eulalia viridis</i>	0.000	0.000	1.674	0.000	0.000
<i>Eunereis longissima</i>	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
<i>Eunice sp.</i>	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
<i>Eupagurus bernhardus</i>	0.000	0.242	0.000	0.000	0.000
<i>Eurydice inermis</i>	0.000	0.000	0.186	0.000	0.000
<i>Eurydice sp.</i>	0.078	0.242	0.000	0.000	0.000

Eurydice spinigera	0.000	0.000	2.140	0.000	4.828
Eurydice truncata	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000
Euspira pulchella	0.627	0.848	2.651	0.000	0.000
Gammarus crinicornis	0.000	0.000	0.186	0.000	1.034
Gastrosaccus normani	0.000	0.727	0.000	0.000	0.000
Gastrosaccus spinifer	1.020	2.545	1.721	45.000	34.138
Glycera capitata	0.471	0.121	0.837	0.000	0.000
Glycera convoluta	2.196	4.848	41.116	5.000	0.690
Glycera gigantea	0.000	0.121	0.093	0.000	0.000
Glycera rouxii	0.314	0.000	0.047	0.000	0.000
Glycera sp.	0.000	0.000	0.140	0.000	0.000
Glycinde nordmanni	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Goniada cf. norvegica	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Goniada maculata	0.000	0.000	0.698	0.000	0.000
Goniadidae	0.000	0.000	0.000	0.000	2.414
Harmothoe lunulata	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000
Harmothoe sp.	0.000	0.000	1.070	0.000	0.000
Haustorius arenarius	0.000	0.000	0.000	0.000	1.379
Hesionidae sp.	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Hippomedon denticulatus	0.157	0.364	0.419	5.000	2.414
Idotea balthica	0.471	0.000	0.000	0.000	0.000
Idotea linearis	0.000	0.000	0.233	0.000	0.000
Iphinoe trispinosa	0.000	0.000	1.488	0.000	0.000
Kefersteinia cirrata	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Kurtiella bidentata	0.000	0.242	0.000	0.000	0.000
Lagis koreni	0.000	0.000	19.302	0.000	0.000
Lanice conchilega	0.000	0.000	88.930	0.000	0.000
Laonice cirrata	0.000	0.364	0.000	0.000	0.000
Lepton subtrigonum	0.000	0.000	0.977	0.000	0.000
Leucothoe incisa	0.000	0.000	0.186	0.000	0.345
Liocarcinus holsatus	0.000	0.000	0.093	0.000	0.345
Liocarcinus marmoreus	0.000	0.848	0.000	0.000	0.000
Liocarcinus sp.	0.000	0.000	5.116	0.000	0.000
Lumbrineris acuta	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Lumbrineris gracilis	0.000	0.121	0.000	0.000	0.000
Lumbrineris impatiens	0.000	0.485	0.093	0.000	0.000
Lumbrineris sp.	0.000	0.000	0.186	0.000	0.000
Lutrania lutraria	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000
Lysianassidae	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000
Lysiosquilla eusebia	0.000	0.000	0.186	0.000	0.000
Mactra stultorum	0.471	0.848	11.860	0.000	0.000
Magelona alleni	0.000	0.121	0.093	0.000	0.000
Magelona filiformis	0.000	0.000	3.209	0.000	0.000
Magelona johnstoni	10.745	23.273	316.930	0.000	1.034
Mediomastus fragilis	0.000	0.000	0.000	0.000	3.448
Mégalopes (larves)	0.000	0.000	1.814	0.000	0.000
Megaluropus agilis	0.000	0.000	0.372	0.000	0.000
Melita obtusata	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Melita obtusta	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Monoculodes carinatus	0.000	0.000	0.000	0.000	2.759
Mysella bidentata	0.000	0.000	0.977	0.000	0.000
Mysidacé sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.345
Mysta picta	0.000	0.000	0.186	0.000	0.690
Mysta pista	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Mytildea juv.	0.000	0.000	0.000	15.000	18.276
Mytilus edulis	0.000	0.000	1.070	0.000	0.000
Nassarius pygmaeus	0.000	0.000	0.326	0.000	0.000
Natantia indéterminés	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000
Nebalia bipes	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000
nemertinae	0.000	0.000	0.000	5.000	7.586
Nephtys cirrosa	3.843	8.970	28.349	0.000	42.069
Nephtys hombergii	1.961	1.212	6.465	0.000	0.000
Nereidae	0.078	0.000	0.000	0.000	0.000
Nereis lamellosa	0.000	0.000	0.465	0.000	0.000
Nereis sp.	0.000	0.000	0.140	0.000	0.000
Nerine cf. cirratulus	0.000	0.000	0.279	0.000	0.000
Nerine sp.	0.000	0.000	0.140	0.000	0.000
Notomastus latericeus	0.000	0.000	0.791	0.000	0.000
Onuphis eremita	0.078	0.242	0.000	0.000	0.000
Ophelia borealis	0.157	0.242	0.093	0.000	0.000
Ophelia neglecta	0.000	0.000	0.047	0.000	6.897
Ophioderma longicauda	0.706	0.848	0.000	0.000	0.000
Owenia fusiformis	0.235	0.242	3.814	0.000	0.000
Paguridés	0.000	0.000	0.279	0.000	0.000

Pandalina brevirostris	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Pandora inaequalvis	0.000	0.121	0.000	0.000	0.000
Paraonis sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.690
Pariambus typicus	0.000	0.000	0.419	0.000	0.000
Perioculodes longimanus	0.000	0.000	0.372	0.000	0.000
Pharus legumen	1.725	4.121	28.093	0.000	0.000
Phaxas pellucidus	0.000	0.000	0.233	0.000	0.000
Philocheras trispinosus	0.157	0.606	23.860	0.000	0.000
Phtisica marina	0.000	0.000	0.186	0.000	0.000
Phyllodoce lineata	0.000	0.242	0.884	0.000	0.000
Phyllodoce sp.	0.000	0.000	0.465	0.000	0.000
Phyllococidae sp.	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Pinnotheres pisum	0.000	0.606	0.047	0.000	0.000
Pisione remota	0.000	0.000	0.233	5.000	1.034
Platynereis dumerilii	0.863	0.000	0.000	0.000	0.000
Platysquilla eusebia	0.157	0.364	0.000	0.000	0.000
Podarkeopsis galangai	0.000	0.000	0.140	0.000	0.000
Polybius henslowi	0.000	0.000	0.465	0.000	0.000
Polydora antennata	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000
Polyodontes sp.	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000
Pontocrates arenarius	0.000	0.242	1.070	0.000	0.000
Prionospio cirrifera	0.000	0.000	0.140	0.000	0.000
Prionospio malmgreni	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Processa parva	0.000	0.121	0.698	0.000	0.000
Saccocirus papilloceros	0.000	0.000	0.000	5.000	0.345
Schistomysis kervillei	0.000	0.000	3.023	0.000	0.000
Schistomysis spiritus	0.000	0.000	0.372	0.000	1.724
Scolecopsis bonnieri	0.000	0.000	3.721	0.000	0.000
Scolecopsis bonnieri	0.392	0.606	0.000	0.000	0.000
Scolecopsis squamata	0.000	0.000	0.000	0.000	5.862
Scoloplos armiger	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Sextonia longirostris	0.000	0.242	0.651	0.000	0.000
Sigalion mathildae	0.549	0.485	0.558	0.000	0.000
Siphonocetes sabatieri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.345
Spio filicornis	0.235	0.121	0.512	0.000	0.000
Spionidae sp.	0.000	0.000	0.233	0.000	0.000
Spiophanes bombyx	0.000	0.000	2.651	0.000	15.862
Spisula elliptica	0.000	0.121	0.093	0.000	0.000
Spisula ovalis	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000
Spisula subtruncata	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Staurocephalus sp.	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Stenothoe marina	0.000	0.000	1.023	0.000	0.000
Sthenelais limicola	0.314	0.121	0.326	0.000	0.000
Tellinomya ferruginosa	0.000	1.212	1.581	0.000	0.000
Tellina donacina	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Tellina fabula	5.176	6.303	46.372	0.000	0.000
Tellina tenuis	0.078	0.606	0.047	0.000	3.448
Tharyx sp.	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Tharyx xp.	0.000	0.000	0.093	0.000	0.000
Thia scutellata	0.000	0.121	0.000	0.000	0.345
Thoralus cranchi	0.000	0.000	0.233	0.000	0.000
Triphosites longipes	0.000	0.000	0.233	0.000	0.000
Tryphosella sarsi	0.000	0.000	1.860	0.000	0.000
Turbonilla sp.	0.000	0.121	1.302	0.000	0.000
Typosyllis variegata	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Urothoe grimaldi	0.000	0.970	0.000	0.000	0.000
Urothoe poseidonis	0.000	0.000	0.884	0.000	0.000
Urothoe pulchella	0.078	0.848	3.674	0.000	1.034
Urothoe sp.	0.000	0.121	0.093	0.000	0.000
Vasconiella jeffreysiana	0.000	2.667	2.837	0.000	0.000