

Assemblages benthiques et faciès sédimentaires des substrats meubles intertidaux du fond de baie de Saint-Brieuc *Cartographie, analyse et évolution* 

1987-2011

# sommaire

Introduction	
1- Matériel et méthode	9
11- Présentation site d'étude	10
12- Origine des données	14
13- Plans d'échantillonnage	15
2- Résultats	25
21- Caractéristiques granulométriques	27
22- Cartes sédimentaires et morpho-sédimentaires	38
23- Caractéristiques générales de la macrofaune benthique	45
Composition	45
Evolution de 1987 à 2011	52
Structure trophique du peuplement benthique	59
Analyse des biomasses	61
24- Structure des assemblages macrobenthiques	65
Identification et description	65
Cartographie des assemblages	72
Evolution de la composition faunistique des communautés	75
Influence des variables sédimentaires sur l'organisation des assemblages	79
Description des habitats (correspondance Eunis)	85
25- Indicateur de la qualité biologique de l'estran	91
26- Analyse des traits biologiques	93
Traits biologiques et distribution des espèces	93
Indice de diversité fonctionnelle	95
Traits biologiques et variables sédimentaires	97
27- Conclusions	98
Fiches par groupes taxonomiques et espèces	
3- Les annélides	101
4- Les mollusques	137
5- Les crustacés	155
6- Les échinodermes	173
Bibliographie	179
Annexes	185
Annexe 1 : Liste des ouvrages de références utiliséspour la détermination	187
Annexe 2 : Liste du macro-benthos échantillonnées lors des campagnes 1987-2011	188
Annexe 3 : Liste du macro-benthos inventorié en baie de Saint-Brieuc	190
Annexe 4 : Liste des tableaux et des figures	194

# Introduction



Les fonds de baie et estuaires revêtent une importance écologique et fonctionnelle en lien avec des caractéristiques physiques et biologiques particulières (zone abritée, production primaire élevée). Les invertébrés benthiques sont une importante source de nourritures pour les niveaux trophiques supérieurs et assurent de ce fait un rôle fondamental dans le recyclage des nutriments (Levin *et al.*, 2001) et influence la distribution et l'abondance des consommateurs secondaires tels que les crustacés, poisson, oiseaux....(Mc Lusky, 1981 ; Mac Lusky et Elliot, 2004 ; van de Kam *et al.*, 2004). En baie de Saint-Brieuc, zone d'importance internationale pour l'hivernage de l'avifaune, le macrobenthos constitue une composante essentielle nécessaire à l'accueil et au maintien de 30 à 35 000 oiseaux chaque hiver (Sturbois et Ponsero, 2014). La conservation de peuplements benthiques riches et diversifiés constitue donc un enjeu prioritaire pour les gestionnaires de la réserve naturelle. L'étude sur le long terme des faciès sédimentaires et de la macrofaune benthique associée permet d'apporter des éléments de connaissance sur la capacité d'accueil du site pour les oiseaux et sur son évolution dans un contexte de changement global.

Bien qu'abritant des espèces relativement résistantes capables de supporter des conditions extrêmes, ces zones soumises à d'amples variations édapho-climatiques n'en demeurent pas moins vulnérables aux changements globaux et aux effets directs des activités humaines (Le Mao, 2002). Le fond de baie de Saint-Brieuc constitue à ce titre le support de nombreuses activités anthropiques : Dépôts de sédiments, mytiliculture, pêche à pied professionnelle et amateur, activités de loisirs. Des conséquences indirectes, affectent également les dynamiques physiques de ces milieux et les interactions biologiques qui s'y expriment (Lefeuvre et Dame, 1995).

La sensibilité de ces estrans sablo-vaseux faces aux activités anthropiques implique donc de les étudier finement et d'en analyser le fonctionnement afin de mieux les protéger. De nombreuses études ont été réalisées sur ces milieux permettant ainsi d'avoir une connaissance détaillée de leurs caractéristiques physiques et biologiques, de leur fonctionnement et du rôle qu'ils jouent au sein des écosystèmes côtiers (Le Mao, 2002). De nombreux travaux menés à l'échelle européenne ont permis d'identifier et de mesurer les impacts des activités humaines sur ces écosystèmes (par exemple : Kaiser *et al.*, 2001 ; Calabretta et Oviatt, 2008 ; Defeo *et al.*, 2009 ; Schlacher et Thompson, 2012). Ces études souvent menées à petites échelles spatiales (quelques stations) n'ont qu'une signification ponctuelle (Le Mao, 2002).

Il est nécessaire de mener une approche globale intégrant l'ensemble du fond de baie. La première étude a été initiée à la demande de la DIREN et réalisée par l'IFREMER (Gros et Hamon, 1988) dans le cadre du programme Euphorbe. Une seconde approche morpho-sédimentaire des anses d'Yffiniac et de Morieux a été réalisée dans le cadre d'un rapport de Mémoire de Maîtrise de Géographie (Bouvier et Humeau, 1985) puis poursuivie dans le cadre d'une thèse (Bouvier, 1993). Une troisième campagne a été co-réalisée en 2001 sur les aspects benthiques par l'IFREMER et la station marine du MNHN de Dinard (Le Mao *et al.*, 2002) et sur les aspects sédimentaires par le laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral (Bonnot-Courtois et Le Dréau, 2002). Les deux dernières campagnes de terrains conduites en interne par l'équipe de la Réserve naturelle en automne 2010 et au printemps 2011 avec l'appui de stagiaires, de structures partenaires et de nombreux bénévoles ont enfin permis d'actualiser la cartographie des sédiments meubles de l'espace intertidal. Les trois principaux objectifs de ce travail sont d'analyser l'évolution des assemblages benthiques et des faciès sédimentaires, d'étudier l'évolution des distributions qualitatives et quantitatives des principales espèces et de vérifier l'impact de certaines activités anthropiques sur les caractéristiques physiques et biologiques de l'estran.

## Remerciements

L'équipe de la Réserve naturelle tient à remercier l'ensemble des bénévoles qui ont contribué à la collecte de données et à la meilleure connaissance du fond de baie de Saint-Brieuc. Nous tenons plus particulièrement à remercier très sincèrement, par ordre alphabétique : Jérémy Allain, Gilles Allano, Olivier Auge, Anne-Fleur Bannier, Christine Cheval, Michel Cormier, Laurent Dabouineau, Franck Delisle, Armel Deniaud, Antoine Dujon, Yann Fevrier, Thérèse Grosmaitre, Christine Guillaume, Florence Gully, François Hemery, Julien Houron, Séverine Kwiecien, Nicolas Le Clainche, Maiwen Le Coz, Claudie Le Goff, Emilie Le Helloco, Xavier Le Menach, Mélanie Le Nuz, Blandine Magnette, Samuel Perichon, Anne Priac, Jean-Luc Simon, Geoffroy Stevens, Didier Toquin.

Nous remercions également très sincèrement Patrick Le Mao, Chantal Bonnot-Courtois, Nicolas Desroy et Jérôme Fournier pour leur expertises sur les questions biosédimentauires, leurs conseils avisés ainsi que les échanges multiples qui nous orientent dans l'amélioration de la connaissance du fond de baie. Merci à Michel Le Quément pour son aide pour la détermination de certaines espèces de mollusques.

Merci à Didier Toquin pour les mesures en laboratoire des biomasses des bivalves. Merci à Florence Gully et Marc Cochu pour leurs photos des espèces benthiques.

Ce document reprend les travaux antérieur de l'IFREMER, du laboratoire de géomorphologie de Dinard et pour les campagne 2010-11 des études préliminaires menés dans le cadre de stage de Master de Séverine Kwiecien (analyse du benthos), Maiwen Le Coz (analyse des traits biologiques), Elouan Meyniel (figures sédimentaires).



Prélèvements benthiques en 2011

# Matériels et méthodes



Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc

# II- Présentation site d'étude

Située à l'ouest du golfe normano-breton, la baie de Saint-Brieuc est constituée de deux côtes quasi-linéaires, formant un angle droit à partir de Saint-Brieuc, et délimitée à l'ouest par l'archipel de Bréhat et à l'est par le cap Fréhel. La côte orientale comporte quelques promontoires rocheux (Cap d'Erquy et de Fréhel). A l'ouest les falaises qui dominent la baie sont parmi les plus élevées du littoral breton ; elles atteignent plus de 100 m à la pointe de Plouha. La baie occupe une surface d'environ 800 km<sup>2</sup> jusqu'à l'iso-bathe 30 m, qui se situe à plus de trente kilomètres du fond de baie. Elle montre une pente faible mais régulière de l'ordre de 0.1 %. Néanmoins sa morphologie sous-marine se caractérise par de multiples reliefs pouvant atteindre 20 m de hauteur. Il s'agit de hautfond rocheux comme les roches de Saint-Quay, du plateau des Jaunes, du Grand Léjon et du Grand Pourrier, ou de bancs sableux comme celui de la Horaine (Augris et Hamon,1996).



Fig. 11.1- Cartes de localisation

Les températures et les précipitations pour la période 1985 à 2000 enregistrées à la station météorologique de Trémuson, caractérisent le climat doux océanique de la baie de Saint-Brieuc. Cette station est néanmoins trop éloignée pour mettre en évidence l'influence du fond de baie sur le climat local.



# Température et précipitations

La baie de Saint-Brieuc est soumise à un climat doux (Tmoy.=11°C), de type océanique, caractérisé par une atténuation des températures extrêmes et une grande instabilité des types de temps. La ligne de crêtes qui correspond à la ligne de partage des eaux, peu éloignée de la côte, est aussi une limite climatique (pluviométrique et thermique). L'influence maritime affaiblit les amplitudes thermiques journalières et annuelles (Tmoy.max = 14.4°C ; Tmoy.mini = 7.6°C). Les températures minimales moyennes sont atteintes en février (2.3°C) et les maximales moyennes en août (20.1°C). La baie de Saint-Brieuc est une des régions les moins arrosées de Bretagne avec une pluviométrie annuelle moyenne de 697mm. Les pluies décroissent de février à juin pour atteindre leur minimum en juillet (28mm). Les mois de décembre et janvier sont les plus arrosés (83 et 76.3mm). Les pluies abondantes et les orages sont rares, la neige est exceptionnelle.

# Vents et houle

Les vents dominants sont principalement de secteur ouest et secondairement de secteur est-nord-est. La répartition saisonnière des vents est telle que la fréquence des vents forts de secteur ouest est distribuée au cours de l'année suivant l'ordre : hiver, automne, printemps, été. Pour le secteur est, les saisons s'ordonnent différemment : hiver, printemps, automne, été. Les coups de vent (vitesse supérieure à 25 m.s<sup>-1</sup> soit 90 km.h<sup>-1</sup>) de secteur ouest ont lieu principalement en hiver et à l'automne, tandis que ceux du secteur est ont lieu en hiver et au printemps. Du fait de la configuration de la baie, il y a renforcement des vents de direction méridienne (nord-sud) au détriment des vents de direction ouest et est. La houle résulte de l'action du vent au large et dépend principalement de la topographie des fonds. De par sa morphologie, la baie de Saint-Brieuc est très exposée à la houle. Toutefois, l'amortissement des houles est presque total lorsqu'elles atteignent le fond de la baie. Ce n'est

il peut être atteint par des vagues de hauteur exceptionnelle, en particulier sur la côte orientale.

### Température de l'eau

En zone subtidale, la température moyenne mensuelle des eaux de fond est minimale en février-mars (8.7°C d'après Lehay, 1989). La masse d'eau est déstratifiée sur la verticale en hiver, mais présente un gradient horizontal de température croissant d'est en ouest de 0.5 à 1°C. Le maximum thermique (voisin de 17.5°C) est atteint en août. La baie de Saint-Brieuc est caractérisée, comme la baie du Mont St-Michel, par des eaux plus chaudes en été et plus froides en hiver que le reste de la Manche. En fond de baie (zone intertidale), la température varie de 5.7°C à 20.9°C (données enregistrées en 2005-2006 à la pointe des Guettes à Hillion).



Fig. I I.4- Température de l'eau enregistrée en surface à St Guimond (Hillion).



Fig. 11.3- Fréquence et moyenne des directions de vent (en pourcentage) enregistrées à la station de Trémuson de 1985 à 2000.

Les vents dominants sont principalement de secteur ouest et secondairement de secteur est-nord-est.

# Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc

# <u>L'eau</u>

:

# Réseau hydrographique

Le bassin hydrographique s'étend sur 1110 km<sup>2</sup> situé en totalité dans les Côtes d'Armor et représente plus de 16 % de la superficie départementale. Les plateaux qui bordent la baie sont élevés, coupés par un réseau de vallées courtes et encaissées et drainés par des ruisseaux ou de petites rivières à faible débit. Le tracé des vallées est le plus souvent perpendiculaire au trait de côte. Les principaux cours d'eau débouchant en fond de baie de Saint-Brieuc drainent des bassins versants fortement agricoles et/ou urbanisés

- pour l'anse d'Yffiniac :
  - Le Gouët-Gouëdic
  - L'Urne
- Et les ruisseaux : • Le Douvenant
  - La Touche
  - St René

- pour l'anse de Morieux : Le Gouessant
- pour la côte est de la baie :
  - Pont Rouault
  - Le Jospinet (les coulées)
  - La Flora



Fig. 11.5- Carte des bassins versant des cours d'eau débouchant en Baie de Saint-Brieuc

## Milieu marin

#### Courants de marée

La baie de Saint-Brieuc subit l'action de la marée semi-diurne (période 12 h 25). Celleci se traduit par une onde incidente se propageant d'ouest en est en Manche. La forme du golfe Normano-Breton accentue le phénomène de marée ce qui induit un marnage important en baie de Saint-Brieuc. Il varie de 4 m en morte-eau à près de 13 m en viveeau (marnage moyen : 7 m). La surface intertidale maximale exondée à marée basse est de 3000 ha avec une valeur moyenne de 1115 ha (Godet 2008).

Les courants de marée sont de type alternatif, portant au sud-est au flot et au nordouest au jusant. Ainsi la baie se vide et se remplit par le nord-ouest. En dépit d'un marnage important, les vitesses des courants de marée sont amorties (ne dépassant jamais 0.5 m.s<sup>-1</sup> à la pointe des Guettes à Hillion) d'après Rue, 1988. La circulation due au vent est fondamentale dans l'orientation de la résiduelle des courants.

#### Courants résiduels

Au cours d'un cycle de marée, la masse d'eau ne se positionne pas exactement à sa position initiale. Ce déplacement moyen représente le mouvement à long terme des masses d'eau. La vitesse de ce déplacement est la vitesse résiduelle. En fond de baie, les courants résiduels sont faibles à nuls et les masses d'eau sont peu renouvelées par le phénomène de marée.

#### <u>Salinité</u>

En milieu côtier, sous régime des marées, la salinité varie au rythme des cycles de marée et des saisons. La salinité moyenne mensuelle varie de 34.7 ‰ en mai à 35 ‰ en octobre. Les variations de salinité au cours de l'année sont donc très faibles. En période de crues, elle peut cependant descendre à 34 ‰ (Merceron *et al.*, 1981).



Fig. I I.6- Carte de la zone de marnage.

Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc

# 12- Origine des données

Cinq campagnes de prélèvements benthiques et/ou sédimentaires ont été conduites de 1987 à 2011 sur les 2900 ha de l'espace intertidal du fond de baie de Saint-Brieuc.

- La première cartographie des habitats intertidaux a été réalisée par Gros et Hamon en 1987.

- Une seconde approche d'étude morpho-sédimentaire des anses d'Yffiniac et de Morieux a été réalisée dans le cadre d'un rapport de Mémoire de Maîtrise de Géographie (Bouvier et Humeau, 1985) poursuivie dans le cadre d'une thèse (Bouvier, 1993).

- Une troisième campagne a été réalisée en 2001 sur les aspects benthiques par l'IFREMER et la station marine du MNHN à Dinard (Le Mao *et al.*, 2002) et sur les aspects sédimentaires par le laboratoire de Géomorphologie et Environnement littoral (Bonnot-Courtois et Le Dréau, 2002).

- Les deux dernières campagnes de terrains conduites en interne par l'équipe de la Réserve naturelle en automne 2010 et au printemps 2011 avec l'appui de structures partenaires et de nombreux bénévoles et ont permis d'actualiser la cartographie de l'espace intertidal. L'encadrement de deux stages de Master II a permis de contribuer à ce travail (Kwiecien, 2011 ; Le Coz, 2011). Les principales figures sédimentaires ont été cartographiées et analysées en 2012 dans le cadre d'un stage de Master I (Meyniel, 2012).



Prélèvements benthquees en 2001 par l'IFERMER et la Réserve naturelle

# 13- Plans d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage définit par Gros et Hamon en 1987 comprend 44 stations répartis équitablement entre les anses de Morieux et d'Yffiniac (avril). Ce plan a été repris en mars 2001 et complété de 8 stations pour affiner la zonation des différents assemblages. En octobre 2010 et mars 2011 un plan d'échantillonnage régulier de 131 stations géoréférencées espacées de 500 mètres a été définit afin de mieux décrire les évolutions spatio-temporelle des habitats et des espèces, et de leurs biomasses (Bijleveld *et al.*,2012).

## <u>Terrain</u>

Sur chaque station trois réplicats de marofaune ont été collectés en utilisant un carottier de 9.6cm<sup>2</sup> sur 25 cm de profondeur. Les carottes de sédiments ont été tamisés sur un tamis de maille 1 mm. Le refus de tamis contenant la macrofaune a été stocké dans une solution d'eau de mer à 4 % de formol additionnée de rose de Bengal. Deux prélèvements de sédiment ont également été collectés à l'aide d'un petit carottier de (3.2 cm<sup>2</sup> sur une profondeur de 5 cm) pour analyser la distribution granulométrique et la teneur en matière organique. En 2010, une étude de la résistence au cisaillement du sédiment (proxy de la cohésion) a également été réalisée en suivant le même plan d'échantillonnage.

Fig. 13.1- Cartes des stations d'échantillonnage de macrofaune benthique de 1987 à 2011.



# Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc

## <u>Laboratoire</u>

Les échantillons de macrofaune ont été trié en laboratoire et l'ensemble des individus a été identifié au niveau taxonomique le plus bas possible puis dénombré (liste des ouvrage en annexe 1). En 2010 et 2011, les mollusques bivalves ont par ailleurs été mesurés dans leur plus grande largeur en vue d'établir une relation allométrique pour chacune des espèces. La biomasse de chaque taxon est calculée après passage à l'étuve à 60 °C pendant 48 h puis au four à 520 °C pendant 6 h (échantillons de 100 individus puis extrapolation pour les espèces abondantes, ou et par station et taxon pour les annélides et les taxons peu représentés). Cette méthode de mesure permet d'avoir une valeur de biomasse représentative du rôle fonctionnel de l'espèce dans le réseau trophique. Pour les bivalves les plus abondants, la biomasse est également exprimée en poids frais avec coquille pour être comparables aux données issues d'études halieutiques.

Les prélèvements de sédiments des campagne de 2001 (Bonnot-Courtoit et Dreau, 2002) et de 2010 ont été lavés sur un tamis de maille 70 µm puis ont décanté pendant 24 h. Ils ont ensuite été séchés à l'étuve à 70 °C pendant 24 h pour mesurer la teneur en eau. L'un des prélèvements a été tamisés sur une colonne vibrante puis pesés pour définir la distribution granulométrique (tab. 13.1). Le second a été brûlé à 540 °C pendant 4 h pour mesurer la teneur en matière organique (Hedges et Stern, 1984). L'eau de rinçage d'un des deux prélèvements a été conservée puis mise à décantée pendant 48 h. Elle a ensuite été siphonnée en veillant à ne pas prélever de sédiment puis mise à l'étude à 70 °C pendant 48 h en vue de pesée les particules fines.

En 1987 et en 2001, les teneurs en calcaire des sédiments échantillonnés ont été mesuré par la méthode du calcimètre Bernard.



Pesée des échantillions sédimentaires

1987	2001 et 2010
2mm	2mm
	1,6mm
	1,25mm
	1mm
	800µm
500µm	500µm
	400µm
	315µm
200µm	200µm
125µm	125µm
	100µm
	80µm
63µm	63µm
	50µm
40µm	40µm

Tab 13.1- Description de la colonne de tamis utilisée au cours des différentes compagnes de prélèvement.

## Traitement des données

#### Analyse sédimentaire :

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) permet d'explorer les données sédimentaires, qui permet de décrire de façon synthétique la structure des données. « L'idée centrale de l'analyse en composantes principales (ACP) est de réduire la dimensionnalité d'un ensemble de données constitué d'un grand nombre de variables, tout en conservant autant que possible la variation présente dans l'ensemble de données. Ce résultat est obtenu par la transformation d'un nouvel ensemble de variables, les composantes principales (PC), qui ne sont pas corrélées, et qui sont ordonnées de telle sorte que les quelques premiers conservent la majeure partie de la variation présente dans l'ensemble des variables d'origine » (Jolliffe, 1986). Associé à une analyse de classification hiérarchique, les différents faciès sédimentaires ont été identifiés.

#### Indices

Les méthodes développées par Clarke et Warwick (1994) ont été utilisés pour analyser la structure des assemblages faunistiques. L'abondance, l'occurrence, la Richesse spécifique, et les indices de Shannon, Simpson et Piélou sont les paramètres calculés sur chaque station pour décrire l'ensemble de la macrofaune benthique intertidale de la baie de Saint-Brieuc.

Indice de Shannon-Wienner (H') :

L'indice de Shannon-Wiener est le plus couramment utilisé :

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} p_i \log(p_i)$$

 $O\hat{u}:$ 

 $p_i$  = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce :

 $pi = ni.N^{-1};$ 

S = nombre total d'espèces;

n; = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon;

N = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à log S (lorsque toutes les espèces ont même abondance).

<u>Indice de Pielou :</u>

L'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Piélou :

 $J' = H'.H'max^{-1}$ 

H'max =  $\log S$  (S= nombre total d'espèces).

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces). Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc

Indice de Simpson :

$$\tilde{D} = 1 - \sum \left\{ \frac{[n_i(n_i-1)]}{[N(N-1)]} \right\}$$

Cet indice varie donc de 0 (diversité minimum) à 1 (diversité maximum). L'indice de Shannon est sensibles aux variations d'importance des espèces les plus rares, alors que l'indice de Simpson est plus sensibles aux variations d'importance des espèces les plus abondantes (Peet 1974).

#### Indice quadratique de Rao :

Cet indice utilise non seulement la richesse spécifique et l'abondance, mais également la distance phylogénétique entre les différentes espèces. Ainsi, un milieu comprenant deux mollusques sera considéré moins diversifié qu'un milieu contenant un mollusque et un annélide (Rao, 1982 ; Pavoine, 2005). En 1995, Warwick et Clarke introduisent cette mesure en écologie marine.

$$H_D = \sum_{i=1}^{s} \sum_{j=1}^{s} p_i p_j D_{ij}$$

Où :

 $p_i = fréquence de l'espèce i$ 

 $p_i = fréquence de l'espèce j$ 

 $\dot{D}_{ij}$  = distance phylogénique entre i et j (distance nodale de l'arbre phylogénétique : par exemple, une distance de 1 est attribuée à deux espèces d'un même genre, 2 entre deux espèces de genres différents mais de même famille...).

#### Structures des assemblages benthiques

La structure des assemblages faunistique a été analysé en combinant une méthode de groupement hiérarchique (CAH) et une modélisation multidimensionnelle non métrique (MDS) sur la base d'une matrice de similarité de Bray-Curtis (espèces-stations) calculée à partir des données d'espèces ayant subi une transformation en log afin de réduire l'influence des effectifs importants. Cette méthode statistique exploratoire permet de d'identifier des groupes de stations relativement homogènes en terme de composition faunistique. La pertinence des groupes de stations obtenues a été évaluée par la procédure de SIMPROF. Cette procédure effectue une série de tests de permutation des profils de similarité au niveau de chaque niveau du dendrogramme (Clarke *et al.*, 2008). Une analyse des similitudes (ANOSIM) fournit un test statistiquement afin de contrôler existance de différences significatives entre les groupes (Clarke, 1993).

#### <u>Classification à Ascendance Hiérarchique</u>

La dissimilarité moyenne entre toutes les paires d'échantillon intergroupes est calculée et les contributions séparées de chaque espèce *i* à cette dissimilarité moyenne sont analysées. La contribution de la  $i^{\text{ime}}$  espèce à la dissimilarité de Bray-Curtis jk entre deux échantillons j et k est définie par :

$$\delta_{jk} = \{1 - \frac{\sum_{i=1}^{p} |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^{p} |y_{ij} + y_{ik}|} \} * 100$$

avec  $\delta_{jk}$  le coefficient de similarité de Bray-Curtis entre les objets (sites) j et k et  $y_{ij}$  et  $y_{ik}$  les valeurs du descripteur (espèce) i dans les objets j et k. Ce coefficient varie entre 0 (les peuplements sont identiques dans les deux sites) et 1 (aucune espèce n'est commune).

#### L'ordination par le cadrage multidimensionnel

L'ordination en espace réduit est une opération par laquelle les objets (sites) ou les descripteurs (variables environnementales ou espèces) sont positionnés dans un espace à plus faibles dimensions que le jeu de données original (Legendre et Legendre, 1998). Nous avons utilisé la technique d'ordination du cadrage multidimensionnel (n-MDS : non parametric Multi-Dimensional Scaling) qui représente les objets (stations et espèces) dans un nombre de dimensions défini (généralement 2) à partir des rangs d'une matrice de similarité.

La qualité de la représentation, c'est-à-dire l'adéquation entre les rangs dans la matrice de similarité et la carte obtenue, est évaluée par la mesure du stress :

$$Stress = \sqrt{\frac{\sum_{j} \sum_{k} (d_{jk} - \delta_{jk})^2}{\sum_{j} \sum_{k} d_{jk}^2}}$$

avec  $d_{jk}$  la distance entre les objets (sites) j et k sur le MDS et  $\delta_{jk}$  la distance estimée à partir de la régression, correspondant à la dissimilarité.

Lorsque le stress est inférieur à 0.1, la représentation est considérée comme correcte, sans risque réel d'erreur d'interprétation. Une valeur de stress comprise entre 0.1 et 0.2 donne une bonne représentation sans aller dans le détail. Une valeur de stress supérieure à 0.2 indique une projection plus arbitraire des points sur le MDS. Elle devient totalement fortuite pour des valeurs de stress supérieures à 0.35 (Clarke et Warwick, 2001).

#### Modélisation des distributions spatiales

La structuration spatiale des espèces est abordée par cartographies réalisées par l'interpolation des données (Sheshinski, 1979). Il s'agit de prendre en compte et de restituer la complexité des structures spatiales observées dans la population (Legay et Debouzie, 1985). Le krigeage (Krige, 1951) est une méthode géostatistique qui permet l'estimation de valeurs locales en considérant l'organisation spatiale des variables étudiées. C'est donc une méthode d'interpolation qui peut générer des surfaces estimées à partir d'un échantillon de points géoréférencés. Par rapport à d'autres méthodes d'interpolation, le krigeage se distingue par ses caractéristiques d'estimation non-biaisée et d'estimation d'une variance associée.

#### Couplage des données sédimentaires et benthiques

Afin de mettre en évidence les liens entre la répartition des espèces benthiques et les paramètres sédimentaires, nous avons effectué des Analyse Canonique des Correspondances (ACC ou CCA en anglais) entre les données benthiques et les données sédimentaires (Ter Braak 1986, 1987). Elle est également connue sous le nom d'Analyse Factorielle des Correspondances sur Variables Instrumentales, ou AFCVI (Chessel *et al.*, 1987).

Il existe une multitude de techniques de couplages (Dray 2003), mais la CCA est la méthode la plus utilisée en écologie pour analyser simultanément deux matrices de données. Il s'agit d'une AFC de la matrice benthique sous contrainte des variables sédimentaires qui permet d'exprimer la distribution des espèces comme combinaisons linéaires des variables environnementales. On suppose ici que les variables réponses montrent des courbes de réponse unimodales face aux variables explicatives, en particulier que chaque espèce montre un optimum et une tolérance vis-à-vis des variables environnementales. Cette vision est bien adaptée à la notion de niche écologique et des gradients environnementaux sur lesquels se séparent les préférentiels des espèces. Des tests de permutation de Monte-Carlo (n = 999) ont été réalisés pour identifier la significativité des axes et pour tester l'importance de la corrélation entre les facteurs environnementaux et la distribution des espèces.

Par ailleurs, les relations observée la macrofaune benthique et les variables sédimentaire sont étudiée par la procédure BEST (Clarke et Ainsworth's, 1993). Cette procédure permet d'identifier le sous-ensemble de variables environnementales ayant une meilleure corrélation avec les données benthiques.

#### Analyse des traits biologiques

La diversité fonctionnelle est une composante majeure du fonctionnement des écosystèmes (Hooper et al., 2005). L'approche trophique, aussi déterminante soit-elle, ne peut suffire à la compréhension et à l'évaluation du fonctionnement d'un écosystème. L'attribut trophique n'est en effet qu'un attribut parmi les nombreux aspects fonctionnels qui caractérisent les espèces. L'ensemble des caractéristiques fonctionnelles, ou traits biologiques, apparaissent dès lors comme une approche alternative à l'analyse descriptive classique en écologie benthique (Garcia, 2010). Les traits fonctionnels sont ceux qui influencent les propriétés de l'écosystème ou les réponses des espèces aux conditions environnementales (Hooper et al., 2005). La méthode d'analyse au travers des traits biologiques permet d'intégrer à la l'analyse des informations relatives à la distribution des espèces ainsi que leurs caractéristiques biologiques. In fine, cela permet d'évaluer les relations entre la variabilité environnementale et les traits fonctionnels de la macrofaune benthique (Garcia, 2010). Trois groupes principaux peuvent être différenciés: morphologiques (taille, biomasse, fragilité, forme, flexibilité...), écologiques (mobilité, position environnementale, bioturbation, guilde trophique, groupe écologique, Préférendum sédimentaire...) et d'histoire de vie (taille moyenne de l'œuf, fécondité, lieu de ponte, trait reproductif, type larvaire...). Une première analyse fonctionnelle des traits biologiques du peuplement benthique du fond de baie de Saint-Brieuc a été conduite en 2011 dans le cadre d'un stage de Master (Le Coz, 2011).

#### Matrice des traits biologiques

Dans un premier temps il a été nécessaire de sélectionner les traits fonctionnels

employés pour l'étude. Ceux-ci concernent les traits de vie, la morphologie et le comportement des espèces en question, critères particulièrement liés au fonctionnement écologique des peuplements benthiques. Ils ont été choisis selon les connaissances disponibles

et de manière à maximiser les différences entre taxons. Ainsi d'après Bremner *et al.*, 2006, l'une des solutions est de sélectionner des traits qui apportent un maximum de variabilité, par exemple en évitant les traits qui sont liés ou qui évoluent de manière similaire. Bremner *et al.*, 2006 souligne aussi l'importance du nombre de traits étudiés. En effet, la variabilité entre espèces et donc la pertinence des résultats augmente avec le nombre de traits étudiés. Cependant, un trop grand nombre de traits requiert beaucoup de temps de recherche et implique un plus grand risque de non-fiabilité des données, d'autant plus que les traits biologiques d'une espèce ne s'avèrent pas forcément stables en fonction du temps et des conditions environnementales. (Bremner *et al.*, 2006, Marchini *et al.*, 2008).

Le choix des traits biologiques à prendre en compte est donc basé sur un compromis entre le temps consacré à l'étude, la disponibilité et la précision des données et la fiabilité des résultats.

Finalement, 13 traits ont donc été retenus, et chacun d'entre eux a été divisé en un certain nombre de sous-catégories. Ces traits et leurs sous-catégories sont répertoriés dans le tableau 13.2. Au total, on obtient ainsi 52 sous-catégories, auxquelles on va attribuer une valeur pour chaque taxon identifié, selon la méthode du codage flou de Chevenet *et al.*, 1994. Cette technique consiste à attribuer pour chacun des taxons une valeur comprise entre 0 et 3 correspondant à son affinité pour chaque sous-catégorie (0 signifiant une affinité nulle et 3 une affinité totale). Lorsque les connaissances sont insuffisantes, on attribue par défaut la valeur 0, de manière à ce que les résultats n'en soient pas influencés au cours de l'analyse des données.

# <u>Couplages des matrices « traits biologiques par espèces » et « abon-</u> <u>dance des espèces par site »</u>

Afin de mettre en évidence les similitudes et contrastes entre les stations échantillonnées dans la baie vis-à-vis des traits biologiques exprimés par les espèces qui y sont associées, on met en corrélation les 2 matrices. Plusieurs méthodes de couplage de tableaux ont été testé :

- L'Analyse Canonique des Correspondances (ACC)

- L'analyse en Co-Inertie (Co-I) qui réalise une double analyse d'inertie des tableaux et garantit que les deux systèmes de coordonnées sont les plus cohérents possible (Dolédec et Chessel, 1994). Elle recherche les axes de co-inertie communs entre les deux tableaux, puis projette ces tableaux sur le système de coordonnées. L'analyse maximise la Co-inertie entre les 2 tableaux.

trait	catégories	Colonne1
longévité de	<2	Lfaible
l'adulte (années)	2à5	Lmov
	>5	Lel
Méthode de	asexuée	Rasex
Reproduction	sexuée (dissémination de gamètes)	Roam
	sexuée (stade larvaire)	Rlar
	sexuée (sans stade larvaire)	Rdd
mohilité des	nulle	Mnul
adultes	faible	Mfaible
duartes	movenne	Mmoy
	élevée	Meley
Adhésion	inevistant	Danul
Adhesion	temporaire	Datemp
	nermanent	Daper
modo do	cossilo	MDsess
déplacement	sessile page	MDpage
l'adulta	rampa	MDramp
l'aduite	rampe	MDerouo
flovibilitá du	cieuse	FCol
	243 10 à 45	FCer
corps (degres)	<10 445	ECfaible
formo du corps		FORnlat
torne du corps	ondômo	FORplat
	droccó	FORdoon
habitudas	dépasivoro	r OKuless
alimentaires	déposivore déposivore do surface	Auto
annentaires	déposivoire de sub surface	Auts
	filtrour (supersivere	Auiss
	annortunista (négraphaga	Ariisup
	berbinere	Aopp
	nerbivore	Anero
différenciation	predateur	Apre
convelle	gonochonque	DSyuno
sexuelle	hermaphrodite successif	DSh2
a a cia hilit Á	nermaphrodite successif	DSh2
sociabilite	solitaire	Ssor
	gregaire	Syrey
h = h !+ = t	tulu	SCOID
nabitat	tube	HAIUD
	terrier	HAterr
	fissure	HAfiss
	libre	HAIID
1/ 11	dans le sediment	HAsedim
devellopement	Inexistante	Dair
laivaire	pleneterieve lésitethrenke	Dbent
	planctonique recitothrophe	Diecit
tailla	notite (<10mm)	Tfaible
tame	petite (<10 fiffi)	Traible
	grando(>100mm)	Tolor
corne	grande(>100mm)	Cmou
corps	overguelette	Cexes
	coquille	Centra
	coquine	UUUU

Tab. 13.2- Traits biologiques et modalités utilisés pour décrire le fonctionnement écologique des communautés macro-benthiques. - L'Outlier Mean Index (OMI) : qui cherche les combinaisons des traits biologiques afin d'optimiser la marginalité moyenne des espèces benthiques (distances entre les modalités des traits biologiques des espèces et les modalités des traits dans la zone d'étude, d'après Dolédec *et al.*, 2000). Le principe de base d'une analyse en co-inertie OMI est que les traits biologiques définissent un nuage de points, chaque espèce a une distribution de fréquences qui a un centre de gravité (centre de la niche écologique). Sur le plan, on projette ensuite les vecteurs des variables, les relevés de départ et les positions moyennes des espèces.

Ces méthodes statistiques permettent d'étudier la co-structure entre deux tables de données, en les ordonnant simultanément et en maximisant la variabilité des données et leur corrélation. Sur la projection en deux dimensions, les variabilités des stations, espèces et traits biologiques exprimées les unes par rapport aux autres sont représentées. On peut donc ainsi mettre en relation des groupes de stations dont la variabilité est liée à celle de certains groupes de traits biologiques, elle-même influencée par certains groupes d'espèces.

#### Mesure de la diversité fonctionnelle FD

Un certain nombre d'indices ont été développés afin d'évaluer afin d'avoir une mesure de la diversité fonctionnelle des habitats. Tous sont basés sur l'identification et la prise en compte des traits biologiques. Le nombre d'indices proposés dans la littérature est déjà assez important : Functional Group Richness, Functional Attribute Diversity (Walker *et al.* 1999), Functional Diversity (Petchey et Gaston 2002), Functional richness, functional evenness et functional divergence (Mason *et al.* 2005), Functional Regularity (Mouillot *et al.* 2005)...

Petchey et Gaston (2002, 2006) ont proposé de calculer un indice sur un arbre ultramétrique obtenu à partir de distances fonctionnelles de la matrice des traits fonctionnels entres espèces. Cet indice de diversité fonctionnelle (FD) mesure la dispersion de traits fonctionnels des communautés. Il s'agit d'une transposition de la diversité phylogénétique (comme l'indice quadratique de Rao).

Dans cet indice FD, chaque espèce est représentée par ses valeurs de traits dans un espace multidimensionnel. Le vecteur de traits est considéré comme un proxy de la niche écologique. Les individus proches dans l'espace des traits sont donc considérés comme proche écologiquement. Les distances entre les points peuvent être calculées directement dans l'espace des traits ou, plus fréquemment, un arbre est construit par classification automatique hiérarchique. La méthode de l'analyse au travers des traits biologiques permet d'incorporer à la fois des informations relatives à la distribution des espèces mais également leurs caractéristiques biologiques. Ce qui, en conséquence, permet d'évaluer les relations entre la variabilité environnementale et les traits fonctionnels de la macrofaune benthique.

## Analyse des traits biologiques et des variables sédimentaires

Une analyse RLQ permet la mise en relation de 3 tables de données :

- La table « R » : matrice « caractéristiques environnementales»,

- La table « Q » : matrice « traits biologiques»,

- La table « L » : matrice « abondance des espèces», et utilisée comme lien entre les deux précédentes.

L'analyse RLQ effectue une ordination simultanée des 3 matrices, et maximise les corrélations et la variabilité des variables environnementales (colonnes de R) et des traits biologiques (lignes de Q) de manière à établir une relation entre traits fonctionnels et variables environnementales (Doledec *et al.*, 1996).



«Fourth-corner analysis» a été développé par Legendre *et al.*, 1997 et étendu dans Dray et Legendre (2008). Ce test peut être utilisé pour mesurer les corrélations entre les différents traits biologiques et les variables environnementales.

Fig. 13.2- Schéma des relations entre les matrices utilisées dans l'analyse RQL.

2

# Résultats





1987	variable	unité
MED	mediane	μm
MOD	mode dominant	μm
GRA	teneur en gravier (>2mm)	%
MUD	teneur en vase (<63µm)	%
H2O	teneur en eau	%
CaCo3	teneur en calcuim	%
DEN	densité	g.ml <sup>-2</sup>
POR	porosité	g.ml <sup>-2</sup>
MS	teneur en matiere sèche	%
MOR	teneur en matière organique	%

Fig. 21.2- Corrélation des variables sédimentaires. \* p<0.05 \*\* p<0.01 \*\*\* p<0.01

GRA -0.15 0.29 -0.50 -0.32 0.15 -0.02

DEN

H2O 0.26 0.02 0.93 -1.00 0.29

Caco3 -0.23 0.20 -0.29 0.57

0.36 -0.02 -0.07

POR -0.94 0.28

MS -0.32

MOR

# 21- Caractéristiques granulométriques

# données de 1987

Une étude granulométrique avait été conduite lors de la campagne de prélèvement de 1987-88 par Ecocean. Nous ne possédons cependant pas les données brutes de ce travail, ce qui ne nous permet pas de réaliser le même type d'analyse que pour les campagnes de 2001 et de 2010.

Nous disposons pour chaque station des valeurs des 10 variables cartographiées figure 21.1. Les valeurs des médianes et du mode dominant sont calculées à partir une colonne granulométrique à 6 tamis (2mm, 500  $\mu$ m, 200  $\mu$ m, 125  $\mu$ m, 63  $\mu$ m, 40  $\mu$ m). Ces deux variables sont fortement corrélées (r=0.98, p<0.01, figure 21.2). Les sables les plus grossiers se situent au nord de l'anse d'Yffiniac et entre les deux plans d'élevage des bouchots de l'anse de Morieux.

L'estran est globalement composé de sables propres formés d'éléments de taille comprise entre 63 et 200 µm, assez pauvre en matière organique (1 % en moyenne) et contenant 27 % de carbonates. La porosité<sup>(1)</sup> est de l'ordre de 0.37 g.ml<sup>-2</sup>. La porosité et la teneur en eau du sédiment sont fortement corrélé (r=0.93, p<0.01).

Le pourcentage de vase (particules  $<63 \mu m$ ) varie de 0.9 % à 9.4 %. Les valeurs les plus élevés sont situées à l'embouchure du Gouessant, à l'est de la baie (secteur du Jospinet) et au fond de l'anse d'Yffiniac.

La projection cartographique de la valeur de la teneur en calcaire (CaCO<sub>3</sub>) (figure 21.1) présente des similitudes avec celle de la teneur en matière organique (MOR) (r=0.55, p<0.01).

(1)  $porosité = \frac{(poids humide - poids sec)}{volume humide}$ 



La carte établie par ECOCEAN pour l'ensemble de la baie définit quatre catégories sédimentaires à partir des courbes granulométriques (médiane et mode dominant) :

- Type A : médiane et mode compris entre 156 et 162  $\mu m$  et mode compris entre 125 et 160  $\mu m$ 

- Type B : médiane comprise entre 94 et 100  $\mu m$  et mode 80  $\mu m$  (faciès plus fin que A)

- Type C : mode compris entre 200 et 500 µm (faciès plus grossier que A)

- Type D : mode compris entre 500  $\mu m$  et 2mm.

L'analyse statistique définit 3 faciès pour le secteur du fond de baie de Saint-Brieuc :

<u>Les sables fins (type A)</u> recouvrent presque la totalité de l'estran de l'anse d'Yffiniac et une grande partie de celui de Morieux (stations figurées en rouge brique sur la figure 21.3).

Les sables très fins silteux (Type B) sont présents de manière limités sur les secteurs internes de l'anse d'Yffiniac, au sud de la pointe du Roselier ainsi que sur la partie est de l'anse de Morieux au niveau de l'estuaire du Gouessant. Au nord-est de l'anse de Morieux, ce faciès devient dominant et occupe la totalité de la zone intertidale à partir de Pont-Rouault (stations figurées en vert sur la figure 21.3).

<u>Un faciès intermédiaire</u>, bi-modal, défini comme étant du type A associé à des sables plus fins, se rencontre au Nord-Ouest, en face de la plage de Saint-Laurent et sur quelques sites au centre de l'anse de Morieux (stations figurées en rouge sur la figure 21.3). Il fait également la transition entre les sables fins du centre de la baie et les sables très fins silteux du Nord-Est (Bonnot-Courtoit et Dreau, 2002).

Les sables de haut de plage correspondent au Type D.





2001	variable	unité
MED	mediane	μm
MOD	mode dominant	μm
FF	fraction fine	%
SOT	indice de trask	
BAT	bathymetrie	m
H2O	teneur en eau	%
CaCo3	teneur en calcuim	%

Fig. 21.4- Répartition spatiale des données sédimentaires normées de 2001

La surface des carrés noirs (valeurs supérieures à la moyenne) et carrés blancs (valeurs inférieures à la moyenne) est proportionnelle aux données centrées.



Fig. 21.5- Corrélation des variables sédimentaires. \* *p*<0.05 \*\* *p*<0.01 \*\*\* *p*<0.01

# DONNÉES DE 2001

La distribution spatiale des variables sédentaires normées mesurées en mars 2001 par Bonnot-Courtoit et Dreau est synthétisée figure 21.4. L'estran est composé de sédiments homogènes bien, voire très bien classés dont la granulométrie moyenne est comprise entre 63 et 200 µm (So de trask compris entre 1.15 et 1.38) avec une valeur moyenne de 130 µm pour la médiane et 118 µm pour le mode dominant.

Le pourcentage de vase (particules <63  $\mu$ m) varie de 0.21 à 71.45 % pour l'ensemble des stations échantillonnées (avec une valeur moyenne de 2.37 % ± 7.6). 65 % des stations échantillonnées comportent moins de 1 % de vase et seulement 8 stations comportent une teneur en vase supérieure à 5 %. Elles se situent dans l'estuaire du Gouessant, en fond d'anse d'Yffiniac (en particulier dans les secteurs abrités comme la crique de l'Hôtellerie, ou au contact inférieur des prés-salés), dans le port du Légué et dans la zone d'exportation des vases du port.

La teneur en eau des sédiments varie entre 14.7 % à 48 %. Les teneurs les plus élevées se rencontrent en fond d'anse d'Yffiniac où les sédiments ont une plus forte proportion de vase, et dans différents secteurs en bas d'estran formant les bandes Nord-Sud (Bonnot-Courtois et Dreau, 2002). Les teneurs en calcaire des sédiments prélevés aux stations d'échantillonnages sont élevées et varient de 18 % à près de 40 %.



L'analyse granulométrique montre des sédiments remarquablement homogènes pour lesquels il est difficile de définir des classes granulométriques bien tranchées. En dehors des faciès les plus fins et les plus grossiers, toutes les médianes sont en effet comprises entre 100 et 150 µm ce qui classe ces sédiments dans la catégorie des sables très fins à fins. A l'intérieur même de cette classe granulométrique des sables fins, l'analyse de la fréquence et de la distribution des modes principaux et secondaires permet de distinguer différents faciès sédimentaires. Le dendrogramme et l'ACP construits à partir de l'ensemble des variables sédimentaires permettent de faire ressortir 5 faciès sédimentaires différents. L'ACP permet de visualiser ces différents assemblages dans un espace à deux dimensions avec un pourcentage d'explication de 62.1 % indiquant une représentation graphique relativement bonne des stations au regard de leur similarité sédimentaires (figure 21.6). En 2002, Bonnot-Courtois et Dréau différenciaient 4 faciès sédimentaires (si l'on exclue les sables moyens des plages). Les faciès 2 et 3 identifié par l'ACP ne diffèrent en effet que très légèrement par leur moyenne arithmétique. Il a été décidé de conserver ces deux faciès car cela se justifie sur le plan cartographique.

<u>- Sables fins</u> : le mode dominant est centré à 160  $\mu$ m et un mode secondaire est identifié à 125  $\mu$ m. La proportion de fraction fine est très faible, voire inexistante (0.15 % ± 0.13). L'indice de tri moyen est de 1.19 ce qui indique un très bon classement des sédiments. Ce faciès est présent sur les niveaux bathymétriques moyens à bas (3.76 m ± 3.09).

<u>- Sables très fins :</u> le mode principal est à 125 µm et ils sont toujours accompagnés d'une fraction plus fine à 100 µm et parfois aussi d'une fraction un peu plus grossière à 160 µm. La proportion de fraction fine est très faible, voire inexistante (0.18 % ± 0.19). L'indice de tri moyen est de 1.15, ce qui indique un très bon classement des sédiments. Ce faciès est présent sur les niveaux bathymétriques moyens (5.04 m ± 2.42). Il peut être divisé en deux sous faciès différenciés principalement par leur médiane.

<u>- Sables silteux</u> : Ils sont caractérisés par une prédominance du mode à 100 µm, généralement associés à des sables très fins à 125 µm. La proportion de fraction fine est faible, (1.9 % ± 4.08). L'indice de tri moyen est de 1.16 ce qui indique un très bon classement des sédiments. Ce faciès est présent sur les niveaux bathymétriques moyens à bas (5.04 m ± 2.42).

<u>- Silt vaseux</u> : le mode principal est centré sur 80 µm et ils contiennent généralement une proportion significative de fractions fines (20.6 ± 7.49). L'indice de tri moyen est de 1.43 ce qui indique un bon classement des sédiments. Ce faciès est présent sur les niveaux bathymétriques hauts de l'estran (9.33 m ± 1.11)

Un faciès de sables moyens a également été identifié grâce à 151 prélèvements réalisés en supplément du plan d'échantillonnage des stations benthiques. Ce faciès concerne principalement les sables moyens des plages et des bancs de sables. Leur mode principal est à 160 µm et ils contiennent 20 % de fractions grossières supérieures à 800 µm. Ces sables concernent les plages qui bordent ponctuellement le trait de côte du fond de baie.



2010	variable	unité
MEA	moyenne arithmétique	μm
MED	mediane	μm
MOD	mode dominant	%
SOT	indice de Trask	
GRA	%gravier (>2mm)	%
SAN	%sable (63µm<>2mm)	%
MUD	%vase (<63µm)	%
BAT	bathymetrie	m
СОН	cohesion (mesuré à 10cm de prof.)	T.m <sup>-2</sup>
MOR	teneur en matière organique	%
H2O	teneur en eau	%



**Fig. 21.8- Corrélation des variables sédimentaires.** \* *p*<0.05 ; \*\* *p*<0.01 ; \*\*\* *p*<0.001

#### DONNÉES DE 2010

L'analyse des échantillons sédimentaires de la campagne de prélèvement de 2010 met en évidence une importante homogénéité des classes granulométriques. L'estran est composé de sédiments homogènes bien à très bien classés (So de trask compris entre 1.15 et 1.38) avec une valeur moyenne de 130 µm pour la médiane et 118 µm pour le mode dominant.

Le pourcentage de vase (particules <63  $\mu$ m) varie de 0.21 à 71.45 % pour l'ensemble des stations échantillonnées (avec une valeur moyenne de 2.37 % ± 7.6). 65 % des stations échantillonnées comportent moins de 1 % de vase et seulement 8 stations comportent une teneur en vase supérieure à 5 %. Elles se situent dans l'estuaire du Gouessant, en fond d'anse d'Yffiniac (en particulier dans les secteurs abrités comme à l'Hôtellerie, ou au contact inférieur des prés-salés), dans le port du Légué et dans la zone de dépôts des sédiments de l'avant port d Légué.



La mesure de la résistance au cisaillement du sédiment par scissometrie permet d'évaluer sa cohésion et de mettre en évidence sa compaction. Les cartes (figure 21.10) montrent à la fois l'impact des aménagements (zones de bouchots, point de rejet sédimentaire du port), et la variation de la cohésion en fonction du niveau bathymétrique. Il existe une corrélation positive entre la mesure de cohésion et le niveau bathymétrique dans les secteurs non impactés (par exemple pour l'anse d'Yffiniac en excluant la zone d'impact du port). Pour l'ensemble du fond de baie la corrélation est nulle où inversée (cohésion égale ou plus élevée dans les bas niveaux que sur le haut estran (liés aux impacts des aménagements).

Au niveau de la zone de rejet du port, on observe à la fois une zone de forte cohésion (circulation des engins) et une zone de faible cohésion bien visible en particulier à 10 cm de profondeur (nature des sédiments déposés).



10

35

0


L'ACP construite à partir de l'ensemble des variables sédimentaires permet de faire ressortir 5 faciès sédimentaires différents. Deux d'entre eux ne représentent en réalité que deux variations du faciès de sables très fins. L'ACP permet de visualiser ces différents assemblages dans un espace à deux dimensions avec un pourcentage d'explication de 62.3 % indiquant une représentation graphique relativement bonne des stations au regard de leur similarité sédimentaire (figure 21.11).

Les sables fins présentent un mode principal à 125  $\mu$ m et une médiane à 150  $\mu$ m. Ce faciès est également caractérisé par des sédiments comportant en moyenne 10 % et pouvant atteindre près de 40 % de fractions grossières supérieures à 800  $\mu$ m (principalement débris coquilliers). La moyenne arithmétique traduit également cette présence d'éléments plus grossiers (MEA=401.2  $\mu$ m ± 97). Il s'agit de sédiments propres comportant une très faible proportion de fraction fine (0.57 % en moyenne). Ce faciès est présent sur les niveaux bas de l'estran (bathymétrie inférieure à 5.41 m).

Les sables très fins qui concernent la majeure partie du fond de baie présentent un mode principale centré à 120  $\mu$ m et une médiane 130  $\mu$ m. Il s'agit globalement de sédiments propres (2 % de fraction fine) et comportant peu d'éléments grossiers (fraction >800  $\mu$ m =1.82 %). Ce faciès est présent sur les niveaux moyens de l'estran (compris entre les niveaux bathymétriques de 0.89 m à 10.61 m). Il peut être divisé en deux sous faciès différenciés par leur moyenne arithmétique. Le « sous-faciès» le plus représenté (69 stations) comporte une moyenne arithmétique à 147.5  $\mu$ m (stations figurées en orange sur la figure 21.11). Le second, moins représenté (15 stations), contient des éléments plus grossiers (MEA=216  $\mu$ m). Il apparaît principalement en transitions de sables fins (stations figurées en rouge sur la figure 21.11).

<u>Le faciès des sables silteux</u> est caractérisé par un mode dominant et une médiane respectivement centrées à 110 et 120 µm. Il s'agit de sables très fins présentant une fraction supérieures à 20 % de particules comprises entre 80 et 63 µm (silt). La teneur en particule fine est variable, 2.73 % en moyenne, et atteint 12.32 %. Les sédiments comportent très peu d'éléments grossiers (fraction >800 µm =1.53 %). Ce faciès est particulièrement bien distribué sur l'estran, des niveaux hauts (10.61 m) à bas (0.71 m) (5.33 m ± 3.23)

Les vases silteuses sont très localisées dans l'anse d'Yffiniac (2 stations) et au débouché de l'estuaire du Gouessant (1 station). Le mode dominant et la médiane sont respectivement centrés à 70  $\mu$ m et 66  $\mu$ m Ils sont caractérisés par une proportion importante de particules fines, 47 % en moyenne, pouvant atteindre 71 %. La teneur en matière organique des vases est supérieure à celles des autres faciès (0.92 %). Les éléments grossiers (>800  $\mu$ m) sont quasi absents (1.41 %).

<u>Un faciès de sables moyens</u> a également été identifié grâce à 78 prélèvements réalisés en complément du plan d'échantillonnage standard. Ce faciès concerne principalement les sables moyens des plages et des bancs de sables. Leur mode principal varie entre 125 et 500 µm en fonction des niveaux de prélèvements sur la plage. Ils contiennent 20 % de fraction grossière supérieur à 800 µm. Ces sables concernent les plages qui bordent ponctuellement le trait de côtes du fond de baie.

Les travaux de Meyniel en 2012 ont permis d'actualiser les données de Bouvier (1993) et de Bonnot-Courtois et Dréau (2002) en cartographiant les bancs sableux, barres d'estran et levée de rives. Les sédiments qui les composent sont plus grossiers et plus hétérogènes que les environnement sédimentaires (108 prélèvements sédimentaires).

# 22- Cartes sédimentaires et morphosédimentaires

## **CARTE DE 1987**



1987 (d'après Gros et Homon, 1988)



CARTE DE 2001

Fig. 22.2- Carte morpho-sédimentaire issue de la campagne de 2001 (d'après Bonnot-Courtoit et Dreau, 2002)

## CARTE DE 2010



La distribution des faciès morpho-sédimentaires est liée à l'hydrodynamisme du fond de baie. Il est possible de distinguer les anses de Morieux et d'Yffiniac d'un point de vue sédimentaire. Lors de la réalisation de la cartographie, les échantillons présentant des variables peu différenciées en raison de caractéristiques granulométriques de transition ont parfois été rattachés aux ensembles sédimentaires les plus proches pour une meilleure lisibilité et cohérence de la carte.

L'anse d'Yffiniac est caractérisée par une augmentation de la granulométrie du haut vers le bas de l'estran. Elle se distingue de l'Anse de Morieux par la présence de sédiments plus fins sur les parties les plus hautes de l'estran en raison d'une exposition plus abritée (ouverture plus étroite, plus profonde). Des faciès de sables silteux à vaseux et de vases silteuses bordent le bas schorre. Cette répartition est à mettre en relation avec l'amortissement de la houle et l'atténuation des courants de marée au fur et à mesure de sa propagation dans l'anse d'Yffiniac. Une exception à ce gradient concerne le sédiment plus grossier des plages qui bordent le trait de côte, encastrées entre les pointes rocheuses. Ces sédiments plus grossiers sont apportés par le déferlement des vagues à pleine mer.

L'anse de Morieux, plus ouverte et moins profonde, est composée de faciès sédimentaires moins fins que dans l'anse d'Yffiniac. Les sédiments vaseux de l'anse de Morieux se limitent au secteur de l'estuaire du Gouessant. Ce dernier est caractérisé par une grande variabilité et le développement de faciès vaseux n'est parfois que temporaires. Sur ce secteur très dynamique sur le plan sédimentaire, le suivi mensuel d'une flèche littorale (261 mètres de long et de 75 à 105 mères de large) a permis d'analyser sa formation et la rapidité de son déplacement vers le haut de plage (7.5 mètres par mois en moyenne). Contrairement à l'anse d'Yffiniac, les sédiments de l'anse de Morieux se distribuent selon un gradient de granulométrie décroissant du haut vers le bas d'estran avec un passage de sables moyens à des sables très fins. Le nord-est de l'anse de Morieux se caractérise par une diminution nette de la granulométrie et l'apparition de sables silteux qui occupent la totalité de la zone intertidale à partir de Pont-Rouault. Les faciès sédimentaires sont moins différenciés dans l'anse de Morieux en raison notamment de la canalisation des courants de marée vers le chenal du Gouessant et l'amortissement des houles par les bouchots.

Les indices d'une dynamique sédimentaire active ne se retrouvent qu'au niveau de bancs sableux du moyen estran qui se déplacent par exemple vers la grève des Courses et dans les zones de déferlement des hautes plages occupées par des sables moyens à graviers et débris coquilliers. Ces figures sédimentaires s'expliquent par la nature des sédiments et les différents agents hydrodynamiques (Meyniel, 2012) :

<u>- Les bancs sableux</u> sont des accumulations liées aux mouvements des vagues. Les plus hauts sont construits par les vagues les plus fortes et sont, en principe, les plus grands (Guilcher, 1954). Ces bancs sableux sont généralement parallèles ou légèrement obliques par rapport au rivage (Lafon *et al.*, 2004 ; Héquette *et al.*, 2009), la position de ces bancs et leur migration vers la côte résultent de la diminution de l'énergie des vagues (Héquette et Aernouts, 2010 ; Lafon *et al.*, 2004). Les bancs sableux se déplacent vers la côte à des vitesses différentes selon le site et la hauteur sur l'estran. Les bancs sableux de Saint-Laurent atteignent une hauteur de 0.5 à 1 mètre. Selon Bouvier (1993) la position de ces bancs sur l'estran est éphémère. Ils peuvent atteindre plusieurs centaines de mètres et une hauteur de 2 mètres. Les sables fins à moyens sont toujours fortement coquilliers

## Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc

(Mulrennan, 1992). Les bancs sableux dans la partie nord-ouest de l'anse d'Yffiniac, au lieu-dit de la Grève des Courses progressent vers le sud-ouest et viennent alimenter les hauts de plage avec du matériel plus grossier (sable fortement coquillier). Ces bancs atteignent une hauteur supérieure au mètre. Les bancs sableux de Saint-Laurent se sont déplacés entre 15 et 60 mètres durant les trois mois de l'étude, tandis que ceux de la Grève des Courses se sont déplacés vers le sud-ouest et ont parcouru entre 4 et 91 mètres sur la même période (Meyniel, 2012). Un suivi annuel a été mis en place.

<u>- Les barres d'estrans</u> sont des rides parallèles, ou légèrement obliques, au rivage. Leur présence est conditionnée par le déferlement des vagues et un marnage supérieur au mètre (Masselink *et al.*, 2006). Les barres migrent et peuvent venir s'adosser à la côte par période d'engraissement ou, au contraire, migrer vers le large en période de démaigrissement. Il existe différents profils de barres selon où elles se trouvent sur l'estran. Le nombre successif de barres diminue à mesure qu'elles se rapprochent de la côte. De même, le profil devient de plus en plus dissymétrique.

<u>- Les levées de rives</u> sont des figures sédimentaires créées par les courants de marées qui s'engouffrent puis s'écoulent dans le lit des chenaux tidaux. Ces chenaux, appelés filières en baie de Saint-Brieuc, sont la continuité des fleuves côtiers qui se jettent dans la baie. A basse-mer, les levées de rives sont visibles sur le bord des chenaux, surtout sur les berges concaves. On retrouve ces levées de rives parallèles aux filières du Gouët, de l'Urne et du Gouessant.

La comparaison des faciès sédimentaires établie à partir des prélèvements réalisés de 1987 à 2010 montre peu d'évolution sur une période de presque 25 ans. L'évolution des fonds des deux anses s'effectue lentement par comblement progressif et sédimentation fine dans les secteurs les plus abrités et par déplacement des bancs sableux de faibles ampleurs depuis le bas de l'estran vers la rive ouest de l'anse d'Yffiniac (Bonnot-Courtois. et Le Dréau, 2002 ; Meyniel, 2012).

La surface des bancs coquilliers et sables moyens, non cartographiés en 1987, présente une augmentation de 93 ha en 2001 à 147 ha en 2010. Même si des biais son possibles dans la prise en compte ou non de certains bancs, la tendance à la progression des parties végétatlisées (prés salés et dunes) des deux anses confirme bien la sédimentation active qui caractérise le fond de baie de Saint-Brieuc. Si la surface occupée par les sables silteux est stable de 1987 à 2001 (536 et 544 ha), elle augmente nettement de 2001 à 2011 (917 ha). Cette augmentation est principalement due à une extension vers l'ouest du faciès de sables silteux dans le nord est de l'anse de Morieux. Le faciès de sables très fins regresse en conséquence en 2010 (1339 ha) par rapport à 2001 (1869 ha). A noter que les seuils de prise en compte des sables fins et très fins sont différents en 1987, ce qui empêche de les prendre en compte. De même, l'extension du plan d'échantillonnage permet d'améliorer la définition de la limite des différents faciès et est suceptibles de constituer un biais dans l'analyse des surfaces.

La sédimentation de particules fines est particulièrement bien marquée en fond de l'anse d'Yffiniac, et s'est notamment étendue au niveau du secteur de Saint-Guimont. Les faciès envasés (silts vaseux, sables vaseux et vases silteuses) du fond de l'Anse d'Yffiniac progressent ainsi de 82 ha en 2001 à 94 ha en 2010. Le dépôt des sédiments de l'avant

port du Légué depuis 2007 au nord ouest de l'anse modifie directement les sédiments présents sur l'aire de dépôt, ainsi que les conditions écologiques qui déterminent la composition de la macrofaune benthique. Ces dépôts participent très probablement à la sédimentation fine de l'ensemble de l'anse. Le comblement naturel permet par ailleurs une progression régulière et continue des prés salés. La surface du schorre a progressé de 31 ha de 1952 à 2008, soit une progression annuelle de 0.55 ha.an<sup>-1</sup>. Cette progression est parfaitement linéaire de 1952 à 1998, puis on observe une légère phase de régression entre 1998 et 2003. Depuis 2003, la progression s'est accélérée avec une vitesse moyenne de 1.5 ha.an<sup>-1</sup>.

Il est très probable que la tendance naturelle au comblement global du fond de baie soit accélérée par les activités anthropiques (bouchots, dépôts de moules sur l'estran, dépôts des sédiments de l'avant port du Légué).

Les bancs se déplacent sous l'action des houles. Lorsqu'ils se rapprochent des parties hautes de l'estran, leur progression s'effectue à un rythme beaucoup plus lent puisqu'ils ne sont remobilisés qu'à la faveur de vagues à pleine mer de vive-eau. Ils peuvent contribuées à l'apparition de zone plus abritées créant des conditions favorables à l'expression

de ceintures de végétation caractéristiques des prés salés.

	1987	2001	2010
Sables moyens et bancs à fragments coquilliers		93	145
Sables fins	2132	377	410
Sables très fins	299	1869	1339
Sables silteux	536	544	917
Sables vaseux			81
Vases silteuses		82	13
Prés salés	103	104	111

Tab. 22.1- Evolution des surafcesdes faciès sédimentaire de 1987 à2010 (surfaace en hectares).



Prélèvement de sédiments à l'aide d'une boite de Reineck





Fig. 23.2- Représentations spatiales de l'abondance (en log) et de la richesse spécifique de la macrofaune benthique échantillonnée en 1987.

# 23- Caractéristiques générales de la macrofaune benthique

## **Composition**

## données de 1987

Un total de 56 taxons a été identifié parmi les 35 243 individus récoltés (dont 28 annélides polychètes, 15 crustacés arthropodes et 11 mollusques). La richesse spécifique varie 4 à 19 taxa (moyenne :  $10.6 \pm 3.2$  espèces), et l'abondance de 48 à 10 296 ind. m<sup>-2</sup> (moyenne :  $801 \pm 1579$  ind. m<sup>-2</sup>).

En terme de richesse spécifique, les annélides représentent 50 % des taxa déterminés (répartie pour moitié en espèces sédentaires et pour moitié en espèces errantes). Parmi les 15 espèces de crustacés, 9 appartiennent à l'ordre des amphipodes. La richesse spécifique augmente du haut vers le bas de l'estran. Elle varie de 9 espèces à la station 1 (la plus haute sur l'estran) à 15 espèces à la station la plus basse (station 17).

Les mollusques représentent le groupe le plus abondant avec 55.7 % de la densité totale de la macrofaune. Les annélides et les crustacés représentent quant à eux 22.5 % et 21.5 % de l'abondance totale. Les espèces dominant les peuplements benthiques intertidaux de la baie de Saint-Brieuc en termes d'abondance et de pourcentage d'occurrence, sont présentées sur la figure 23.1. L'espèce la plus abondante est le mollusque bivalve *Tellina tenuis* (188.2 ± 425.8 ind. m<sup>-2</sup>) qui est présent dans 70 % des stations échantillonnées (second rang en pourcentage d'occurrence). Les densités maximales observées pour ce bivalve peuvent atteindre 2560 ind. m<sup>-2</sup> dans l'anse de Morieux (station 35). Les autres mollusques présents sont les bivalves *Cerastoderma edule* (6<sup>ème</sup> rang), *Macoma balthica* (7<sup>ème</sup> rang), et le gastéropode *Peringia ulvae* (2<sup>ème</sup> rang). Les crustacés amphipodes *Bathyporeia sarsi, Urothoe poseidonis, Corophium arenarium* occupent respectivement du 3<sup>ème</sup> au 5<sup>ème</sup> rang. Les annélides polychètes les plus abondants sont *Magelona mirabilis, Polycirrus arenivorus* et *Nephtys hombergii* (classés du 8<sup>ème</sup> au 10<sup>ème</sup> rang d'abondance).

En terme d'occurrence, les espèces les plus fréquentes sont *Nephtys hombergii* observée sur 32 stations (soit 72 % des 44 stations échantillonnée en 1987), *Tellina tenuis* (70 %), *Urothoe poseidonis* (61 %), et *Cerastoderma edule* (61 %).

L'abondance totale maximum observé (10 296 ind. m<sup>-2</sup>) se situe en fond d'anse d'Yffiniac (station n°3), correspondant à la forte présence simultanée de *Peringia ulvae* avec 6816 ind. m<sup>-2</sup>, de *Pygospio elegans* (1600 ind. m<sup>-2</sup>) et de *Corophium arenarium* (1288 ind. m<sup>-2</sup>).





Fig. 23.4- Représentations spatiales de l'abondance (en log) et de la richesse spécifique de la macrofaune benthique échantillonnée en 2001.

Un total de 57 taxons a été identifié parmi les 138449 individus récoltés (dont 27 annélides polychètes, 19 crustacés arthropodes et 9 mollusques). La richesse spécifique varie 1 à 21 taxa (moyenne :  $10.6 \pm 3.2$  espèces), et l'abondance de 11 à 21914 ind. m<sup>-2</sup> (moyenne : 2 715 ind. m<sup>-2</sup>).

En terme de richesse spécifique, les annélides représentent près de 50 % des taxa déterminés (répartie de manière équilibrée entre espèces sédentaires (14 espèces) errantes (13 espèces)). Parmi les 15 espèces de crustacés, 10 appartiennent à l'ordre des amphipodes. Un gradient croissant de richesse spécifique est observé du haut vers le bas de l'estran (de 3 à 18 espèces entre le haut et bas estran).

Les mollusques représentent le groupe le plus abondant avec 75 % de la densité totale de macrofaune. Les annélides et les crustacés représentent quant à eux 7.5 % et 20 % de l'abondance totale. Les espèces dominant les peuplements benthiques intertidaux de la baie de Saint-Brieuc en termes d'abondance et de pourcentage d'occurrence, sont présentées sur la figure 23.3. L'espèce la plus abondante est le mollusque bivalve *Donax vit-tatus* (61 306 individus soit 44.3 %) qui est présent dans 40 % des stations échantillonnées (8<sup>ème</sup> rang en pourcentage d'occurrence). Les densités maximales observées pour ce bivalve peuvent atteindre 21 487 ind. m<sup>-2</sup> dans l'anse d'Yffiniac (station 18). Les autres mollusques présents sont les bivalves *Tellina tenuis* (4<sup>ème</sup> rang en abondance et 1<sup>er</sup> rang en occurrence), *Cerastoderma edule* (7<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> rang), *Macoma balthica* (42<sup>ème</sup> et 38<sup>ème</sup> rang), et le gastéropode *Peringia ulvae* (2<sup>ème</sup> et 20<sup>ème</sup> rang). Les crustacés amphipodes *Corophium arenarium, Urothoe poseidonis* et *Bathyporeia sarsi* occupent respectivement les 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> rang en matière d'abondance et les 3<sup>ème</sup>, 14<sup>ème</sup> et 35<sup>ème</sup> rang en terme d'occurrence. Les annélides polychètes les plus abondants sont *Spiophanes bombyx* (9<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> rang) *Pygospio elegans* (11<sup>ème</sup> et 22<sup>ème</sup> rang, *Nephtys hombergii* (12<sup>ème</sup> et 2<sup>ème</sup> rang), *Magelona mirabilis*(16<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> rang).

En terme d'abondance on observe, une forte abondance totale (14 121 ind. m<sup>-2</sup>) en fond d'anse d'Yffiniac (station n°3), correspondant essentiellement à la présence de *Corophium arenarium* (12 342 ind. m<sup>-2</sup>) de *Peringia ulvae* avec 1 239 ind. m<sup>-2</sup> et de *Pygospio elegans* (484 ind. m<sup>-2</sup>). Le maximum d'individus échantillonné se situe à proximité des niveaux bas (avec 21 914 ind. m<sup>-2</sup> pour la station 18, 12 635 ind. m<sup>-2</sup> pour la station 29 et 12 378 ind. m<sup>-2</sup> pour la station 17), correspondant à un fort recrutement de *Donax vittatus*, présent en abondance dans les stations des plus bas-niveau en dehors des bouchots.





Fig. 23.6- Représentations spatiales de l'abondance (en log) et de la richesse spécifique de la macrofaune benthique échantillonnée en 2010.

Dans les prélèvement effectués en novembre 2010, 86 taxons ont été identifiés parmi les 86 157 individus récoltés au total (dont 41 annélides polychètes, 35 crustacés arthropodes et 8 mollusques). La richesse spécifique varie de 2 à 21 taxa (moyenne : 9.98 espèces), et l'abondance de 21 à 7 134 ind. m<sup>-2</sup> (moyenne : 668 ind. m<sup>-2</sup>).

En terme de richesse spécifique, les annélides représentent plus de 45 % des taxa déterminés. Parmi les 35 espèces de crustacés, 15 appartiennent à l'ordre des amphipodes. Un gradient croissant de richesse spécifique est observé du haut vers le bas de l'estran, en dehors du secteur des bouchots.

Les mollusques et les annélides représentent les groupes les plus abondants avec respectivement 40.6 % et 33.2 % de la densité totale de la macrofaune. Les mollusques représentent quant à eux 23.5 % de l'abondance totale. Les espèces dominant les peuplements benthiques intertidaux de la baie de Saint-Brieuc en termes d'abondance et de pourcentage d'occurrence, sont présentées sur la figure 23.5. L'espèce la plus abondante est l'annélide *Pygospio elegans* classé au 1<sup>er</sup> rang en termes d'abondance mais au 22<sup>eme</sup> rang en termes d'occurrence (espèce présente dans 18 stations sur 130). Les autres principaux annélides sont *Magelona* sp. (10<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> rang) *Nephtys hombergii* (11<sup>ème</sup> et 2<sup>ème</sup> rang), *Terebellidae* sp. (14<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> rang), *Sigalion mathildae* (16<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> rang), *Hediste diversicolor* (17<sup>ème</sup> et 32<sup>ème</sup> rang). Cinq espèces d'amphipodes sont présentes dans les 10 premiers rangs en terme d'abondance : *Bathyporeia sarsi* (3<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> rang), *Corophium volutator* (4<sup>ème</sup> et 85<sup>ème</sup> rang) *Urothoe poseidonis* (5<sup>ème</sup> et 4 <sup>ème</sup> rang), *Corophium arenarium* (8<sup>ème</sup> 30<sup>ème</sup> rang), *Nototropis swammerdami* (9<sup>ème</sup> et 13<sup>ème</sup> rang). Les mollusques les plus abondants sont les bivalves *Tellina tenuis* (2<sup>ème</sup> et 1<sup>ème</sup> rang), *Donax vittatus* (6<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> rang) et *Cerastoderma edule* (7<sup>ème</sup> rangs en abondance et occurrence).





Fig. 23.8- Représentations spatiales de l'abondance (en log) et de la richesse spécifique de la macrofaune benthique échantillonnée en 2011. 50

Dans les prélèvements effectués en mars 2011, 92 taxons ont été identifiés parmi les 204 156 individus récoltés au total (dont 46 annélides polychètes, 30 crustacés arthropodes et 10 mollusques). La richesse spécifique varie de 0 à 20 taxa (moyenne : 10.5 espèces), et l'abondance de 0 à 8 448 ind. m<sup>-2</sup> (moyenne : 1607 ind. m<sup>-2</sup>).

En terme de richesse spécifique, les annélides représentent plus de 50 % des taxa déterminés. Parmi les 30 espèces de crustacés, 16 appartiennent à l'ordre des amphipodes. Un gradient croissant de richesse spécifique est observé du haut vers le bas de l'estran, en dehors du secteur des bouchots.

Les mollusques bivalves sont les plus abondants (72 % de l'abondance totale). Les crustacés et les annélides représentent les groupes les plus abondants avec respectivement 17.46 % et 9.63 % de la densité totale de macrofaune. Les espèces dominant les peuplements benthiques intertidaux de la baie de Saint-Brieuc en termes d'abondance et de pourcentage d'occurrence, sont présentées sur la figure 23.7. Les espèces les plus abondantes sont *Tellina tenuis* et *Donax vittatus* sont classé respectivement au 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> rang en terme d'abondance et au 1<sup>er</sup> et 4 ème rang en termes d'occurrence (espèces présentes dans 89 et 69 stations sur 131). 4 espèces d'amphipodes sont présentes dans les 7 premiers rangs en terme d'abondance : *Bathyporeia sarsi* (3<sup>ème</sup> et 2<sup>ème</sup> rang) et *Corophium volutator* (7<sup>ème</sup> et 82<sup>ème</sup> rang). Les principaux annélides sont *Pygospio elegans* (4<sup>ème</sup> et 25<sup>ème</sup> rang), *Nephtys hombergii* (11<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> rang), *Sigalion mathildae* (14<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup> rang), *Magelona mirabilis.* (16<sup>ème</sup> et 13<sup>ème</sup> rang).

### Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc

#### <u>Evolution de 1987 à 2011</u>

abondance



Fig. 23.9- Représentation spatiale des abondances (en log) de la macrofaune benthique échantillonnée de 1987 à 2011.

Les données de 2010 correspondant à un échantillonnage automnal ne sont pas traités en comparaison des campagnes de 1987 et 2001, mais seulement de 2011 pour réaliser une comparaison automne (arrivée des oiseaux) et fin hiver (départ des oiseaux). L'abondance totale de la macrofaune benthique pour les 3 campagnes (1987, 2001, 2011) est de 1 278 ind. m<sup>-2</sup>. Une augmentation est constatée de 1987 (801 ind. m<sup>-2</sup>) à 2011 (1595 ind. m<sup>-2</sup>) avec un pic en 2001 (2 715 ind. m<sup>-2</sup>). Ces fluctuations sont principalement liées aux grandes variations inter-annuelles d'abondances des stocks de bivalves. En effet en 2001 et 2011 l'abondance estimée de bivalves était respectivement de 75 475 ind. et de 144 478 ind. Ces valeurs représentent une contribution de plus de 56 % et 72 % à l'abondance totale en 2001 et 2011 contre 36 % en 1987 (12 045 ind). A noter également une contribution relatives plus importantes des gastéropodes en 1987 et 2001, 19 %, et 23 % par rapport à 2011 (0.05 %) ce qui explique la diminution observée entre 2001 et 2011. Il convient de garder à l'esprit que les différences de dimensionnement entre les plans d'échantillonnage de 1987 et 2001 et 2011 peuvent contribuer à expliquer les écarts de la valeur de l'abondance totale entre novembre 2010 et mars 2011. La prise en compte des contributions relatives paraît à cet égard plus pertinente. L'abondance totale augmente de 667.9 ind. m<sup>-2</sup> en 2010 à 1 595 ind. m<sup>-2</sup> en 2011. Cette augmentation est liée à des recutements importants de bivalves qui masquent la déplétion des proies (consommation par les oiseaux).

## Richesse spécifique



Une augmentation importante de la richesse spécifique totale est observée en 2010 et 2011. Le nombre d'espèces recensées passe de 56 et 57 en 1987 et 2001 à 87 et 92 en 2010 et 2011. Cette évolution est directement liée aux modifications du plan d'échantillonnage qui comprend 131 stations depuis 2010. Les plans d'échantillonnage de 1987 et 2001 prenaient toutefois bien en compte l'ensemble des espèces structurantes des assemblages du fond de baie et seules des espèces moins communes complètent l'inventaire en 2010 et 2011. La stabilité de la Richesse spécifique moyenne par station et de la richesse spécifique maximum par station confirment cette observation (respectivement 19 et 10.61 en 1987, 21 et 10.65 en 2001, et 20 et 10.48 en 2011). Le gradient d'augmentation de la richesse spécifique du haut vers le bas de l'estran est bien établit pour les quatre campagnes, bien que moins net en 1987. Le secteur des bouchots, au niveau de la divagation de l'estuaire du Gouessant, présente un déficit d'espèce pour les quatre années. Fig. 23.10- Représentation spatiale des richesses spécifiques de la macrofaune benthique échantillonnée de 1987 à 2011.



Fig. 23.11- Corrélation entre la richesse spécifique et le niveau bathymétrique (données 2010).

53

#### Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc



Indices de diversité de Shannon-Wiener

Fig. 23.12- Représentation spatiale des indices de diversité de Shannon-Wiener (H') de la macrofaune benthique échantillonnée de 1987 à 2011.



Fig. 23.13- Représentation spatiale des indices de diversité de Shannon-Wiener (H') de la macrofaune benthique échantillonnée en 2011 à l'exclusion de *Tellina tenuis* et *Donax vittatus*.

Fig. 23.14 et 15 page suivante. Représentation spatiale des indices de diversité de Simpson (D) et de l'indice d'équitabilité de Pielou (J') de la macrofaune benthique échantillonnée de 1987 à 2011. La valeur moyenne des indices de Shannon, Simpson et Piélou révèle une diminution de la diversité entre 1987 et 2011. Des variations plus importantes de ces indices sont également observables si l'on considère indépendamment les différents niveaux de l'es-

tran. La valeur de l'indice de Shannon affiche globalement une baisse à l'échelle de l'ensemble du fond de baie. Les stations du bas niveaux de l'estran affichent des valeurs supérieures en 1987 et 2010 en comparaison de celles observées en 2001 et 2011. La variation est moins marquée pour les stations situées aux niveaux de mi-marée mais une baisse est également observée en 2011. Ces diminutions sont probablement liés à l'abondance importante de certaines espèces telles que *Donax vittatus* et *Tellina tenuis* qui tendent à dominer nettement le peuplement du fond de baie, ainsi qu'à la prise en compte d'espèces plus rares en faibles effectifs suite à la modification du plan d'échantillonnage. Ces importants recrutements de bivalves induisent également une représentation spatiale très hétéro-

gènes des valeurs des indices de diversité en 2011 (figure et 23.12 et 23.13) Bien que les indices de Shannon, de Simpson et de Piélou aient des sensibilités différentes aux spectres d'abondances des espèces d'une station, leurs valeurs sont fortement corrélées ce qui explique qu'elles observent le même pattern et que leur représentation spatiale sur l'estran est comparable (figure 23.12, 23.14 et 23.15). Ces indices sont corrélés négativement avec la bathymétrie et on constate généralement une augmentation de la diversité vers le bas de l'estran. Cet accroissement de diversité est moins marqué en 2001 et 2011 (recrutement important de bivalves).





Indice d'équitabilité de Pielou (fig. 23.15)



Synthèse benthos 55

## Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc



Indice de diversité taxonomique de Rao

Fig. 23.16- Représentation spatiale de indice de Rao de la macrofaune benthique échantillonnée de 1987 à 2011.

A la différence des indices de diversité classique, il est possible d'évaluer la diversité fonctionnelle par un indice d'entropie quadratique. L'indice quadratique de Rao inclue la dissimilarité entre les individus, en plus de la richesse et de l'abondance pour calculer la diversité. La représentation spatiale de cet indice présente globalement le même pattern que les indices de Shannon, Piélou et Simpson. Pour les trois campagnes de fin d'hiver sa valeur moyenne est de 4.7 (max : 4.89 en 2001; min 4.57 en 2011). On observe une légère diminution entre les prélèvements d'automne 2010 (5.01) et de fin d'hiver 2011 (4.57) qui pourrait s'expliquer par la présence d'espèce à l'automne (recrutement) qui ne se sont pas maintenues sur l'ensemble des stations au cours de l'hiver et qui aurait induit une surreprésentation ponctuelle de certains taxa.



Tellina tenuis est l'espèce la plus abondante en 2011 (photo Florence Gully)

## **RÉPARTION EN RICHESSE**



nov.2010



## **RÉPARTION EN ABONDANCE**





nov.2010





mars 2011



Fig. 23.17- Proportion des différents groupes trophiques en termes de richesse spécifique.

Df : déposivore (deposit feeder)
Fm : filtreur mixte (deposit f. et suspensivore)
O : oportuniste
P : prédateur

S:suspensivore

mars 2001



mars 2011



Fig. 23.18- Proportion des différents groupes trophiques en termes d'abondance.

#### Structure trophique du peuplement benthique

Le macrobenthos du fond de baie se rattache à 6 groupes trophiques différents : dépositivores (de surface et de subsurface), prédateurs, opportunistes, herbivores, suspensivore, mixtes.

A l'échelle des 4 campagnes de prélèvement, les dépositivores concernent le plus grand nombre d'espèces. Ils représentent de 40 % à 47 % de la richesse spécifique totale (figure 23.17). Les prédateurs rassemblent en moyenne le tiers des espèces, soit de 27 % à 34 %. Les opportunistes concernent 9 % à 15 % de la richesse, et les suspensivores et les filtreurs mixtes comptent un nombre plus faible d'espèces, respectivement 9 % à 11 % et 5 % à 7 %. Les herbivores ne sont présents qu'en 2010 et 2011 et ne représentent qu'entre 1 % et 2.5 % de la richesse.

La représentativité relative de chaque groupe au regard de la densité diffère nettement (par rapport à la richesse spécifique) et fournit des informations quantitavives sur la structure trophique du peuplement (figure 23.18). Les dépositivores demeurent majoritairement et atteignent 46 % à 83 % de l'abondance totale avec des espèces telle que *Tellina tenuis* et *Peringia ulvae* qui représentent de forte densités mais également des annélides (*Arenicola marina, Magelonidae, Terebelllidae, Orbinidae...*) ainsi qu'une grande partie des amphipodes présents (*Bathyporeia* sp, *Corophium* sp, *Urothoe poseidonis...*). A la différence de la première approche, les suspensivores sont mieux représentés en matière d'abondance (6 % à 47.5 %) : *Cerastoderma edule, Donax vittatus, Mysidiacées...* Les prédateurs contribuent à hauteur de 3 % à 13 % à la densité. Il s'agit principalement d'Annélides (*Nephtys hombergii, Hediste diversicolor, Sigalion mathildae, Phyllodocidae, Glyceridae, Aphroditidae...*) ainsi que les isopodes (*Eurydice Affinis*, et *E. pulchra*). Enfin les opportunistes (1 % à 3 %), les herbivores (<1 %) et les filtreurs mixtes (1 % à 4 %) sont les moins abondants.

L'analyse des quatre campagnes ne révèle pas d'évolution de la représentativité des différents groupes trophiques au regard de la richesse spécifique totale. L'apparition des herbivores en 2010 et 2011 est très probablement liée à l'accroissement de l'effort d'échantillonnage et ne concerne que deux espèces en 2010 (*Idotea linearis* et *Marphysa bellii*) et une espèce en 2011 (*Idotea linearis*). Si l'on considère l'abondance, quelques variations sont mise en évidences chez les suspensivores et les détritivores. Les variations de suspensivores sont à mettre en relation avec les évolutions des densités de *Cerastoderma edule* et/ou *Donax vittatus*, plus importantes en 2001 et 2011. De même, les détritivores sont moins bien représentés en 2001 en raison d'un gisement de *Tellina tenuis* moins abondant. La relative stabilité de la contribution des différents groupes trophique révèle un peuplement relativement stable, en situation d'équilibre.

La répartition des groupes trophiques au sein des différents assemblages révèle également une dominance des dépositivores en terme de richesse spécifique et d'abondance. La présence des suspensivores s'accroît du haut vers le bas de l'estran (richesse et abondance) pour atteindre près de 50 % de l'abondance totale (principalement *Donax vittatus* et *Cerastoderma edule*) au sein de l'assemblage du bas d'estran à *Donax vitattus*.

## donnée de nov.2010









## donnée de mars 2011









#### **Biomasse**

Globalement, la biomasse augmente de 264.54 t à 270.92 t entre novembre 2010 et mars 2011 (figure 23.19). Cette augmentation est due aux échinodermes dont la biomasse est estimée à 113.5 t en novembre et à 123.2 t en mars.

La biomasse en mollusques est similaire entre les deux campagnes avec 103.58 t en 2010 et 103.16 t en 2011. En 2010 (figure 23.21, page suivante), *Cerastoderma edule* contribue à 78 % de la biomasse. Les autres espèces ne représentent quant à elles que 1 à 10 % de la biomasse : *Scrobicularia plana* (9.7 %), *Tellina tenuis* (7.2 %), *Donax vittatus* (4 %) et *Macoma balthica* (1.1 %). En 2011, la contribution de *Cerastoderma* reste importante (54.7 %) mais diminue au profit d'un fort recrutement de *Tellina tenuis* qui représente 20.5 % de la biomasse. *Scrobicularia plana* demeure une composante importante de la biomasse avec 18.7 %. *Donax vittatus* (4.2 %) et *Macoma balthica* (2 %) affichent des valeurs plus modestes. La distribution spatiale de la biomasse en mollusque révèle des valeurs beaucoup plus importantes dans l'anse d'Yffiniac en lien avec la majeur partir des gisements de bivalves : *Scrobicularia plana* en haut d'estran d'Yffiniac, puis *Cerastoderma edule* et *Tellina tenuis* sur les niveaux moyens à bas de l'estran d'Yffiniac, de Saint-Laurent, et dans une moindre mesure de Morieux.

De novembre 2010 à mars 2011, une déplétion a été 8 mise en évidence sur les gisements de Cerastoderma edule et de Donax vittatus. Pour Cerastoderma edule les classes de tailles 7-20 mm et de 25-29 mm affiche une nette § diminution entre les deux campagnes (diminution respective de 3.2 et 8.40 t). Le même constat est réalisé pour la classe de taille de 13-18 mm de Donax vittatus (diminution de 1.66 t). Ces espèces sont particulièrement appréciées par certaines espèces de limicoles, g notamment Huîtrier-pie et Bécasseau maubèche <sub>8</sub> (Sturbois et al., 2014; Ponsero et Le Mao, 2011). Les 5 classes de taille concernées correspondent à des fractions du gisement exploitables par ces espèces ce qui o contribue probablement à expliquer la déplétion observée.

La biomasse en annélides diminue entre les deux campagnes de 44.11 t en 2010 à 38.86 t en 2011. Seulement 3 taxa contribuent à plus de 40 % de la biomasse en 2010 (*Arenicola marina* (17.8 %), *Lanice conbilega* (12.7 %), *Nephtys hombergii* (11.2 %)) et 7 taxa rassemblent 75 % de la biomasse : *Sigalion mathildae* (9.5 %), *Malacoceros tetraceus* (8.8 %), *Terebellidae* sp (8.6 %), *Glyceridae* sp. (6.1 %). En 2011, deux taxa représentent près de 50 % de la biomasse (*Arenicola marina* (29.3 %), *Lanice conhilega* (18.3 %)) et 6 taxa contribuent à 75 % de la biomasse : *Sigalion mathildae* (9.8 %), *Orbinidae* sp. (6.4 %), *Nephtys hombergii* (6.3 %), *Terebellidae* sp. (5.7 %). La distribution spatiale de la biomasse en annélides en 2010 est caractérisée par de fortes valeurs sur les stations proches du niveau 0 aux extrêmes ouest (Roselier) et est (Cotentin) de l'estran en lien avec la présence de *Lanice conhilega* et de *Malacoceros* sur ces secteurs. Des valeurs importantes sont également relevé à mi niveau dans les anses de Morieux et d'Yffiniac, correspondant aux population d'*Arenicola marina*.

Fig. 23.19- page précédante Représentation spatiale de la biomasse totale et des différents groupes taxonomiques de la macrofaune benthique échantillonnée en novembre 2010 et mars 2011.



#### Fig. 23.20-

Histogramme en classe de taille de 2 espèces de bivalves (Cerastoderma edule et Donax vittus) échantillonnées en novembre 2010 et mars 2011.

Fig. 23.21- page suivante Biomasses relatives des différentes taxons de la macrofaune benthique échantillonnée en novembre 2010 et mars 2011.

## donnée de nov.2010



echinodermes (42,6%)

Harmothoe

0 15 biomasse (%)

Aphroditidae

Le groupe des crustacés (hors décapodes) est le groupe qui contribue le moins à la biomasse en fond de baie. Une très légère augmentation est observés entre 2010 et 2011 : 1.67 à 1.92 t. En 2011, 3 taxa contribuent à plus de 98 % de la biomasse: *bathyporeia* (46.9 %) *Corophium* (35.9 %) et *Urothoe poseidonis* (15.5 %). Les «autres amphipodes» et les isopodes représente quant à eux varie de 1.2 et 0.5 %. En 2010, les 3 même taxa contribuent toujours majoritairement à la biomasse malgré une légère baisse (81.6 %) : *Corophium* (45.3 %), *Urothoe poseidonis* (18.6 %), *Bathyporeia* (15.8 %). A noter la contribution plus importantes des «autres amphipodes» (17.8 %) en particulier *Nototropis swammer-damei* et dans une moindre mesure *Pontocrates* sp. La valeur de la biomasse en isopodes reste faible (2.6 %). Les plus fortes valeurs en biomasse sont observées en haut d'estran des anses d'Yffiniac et de Morieux et correspondent aux populations d'Amphipodes qui peuvent afficher des densités parfois très importantes.

La représentation spatiale du déficit de biomasse révèle une diminution plus élevée

dans l'anse d'Yffiniac que dans l'Anse de Morieux (figure 23.22). Les secteurs où décroît la biomasse correspondent aux principales zones d'alimentation des limicoles avec une perte d'environ 10 g.m<sup>-2</sup> en moyenne. A noter que deux secteurs présentent une diminution plus importante de la biomasse au niveau de la pointe du Roselier et des enrochements du port du Légué.

Au niveau de la pointe du Roselier la perte de biomasse représente 37 g.m<sup>-2</sup>. Cette perte de biomasse est plus particulièrement du à une perte de 9 g.m<sup>-2</sup> de coque et 15.21 g.m<sup>-2</sup> de *Lanice conchilega*. Il est possible que cette diminution soit en lien avec la pratique de la pêche à pied en raison de la sensibilité potentielle de ces deux espèces vis à vis de l'activité.

La diminution au niveau de l'enrochement du Légué concerne en revanche quatre stations pour une perte totale de 75.59 g.m<sup>-2</sup> (moyenne=18.9 g.m<sup>-2</sup>, min=6.618 g.m<sup>-2</sup>, max=31.37 g.m<sup>-2</sup>). Cette diminution est très probablement liée à l'activité de dépôts des boues de l'avant port du Légué dont l'impact sur les communautés benthiques et les faciès sédimentaire avait déjà été mis en évidence.

Echinodermes et recrutements de bivalves mis à part, la perte totale en biomasse est de 85.13 tonnes entre novembre 2010 et mars 2011 (en moyenne= $2.84 \text{ g.m}^2 \pm 4.4$ ). Si l'on intègre le recrutement des bivalves (qui ont eu lieu avant mars) le bilan global affiche une perte de 6 tonnes seulements.



Fig. 23.22- Evolution de la biomasse de la macrofaune benthique échantillonnée entre novembre 2010 et mars 2011 (hors échinodermes).





B : Matrice diagonalisées et dendrogrammes des stations et des espèces issu de la CAH.

C : Ordination des espèces par nMDS

D : Ordination des stations par nMDS regroupées par assemblages issu de la CAH.

E : Projection des scores des axes I et 2 de la MDS sur la carte de localisation des stations (carrés blancs : valeurs négatives ; carrés noirs : valeurs possitives).



## 24- Structure des assemblages macrobenthiques

## Identification et description

## donnée de 1987

Le dendrogramme et le cadrage multidimensionnel (mMDS) ont été construits à partir de l'ensemble des espèces présentes. La méthode de groupement hiérarchique fait ressortir trois assemblages faunistiques principaux, significativement différent (ANOSIM, p<0.01). L'un d'entre eux peut toutefois être divisé en deux sous assemblage et différencie les stations de Morieux et d'Yffiniac. Le MDS permet de visualiser ces différents assemblages dans un espace à deux dimensions avec une valeur de stress de 0.14 indiquant une représentation graphique relativement bonne des stations au regard de leur similarité écologique (Figure 24.1).

Le premier assemblage s'exprime en haut d'estran dans l'anse d'Yffiniac (6 stations) et au sud-est de l'anse de Morieux (1 station) au niveau de l'estuaire du Gouessant (figure 24.1A). Cet assemblage se caractérise par une abondance moyenne de 1 865  $\pm$  3 730 ind. m<sup>-2</sup>, une richesse spécifique moyenne de 8.43  $\pm$  2.82 espèces et des indices de diversité de : H'=1.45  $\pm$  0.41; J'=0.71  $\pm$  0.18; D=0.67  $\pm$  0.13. La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 19 espèces. Il est caractérisé par les annélides *Hediste diversicolor, Pygospio elegans, Scolelepis squamata Arenicola marina* et *Eteone longua*, les amphipodes *Corophium arenarium* et *Bathyporeia pilosa* et les bivalves *Cerastoderma edule* et *Macoma balthica* et le gastéropode *Peringia ulvae*.

Le second assemblage est plus largement distribué (27 stations) et s'observe des niveaux moyens à bas de l'estran des anses de Morieux et d'Yffiniac. Cet assemblage se caractérise par une densité moyenne de  $638 \pm 738$  ind. m<sup>-2</sup>, une richesse spécifique moyenne de  $9.78 \pm 2.26$  espèces et des indices de diversité de : H'=2.05 ± 0.32 ; J'=0.77 ± 0.08 ; D=0.8 ± 0.08. La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 42 espèces. Les espèces qui caractérisent ce peuplement sont les annélides *Nephtys hombergii, Sigalion mathildae, Polycirus arenivorus, Magelona mirabilis* et *Arenicola marina*, les amphipodes *Bathyporeia sarsi* et *Urothoe poseidonis* et les bivalves *Cerastoderma edule*, et *Tellina tenuis*.

Le troisième assemblage s'exprime sur les niveaux les plus bas de l'espace intertidal (10 stations) en limite supérieure de la ligne du 0 des marées. A noter qu'il se prolonge en milieu subtidal (Gros et Hamon, 1988). Cet assemblage se caractérise par une abondance moyenne de 495  $\pm$  93 ind. m<sup>-2</sup>, une richesse spécifique moyenne de 14.4  $\pm$  2.67 espèces et des indices de diversité de : H'=2.05  $\pm$  0.32 ; J'=0.77  $\pm$  0.09 ; D=0.8  $\pm$  0.08. La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 40 espèces. Cet assemblage est caractérisé par les annélides *Sigalion mathildae, Magelona filiformis, Magelona mirabilis, Scolelepis cirratulus, Polycirus arenivorus, Chaetozone gibber* et *Scololoplos armiger,* l'amphipode *Bathyporeia sarsi* et *Bathyporeia guilliamsoniana*, les bivalves *Tellina fabula, Donax vittatus* et *Tellina tenuis* ainsi que le gastéropode *Nassarius reticulatus*.

		Assemblage à :			
1987	Total	Donax	Cerasto.	Масота	
nb stations	44	10	27	7	
Richesse :					
totale	44	40	42	19	
moyenne	10±3.2	14.4±2.67	9.78±2.26	8.43±2.82	
nin-max	4-19	9-19	4-13	4-13	
abondance :					
moyenne	801±1579	495±93	638±736	1865±3730	
nin-max	48-10296	290-614	100-2992	48-10296	
indices :					
Shanon	1.627±0.447	2.05±0.322	1.51±0.406	1.45±0.408	
nin-max	0.609-2.45	1.252-2.45	0.609-2.3	0.408-1.002	
Pielou	0.7±0.151	0.771±0.0887	0.672±0.1577	0.708±0.1788	
nin-max	0.264-0.898	0.57-0.884	0.264-0.897	0.504-0.898	
Simpson	0.696±0.15	0.8±0.0836	0.664±0.1585	0.671±0.1343	
nin-max	0.26-0.88	0.596-0.873	0.26-0.88	0.519-0.849	

Tab. 24. I- Caratéristiques faunistiques des assemblages





A : Carte des stations d'échantillonnage et assemblages benthiques issu de la classification ascendante hiérarchique, basée sur l'indice de similarité de Bray-Curtis calculé sur les données transformées log(X+1).

B : Matrice diagonalisées et dendrogrammes des stations et des espèces issu de la CAH.

C : Ordination des espèces par nMDS

D : Ordination des stations par nMDS regroupées par assemblages issu de la CAH.

 ${\sf E}$  : Projection des scores des axes 1 et 2 de la MDS sur la carte de localisation des stations (carrés blancs : valeurs négatives ; carrés noirs : valeurs positives).



Le dendrogramme et le cadrage multidimensionnel (mMDS) ont été construits à partir de l'ensemble des espèces présentes. La méthode de groupement hiérarchique fait ressortir cinq assemblages faunistiques principaux. Le MDS permet de visualiser ces différents assemblages dans un espace à deux dimensions avec une valeur de stress de 0.19 indiquant une représentation graphique relativement bonne des stations au regard de leur similarité écologique (figure 24.2).

L'un des assemblages correspond à un faciès d'appauvrissement principalement limité au Gouessant. Les quatre autres groupes différenciés par l'analyse concernent une succession d'assemblages qui s'expriment du haut vers le bas de l'estran. Les stations du faciès d'appauvrissement ont été affectées aux assemblages périphériques.

L'assemblage à *Scrobicularia plana* s'exprime de manière très limité en fond d'Anse d'Yffiniac (5 stations) (figure 24.2A). Cet assemblage se caractérise par une densité moyenne de 7 399  $\pm$  8 419 ind. m<sup>-2</sup>, une richesse spécifique moyenne de 6.8  $\pm$  2.77 espèces et des indices de diversité de : H'=1.03  $\pm$  0.59 ; J'=0.6  $\pm$  0.38 ; D=0.51  $\pm$  0.3. La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 16 espèces. Il est caractérisé par les annélides *Hediste diversicolor, Pygospio elegans, Arenicola marina*, et *Nephtys hombergii*, les amphipodes *Corophium arenarium, Eurydice affinis* et *Bathyporeia elegans*, le bivalve *Scrobicularia plana* et le gastéropode *Peringia ulvae*.

Le second assemblage occupe largement l'anse d'Yffiniac au sud d'une ligne Pointe du Groin/enrochement du port du Légué (9 stations), et s'exprime également au sud-est de l'anse de Morieux (3 stations). Cet assemblage se caractérise par une densité moyenne de 1 281  $\pm$  1 504 ind. m<sup>-2</sup>, une richesse spécifique moyenne de 8.78  $\pm$  4.68 espèces et des indices de diversité de : H'=1.32  $\pm$  0.63 ; J'=0.61  $\pm$  0.28 ; D=0.58  $\pm$  0.27 La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 31 espèces. Il est caractérisé par les annélides *Pygospio elegans, Spio filicormis*, et *Nephtys hombergii* et *Spiophanes bombyx*, les amphipodes *Corophium arenarium, Eurydice affinis* et *Bathyporeia tenuipes* et *Bathyporeia sarsi*, les bivalves *Macoma balthica, Cerastoderma edule* et *Tellina tenuis* et le gastéropode *Peringia uhae*.

Le troisième assemblage est plus largement distribué (21 stations) et s'observe des niveaux moyens à bas de l'estran des anses de Morieux et d'Yffiniac. Il se caractérise par une abondance moyenne de  $958 \pm 842$  ind. m<sup>-2</sup>, une richesse spécifique moyenne de  $11.33 \pm 5.07$  espèces et des indices de diversité de : H'= $1.76 \pm 0.66$ ; J'= $0.74 \pm 0.24$ ; D= $0.72 \pm 0.23$ . La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 42 espèces. Les espèces qui dominent ce peuplement sont les annélides *Nephtys hombergii, Glycera tridactyla, Sigalion mathildae, Spiophanes bombyx* et *Magelona mirabilis,* les amphipodes *Bathyporeia sarsi* et *Urothoe poseidonis* et les bivalves *Cerastoderma edule, Tellina tenuis.* 

Le quatrième assemblage s'exprime sur les niveaux les plus bas de l'espace intertidal (16 stations) en limite supérieure de la ligne du 0 des marées. Cet assemblage se caractérise par une densité moyenne de 4 362  $\pm$  6 288 ind. m<sup>2</sup>, une richesse spécifique moyenne de 12  $\pm$  5.82 espèces et des indices de diversité de : H'=0.99  $\pm$  0.73 ; J'=0.46  $\pm$  0.31 ; D=0.41  $\pm$  0.29. La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 43 espèces. Il est dominé par les annélides *Sigalion mathildae, Nephtys hombergii, Scololoplos armiger, Magelona mirabilis, Polycirus arenivorus* et *Chaetozone gibber,* l'amphipode *Bathyporeia sarsi* et *Bathyporeia elegans*, les bivalves *Donax vittatus* et *Tellina tenuis.* 

Un gradient croissant de richesse spécifique est observé du haut vers le bas de l'estran du premier au quatrième assemblage : respectivement 16, 31.42 et 43 espèces.

		Assembluge a .			
2001	Total	Donax	Cerasto.	Масота	Scrobi.
nb stations	51	16	21	9	5
Richesse :					
totale	57	43	42	31	16
moyenne	10.6-±5.23	12±5.82	11.33±5.07	8.78±4.68	6.8±2.77
nin-max	1-21	2-21	1-19	1-17	03-oct
abondance :					
moyenne	2715±4778	4362±6268	958±842	1281±1504	7399±8419
nin-max	11-21914	33-21914	11-2859	45-4661	33-18446
indices :					
Shanon	1.375±0.743	0.999±0.732	1.766±0.665	1.325±0.63	1.028±0.595
nin-max	02.667	0.142-2.67	02.49	01.9	0.372-1.69
Pielou	0.614±0.298	0.456±0.306	0.738±0.237	0.611±0.28	0.606±0.381
nin-max	01.	0.0512-1.	01.	00.868	0.1693-1.
Simpson	0.579±0.291	0.407±0.288	0.723±0.236	0.588±0.267	0.512±0.302
nin-max	00.917	0.039-0.917	00.902	00.801	0.147-0.803
		-			

Tab. 24.2- Caractéristiques faunistiques des assemblages





A : Carte des stations d'échantillonnage et assemblages benthiques issu de la classification ascendante hiérarchique, basée sur l'indice de similarité de Bray-Curtis calculé sur les données transformées  $\log(X+1)$ .

B : Matrice diagonalisées et dendrogrammes des stations et des espèces issu de la CAH.

C : Ordination des espèces par nMDS

D : Ordination des stations par nMDS regroupées par assemblages issu de la CAH.

 ${\sf E}$ : Projection des scores des axes 1 et 2 de la MDS sur la carte de localisation des stations (carrés blancs : valeurs négatives ; carrés noirs : valeurs positives).



Le dendrogramme et le cadrage multidimensionnel (mMDS) ont été construits à partir de l'ensemble des espèces présentes. La méthode de groupement hiérarchique fait ressortir cinq assemblages faunistiques principaux. Le MDS permet de visualiser ces différents assemblages dans un espace à deux dimensions avec une valeur de stress de 0.19 indiquant une représentation graphique relativement bonne des stations au regard de leur similarité écologique (Figure 24.3). Le faciès d'appauvrissement se limite principalement aux zones de divagation des chenaux de l'urne et du Gouessant ainsi que le secteur situé devant les enrochements du port du Légué. Les quatre autres groupes différenciés par l'analyse concernent une succession d'assemblages qui s'expriment du haut vers le bas de l'estran.

L'assemblage à *Scrobicularia plana* qui s'exprime de manière limité en fond d'Anse d'Yffiniac (7 stations) ainsi que dans l'estuaire du Gouessant (1 station) (figure 24.3A). Cet assemblage se caractérise par une densité moyenne de 1451  $\pm$  2406 ind. m<sup>-2</sup>, une richesse spécifique moyenne de 5.38  $\pm$  3.42 espèces et des indices de diversité de : H'=1.08  $\pm$  0.57 ; J'=0.75  $\pm$  0.284 ; D=0.55  $\pm$  0.24. La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 16 espèces. Il est caractérisé par les annélides *Hediste diversicolor, Pygospio elegans, Arenicola marina, Eteone longa* et *Capitella capitatta*, les amphipodes *Corophium arenarium et Corophium volutator*, les bivalves *Scrobicularia plana* et *Macoma balthica* et le gastéropode *Peringia ulvae*.

Le second assemblage occupe largement l'anse d'Yffiniac au sud d'une ligne Pointe du Groin/enrochement du port du Légué (14 stations), et s'exprime également au sudest de l'anse de Morieux (5 stations). Cet assemblage se caractérise par une densité moyenne de 1 303  $\pm$  1 205 ind. m<sup>-2</sup>, une richesse spécifique moyenne de 7.37  $\pm$  2.22 espèces et des indices de diversité de : H'=1.08  $\pm$  0.57 ; J'=0.75  $\pm$  0.28 ; D=0.55  $\pm$  0.238. La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 30 espèces. Il est caractérisé par les annélides *Pygospio elegans, Scolelepis squamata* et *Arenicola marina*, les amphipodes *Corophium arenarium, Eurydice pulchra* et *Bathyporeia sarsi* et *Bathyporeia pilosa*, les bivalves et *Cerastoderma edule, Tellina tenuis* et *Macoma balthica* et le gastéropode *Peringia ulvae*.

Le troisième assemblage est le plus largement distribué en 2010 (64 stations). Il s'observe des niveaux moyens à bas de l'estran des anses de Morieux et d'Yffiniac. Cet assemblage se caractérise par une densité moyenne de 440  $\pm$  425 ind. m<sup>-2</sup>, une richesse spécifique moyenne de 9.88  $\pm$  4.08 espèces et des indices de diversité de : H'=1.8  $\pm$  0.43 ; J'=0.82  $\pm$  0.12 ; D=0.76  $\pm$  0.11. La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 69 espèces. Les espèces qui dominent ce peuplement sont les annélides *Nephtys hombergii*,

Glycera fallax, Sigalion mathildae, Malacoceros tetracerus et Magelona mirabilis, les amphipodes Bathyporeia sarsi et Urothoe poseidonis et les bivalves Cerastoderma edule, Tellina tenuis ainsi que l'échinoderme Acrocnida spatulispina.

Le quatrième assemblage s'exprime sur les niveaux les plus bas de l'espace intertidal (37 stations) en limite supérieure de la ligne du 0 des marées. Cet assemblage se caractérise par une densité moyenne de  $673 \pm 911$  ind. m<sup>-2</sup>, une richesse spécifique moyenne de  $10.1 \pm 4.68$  espèces et des indices de diversité de : H'= $2.01 \pm 0.35$ ; J'= $0.83 \pm 0.1$ ; D= $0.8 \pm 0.08$ . La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 67 espèces Cet assemblage est dominé par les annélides *Sigalion mathildae*, *Glycera tridactyla*, *Magelona mirabilis*, *Terebellidae* sp. et *Chaetozone gibber*, l'amphipode

Assemblaae à Donax Cerasto Macoma Scrobi 2010 nb stations 37 19 Richesse : 87 67 69 30 16 totale 10.1±4.68 12.84±5.17 9.88±4.08 7.37±2.22 5.38±3.42 moyenne 4-22 3-21 3-10 2-12 nin-max 2-22 abondance : 1451±2406 673±911 585±558 440±425 1303±1205 moyenne 21-7134 64-2777 32-2555 74-5024 21-7134 nin-max indices : Shanon 1.717±0.52 2.01±0.35 1.8±0.426 1.14±0.416 1.08±0.568 nin-max 0.328-2.649 1.277-2.65 0.895-2.63 0.597-2.01 0.328-1.97 Pielou 0.784±0.163 0.828±0.099 0.817±0.121 0.602±0.206 0.75±0.284 0.259-1 0.493-0.97 0.539-1 0.259-0.921 0.299-1 nin-max 0.728±0.158 0.804±0.0761 0.76±0.1143 0.544±0.1804 0.552±0.2381 Simpson nin-max 0.159-0.915 0.581-0.915 0.42-0.903 0.231-0.847 0.159-0.79

Bathyporeia sarsi et Bathyporeia elegans, le bivalve Donax vittatus ainsi que l'échinoderme Acrocnida spatulispina.





0.5

1.0

1.5

2.0

0.0

A : Carte des stations d'échantillonnage et assemblages benthiques issu de la classification ascendante hiérarchique, basée sur l'indice de similarité de Bray-Curtis calculé sur les données transformées log(X+1).

B : Matrice diagonalisées et dendrogrammes des stations et des espèces issu de la CAH.

C : Ordination des espèces par nMDS

-0.5

-1.0

D : Ordination des stations par nMDS regroupées par assemblages issu de la CAH.

 ${\sf E}$ : Projection des scores des axes 1 et 2 de la MDS sur la carte de localisation des stations (carrés blancs : valeurs négatives ; carrés noirs : valeurs positives).



0

1

-1

2

3

Le dendrogramme et le cadrage multidimensionnel (mMDS) ont été construits à partir de l'ensemble des espèces présentes. La méthode de groupement hiérarchique fait ressortir 8 sous-assemblages faunistiques qui peuvent être regroupé en 5 assemblages principaux. Le MDS permet de visualiser ces différents assemblages dans un espace à deux dimensions avec une valeur de stress de 0.2 indiquant une représentation graphique bonne des stations au regard de leur similarité écologique (Figure 24.4). Deux faciès d'appauvrissement ont été identifiés. Le premier s'observe au niveau des zones de divagation des chenaux de l'Urne et du Gouessant ainsi que sur secteur situé devant les enrochements du port du Légué. Le second se caractérise par un appauvrissement de l'assemblage à Donax vittatus au sein des bouchots. Les quatre autres groupes différenciés par l'analyse concernent une succession d'assemblages qui s'expriment du haut vers le bas de l'estran. L'assemblage à Cerastoderma edule et Tellina tenuis se différencie en deux sous-assemblages (niveau haut et bas), de même que l'assemblage à Donax vittatus diffère en présence de bouchot. Les stations des faciès d'appauvrissement ont été affectées aux assemblages périphériques.

L'assemblage à Scrobicularia plana s'exprime de manière très limité en fond d'Anse d'Yffiniac (4 stations) ainsi que dans l'estuaire du Gouessant (1 station) (figure 24.4A). Cet assemblage se caractérise par une densité moyenne de 1 225  $\pm$  1 856 ind. m-2, une richesse spécifique moyenne de  $3.8 \pm 1.64$  espèces et des indices de diversité de :  $H'=0.85 \pm 0.46$ ;  $J'=0.66 \pm 0.19$ ;  $D=0.44 \pm 0.21$ . La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 10 espèces. Il est caractérisé par les annélides Hediste diversicolor, Pygospio elegans, Arenicola marina, Eteone longa, Notomastus latericeus, les amphipodes Corophium arenarium et Corophium volutator, les bivalves Scrobicularia plana et Macoma balthica.

Le second assemblage occupe largement l'anse d'Yffiniac au sud d'une ligne Pointe du Groin/enrochement du port du Légué (15 stations), et s'exprime également au sudest de l'anse de Morieux (5 stations). Cet assemblage se caractérise par une densité moyenne de 1 398  $\pm$  1 753 ind. m<sup>-2</sup>, une richesse spécifique moyenne de 8.75  $\pm$  3.02 espèces et des indices de diversité de : H'= $1.37 \pm 0.46$ ; J'= $0.67 \pm 0.21$ ; D= $0.62 \pm 0.18$ . La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 39 espèces. Il est caractérisé par les annélides Pygospio elegans, Scolelepis squamata et Arenicola marina, les amphipodes Corophium arenarium, Eurydice affinis et Bathyporeia sarsi, les bivalves et Cerastoderma edule, Tellina tenuis et Macoma balthica.

Le troisième assemblage est très largement distribué en 2011 (51 stations). Il s'observe des niveaux moyens à bas de l'estran des anses de Morieux et d'Yffiniac. Cet assemblage se caractérise par une densité moyenne de 1 659  $\pm$  1 597 ind. m<sup>-2</sup>, une richesse spécifique moyenne de  $10.63 \pm 4.55$  espèces et des indices de diversité de : H'= $1.11 \pm 0.65$ ; J'=0.47 $\pm$  0.26; D=0.45  $\pm$  0.26. La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 66 espèces. Les espèces dominantes sont les annélides Nephtys hombergii,

Spio martinensis, Sigalion mathildae et Malacoceros tetracerus, les amphipodes Bathyporeia sarsi et Urothoe poseidonis et les bivalves Cerastoderma edule, Tellina tenuis ainsi que l'échinoderme Acrocnida spatulispina.

Le quatrième assemblage s'exprime sur les niveaux les plus bas de l'espace intertidal en limite supérieure de la ligne du 0 des marées. Il est largement distribué en 2011 (52 stations). Cet assemblage présente une densité moyenne de  $1.647 \pm 1.465$  ind. m<sup>-2</sup>, une richesse spécifique moyenne de  $11.79 \pm 4.43$  espèces et des indices de diversité de : H'=1.15  $\pm$  0.65 ; J'=0.48  $\pm$  0.27 ; D=0.51  $\pm$  0.26. La richesse spécifique totale de cet assemblage est de 81 espèces Il est dominé par les annélides Sigalion mathildae, Magelona mirabilis,

Terebellidae sp., Scololoplos armiger et Chaetozone gibber, l'amphipode Urothoe poseidonis et Bathyporeia sarsi, les bivalves Donax vittatus et Tellina tenuis ainsi que l'échinoderme Acrocnida spatulispina. Synthèse benthos 71

		Assemblage à :			
2011	Total	Donax	Cerasto.	Масота	Scrobi.
nb stations	128	52	51	20	5
Richesse :					
totale	92	81	66	39	10
moyenne	10.5±52	11.79±4.43	10.63±4.55	8.75±3.02	3.8±1.64
nin-max	0-20	0-18	1-20	3-13	2-6
abondance :					
moyenne	1597±1565	1647±1465	1659±1597	1398±1753	1225±1856
nin-max	0-8448	0-8448	10-6742	42-6773	53-4388
indices :					
Shanon	1.154±0.62	1.148±0.65	1.106±0.646	1.368±0.462	0.848±0.457
nin-max	0-2.429	0-2.43	0-2.35	0.445-2.27	0.5-1.52
Pielou	0.514±0.265	0.479±0.268	0.474±0.263	0.672±0.214	0.658±0.188
nin-max	0-0.982	0-0.982	0-0.928	0.173-0.947	0.47-0.946
Simpson	0.528±0.254	0.507±0.265	0.453±0.261	0.618±0.185	0.437±0.208
nin-max	0-1	0.049-1	0-0.863	0.145-0.876	0.273-0.765
Tab. 24.4- Caractéristiques faunis-					

tiques des assemblages





Fig. 24.5- Carte des assemblages benthiques issus de la campagne de 1987 (d'après Gros et Hamon, 1988)

	1987	2001	2011
Assemblage à Donax Vittatus et Magelona sp.	840	624	1198
Assemblage à Cerastoderma edule et Tellina tenuis	1590	1680	1221
Zone intermédiaire		350	
Assemblage à Macoma balthica et Hediste diversicolor	430	205	367
Assemblage à Scrobicularia plana			66
Prés salés	103	104	111

Tab. 24.5- Evolution des surfaces des assemblages benthique de 1987 à 2010 (en hectare) Fig. 24.6- Carte des assemblages benthiques issus de la campagne de 2001 (d'après Le Mao et al, 2002)

# Fig. 24.7- Carte des assemblages benthiques issus de la campagne de 2011

La distribution et la surface occupée par les différents assemblages benthiques sont globalement stables depuis 1987. A noté toutefois la distinction de l'assemblage à Scrobiculaire en 2011 grâce au nouveau plan d'échantillonage. La présence d'un habitat intermédiaire en 2001 ne

permet pas de comparer les surfaces occupés par les assemblages à Macoma et à Coque et Telline de manière satisfaisante. Leur distribution est restée cependant relativement stable de 1987 à 2001 : de 1590 à 1221 ha pour l'habitat à Coque et Telline et de 430 ha à 367 ha pour l'assemblage à *Macoma*. L'assemblage à *Donax* en limite de répartition sur les bas niveaux de l'estran présente en revanche des variations plus importantes en fonction des variations de recrutements de *Donax*: 840 ha en 1987, 624 ha en 2001 et 1198 ha en 2011.






### Evolution de la composition faunistique des communautés

A l'échelle des quarte campagnes conduites de 1987 à 2011, l'inventaire a permis d'identifier 131 taxa. 22 et 14 de ces taxas sont respectivement présents sur 4 et 3 des campagnes (figure 24.9). Il s'agit des taxa qui structurent le peuplement. Ils représentent 36 % de la richesse spécifique totale. 37 taxa, soit 28 %, ne sont présent que dans la moitié des campagnes. Il s'agit de taxa bien représentés dans les peuplements mais moins abondants et/ou occurrents. Enfin, 47 taxa (36 %) ne sont présents que dans une seule campagne. 64 taxa sont présents lors de 1 à 2 campagnes en 2010 et/ou 2011 ce qui représente 49 % de la richesse spécifiques totale. Il s'agit des taxa directement liés à l'accroissement de l'effort d'échantillonnage. Si cet accroissement a indéniablement permis d'améliorer l'inventaire des macrobenthos du fond de baie par la découverte d'espèces plus rares, les espèces structurantes du peuplement avaient déjà été bien identifiées en 1987 et 2001. Hormis cette augmentation de la richesse spécifique à partir de 2010, aucune évolution majeure de la composition du peuplement n'est décelée. Le même constat peut être fait entre la campagne d'automne 2010 et de fin d'hiver 2011.

Les amphipodes *Corophium volutator* et *Corophium arenarium* dominent numériquement l'assemblage à *Scrobicularia plana* (échantillonné depuis 2001) au cours des campagnes de 2001 et 2011. Le même constat est fait pour *Scrobicularia plana, Hediste diversicolor, Pygospio elegans* et *Peringia ulvae*, à noter toutefois que cette dernière ne fait pas partie des espèces dominantes en 2011.

Concernant l'assemblage à *Macoma*, les espèces régulière dominante depuis 1987 sont *Corophium arenarium, Bathyporeia sarsi, Pygospio elegans* et les mollusques *Tellina tenuis, Cerastoderma edule* et *Peringia ulvae*.

L'assemblage à *Cerastoderma edule* et *Tellina tenuis* est nettement dominé par *Tellina tenuis* qui occupe le premier rang en terme d'abondance en 1987, 2001 et 2011. *Urothoe poseidonis, Bathyporeia sarsi* et *Cerastoderma edule* présentent également une domination régulière du peuplement pour les trois campagnes.

Enfin l'assemblage à *Donax vitttatus* est nettement dominé par *Donax vittatus* et *Tellina tenuis* en 2001 et 2011. En 1987, la composition est différente avec *Tellina fabula, Polycirrus arenivorus* et *magelona mirabilis* qui dominent le peuplement. Cette différence est très probablement liée, d'une part à l'évolution du plan d'échantillonnage qui a particulièrement entrainer un accroissement de l'effort sur les bas niveaux de l'estran, et d'autre part à des recrutements plus important de *Donax vittatus* depuis les années 2000 qui a entrainé une colonisation progressive de l'estran. A noter que *Tellina fabula* n'a pas été observée lors des campagnes de 2001 à 2011 mais que quelques individus ont été identifiés sur les bas niveaux lors de l'évaluation du gisement de bivalves en 2013 (Ponsero *et al.*, 2013).



Fig. 24.9- Répartition du nombre de taxa présent dans l à 4 campagnes de prélèvement de la macrofaune benthique échantillonnée entre 1987 et 2011.





tion des stations (carrés blancs : valeurs négatives ; carrés noirs : valeurs possitives).

D: test de significativité du couplage (nb de permutation =999)

E : tableau de synthèse de la CCA



MS

MOR

-0.4553

0.3143

-0.0326

porosité

teneur en MS

teneur en MO

0.1790

0.7255

0.0015 \*\*

0.227

-0.0344

-0.6552

Fig. 24.12- Ordination des espèces benthiques en fonction de 4 variables sédimentaires

### Influence des variables sédimentaires sur l'organisation des assemblages

### donnée de 1987

On peut essayer d'analyser plus finement les liens qui existent entre les variables sédimentaires et la répartition des espèces benthiques par l'analyse canonique des correspondances (CCA).

Le pourcentage d'inertie totale des données benthos de 1987 peut être expliqué à 33 % par les variables sédimentaires. Néanmoins le test de Monte-Carlo de permutation (fig 24.11D) n'est pas significatif (p=0.28). Cela nous indique que le jeu de variables sédimentaires disponible n'est pas pertinent pour analyser la distribution du benthos à l'échelle de la zone intertidale. L'analyse montre néanmoins, que 2 variables semble importante dans la répartition des espèces : la densité du sédiment<sup>(1)</sup> et le taux de matière organique contenu dans le sédiment (fig. 24.11D).

La procédure BEST met en évidence les relations entre les centres de gravité des peuplements benthiques de chaque station et les variables physiques. La meilleure corrélation entre les données sédimentaires et la faune benthique (Rho = 0.26) a été obtenu avec les 4 variables : mode dominant, teneur en vase, CaCO3 et densité.

La figure 24.12 présente l'ordination des espèces benthiques en fonction de 4 variables environnementales : le pourcentage de gravier, de vase, de matière organique et la densité du sédiment. (1) densité =  $\frac{poids humide}{volume humide}$ 



MED

MOD

FF

SOT

BAT

H2O

CaCo3

mediane

mode dominant

indice de trask

fraction fine

bathymetrie

teneur en eau

teneur en calcuim

0.43

0.286

-0.737

-0.688

-0.894

-0.067

-0.116

0.418

0.278

-0.652

-0.272

0.303

-0.169

-0.133

0.006 \*\*

0.001 \*\*\*

0.002 \*\*

0.001 \*\*\*

0.637

0.518

0.128

Fig. 24.13- Analyse des données benthiques en fonction des variables sédimentaires de 2001 par l'analyse canonique des correspondances (source des données : Le Mao *et al.*, 2002)

A : projection des espèces sur le plan factoriel 1-2 de la CCA

B : poids canonique des variables sédimentaires

 $\label{eq:constraint} \begin{array}{l} C: Projection des scores des axes I et 2 de la CCA sur la carte de localisation \\ des stations (carrés blancs : valeurs négatives ; carrés noirs : valeurs possitives). \\ D: test de significativité du couplage (nb de permutation =999) \end{array}$ 

E : tableau de synthèse de la CCA

Phyllodoce lineata			
Phyllodoče groenlandica	Nephtys cirrpsa —	Peringia ulvae	Scrobicularia plana
Capitella	Notomastus latericeus	Scrobicularia plana	Hediste diversicolor -
Notomaetus latericeus	Lekanesphaera monodi	Hediste diversicolor	Peringia ulvae —
Denov vittetue	Spisula elliptica	Carcinus maenas	Carcinus maenas
Dunax vittatus –	Pontocrates altamarinus	Eteone Ion	Eteone longa
Pseudomystides limbata	Nassarius reticulatus	Pygospio elegans	Arenicola marina
Chasterone sikher	Glycera tridactyla	Arenicola marina	Pygospio elegans
Chaetozone gibbei	Gastrosaccus spinifer —	Capitellidae	Spisula elliptica
Polycirrus arenivorus	Nototropis swammerdamei —	Gammaridae	Lekanesphaera monodi
Scolopios (Scolopios) armiger	Magelona filiformis —	Eurydice pulchra	Eurydice pulchra
Nassarius reticulatus	Eurydice affinis —	Corophium arenarium	Capitellidae —
Nephtys cirrosa —	Tellina tenuis	Coractodorma adula	Gammaridae -
Magelona mirabilis	Phyllodoce mucosa -	Macama halthica	Magelona filiformis
Kurtiella bidentata — — — — —	Polycirrus arenivorus	Naphtys hombaraii	Pontocrates altamarinus —
Bathyporeia guilliamsoniana ———	Chaetozone gibber	Europinos officio	Paradoneis lyra
Magelona filiformis	Donax vittatus —		Capitella
Malmgreniella arenicol <mark>ae 6</mark>	Bathyporeia pilosa —		Phyllodoce groenlandica
Sigalion mathildae	Magelona mirabilis —	Prhyliodoce mucosa	Phyllodoce lineata
Nototropis swammerdame	Bathyporeia guilliamsoniana —	- Urothoe poseidonis	Corophium arenarium -
Acrocnida spatulispina	Sigalion mathildae	- ellina tenuis	Eurydice affinis
Phyllodoce rosea	Bathyporeia sarsi	- Bathyporeia elegans	Cerastoderma edule
Givcera tridactvla	Spio filicornis —	Eathyporeia pilosa	Nephtys hombergii
Spisula elliptica	Scoloplos (Scoloplos) armiger	Spio filicornis	Spio filicornis
Eccuma dollfus	Bathyporeia elegans —	Nototropis swammerdamei	Nephtys cirrosa
Spiophanes bombyx	Urothoe poseidonis	Lekanesphaera monodi	Macoma balthica
Syllidae	Nephtys hombergii	Sigalion mathildae	Bathyporeia tenuipes
Pontocratos altamarinus	Eocuma dollfusi	Scolelepis (Scolelepis) squamata	Apseudes
Tollina tenuis	Cumopsis fagei —	Nassarius reticulatus	Phyllodoce mucosa
Portumnus latines	Bathyporeia tenuipes -	Gycera tridactyla	Tellina tenuis
Phyllodoce mucosa	Scolelepis (Scolelepis) squamata	Portumnus latipes	Spiophanes bombyx -
l ekanesphaera monodi	Spiophanes bombyx	Magelona mirabilis	Urothoe poseidonis
Bathynoreia elegans	Apseudes	Pontocrates altamarinus	Portumus latines
Scolelanie (Scolelanie)	Cerastoderma edule	Donax vittatus	Notomastus latericeus
Cumoneis facei	Portumnus latipes	Spiophanes bombyx	Cumopsis fagei
Controposition opinifor	Syllidae -	Nephtys cirrosa	Bathynoreia elegans
Ansaudas	Gammaridae	Chaetozone gibber	Chaetozone gibber
Apseudes	Malmgreniella arenicolae	Cumonsis facei	Gastrosaccus spinifer
Nonhtra homborali	Macoma balthica	Dura da una la france	Eccuma dollfusi
Rephys nonbergin	Dhulla dava lia aata	- Paradoneis iyra	Bathyporeia pilosa
Battiypoteta pilosa	Phyliodoce ineata Phyliodoce groeplandica	Phyllodoce meata Phyllodoce groenlandica	Glycera tridactyla
Cala filia ania	Paradopeis Ivra	Capitella	Polycirrus arenivorus
Spio filicornis	Capitélla	Bathyporeia tenuines	Scoloplos (Scoloplos) arminer
Eurydice puichra	Acrocnida spatulispina —	Polycirtus arenivorus	Magelona mirabilis
Bathyporeia tenuipes	Arenicola marina	Malmaranialla aranicalae	Sigalion mathildae
Bathyporeia sarsi	Capitellidae	Anequidae	Nassarius reticulatus
Cardinus maenas	Eurydice pulchra —		Nototropis swammerdamei
Cerastoderma edule	Corophium arenarium —	Speleples (Seeleples) erminer	Scolelepis (Scolelepis) squamata
Gammaridae	Pseudomystides limbata	Scolopios (Scolopios) anniger	Donay vittatue
- Macoma balthica	Holothuria	Ballyporeid Sarsi	Malmoreniella arenicolae
Eurydice affinis	Eteone longa	e Magelona niliformis	Bathyporeia guilliamsoniana
Arenicola marina	Kurtiella bidentata —	Eocuma dollfusi	Acrocnida spatulispina
Hediste diversicolor	Pygospio elegans ———	Adrochida spatulispina	Syllidae
Pygospio elegans	Phyllodoce rosea	Bathyporeia guilliamsoniana	Kurtiella bidentata
	Carcinus maenas —	Kurtiella bidentata	Bathyporeja sarsi
Eteone longa	Hediste diversicolor	Spisula elliptica Holothuria	Phyllodoce rosea
	Scrobicularia plana — — — —	Pseudomystides limbata	Deaudomuetidae limbata
Corophium arenarium	Peringia ulvae ———	Syllidae	Holothuria
		Phyliodoce rosea	
hothymotric	Médian	Erection fine	indiaa da tri
Datnymetrie	Iviediane	raction fine	indice de tri

Fig. 24.14- Ordination des espèces benthiques en fonction de 4 variables sédimentaires

### donnée de 2001

Au total, les sept variables environnemenale de type sédimentaires expliquent 27.5 % de la variance des peuplements benthique (test de permutation, p < 0.001, fig 24.13d). Les deux premiers axes du couplage expliquent 63 % (figure 24.13A) de la variabilité (dont 45 % pour le premier axe).

Quatre variables expliquent une part significative de l'organisation du peuplement benthique (fig. 24.13D), qui sont part ordre d'influence : la bathymétrie (qui structure les espèces sur le plan de co-inertie selon l'axe 1), la fraction fine et l'indice de tri qui permettent d'isoler les espèces caractéristiques des habitats silteux, et la médiane. La figure 24.14 présente l'ordination des espèces benthiques selon ces 4 variables.

La procédure BEST obtient la meilleur corrélation entre la macrofaune benthique et le sous-ensemble de variables sédimentaires comprenant les 3 variables : médiane, fraction fine et bathymétrie (Rho= 0.58)



C : Projection des scores des axes I et 2 de la CCA sur la carte de localisation des stations (carrés blancs : valeurs négatives ; carrés noirs : valeurs possitives). D: test de significativité du couplage (nb de permutation =999) E : tableau de synthèse de la CCA

mediane	0.575	0.0155	0.0005
mode dominant	0.602	0.0277	0.0005 ***
indice de Trask	-0.605	0.0429	0.0010 ***
%gravier (>2mm)	0.103	0.0435	0.0530.
%sable (63µm<>2mm)	0.952	0.0279	0.0005 ***
%vase (<63µm)	-0.991	-0.0401	0.0005 ***
bathymetrie	-0.329	-0.9219	0.0005 ***
cohesion	0.199	0.5742	0.0005 ***
teneur en matière organique	-0.577	-0.1331	0.0105 *
teneur en eau	-0.361	-0.0108	0.0090 **



MOR H2O

Fig. 24.16- Ordination des espèces benthiques en fonction de 4 variables sédimentaires

### donnée de 2011

L'inertie totale des données benthiques est expliquée à 32.6 % par les paramètres sédimentaires mesurés en 2011 (test de permutation, p < 0.001, fig 24.15D). L'inertie projeté sur l'axe 1 est de 41.83 % est fortement corrélée positivement avec le pourcentage de sable et inversement corrélée avec le pourcentage de vase. L'axe 2 (28.97 % de l'inertie projetée) est fortement corrélé à la bathymétrie.

L'ensemble des variables sédimentaires pris en compte en 2011 (à l'exception du pourcentage en gravier, en limite de seuil de significativité) interviennent dans la distribution des espèces benthiques dans l'espace sédimentaire intertidale (figure 24.15d). Les variable sédimentaires les plus structurantes sont la bathymétrie, la cohésion, les pourcentage de vase et de sables, la médiane et le mode dominant. Les résultats sont comparables pour les données benthiques issues de la campagne d'automne 2010.

L'axe 1 permet de bien différencier les espèces de l'assemblage qui s'exprime au niveau des vases. *Scrobicularia plana, Hediste diversicilor* et *Corophium volutator* sont en effet projetés sur la partie négative de l'axe 1 du plan factoriel. L'ordination des autres espèces s'effectue selon l'axe 2 et s'explique en grande partir par la bathymétrie.

La procédure BEST obtient la meilleur corrélation entre la macrofaune benthique et le sous-ensemble de variables sédimentaires comprenant les 2 variables : bathymetrie et teneur en vase (Rho= 0.58)

r	MEA	MED	MOD	SOT	GRA	SAN	MUD	BAT	СОН	MOR	H2O
richesse	0.378	0.384	0.3	-0.0429	0.315	0.17	-0.258	-0.372	-0.0112	-0.219	-0.16
p	<0.001	<0.001	<0.005	0.634	<0.001	0.057	0.004	<0.001	0.901	0.014	0.074
abondondance	0.0175	0.026	-0.00328	0.125	-0.0132	-0.0999	0.105	-0.0146	-0.0652	0.0435	0.154
p	0.846	0.772	0.971	0.163	0.883	0.266	0.244	0.871	0.468	0.629	0.086
biomasse	-0.0083	-0.179	-0.2	0.0372	-0.00366	-0.178	0.18	-0.0411	0.0686	0.365	0.143
р	0.926	0.044	0.025	0.679	0.968	0.047	0.043	0.647	0.445	<0.001	0.110

La richesse spécifique est corrélée avec la bathymétrie et les variables granulométriques. La biomasse des stations est quant à elle corrélée à la teneur en matière organique du sédiment.On n peut pas mettre en évidence une corrélation direct entre l'abondance et les variables sédimentaires : médiane et mode dominant (tab. 21.17). Tab. 24.6- Corrélation des variables sédimentaires aux paramétres de richesse, d'abondance et de biomasse des stations



Fig. 24.17- Carte bio-sédimentaire issue des campagnes de 2010/2011 (selon la typologie eunis)

2°40'0"O

### Description des habitats (correspondance Eunis)

### Sables et sables vaseux (Eunis A2.2)

Cet habitat comprend des étendues de sables très fins propres et de sables vaseux à silteux dont la proportion en particules fines peut atteindre 25 %. La surface du sédiment présente de nombreuses ripple marks formées sous l'action des houles et des courants de marée. A marée basse, le ressuyage et la teneur en eau du sédiment varient en fonction de la pente de l'estran, de la granulométrie et de la présence de figures sédimentaires qui peuvent élever localement la surface de l'estran. Cet habitat s'exprime sous différentes formes en fond de baie de Saint-Brieuc. Les zones situées en bordure des chenaux tidaux subissent l'influence d'eaux douces et de fortes variations de salinité aux cours d'un cycle de marée. Les sables les plus mobiles, généralement situés sur les partie supérieur de l'estran sont stériles ou abritent des communautés appauvries dominés par des amphipodes et des polychètes (A2.22 Sables mobiles stériles ou dominés par les amphipodes). A des niveaux inférieurs, le sédiment se stabilise ce qui permet l'installation progressive des bivalves. Les sables les plus stables abritent les densités de bivalves les plus importantes (A2.24 Sables fins dominés par les Polychètes et les Bivalves). Un habitat linéaire abritant des communautés d'amphipodes talitridae se développe sur les parties les plus hautes de l'estran ou les laisses de mer s'accumulent (A2.211). Ces habitats subissent d'importantes variations saisonnières liées notamment aux phases d'érosion et d'engraissement qui ont généralement respectivement lieu lors des tempêtes d'hiver et des périodes plus calmes de printemps et d'été. A noté que l'Anse de Morieux semblent actuellement dans une phase d'engraissement globale qui se traduit notamment par l'accumulation de sables sur les parties supérieurs de l'estran (flèche, plages...) dont les parties végétalisées tendent à se développer. Ces phénomènes d'érosion et d'engraissement entrainent également des modifications de la granulométrie du sédiment situé plus bas sur l'estran au gré de la remobilisation et de la sédimentation des sédiments les plus fins. Ces changements dans la structure et la taille des particules du sédiment influencent le développement de la faune benthique, en limitant par exemple le développement de certaines espèces à la période estivale lorsque le sédiment est généralement plus stable. Le caractère très localisé ou temporaire ainsi que la très faible superficie de certains de ces habitats ne permet par leur cartographie. Ils seront donc abordés pour information comme un faciès de variation ou de superposition, permanent ou temporaire, présent au sein de l'habitat dominant le plus représentatif et non comme un habitat à part entière.

### Laisses de mers (eunis A2.21)

### <u>Communautés de Talitridae des laisses de mer (eunis a2.211)</u>

Cet habitat éphémère et mobile se développe sur la laisse de mer, ligne de dépôt des débris apportée par la mer à chaque marée haute (algues, cadavres, déchets et débris divers...). Il abrite des communautés de « puces de mers » (amphipodes *Talitridae*), ainsi que de nombreux invertébrés terrestres (Courtial, 2013). Cet habitat se stabilise en haut d'estran entre les périodes de vives eaux de plus fortes amplitudes.

Le volume des laisses de mers varie en fonction de nombreux facteurs : tempête, coefficient de marée, vents, saison... L'enrichissement du sédiment directement induit par la

### Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc

décomposition des algues permet à la végétation des laisses de mers de s'exprimer, constituant ainsi les premières étapes du processus de formation d'une dune. Ces habitats sont par ailleurs utilisés en haut de plage par certaines espèces de limicoles pour s'alimenter, et constitue également une ressource potentielle de nourriture pour les poissons prédateurs tels que le bar lors des marées de vives eaux suivantes.

En fond de baie de Saint-Brieuc, cet habitat se développe sur les plages des anses de Morieux et d'Yffiniac, sur les prés salés (Yffiniac et Gouessant), et plus sporadiquement sur l'estran rocheux. En raison de son caractère éphémère et mobile, cet habitat n'est pas cartographié en tant que tel mais est traité comme un faciès de superposition potentiel des habitats suivants.

### <u>*©* Sables stériles ou dominés par les amphipodes (eunis a2.22)</u>

Ces habitats sont situés en haut d'estran au sein de figures sédimentaires qui conduisent une élévation ponctuelle du niveau de l'estran (bancs de sables, flèche...). Ils sont caractérisés par une très faible cohésion du sédiment et leurs propriétés limitées de rétention d'eau entrainent un drainage important entre les cycles de marée. Les parties les plus stables de l'estran peuvent accueillir des communautés de macrofaune benthique composées d'amphipodes (*Pontocrates arenarius, bathyporeia* sp.), d'isopodes (*Eurydice pulchra*) et de quelques espèces de polychètes (*Scolelepis squamata*), ou des communautés de *Talitridae* sur les laisses de mers (A2.211).

### Sables vaseux dominés par les polychètes et les bivalves (eunis a2.24)

<u>*Sables fin vaseux à Hediste diversicolor et Macoma balthica (eunis a2.243)* Cet habitat se caractérise par des sables fins à très fins vaseux. Il se développe en fond d'anse en conditions modérément abritées, mais demeure toutefois légèrement plus exposé que les vases sableuses à Néréis, Telline de la Baltique (Tellina tenuis) et Scrobiculaire (*Scrobicularia plana*) (A2.313). Les espèces caractéristiques sont *Hediste diversicolor, Pygospio elegans, eteone longa, Macoma balthica* et Corophium volutator. L'Hydrobie Peringia ulvae, la Coque Cerastoderma edule et l'Arénicole Arenicola marina peuvent présenter localement des densités importantes. Cet habitat s'exprime en fond d'Anse d'Yffiniac ainsi qu'à l'embouchure de l'estuaire du Gouessant.</u>

### <u> Sables fin vaseux à Cerastoderma edule et Polychètes (eunis a2.242)</u>

Cet habitat se caractérise par des sables propres à légèrement envasés à forte teneur en eau. Il abrite des densités importantes de Coque *Cerastoderma edule* accompagnées de polychètes (*Eteone longa, Scoloplos armiger, Pygospio elegans, Spio martinensis, nephtys hombergii...*), de crustacés (*Bathyporeia sarsi*, crevette grise *Crangon crangon*). La telline papillon *Tellina tenuis*, et de manière plus localisée l'Arénicole *Arenicola marina* et les amphipodes du genre *Bathyporeia* présentent également des densités importantes au sein de cet habitat. A l'abri de figures sédimentaires de type bancs ou flèches, des faciès de sable légèrement envasé peuvent se développer de manière plus ou moins temporaire. La faible superficie de ces faciès ne permet souvent pas leur cartographie aux échelles de travail retenues. Le cortège d'espèce est alors souvent modifié et peut par exemple former des faciès caractéristiques des sables fin vaseux à *Hediste diversicolor* et *Macoma balthica* (A2.243). Cet habitat est l'un des plus représentés spatialement sur l'estran. Il présente un intérêt en termes de zone d'alimentation des oiseaux et revêt également un intérêt économique en raison des stocks de coques qu'il abrite et dont l'importance autorise l'exploitation professionnelle. Une pêche de loisirs se pratique également sur le secteur de Saint-Laurent. Aucun élément n'est aujourd'hui disponible sur l'impact de ces activités sur les sédiments meubles et les communautés de macrofaune benthique qu'ils abritent.

### Les Vases (Eunis a2.3)

Ce type d'estran se caractérise par la présence significative de vase et de silt, fraction de sédiments fin dont la taille des grains est inférieure à 0.063 mm. L'oxygène pénètre peu ce sédiment à forte cohésion et une couche anoxique est souvent présente dès les premiers millimètres après la surface. La bioturbation liée à l'activité de la macrofaune benthique contribue à l'oxygénation du sédiment. Il s'agit souvent de secteurs à salinité variable en raison de leur proximité aux chenaux tidaux. En fond de baie de Saint-Brieuc, cet habitat ne représente pas une composante principale du système mais s'exprime plutôt au sein des secteurs abrités. Cette position en fond d'anse à l'abri des houles favorise par ailleurs le dépôt des fractions fines du sédiment. Il se localise ainsi principalement en fond d'Anse d'Yffiniac et dans l'estuaire du Gouessant, plus particulièrement au contact des prés salés. En fonction des zones d'abris générées par le déplacement ou la formation de figures sédimentaires cet habitat peut également s'exprimer de manière temporaire ou permanente comme cela a pu être observé à Saint-Maurice. En situation estuarienne, la divagation des chenaux est également susceptible d'entraîner des modifications dans la zonation des assemblages biosédimentaires. Sur le plan benthique cet habitat abrite des communautés de polychètes, d'oligochètes et de bivalves en densité parfois importante. En fond de baie de Saint-Brieuc, Il s'exprime sous la forme de l'habitat de vase sableuse dominée par Hediste diversicolor, Macoma balthica et Scrobicularia Plana (A2.313). Cet habitat représente des zones d'alimentation pour les limicoles et les anatidés, plus particulièrement le Tadorne de Belon qui y consomme notamment des hydrobies Peringia ulvae.

### <u>*©*</u> <u>Vase silteuse à Hediste diversicolor, Macoma balthica et Scrobicularia plana</u>

### <u>(eunis a2.313).</u>

Une infime pellicule d'eau se maintient à la surface de cet habitat en raison de faibles capacités de ressuyage du sédiment. Celui-ci présente une couche anoxique à partir d'un centimètre de profondeur. Les espèces caractéristiques de cet habitat sont le Néréis *Hediste diversicolor*, la Telline de la Baltique *Macoma balthica* et le Scrobiculaire *Scrobicularia plana*. La présence du Scrobiculaire est trahit par l'empreinte de ses siphons qui rappellent la forme d'une patte d'oie. D'autres espèces de polychètes errants ou sédentaires peuvent également être présents localement en abondance : *Pygospio elegans, Capitella capitata, Eteone longa, Nephtys hombergii*. L'Hydrobie, *Peringia ulvae*, et la coque *Cerastoderma edule* sont par ailleurs souvent présents au sein de ces communautés. De très fortes densités de *Corophium* sp. peuvent également s'observer mais comportent souvent un caractère très localisé. Il forme des îlots de faible superficie dont la cartographie précise n'est pas toujours possible avec le plan d'échantillonnage classique.

### Sables fins de l'infralittoral (Eunis A5.2)

Cet habitat s'exprime dans les eaux peu profondes et remonte sur les bas niveaux de

### Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc

l'estran. Il est caractérisé par des sables fins à moyen propres sur la majeure partie de l'estran. Des sables fins silteux sont toutefois présents au Nord-est de l'Anse de Morieux. En fond de baie de Saint-Brieuc, il se caractérise par un peuplement à *Donax vittatus, Magelona mirabilis* et *Magelona filiformis* accompagné d'un cortège variable composé notamment de Polychètes (*Scololoplos armiger, Orbinia* sp., *Lanice Conchylega, Terebellidae* sp, *Chaetozone gibber, Ghycera* sp., *Sigalion Mathildae*), d'Amphipodes (*Pontocrates arenarius, Pontocrates altamarinus, Leucothoe incisa*), de Mysidacés, d'Ophiure (*Acrocnida spatulispina*)...

L'activité mytilicole se concentre essentiellement sur cet habitat. Des mesures de la cohésion du sédiment ont permis de mettre en évidence une compaction accrue du sédiment sur la zone d'emprise des bouchots. Cet habitat est l'un des plus représentés spatialement sur l'estran. Il présente un intérêt pour l'alimentation des limicoles.



L'habitat à sable fin à Cerastoderma couvre la plus grande superficie en fond de baie de Saint-Brieuc.



## 25- Indicateur de la qualité biologique de l'estran

Afin de définir l'état de conservation des habitats marins intertidaux, plusieurs indices ont été développés (Grall et Coïc, 2005), notamment sous l'impulsion de la directive cadre sur l'eau. Au début des années 2000, Diaz *et al.*, 2004 recensaient déjà 64 indices dédiés au benthos, dont 32 s'appliquent exclusivement aux communautés macrozooben-thiques.

Les indices fondés sur les groupes écologiques de polluo-sensibilité sont construits sur le modèle SAB (Pearson et Rosenberg, 1978) qui décrit, le long d'un gradient de pollution, les modifications de la composition des communautés benthiques (richesse spécifique, abondance, biomasse) en réponse à un enrichissement en matière organique. Cette analyses se construit autour de groupes d'espèces de polluo-sensibilité différentes (Glémarec et Hily, 1981 ; Hily, 1984).

L'AMBI fait partit des indices le plus utilisés pour étudier les réponses des communautés benthiques à un enrichissement en matière organique (Borja *et al.*, 2000). Son calcul consiste à pondérer le pourcentage de chaque groupe écologique échantillonné par le poids de sa contribution dans la représentation de sa perturbation. Sa valeur varie de 0 à 6, une faible valeur étant associée à une dominance d'espèces sensibles et inversement.

Le M-AMBI (Muxika *et al.*, 2007) est un indice multimétrique dérivé du précédent qui intègre la richesse spécifique (R) et l'indice de diversité spécifique de Shannon-Weaver (H) à l'analyse. Il combine ces trois variables (AMBI, R et H) dans une analyse factorielle et une analyse discriminante. Il s'agit essentiellement d'un indicateur sensible à l'enrichissement en matière organique et la capacité à détecter l'impact de pollutions autres que celles liées à un enrichissement non-naturel en matière organique reste faible (Desroy, 2013). Cet indice ne s'applique pas sur les plus hauts niveau de l'estran. Les stations concernées ont donc été écartés de l'analyse.

Le calcul de l'indice M-AMBI traduit un bon à très bon état écologique du fond de Baie de Saint-Brieuc dans un état écologique «bon» à «très bon» pour la majorité des stations (Figure25.1). Aucune évolution sensible n'est décelée à l'échelle globale. Le fond de baie conserve un état «bon» à «très bon» depuis 1987 (93 % des stations en 1987, 98 % en 2001, 96 % en 2010 et 93 % en 2011).

Plus localement, une dégradation du peuplement apparaît cependant en 2010 (5 stations) et 2011 (4 stations), au niveau des zones de dépôts de sédiments issus du dragage de l'avant port du Légué. De même, une dégradation est observée sur le secteur de la pointe du Groin pour 4 stations. Il est probable que cette évolution soit liée à la divagation du chenal sur ce secteur et/ou au dynamisme sédimentaire qui conduit à la formation de bancs sableux et de levées de rives. Fig. 25.1- Page précédante- Cartes des indice m-AMBI calculé par stations à partir des données des 4 campagnes de prélèvements benthiques.

### Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc





A : projection des station sur le plan de co-inertie 1-2

B : dendogramme des stations

92

C : projection des modalitées de chaques traits biologique

D: Test de significativité du couplage (nb de permutation =999)

E : Projection des scores des axes I et 2 sur la carte de localisation

des stations (carrés blancs : valeurs négatives ; carrés noirs : valeurs possitives).



## 26- Analyse des traits biologique

### Traits biologiques et distribution des espèces

L'analyse du couplage des matrices « traits biologiques par espèce » et « abondance des espèces par site » a été réalisé par 3 méthodes statistiques : l'OMI, l'ACC et la Co-I. Les résultats sont assez similaires entre ces 3 méthodes. Néanmoins, l'inertie totale des données benthiques expliquée par les traits biologiques varie entre 22.5 % pour la CCA à 58.5 % pour l'analyse en co-inertie. Nous avons donc retenu cette dernière.

L'analyse des communautés benthiques au travers des traits biologiques permet de définir 5 groupes de stations (figure 26A et B). Ces groupes de stations sont cartographies (fig 26.2 page suivante) :

- L'estuaire du Gouessant ainsi que quelques stations situées sur les blancs de sable de la côte ouest de l'anse d'Yffiniac sont localisées dans la partie positive du plan de coinertie (point bleu marine).

- Les stations de bas niveau à l'est de la baie, essentiellement dans le secteur des bouchots (point vert sombre).

- Les stations de bas niveau situées principalement à l'ouest de la baie (point bleu ciel).

Ces deux groupes de stations de bas niveau sont positionnés dans la partie positive de l'axe 2 du plan de co-inertie.

- Les stations des niveaux de mi-marée des anses d'Yffiniac et de Morieux (point vert clair).

- Les stations situées essentiellement en périphéries du port de Saint-Brieuc (à proximité de la zone de rejet des sédiments portuaires).

Ces 2 groupes de stations sont positionnés sur le plan de coinertie dans la partie négative de l'axe 2, et dans la partie positive de l'axe 1 pour les stations de fond d'anse et dans la partie négative du plan de co-inertie pour les stations situés à l'embouchure du Légué.

La projection des différentes modalités de chaque trait biologique (fig 26.1C) permet de relier certaines de ces modalités caractéristiques à des groupes de stations précédemment définit.

trait	catégories	Colonne1
longévité de	<2	Lfaible
l'adulte (années)	2à5	Lmoy
	>5	Lel
Méthode de	asexuée	Rasex
Reproduction	sexuée (dissémination de gamètes)	Rgam
	sexuée (stade larvaire)	Rlar
	sexuée (sans stade larvaire)	Rdd
mobilité des	nulle	Mnul
adultes	faible	Mfaible
	moyenne	Mmoy
	élevée	Melev
Adhésion	inexistant	Danul
	temporaire	Datemp
	permanent	Daper
mode de	sessile	MDsess
déplacement	nage	MDnage
l'adulte	rampe	MDramp
	creuse	MDcreus
flexibilité du	>45	FCel
corps (degrés)	10 à 45	FCmov
	<10	FCfaible
forme du corps	plat	FORplat
	endôme	FORdom
	dressé	FORdress
habitudes	déposivore	Adf
alimentaires	déposivore de surface	Adfs
	déposivoire de sub-surface	Adfss
	filtreur/supensivore	AFilsup
	opportuniste/nécrophage	Aonn
	herbivore	Aherb
	prédateur	Anre
différenciation	gonochorique	DSgono
sexuelle	hermanhrodite simultané	DSh
Schucile	hermaphrodite successif	DSh2
sociabilité	solitaire	Ssol
sociabilite	grégaire	Sarea
	colonial	Scolo
hahitat	tube	HAtub
habitat	terrier	HAterr
	fissure	HAfiss
	libre	HAlib
	dans le sédiment	HAsedim
dévellopement	inexistante	Ddir
larvaire	benthique	Dbent
iai tan'e	planctonique lécitothrophe	Dlecit
	planctonique nonlécitothrophe	Dplanct
taille	netite (<10mm)	Tfaible
co.iic	movenne (10-100mm)	Tmoy
	grande(>100mm)	Teley
corns	mou	Cmou
0.05	evosquelette	Cexos
	coquille	Ccog

Tab. 26. I- Traits biologiques et modalités utilisés pour décrire le fonctionnement écologique des communautés macro-benthiques.



thiques issus de l'analyse des traits biologique du benthos de 2010. Les couleurs correspondent aux groupes des stations du plan factorielle (figure 26.1A), issu du dendrogramme (figure 26.1B).

traits	estuaire Gouessant	Est de la baie	bas niveau Ouest	fond de baie	port du Légué
taille	faible	élevé	moyenne	moyenne	moyenne
longévité	faible	moyenne		moyenne	élevé
	herbivores ; deposit				
	feeder surface et			deposit feeder	deposit feeder ;
alimentation	subsurface	prédateur	prédateur	subsurface	suspensivore
habitat	libre	terrier/tube	terrier/tube	dans le sediment	dans le sediment
corps	exosquelette	mou	mou	coquille	coquille
forme	dressé	plat			plat
flexibilité		elevé	elevé	moyenne	faible
mobilité		faible	elevé	faible	nulle
déplacement	nageur	rampe			creuseur
reprod/dev.la	direct, sans stade				
rvaire	larvaire				planctonique
dif. Sex	gonochorique				
sociabilité		solitaire			

Tab. 26.2- Synthèse des traits biologiques dominant pour chaque groupe de stations

Le tableau de synthèse (tab. 26.2) résume les traits biologiques les plus caractéristiques des groupes de stations définit dans l'analyse. Ainsi les prédateurs se situent préférentiellement sur les bas niveaux de l'estran, les deposit feeders plutôt en fond de baie et les herbivores principalement à proximité du Gouessant.

### Indice de diversité fonctionnelle

A partir de la matrice des traits biologiques et des données d'abondance de la macrofaune benthique par station, on peut calculer un indice de diversité fonctionnel (Petchey et Gaston, 2002 ; 2006), qui mesure la dispersion de traits fonctionnels des espèces présentes dans chaque station.

Globalement la diversité fonctionnelle augmente progressivement du haut vers le bas de l'estran (fig 26.3). Cette indice est assez bien corrélé (fig 26.4) avec la bathymétrie (r=-0.499 ; p=0.05). Sa valeur est maximum sur les bas-niveaux, depuis la pointe du Roselier jusqu'au bouchots.

Comme l'a montré Mendez *et al.*, 2011, cet indice (fig. 26.5) reste fortement corrélé à la richesse spécifique(r=0.94; p<0.001).



Fig. 26.3- Représentation spatiale de l'indice de diversité fonctionnel (FD) de la macrofaune benthique échantillonnée en 2010.



Fig. 26.4- Corrélation entre l'indice de diversité fonctionnelle et le niveau bathymétrique (données 2010).



Fig. 26.5- Corrélation entre l'indice de diversité fonctionnelle et le richesse spécifique (données 2010).

95



déplacement

reprod/dev.

direct, sans

stade larvaire

planctonique solitaire/

gregaire

dif. Sex

larvaire

sociabilité

cohésion élevée

élevé

moyenne

opportuniste/

prédateur

plat

rampe

gonochorique

direct, sans stade

larvaire

Tab. 26.3- Synthèse des traits biologiques dominants en fonction des types sédimentaires

### Traits biologiques et variables sédimentaires

On peut testé les liens de co-inertie entre les 3 tableaux :

- La table « R » : caractéristiques environnementales (variables sédimentaires)

- La table « Q » : traits biologiques,
- La table « L » : abondance des espèces benthiques.

Ces liens établis entre les trois tableaux sont significatifs (fig 26.6B), même si le lien entre variables sédimentaires et cortège benthique est beaucoup plus net que le lien entre traits biologiques et mode de répartition des espèces.

L'analyse RLQ permet de mettre en évidence les principales relations identifiables entre les traits biologiques et les variables sédimentaires. L'axe 1 du plan de co-inertie (fig 26.6A) est fortement lié à la bathymétrique et inversement corrélé au niveau de cohésion du sédiment, tandis que l'axe 2 oppose les faciès sableux aux faciès plus vaseux. La projection des traits biologiques sur le plan de co-inertie (fig 26.6C) permet de relier les traits les plus caractéristiques (synthétisée dans le tableau 26.3).

L'approche développée par Legendre *et al.*,1997 permet d'identifier les traits biologiques qui sont significativement corrélés ou inversement corrélé avec les variables sédimentaires (tab 26.4).

coquille

Tab. 26.4- Tableau des traits biologiques correlés significativement avec les variables sédimentaires, par Fourth-corner analysis En bleu : relations négatives significatives

En rouge : relations positives significatives Seuil : 0.05 Nb de permutation : 49999

trait	catégories	label	MED	MOD	BAT	СОН	MOR
longévité de	<2	Lfaible					
l'adulte (années)	2à5	Lmoy					
	>5	Lel					
Méthode de	asexuée	Rasex					
Reproduction	sexuée (dissémination de gamètes)	Rgam					
	sexuée (stade larvaire)	Rlar					
	sexuée (sans stade larvaire)	Rdd					
mode de	sessile	MDsess					
déplacement	nage	MDnage					
l'adulte	rampe	MDramp					
	creuse	MDcreus					
habitudes	déposivore	Adf					
alimentaires	déposivore de surface	Adfs					
	déposivoire de sub-surface	Adfss					
	filtreur/supensivore	AFilsup					
	opportuniste/nécrophage	Аорр					
	herbivore	Aherb					
	prédateur	Apre					
différenciation	gonochorique	DSgono					
sexuelle	hermaphrodite simultané	DSh					
	hermaphrodite successif	DSh2					
habitat	tube	HAtub					
	terrier	HAterr					
	fissure	HAfiss					
	libre	HAlib					
	dans le sédiment	HAsedim					
dévellopement	inexistante	Ddir					
larvaire	benthique	Dbent					
	planctonique lécitothrophe	Dlecit					
	planctonique nonlécitothrophe	Dplanct					
corps	mou	Cmou					
	exosquelette	Cexos					

Ccoq

## Conclusions

Les communautés benthiques sont des éléments importants de la zone intertidale en particulier dans les estrans meubles. Ces communautés joue un rôle important dans les réseaux trophiques (Baird et Milne, 1981 ; Cloern 1982 ; Levin *et al.*, 2001), la structuration des sédiments (Gibson *et al.*, 2001 ; Reise 2002), et peut être relié à la distribution et l'abondance des consommateurs secondaires comme par exemple pour les limicoles (Colwell et Landrum 1993 ; Yates *et al.*, 1993 ; Degré, 2006 ; Saint-Béat *et al.*, 2013). Les communautés benthiques sont des indicateurs de qualité de l'environnement (Dauer 1993 ; Borja *et al.*, 2000). Enfin plusieurs de ces espèces de macrobenthos sont exploitées par les pêcheurs (van Gils *et al.*, 2006). L'étude, le suivi et la conservation de peuplements benthiques constituent donc un enjeu prioritaire pour les gestionnaires des aires marines protégées.

L'analyse des campagnes de 1987 à 2011 montre une stabilité globale des faciès sédimentaires et des peuplements benthiques. Un comblement progressif du à une sédimentation active s'observe toutefois. Il se traduit la formation de nombreux bancs sableux et coquilliers d'une grande mobilité et par une sédimentation fine plus importante qui favrorisent la progression des ceintures végétalisées (dune et prés salés). L'indice M-Ambi traduit un état écologique bon à très bon vis à vis de l'enrichissement en matière organique.

L'inventaire de la macrofaune benthique comprend 164 taxa. Une augmentation de la richesse spécifique est constatée lors des dernières campagnes avec 92 taxons en 2011 contre 56 en 1987. Cette augmentation est directement liées aux modifications du plan d'échantillonnage. Si ce redimensionnement permet aujourd'hui de prendre en compte de nouvelles espèces plus rares, l'essentielle des espèces structurantes du fond de baie était d'ores et déjà identifiés depuis 1987. Par contre cet échantillonnage régulier permet de mieux suivre les changements spatio-temporelles des espèces et des communautés (Bijleveld *et al.*, 2012).

Sur le plan sédimentaire on observe une extension vers l'ouest de l'Anse de Morieux du faciès de sables silteux initialement cantonné au secteur de Jospinet. On note également une progression des faciès de sables vaseux et de silts vaseux en fond d'Anse d'Yffiniac, notamment sur la rive orientale et sur le secteur du Valais. La sédimentation en fond d'anse d'Yffiniac permet l'accroissement du marais maritime dont la superficie est passée de 79.4 à 116.9 ha entre 1952 et 2011. De même, le front dunaire progresse dans l'Anse de Morieux, plus particulièrement à Bon Abri-ouest où une dune mobile précédés d'un marais sont en formation continue depuis le début des années 2000.

L'analyse des données permet de mettre en évidence quelques dégradations des habitats notamment sur la zone de dépôts des sédiments de l'avant port du Légué où un envasement et un appauvrissement du peuplement benthique sont observés. Sur les bas niveaux de l'estran de Saint-Laurent, une diminution de biomasse est mise en évidence, notamment pour *Lanice conchilega*. Cette diminution pourrait être mise en relation avec l'activité pêche à pied (prélèvement et action de ratissage) qui rassemblent entre 150 et 200 usagers sur le secteur lors des grandes marées. Les mesures de sissométrie ont par ailleurs permis de souligner l'impact des activités mytilicoles sur la compaction du sédiment ce qui contribue à expliquer le déficit en richesse spécifique et en abondance observée sur les niveaux moyens à bas de l'Anse de Morieux.

Les faciès biosédimentaires du fond de baie de Saint-Brieuc apparaissent aujourd'hui globalement de bonne qualité et permettent d'assurer l'alimentation d'une avifaune migratrice d'importance internationale. Une vigilance doit cependant être maintenue en raison des différents facteurs potentiels de dégradation recensés.

3

# Annelides



## Annelides polychètes



### Annelides polychètes

polychétes sédentaires polychétes errantes



### Diversité

Le groupe des annélides polychètes représente en terme de diversité faunistique le groupe le plus important avec 109 espèces inventoriées en baie de Saint-Brieuc (70 dans la zone intertidale et 55 dans l'espace subtidal).

Cette classe peut être divisée en 2 groupes d'espèces numériquement comparable : les espèces sédentaires et les errantes (dans l'espace intertidale nous avons inventorié 38 espèces d'annélides polychètes errants et 33 sédentaires). Les listes des espèces de la baie de Saint-Brieuc sont en annexe 1 et 2.

### Abondance

Le nombre d'annélides polychètes par unité de surface est de l'ordre de 200 ind.m<sup>-2</sup> et reste stable au cours des 4 campagnes. Les densités les plus élevées sont localisées en fond d'anse d'Yffiniac (en particulier le long de la côte d'Hillion) et dans le secteur de la pointe du Roselier et du zéro marin.

70% de cette abondance est dû aux espèces sédentaires avec pour les 2 groupes une occurrence dans les stations échantillonnées de l'ordre de 90%.

### **Biomasse**

Les annélides polychètes représentent une biomasse de l'ordre de 40 t pour l'ensemble de l'estran soit 15% de la biomasse totale du macro-benthos.



## Glyceridae



Abondance par m<sup>2</sup>

Glycera alba Glycera fallax

Glycera sp. Glycera unicornis Glycera tridactyla



Phylum: Annelida Class: Polychaeta Order : Phyllodocida

### Description

Le corps est cylindrique rouge ou rose, long, subdivisées par des constrictions. L'extrémité antérieure porte un prostomium allongée, conique muni de quatre antennules à son extrémité. Les autres appendices antérieurs et parapodes sont réduits.

### **Biologie**

Le Glyceridae sont polychètes prédateurs qui s'attaquent à de petits invertébrés. Ce sont des fouisseurs errants qui construisent des galeries de tubes interconnectés qui les aide à attraper leur proie.

**Groupe trophique** 

Omnivore ; prédateur ; charognard

### Distribution

Espèces communes inféodées aux sables purs ou vaseux de l'espace intertidal et largement distribuée en Europe de l'ouest (Mer du Nord, Manche, Atlantique, Méditerranée).

### Répartition sur le site

4 espèces ont été inventoriées dans la zone intertidale des anses de Morieux et d'Yffiniac, dont deux largement distribuées en dessous de la ligne de mi-marée : Glycera fallax (anciennement nommé Glycera gigantea) et Glycera tridactyla.

Deux autres espèces ont été observées plus ponctuellement Glycera alba et Glycera unicornis (anciennement nommé Glycera rouxii).

### Autres espèces du genre Nephtys

2 autres espèces sont présentes dans la zone subtidale de la baie de Saint-Brieuc : Glycera capitata, et Glycera tridactyla.

## Nephtys hombergii



Abondance par m<sup>2</sup>









# Nephtys hombergii (Savigny in Lamarck, 1818)

Gravette blanche Catworm



Phylum: Annelida Class: Polychaeta Order : Phyllodocida Family : Nephtyidae

### Description

Le corps aplati de couleur rose chair est de section nettement tétragone et mesure 100 à 200 mm de long. *Nephtys hombergii* est reconnaissable à la taille de ses cirres branchiales, plus courtes que les branchies au niveau des parapodes du milieu du corps. Les branchies sont rouges. La tête est petite, porte 4 petites antennes ainsi qu'un proboscis dévaginable ornée de papilles et terminé par des dents cornées

### **Biologie**

*Nephtys hombergii* est un prédateur de juvéniles de mollusques, crustacés et polychètes qu'il capture en fouissant le sable. Ils peut aussi se nourrir d'animaux mort et de diatomées.

L'analyse des cercles de croissances des dents permettent déterminer l'âge des individus. *Nephtys hombergii* qui peuvent atteindre 5 ans. Des études menées en mer des Wadden ont permis de mettre en évidence que l'espèce était sensible aux hivers froids. De telles conditions sont susceptibles d'affecter les densités *Nephtys hombergii* de manière significative.

### Groupe trophique Omnivore ; prédateur ; charognard

### Distribution

Espèce commune inféodée aux sables purs ou vaseux de l'espace intertidal et largement distribuée en Europe de l'ouest (Mer du Nord, Manche, Atlantique, Méditerranée).

### Répartition sur le site

*Nephtys hombergii* affectionne les sédiments fins. L'espèce est largement répartie en fond de baie (dans près de 90% des stations) de la ligne de mi marée aux bas niveau avec un optimum entre les niveaux bathymétrique 6 et 9 m. Sa répartition sur le site est stable depuis 1987.

### Autres espèces du genre Nephtys

*Nephtys cirrosa* (peu commune et présent dans 3 à 4 stations selon les campagnes) est présent essentiellement dans l'anse d'Yffiniac et *Nephtys caeca* dans le domaine subtidal.



Abondance de *N. hombergii* en fonction du niveau bathymétrique.

# Hediste diversicolor



2

biomasse totale = 1.3 t

moyenne = 0.04 g/m<sup>2</sup>  $\pm$  0.17

biomasse max = 3.25 g/m<sup>2</sup>

biomasse totale = 0.85 t

moyenne = 0.03 g/m<sup>2</sup>  $\pm$  0.18

biomasse max = 4.42 g/m<sup>2</sup>
### Hediste diversicolor (Müller, 1776)

### Gravette estuary ragworm



Phylum: Annelida Class: Polychaeta Order : Phyllodocida Family : Nereididae

#### Description

Le Néréis multicolore est un vers annelé (90 à 120 sétigères) à corps à mou aplati effilé postérieurement d'une longueur de 50 à 120 mm. Sa couleur est variable ce qui lui vaut son nom (verdâtre, jaunâtre, rouge orangée). Un vaisseau sanguin rouge sombre caractéristique est présent sur la ligne médiodorsale. La tête est bien différenciée avec deux gros palpes, quatre cirres tentaculaires, deux petites antennes et quatre taches oculaires. *Hediste diversicolor* possède un proboscis (grosse trompe) dévaginable terminée par une paire de mâchoires cornées et garnie de denticules cornés.

#### **Biologie**

C'est une espèce qui vie dans des galeries creusées dans les sédiments vaseux à sablo-vaseux. Elle tolère des eaux saumâtres et hypersalées. Les individus se déplacent en rampant et en ondulant le corps à la surface des sédiments, ou en nageant. *Hediste diversicolor* est un prédateur et un nécrophage. Ses proies (autres organismes vermiformes, petits crustacés, mollusques, ...) sont capturées à l'aide du proboscis. Il chasse principalement à marée haute en raison de conditions moins favorables pour lui à marée basse (prédation, dessiccation). A noter qu'il peut également s'alimenter en filtrant l'eau à l'aide d'un filet de mucus.

#### **Groupe trophique**

Prédateur (selon les études disponibles sur le contenu du tractus digestif de cet animal, *H. diversicolor* est un prédateur généraliste relativement opportuniste, capable d'adapter saisonnièrement son alimentation aux ressources disponibles de son environnement).

#### Distribution

Le Néréis multicolore est présent sur tout le littoral européen, de la mer Baltique à la Méditerranée (Mer du Nord, Manche, Atlantique, Méditerranée).

#### Répartition sur le site

*Hediste diversicolor* est présent en haut de l'estran au sein de vases et sables envasés (hostellerie, Valais, Saint-Guimond, Gouessant...). Sa répartition sur le site est stable depuis 1987.

#### **Evolution**

Les effectifs et les biomasses sont comparable entre novembre 2010 et mars 2011. Les effectifs et biomasse maximum sont observés dans l'estuaire du Gouessant (avec plus de 500 individus.m<sup>-2</sup>). Cet estuaire n'étant pas échantillonné en 1987 et 2001, cela explique les effectifs plus faibles ces 2 années. La biomasse totale évaluée pour cette espèce est de l'ordre de 0.8 à 1.3 t pour l'ensemble du

Phyllodoce sp.



### Phyllodoce sp.

Phyllodoce lineata Phyllodoce maculata Phyllodoce mucosa

Phyllodoce groenlandica Phyllodoce rosea Phyllodoce liminosa



Phylum: Annelida Class: Polychaeta Order : Phyllodocida

#### Description

Le Phyllodoces ont un corps très allongé, avec de très nombreux segments. Le prostomium peut être ovale ou allongé. Il y a la présence de 2 yeux, 4 antennes, avec souvent un bouton occipital. Les phyllodoces ont une longue trompe garnie à la base de papilles molles diffuses ou disposées en rangées longitudinales. On observe des paires de cirres tentaculaires réparties sur 3 segments plus ou moins distincts.

#### **Biologie**

Le genre Phyllodoce est largement répandu avec un grand nombre d'espèce et distribué dans la zone intertidale et en subtidale peu profond. Ils sont carnivores et se nourrissent de petits invertébrés. Les sexes sont séparés et masses enchevêtrées composés de plusieurs mâles avec une femelle ont été observés à la surface du sédiment. Les cocons d'œufs sont de couleur verte et s'observe attaché au sédiment ou à des rochers.

**Groupe trophique** Omnivore ; prédateur ; charognard

Distribution Largement répandu dans le monde.

#### Répartition sur le site

Phyllodoce est le genre le plus diversifié de la famille des *Phyllodocidae* présent en fond de baie avec 6 espèces.

### autres Phyllodocidae



### autres Phyllodocidae

Eteone longa Mysta picta Eumida sanguinea Hypereteone foliosa Eulalia mustela Nereiphylla sp.



Phylum: Annelida Class: Polychaeta Order : Phyllodocida

#### Description

Le corps est vermiforme, ordinairement long et mince à segments très nombreux., prostomium distinct, conique, ovale ou allongé. Ils ont 2 yeux et 4 ou 5 antennes. Les 3 premiers segments modifiés portant des cirres tentaculaires, les autres segments portent des parapodes uniramés (exceptionnellement biramés). On observe des cirres dorsaux et ventraux foliacés.

#### **Biologie**

Les *Phyllodocidae* se trouvent sur tous les types de substrats, du littoral aux plus grandes profondeurs. La plupart des espèces sont carnivores très actives. Toutes les espèces connues ont des sexes séparés. Les œufs sont souvent déposés dans des sacs de mucus. Le développement larvaire est planctonique avec un trochophore plankto ou lécithotrophe.

**Groupe trophique** Omnivore ; prédateur ; charognard

**Distribution** Largement répandu dans le monde.

#### Répartition sur le site

Les Phyllodocidae représente la famille d'annélide polychète la plus diversifiée en nombre d'espèce. Les 14 espèces se répartissent en 6 genres : *Phyllodoce*, *Eteone*, *Eulalia*, *Eumida*, *Nereiphylla* et *Pseudomystides* 

## Sigalion mathildae















### Sigalion mathildae (Audouin & Milne Edwards in Cuvier, 1830)



Phylum: Annelida Class: Polycheta Order : Phyllodocida Family : Sigalionidae

### Description

Le corps cylindrique mesure 100 à 150 mm pour un diamètre de 4-5 mm et est composé de 200 segments environ.

*S. mathildae* a le dos couvert d'élytres dont les bords extérieurs disposent d'une frange caractéristique constitué de 10-20 papilles. La tête porte trois antennes (deux latérales et une au milieu) et deux paires de petits yeux souvent pas ou pas visible.

#### **Biologie**

S. mathildae vit de 15 à 20 cm sous la surface du sédiment. Ils sont généralement considérés, carnivores libre, se nourrissant de petits invertébrés.

Groupe trophique Prédateur

#### Distribution

Espèce commune inféodée aux sables ou vaseux de l'espace intertidal, présent dans Pacifique Nord, de l'Atlantique Nord à la Méditerranée, de l'Adriatique, de la Manche et en mer du Nord. On trouve également dans le golfe Persique et à Madagascar.

Sigalion mathildae a une préférence pour les sédiments à granulométrie assez fine (granulométrie médiane de 150 à 250  $\mu$ m) et la présence d'une faible teneur en particule fine.

Répartition sur le site

*S. mathildae* est distribuée sur environ 2 500 ha de fond de baie de Saint-Brieuc principalement en dessous de la ligne de mi-marée, parfois en assez forte densité (jusqu'à 100 individu.m<sup>-2</sup>). La biomasse totale de cette espèce est évalué entre 2.8 t et 4.8 t.

### Arenicola marina



116

## **Arenicola marina** (Linnaeus, 1758)

Arenicole Lugworm

#### Phylum: Annelida Class: Polycheta Order : Capitellida Family : Arenicolidae

#### Description

*Arenicola marina* possède un corps cylindrique et épais séparé en deux régions distinctes. Il peut mesurer jusqu'à 15 à 20 cm de long pour 1cm de large. La région antérieure est épaisse et porte des soies (19 sétigères) et des branchies rouge vif. La région postérieure, plus fine, est dépourvue d'appendices. La coloration est variable du rose chair chez les juvéniles et du jaune verdâtre au noir verdâtre ou même noir chez les adultes. La tête est peu marquée, dépourvue d'yeux et d'appendices. La bouche est située à l'extrémité d'une trompe molle dévaginable garnie de petits tubercules et dépourvue de dents.

#### **Biologie**

L'Arénicole affectionne les sables fins plus ou moins envasés de l'espace intertidal mais sa présence est également connue sur des fonds de 0 à 20 m. Espèce endogée, elle vit dans une galerie en forme de « U » dont les extrémités sont révélées par la présence d'une dépression en forme d'entonnoir, d'une part, et par des amas de déjection vermiculaires communément appelés « tortillon ». La Galerie est tapissée de mucus pour éviter qu'elle ne s'écroule pas. L'Arénicole s'y positionne en « J » ou en « L » et fait circuler l'eau de l'anus vers la bouche pour baigner ses branchies. C'est une espèce psammivore à régime microphage : elle ingère le sable à l'aide de sa trompe et assimile les fines particules alimentaires.

#### **Groupe trophique**

Dépositivore

#### Distribution

Espèce commune sur les sédiments meubles de l'ensemble du littoral Atlantique européen, de la mer Baltique aux côtes portugaises.

#### Répartition sur le site

L'arénicole est présent sur la moitié supérieure de l'estran des anses de Morieux et d'Yffiniac. Sa distribution est stable depuis 1987.



 <sup>40</sup> En 2009, une évaluation a été menée par comptage du nomb <sup>35</sup> re de tortillons et par prélève <sup>30</sup> ment d'individu pour l'estimation des biomasses. Il est
<sup>25</sup> probable que le protocole par carottage utilisé lors des campa <sup>20</sup> gnes sous-estime la biomasse de
<sup>15</sup> cette espèce. La biomasse moyenne est estimée à un peu
<sup>10</sup> plus de 2 g/m<sup>2</sup>, comparable aux
<sup>5</sup> résultats obtenus en mer ds Wadden (Beukema et De Vlas,
<sup>9</sup> 1979).

### Capitellidae



### Capitellidae

Capitella capitata

Capitellidae sp. Notomastus latericeus Capitella sp. Mediomastus fragilis



Phylum: Annelida Class: Polycheta Subclass : Scolecida Family : Capitellidae

#### Description

Les capitellidae est une famille d'annélides polychètes sédentaires vivant dans des terriers. Il s'agit de vers longs (jusqu'à 50 mm), fragiles, et difficiles à recueillir intacte (dont les difficultés de détermination jusqu'à l'espèce de nombreux individus). Le corps est divisé en une courte région antérieure, dite région thoracique de 8-21 segments ventrus et une longue région abdominale postérieure formée de segments plus minces. Il n'y a pas appendices céphaliques. Le prostomium est conique à pointe. Sur le premier segment les soies sont habituellement manquantes sauf chez Capitella. Les parapodes sont réduits à des coussinets. Ils ont un système circulatoire ouvert sans gros vaisseaux. La taxonomie du Capitellidae est presque entièrement basée sur la distribution, l'orientation et la structure des soies.

#### **Biologie**

Les Capitellidae creusent dans le sable ou dans la vase des galeries tapissées d'une mince couche de mucus.

**Groupe trophique** Carnivore, dépositivore, déposivore de surface

#### Distribution

Les capittelidae sont très largement distribué à l'échelle planétaire, en particulier le genre Capitella.

#### Répartition sur le site

Toutes les espèces de Capitellidae sont observée dans les bas niveaux de la zone d'estran, au dessous de la ligne de mi-marée.

Les espèces identifiées sur le site, en zone intertidale, appartiennent à 3 genres : Capitella, Mediomastus, et Notomastus.

L'espèce de Capitellidae la plus abondante en 2010 et 2011 est Capitella capitata. L'espèce Mediomastus fragilis abondant en 2001 n'a pas été retrouvée en 2010/2011

A noter que Mediomastus fragilis et Notomastus latericeus ont été échantillonné en zone subtidale en 1987.

### Orbinidae

Scoloplos armiger



### Orbinidae

Scoloplos armiger Orbinia latreillii Orbinia sertulata Orbiniidae sp.



#### Phylum: Annelida Class: Polycheta

#### Description

Le corps vermiforme possède de très nombreux segments, et se divise en 2 régions : une thoracique plus ou moins aplatie et élargie, une partie abdominale, beaucoup plus longue, plus ou moins cylindrique. Les parapodes sont biramés avec des acicules. Les branchies dorsales simples, sont fortement ciliées. On observe une cirre dorsal. Dans la région thoracique, les rames ventrales sont en bourrelet comprimé, frangé ou non de papilles avec plusieurs rangées de grosses soies. L'ancien nom de cette famille : *Ariciidae*.

#### **Biologie**

La famille des Orbinidae possède des caractéristiques intermédiaire entre les errantes et les sédentaires. Elle possède des parapodes abdominaux rappelant ceux des premières mais également pourvus d'acicules et ses rames ventrales thoraciques sont munies de crochets ou uncini comme chez les sédentaires et le prostomium réduit est dépourvu d'appendices. Les orbinidae sont néanmoins considérés comme sédentaire.

**Groupe trophique** Dépositivore de subsurface

Distribution

#### Répartition sur le site

3 espèces ont été déterminées dans la zone intertidale du fond de baie de Saint-Brieuc : 2 *Orbinia (latreillii et sertulata)*, et *Scoloplos armiger*. Cette dernière est distribuée dans les niveaux bathymétrique proche du zéro et à également été échantillonnée en zone subtidale en 1987.

### Magelonidae

Magelona sp.



### Magelonidae

Magelona sp. Magelona filiformis Magelona mirabilis



Phylum: Annelida Class: Polycheta Order : Spionida Family : Magelonidae

#### Description

Le corps filiforme a 2 régions distinctes. Le prostomium est ovale, aplati, sans antennes. Ils n'ont pas d'yeux avec 2 longs palpes munis de papilles. La trompe est énorme et bien développée. Les parapodes sont biramés. Les cirres ventraux et dorsaux sont lamelliformes. Il n'y a pas de branchies. Les soies sont simples, les unes capillaires, les autres en crochets encapuchonnés.

#### **Biologie**

Les adultes atteignent une taille de 5 à 20 cm et vivent libre en creusant dans le sable propre. Ils sont déposivores en exploitant les plus grosses particules, y compris de petits invertébrés à la surface des sédiments. *Magelona* vit environ 3 ans et atteint sa maturité à 2 ans.

Dans les stations où les espèces de *Magelona* sont présentes, on les trouve généralement en assez forte densité.

**Groupe trophique** Dépositivore de surface , brouteurs, suspensivore (facultatif)

Distribution

#### Répartition sur le site

2 espèces ont été déterminées dans la zone intertidale du fond de baie de Saint-Brieuc : *Magelona filiformis* et *Magelona mirabilis*. La distribution de *M.filiformis* est limitée aux secteurs très proche du zéro marin (niveau bathymétrique inférieur à 2 m) alors que *M.mirabilis* à une distribution un peu plus large mais toujours inférieure à un niveau bathymétrique de 6 m.

A noter la présence de M. alleni en zone subtidale inventoriée en 1987.

### Malacoceros sp.

Malacoceros sp.



### Malacoceros sp.

Malacoceros sp. Malacoceros fuliginosus Malacoceros tetracerus



Phylum: Annelida Class: Polycheta Order : Spionida Family : Spionidae

#### Description

Le corps allongé est relativement grêle, de couleur rose au violet foncé. Le prostomium est triangulaire avec quatre yeux et deux cornes frontales. Le pygidium a 6-8 cirrus.

#### **Biologie**

*Malacoceros* est ver fouisseur et grégaire qui peut aussi nager sur de courtes distances. *Malacorecos teracerus* peut être présent dans les eaux saumâtre, tandis *M. fuliginosus* est présent dans les sables vaseux ou sous les pierres. *Malacoceros* sont souvent parmi les premiers colonisateurs des sédiments perturbés après les activités de dragage.

**Groupe trophique** Dépositivore de surface, opportuniste, suspensivore

#### Distribution

Présents en mer du Nord et de l'Atlantique Nord à la Méditerranée ainsi que dans la mer Noire.

#### Répartition sur le site

2 espèces ont été déterminées dans la zone intertidale du fond de baie de Saint-Brieuc en 2010 et 2011 : *Malacoceros fuliginosus* et *Malacoceros tetracerus*. Ce dernier est la plus abondante dans l'anse d'Yffiniac et de Morieux, principalement au niveau de la ligne de mi-marée.

### Pygospio elegans











## **Pygospio elegans** (Claparède, 1863)



Phylum: Annelida Class: Polycheta Order : Spionida Family : Spionidae

#### Description

*Pygospio elegans* à un corps mince, cylindrique, mesurant jusqu'à 15 mm pour 60 segments, de couleur jaunâtre à verdâtre. Il a un prostomium étroit, en avant faiblement incisés, avec 2-8 yeux placés en situation irrégulière. Il n'a pas d'antenne, mais deux longs palpes.

#### **Biologie**

Les annélides de la famille des *spionidae* sédentaires vivent dans un long tube souple recouverte de fines particules constitué de sable ou de coquille. Ces tubes peuvent dépasser sur sédiment à marée basse. On l'observe dans les zones supérieurs des estrans, dans les crevasses des rochers mais également dans l'eau saumâtre.

#### Groupe trophique

Dépositivore de surface, brouteurs, suspensivore(facultatif)

#### Distribution

Présents en mer du Nord, mer Baltique, de l'Atlantique Nord à la Méditerranée, la mer Noire, de l'Arctique, l'Afrique du Sud et en Australie.

#### Répartition sur le site

*Pygospio elegans* est présent en fond d'anse d'Yffiniac et de manière plus localisée dans l'anse de Morieux. Les plus fortes densités atteignent, en mars 2011, 2 600 individu.m<sup>-2</sup>.

### Spiophanes bombyx





### **Spiophanes bombyx** (Claparède, 1870)

### Bee spionid

Phylum: Annelida Class: Polycheta Order : Spionida Family : Spionidae

#### Description

Spiophanes bombyx mesure jusqu'à 60 mm pour 180 segments. Il a un coprs un peu aplati dorsalement avec des bourrelets transversaux ciliés. Le prostomium triangulaire possède des cornes frontales. Il a de 0 ou 4 yeux en trapèze, sans antenne médiane. Les longs palpes peuvent atteindre 10 segments. Le pygidium a deux cirrus filamenteux.

#### **Biologie**

Spiophanes bombyx est un annélide de la famille des spionidae sédentaire vivant dans des tubes de 2 mm de diamètre et 25 cm de long, en forme de Y, incrustées de sable. Bien que l'espèce a été trouvée dans une variété de types de sédiments, la distribution de densité suggère une nette préférence pour les substrats de sable fin.

#### Groupe trophique

Dépositivore de surface, brouteurs, suspensivore (facultatif)

#### Distribution

Arctique, de l'Atlantique Nord à la Méditerranée jusqu'à l'Atlantique sud, toute la mer du Nord à la Manche, du Pacifique Nord au Sud jusqu'à la région subantarctique.

#### Répartition sur le site

Observée en 1987 et 2001, cette espèce n'a pas été retrouvée lors des campagnes de 2010 et 2011. Les plus fortes densités ont été échantillonnées dans l'anse de Morieux.



### Spionidae

Spio filicornis



### autres Spionidae

Spio martinensis

Spio filicornis Scolelepis squamata Scolelepis foliosa



Phylum: Annelida Class: Polycheta Order : Spionida Family : Spionidae

#### Description

Les autres espèces de spionidae présentes en fond de baie appartiennent au genre spio et Scolelepis.

#### **Biologie**

Spio filicornis vit dans des tubes de sables tandis que les Scolelepis vivent plutôt dans des terriers horizontaux sans construire de réels tubes.

#### **Groupe trophique**

Dépositivore de surface, brouteurs, suspensivore (facultatif)

#### Distribution

Spio filicornis : Arctique, du Pacifique, de l'Atlantique, la Méditerranée, la mer Noire, la mer Rouge, la mer du Nord.

Spio martinensis : Du nord-est de l'Atlantique à l'Espagne.

Scolelepis squamata : Peut-être dans le monde entier à l'exception de l'Arctique et de l'Antarctique.

Scolelepis foliosa : L'Arctique, le Pacifique Nord, de l'Atlantique Nord à la Méditerranée, et en mer du Nord

#### **Répartition sur le site**

Spio filicornis a été observé lors des 4 campagnes de prélèvement avec des densité maximal observé en mars 2001.

Spio martinensis est une espèce à assez large distribution sur l'estran. Cette espèce à été échantillonnée en novembre 2010 et mars 2011, avec des densités maximum à l'est de la baie.

Scolelepis squamata a une large répartition sur l'ensemble de l'estran. Les densités maximales ont été observées en 2011 dans plusieurs stations des anses d'Yffiniac et de Morieux (275 ind.m<sup>-2</sup>)

Scolelepis foliosa à été observé uniquement en 1987 dans 2 stations.

#### Autres espèces de la famille des spionidae

3 autres espèces de spionidae ont été inventoriées dans le domaine subtidal en 1987 : Polydora cillata, Prionospio malmgreni et Pseudopolydora pulchra.

### Chaetozone gibber



0.04

0.02

0.00

biomasse totale = 0.05 t

moyenne = 0 g/m<sup>2</sup>  $\pm$  0.01

biomasse max = 0.06 g/m<sup>2</sup>

0.04

0.02

0.00

biomasse totale = 0.08 t

moyenne = 0 g/m<sup>2</sup>  $\pm$  0.01

biomasse max =  $0.09 \text{ g/m}^2$ 

### Chaetozone gibber (Woodham & Chambers, 1994)



Phylum: Annelida Class: Polycheta Order : Terebellida Family : Cirratulidae

### Description

Annélide de la famille des *Cirratulidae* pouvant mesurer jusqu' 25 mm. Le corps est allongé, cylindrique, et posséde jusqu'à 90 segments. Le Prostomium est en forme de cône pointu, sans yeux, fusionné aux segments antérieurs. On peut observer la présence d'une paire de palpes rainurés sur le dernier segment. Les 3 premiers segments sont dépourvus de soies. Les branchies filamenteuses longues et latérales sont présentes sur un assez grand nombre de segments dans la partie antérieurs du corps (absentes dans les segments postérieurs).

#### **Biologie**

L'espèce vit dans des terriers en zone intertidale proche du zéro de la mer et dans le sublittoral peu profonde. *Chaetozone* a une durée de vie de 1-2 ans et peut atteindre sa maturité sexuelle avant 1 an. Il existe peu d'informations sur la fécondité mais les œufs sont fécondés à l'extérieur et les larves peuvent avoir un important potentiel de dispersion. *Chaetozone gibber* présente toutes les caractéristiques d'une espèce opportuniste avec une courte durée de vie, et au taux de croissance rapide. Lorsque les conditions environnementales sont appropriées, *Chaetozone gibber* est souvent l'un des premiers genres à récupérer après une perturbation.

**Groupe trophique** Dépositivore de surface, brouteurs, suspensivore (facultatif)

**Distribution** Atlantique Nord, Manche

**Répartition sur le site** Cette espèce est observée tout le long de la ligne du zéro marin.

#### Autres espèces de la famille des cirratulidae

2 autres espèces de cirratulidae ont été inventoriées : *Cirratulus* sp. en 2010/2011 sur l'estran et *Cirratulus cirratus* en domaine subtidal en 1987.

### Lanice conchilega







### Lanice conchilega (Pallas, 1766)

lanice Sand mason



Phylum: Annelida Class: Polycheta Order : Terebellida Family : Terebellidae

#### Description

Lanice conchilega possède un corps de 10 à 15 cm pour un diamètre de 5 mm, se divisant en un thorax cylindrique et ferme, et un abdomen effilée et souple. La partie supérieure de l'animal est constituée d'un panache de 15 à 20 longs tentacules rétractiles lui permettant de collecter sa nourriture dans un rayon de 10 à 15 cm. Trois paires de branchies sur les segments 2-4. Pygidium avec 4 petites papilles.

#### Biologie

Le lanice vit dans les fonds sableux ou légèrement envasés, quelquefois dans la vase. L'animal se développe à l'intérieur d'un tube vertical, constitué de grains de sables agglomérés par du mucus. Le tube sableux, beaucoup plus long que l'animal, peut atteindre des profondeurs de plus de 40 cm. C'est un ver sédentaire filtrant. L'espèce forme parfois des concentrations d'individus très denses connues sous le nom de "banquette à lanices" comme en baie du Mont-Saint-Michel (Godet *et al.*, 2008), qui peuvent jouer un rôle alimentaire important pour certaines espèces de limicoles (De Smet *et al.*, 2013).

#### **Groupe trophique**

Dépositivore de surface, brouteurs, suspensivore (facultatif)

#### Distribution

Atlantique, Manche, Mer du Nord, et Méditerranée.

#### Répartition sur le site

*Lanice conhilega* est localisé dans le secteur «Pointe du Roselier-embouchure du Légué-Bouchot». Cette espèce n'a pas été inventorié en 1987 ni en 2001. La biomasse de cette espèce est estimé à 8 t environ. Les faibles densités n'aboutissent pas à la formation de banquettes.

#### Autres espèces de la famille des Terebellidae

4 autres espèces de terebellidae ont été inventorié : *Polycirrus arenivorus* sur l'estran et *Amphitritides gracilis, Axionice maculata, Streblosoma bairdi* en domaine subtidal en 1987.



# Mollusques



Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc

### Mollusques bivalves



### Mollusques bivalves



Phylum: Mollusca Class: Bivalvia Order : Veneroida Family : Cardiidae

#### Diversité

Le groupe des mollusques inventorié en baie de Saint-Brieuc recèle 60 espèces dont 28 dans la zone intertidale. 18 espèces ont été inventoriées dans les sédiments meubles de fond de baie (13 mollusques bivalves et 5 mollusques gastéropodes).

En zone intertidale, 5 espèces dominent en abondance, en occurrence et en biomasse : *Tellina tenuis, Cerastoderma edule, Donax vittatus, Macoma bathica* et *Scrobicularia plana*.

#### Abondance

Le nombre de mollusque bivalves par unité de surface varie fortement d'une campagne à l'autre en fonction de recrutements très variables d'une année sur l'autre (de 274 à 1480 ind.m<sup>2</sup>).

*Tellina tenuis* est sur 3 des 4 campagne l'espèce la plus abondante et la plus largement distribuée.

#### **Biomasse**

Les mollusques bivalves représentent une biomasse de l'ordre de 100 t pour l'ensemble de l'estran soit un peu plus de 40% de la biomasse totale du macro-benthos.

*Cerastoderma edule* représente 55% de cette biomasse, viennent ensuite *Tellina tenuis* (20 %) et *Scrobicularia plana* (19%).

Ponsero A., Sturbois A. et Dabouineau L., 2013. Evaluation spatiale des mollusques bivalves (Scrobicularia plana, Macoma balthica, Telina tenuis, A. fabula, Cerastoderma edule, Donax vittatus) de la baie de Saint-Brieuc. Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc, 21p.

### Cerastoderma edule

















### **Cerastoderma edule** (Linnaeus, 1758)

Coque Common Cockle kokkel

Phylum: Mollusca Class: Bivalvia Order : Veneroida Family : Cardiidae

#### Description

La coque peut atteindre la taille de 50 mm mais la taille moyenne observée plus communément sur le littoral oscille entre 15 et 35 cm. Les valves symétriques sont globalement rondes et bombées donnant une allure très ventrue à l'espèce. Elles sont ornées de fortes sculptures radiales caractéristiques. Les stries de croissance sont bien marquées. La couleur est variable, généralement blanche ou beige.

#### **Biologie**

La coque affectionne les sédiments intertidaux sableux à sablo-vaseux ou graviers fins dans lesquels elle s'enfouit à quelques centimètres de profondeur. Elle est présente des niveaux haut de l'estran aux niveaux bas et déborde juste sous la limite du zéro des marées. Le naissain est présent sur les niveaux les plus hauts de l'estran et les individus adultes migrent au cours de la vie pour atteindre les parties basses de l'estran. La coque possède un pied robuste qui lui permet de s'enfoncer dans le sédiment et de s'y maintenir en présence de fortes contraintes hydrodynamiques.

#### **Groupe trophique**

Suspensivore

#### Distribution

L'espèce est présente de la mer du Nord à l'Afrique de l'Ouest.

#### Répartition sur le site

L'espèce est principalement présente en anse d'Yffiniac et dans son prolongement vers les niveaux bas de l'estran. Les densités rencon-

trées en anse de Morieux sont inférieures.

#### **Evolution**

Depuis 2001, la Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc réalise chaque année une évaluation du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc. D'une année sur l'autre les effectifs peuvent être multiplié par 8 et la biomasse de 2.





- umbert, 1943. La coque (Cardium edule). Rev. Trav. Offi. Scienti. Tech. Pêches Mari. 13, 30-33.
- Blanchard M., 1992, Bilan énergétique de la population de coque (Cerastoderma edule L.) en baie de Saint-Brieuc, Manche Ouest. Aspects récents de la biologie des mollusques, Actes de colloques n°13. IFREMER, 7-18.
- Houron J., 2004. Étude écotoxicologique en baie de Saint-Brieuc (Côtesd'Armor). Indices biologiques de perturbation dans un écosystème marin anthropisé. Université de Rennes I et Université U.C.O Bretagne Nord, Guingamp, 37p.
- Dabouineau L. et Ponsero A., 2009. Synthesis on biology of Europeen cockle (Cerastoderma edule). Université Catholique de l'Ouest - Réserve Naturelle Nationale Baie de St-Brieuc, 23p.
- Ponsero A., Sturbois A. et Dabouineau L., 2001 à 2014. Evaluation spatiale de la densité du gisement de coques de la baie de Saint-Brieuc.
- Ponsero A., Dabouineau L. et Allain J., 2009. Modelling of the Cockle (Cerastoderma edule L.) fishing grounds in a purpose of sustainable management of traditional harvesting. Fisheries Science. 75(4), 839-850.
- Ponsero A., Sturbois A. et Dabouineau L., 2013. Evaluation spatiale des mollusques bivalves (Scrobicularia plana, Macoma balthica, Telina tenuis, A. fabula, Cerastoderma edule, Donax vittatus) de la baie de Saint-Brieuc. Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc, 21p.

141

### Telina tenuis

















**Tellina tenuis** (Da Costa, 1778)

Telline-papillon Thin tellin platte Tellmuschel

Phylum: Mollusca Class: Bivalvia Order : Veneroida Family : Tellinidae

#### Description

*Tellina tenuis* possède une coquille asymétrique, d'aspect triangulaire sur la face supérieure et de forme ovale irrégulière sur le bord inférieur des valves. Les valves de couleur rose (plus rarement blanche ou rose) sont fines, fragiles et légères. La surface des valves est pratiquement lisse et ne laissent apparaître que des fine stries de croissance. L'espèce peut atteindre 30 mm.

#### **Biologie**

L'espèce affectionne les sables fin (150 à 500  $\mu$ m) et relativement propres (particules fines < 20%) dans lesquels elle s'enfouit à quelques centimètres de profondeur. La profondeur d'enfouissement dépend des marées et peut atteindre 10 à 12 cm à marée basse. L'espèce est sensible aux hivers rigoureux et présente en général des densités plus faibles à la suite de telles situations. La durée de vie de *Tellina tennis* varie entre 2 et 10 ans.

Le Bécasseau maubèche est un prédateur de la Telline en fond de baie. Les poissons plats peuvent également s'alimenter des siphons qui possède une capacité d'auto-régénération.

**Groupe trophique** 

Suspensivore

#### Distribution

*Tellina tenuis* est présente de la Mer du Nord jusqu'aux côtes méditerranéennes et du Nord-Ouest de l'Afrique.

#### Répartition sur le site

L'espèce est largement distribuée sur l'estran de la baie de Saint-Brieuc (sur plus de 2 500 ha), et la plus abondante lors de 3 des 4 campagnes qui ont été réalisées. Cette espèce représente environ 1/4 de la biomasse des bivalves de l'estran au printemps.



- Milheu C., 2008. Etude de 4 populations de bivalves du fond de baie de saint-Brieuc. Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc, 30p+annexes.
- Sturbois A., Ponsero A., Desroy N. et Fournier J., 2014. Exploitation of intertidal feeding resources by the Red Knot Calidris canutus under megatidal conditions. Journal of Sea Research.
- Sturbois A., Ponsero A., Fournier J., Desroy N. et Le Mao P., 2013, Foraging exploitation of a sand flat by overwintering Red knots Calidris canutus, Bay of Saintbrieuc, France. in: Rencontre Ornithologique Bretonne, Saint-Brieuc.
- Ponsero A., Sturbois A. et Dabouineau L., 2013. Evaluation spatiale des mollusques bivalves (Scrobicularia plana, Macoma balthica, Telina tenuis, A. fabula, Cerastoderma edule, Donax vittatus) de la baie de Saint-Brieuc. Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc, 21 p.

### Macoma Balthica



2.0

1.5

1.0

0.5

0.0

biomasse totale = 1.14 t

moyenne =  $0.04 \text{ g/m}^2 \pm 0.11$ 

biomasse max = 1.2 g/m<sup>2</sup>


Macoma Balthica (Linnaeus, 1758)

Telline de la Baltique Baltic tellin Plattmuschel

Phylum: Mollusca Class: Bivalvia Order : Veneroida Family : Tellinidae

#### Description

*Macoma balthica* à une coquille lisse, assez épaisse, globalement ovale ou légèrement triangulaire, et mesurant généralement moins de 30 mm de long. Sa surface est brillante et sculptée de fines lignes concentriques de croissance. Elle peut être marquée d'une alternance de bandes sombres et claires. La plupart des coquilles sont blanches ou rose et on peut également trouver des individus jaune ou orange.

#### **Biologie**

*Macoma balthica* est une espèce euryhaline pouvant tolèrer une salinité très réduite, typique des zones calmes. Elle vit enfouie sur le côté de préférence dans les cinq premiers centimètres des sédiments vaseux ou sableux fins recouverts de vase en zone intertidale. Elle a tendance à préférer les sédiments très fins (granulométrie médiane <200 \*m) avec des teneurs de vases élevées (> 20%). La période de reproduction principale se situe entre Février et Mai, avec une deuxième ponte à l'automne. La larve a une vie pélagique durant sept ou huit semaines. Lorsque la croissance est rapide, la longévité est d'environ trois ans, mais dans les populations à croissance lente les spécimens peuvent vivre jusqu'à six ou sept ans (record : 25 ans).

**Groupe trophique** Suspensivore ; déposivore

#### Distribution

Elle est présente des côtes de la mer Baltique, mer du Nord, Manche et côtes atlantiques jusqu'a l'estuaire de la Gironde (alors que cette espèce était décrite il y encore 40 ans sur les côtes nord ouest espagnoles). Elle est également présente en Atlantique Ouest et Pacifique Nord-Est, sur les côtes des USA et du Canada.

#### Répartition sur le site

L'espèce est distribuée essentiellement en fond d'anse d'Yffiniac, avec d'assez fortes concentrations dans les zones de Silt vaseux. Sa biomasse est estimée à 1 à 2 t.



Milheu C., 2008. Etude de 4 populations de bivalves du fond de baie de saint-Brieuc. Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc, 30p+annexes. Ponsero A., Sturbois A. et Dabouineau

onsero A., Sturbois A. et Dabouineau L., 2013. Evaluation spatiale des mollusques bivalves (Scrobicularia plana, Macoma balthica, Angulus tenuis, A. fabula, Cerastoderma edule, Donax vittatus) de la baie de Saint-Brieuc. Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc, 21 p.

## Scrobicularia plana



Abondance par m<sup>2</sup>











## **Scrobicularia plana** (Da Costa, 1778)

Scrobiculaire Peppery furrow shell Pfeffermuschel

Phylum: Mollusca Class: Bivalvia Order : Veneroida Family : Scrobiculariidae

#### Description

*Scrobicularia plana* à une coquille mince et fragile, ovale, de coloration blanche à grisargenté ou brun clair pouvant être localement teintée de noir. La coquille peut atteindre jusqu'à 65 mm de long pour une épaisseur maximum de 11 mm. Les stries de croissances sont nombreuses, concentriques et fines. Le siphon inhalant est long et mesure jusqu'à six fois la longueur de la coquille. Présente dans les secteurs de vase, elle laisse à la surface une marque en étoile autour d'un trou.

#### **Biologie**

Il s'agit d'une espèce du médiolittoral, présente jusqu'à 30 mètres de profondeur. Elle est caractéristique des zones vaseuses estuariennes en particulier dans les zones de haute slikke. Il s'agit d'une espèce qui supporte bien les variations de salinité.

**Groupe trophique** 

Suspensivore

Distribution

Largement distribuée, de la Norvège à la Méditerranée et de l'Afrique de l'Ouest

#### Répartition sur le site

L'espèce est distribuée sur l'estran de la baie de Saint-Brieuc dans l'estuaire du Gouët, du Gouessant et en fond d'anse d'Yffiniac, où l'on observe les densité les plus forte dans le secteur de la plage de l'hôtellerie.





Milheu C., 2008. Etude de 4 populations de bivalves du fond de baie de saint-Brieuc. Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc, 30p+annexes.

Tankoua O.F., Amiard-Triquet C., Denis F., Minier C., Mouneyrac C. et Berthet B., 2012. Physiological status and intersex in the endobenthic bivalve Scrobicularia plana from thirteen estuaries in northwest France. environmental pollution. 167, 70-77.

onsero A., Sturbois A. et Dabouineau L., 2013. Evaluation spatiale des mollusques bivalves (Scrobicularia plana, Macoma balthica, Angulus tenuis, A. fabula, Cerastoderma edule, Donax vittatus) de la baie de Saint-Brieuc. Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc, 21p.

## Donax vittatus















## **Donax vittatus** (da Costa, 1778)

## Donace Banded wedge shell Sägezähnchen

Phylum: Mollusca Class: Bivalvia Order : Veneroida Family : Cardiidae

#### Description

La coquille est de forme triangulaire et allongée. Son aspect est vernissé et les valves sont épaisses et robustes. Elle peut atteindre 40 mm de long et 16 mm de haut. La couleur est très variable : jaune orangé, blanc, marron-verdâtre, bleuté violacée. Elle est sculptée d'une fine structure rayonnante et de sillons longitudinaux ondulés. Le Bord inférieur est très nettement crénelé.

#### **Biologie**

Elle est présente du médiolittoral au haut de l'infralittoral en quantité parfois très abondante. Affectionne les grandes plages ouvertes de sables fin  $(50/250 \ \mu\text{m})$  et propre où elle s'enfonce juste sous la surface du sédiment. Munie d'un grand pied la Donace peut effectuer des « sauts » sur le sable et s'enfouir rapidement pour échapper par exemple à la Natice (l'un de ses principaux prédateurs). Il a été démontré que la Donace constitue une proie non négligeable pour le Bécasseau maubèche en baie de Saint-Brieuc (Sturbois *et al.*, 2014). Elle est également consommée par les Macreuses.

**Groupe trophique** 

Suspensivore

#### Distribution

Distribuée depuis la Norvège au nord, jusqu'en Méditerranée et à Afrique du nordouest.

#### Répartition sur le site

L'espèce est présente sur les niveaux bas de l'estran du fond de baie.

#### **Evolution**

Les densités sont variables, faibles en 1987 et beaucoup plus importantes sur les campagnes suivantes. Les densités de Donace en milieu intertidal dépendent notamment de l'importance du recrutement et des phénomènes météo qui peuvent charrier des individus de la zone subtidale vers l'estran lors de fortes tempêtes.



- Milheu C., 2008. Etude de 4 populations de bivalves du fond de baie de saint-Brieuc. Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc, 30p+annexes.
- Ponsero A., Sturbois A. et Dabouineau L., 2013. Evaluation spatiale des mollusques bivalves (Scrobicularia plana, Macoma balthica, Angulus tenuis, A. fabula, Cerastoderma edule, Donax vittatus) de la baie de Saint-Brieuc. Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc, 21p.
- Sturbois A., Ponsero A., Desroy N. & Fournier J., 2014. Exploitation of intertidal feeding resources by the Red Knot Calidris canutus under megatidal conditions. Journal of Sea Research.

## autres mollusques bivalves



## autres mollusques bivalves

Mactra stultorum Spisula elliptica Devonia perrieri Kurtiella bidentata Tellina fabula



Phylum: Mollusca Class: Bivalvia

#### Autres espèces de mollusques bivalves

Parmi les 13 autres espèces inventorié à ce jour sur l'estran meuble de la baie de Saint-Brieuc, on peut citer, en particulier :

Macra stultorum : présente en bas d'estran proche du zéro marin.

*Spisula elliptica* : observé très ponctuellement en 2001, cette espèce à été largement retrouvée à l'est de la baie en 2011.

*Spisula subtruncata* : observé ponctuellement en 2012 dans des fécès de bécasseaux maubèche.

*Devonia perrieri* : 1 individu observé en 2011 (détermination validé par Michel Le Quément )

*Kurtiella bidentata* : assez présent à l'est de la baie en 1987 et 2001. Quelques individus ont été observé en 2010 à proximité de l'embouchure du Gouët.

*Tellina fabula* : espèce abondante en 1987, elle n'a été retrouvée qu'en 2013 et 2014 dans le cadre du suivi annuel des bivalves.

Autres espèces dans l'espace subtidal

En 1987, l'IFREMER a inventorié 18 espèces supplémentaires appartenant à 7 ordres : - ordre des Anomalodesmata :

Lyonsia norwegica, Pandora inaequivalvis, Thracia phaseolina

- ordre des Arcoida :

Glycymeris glycymeris

- ordre des Lucinoida :

Thyasira flexuosa

- ordre des Myoida :

Corbula gibba

- ordre des Nuculida :

Nucula hanleyi, Nucula nitidosa

- ordre des Pectinoida :

Mimachlamys varia, Pecten maximus

- ordre des Veneroida :

Lutraria lutraria, Gari depressa, Abra alba, Moerella donacina, Dosinia exoleta, Ruditapes decussatus, Timoclea ovata, Venus verrucosa.

## Mollusques gasteropodes

Peringia ulvae



## Mollusques gasteropodes

Peringia ulvae Nassarius reticulatus Euspira catena



#### Phylum: Mollusca Class: Gastropoda

#### Diversité

Le groupe des mollusques gastéropodes inventorié en baie de Saint-Brieuc est composé de 20 espèces dont 10 dans la zone intertidale. 5 espèces ont été inventoriées dans les sédiments meubles de fond de baie. 3 espèces ont été inventoriées au cours des 4 campagnes de 1987 à 2011 : *Peringia ulvae, Euspira catena, Nassarius reticulatus.* A ces espèces, on peut ajouter *Auriculinella bidentata*, observée ponctuellement dans la partie supérieure de l'estran dans l'anse d'Yffiniac, à proximité des prés-salés. *Rissoa parva* a été observé dans des fécés de bécasseau maubèche.

#### Abondance

*Peringia ulvae* peut être très abondante localement. Ainsi lors de l'échantillonnage de 2001, la densité de 17 000 ind.m<sup>-2</sup> à été dépassé en fond d'anse d'Yffiniac.

#### Autres espèces dans l'espace subtidal

En 1987, l'IFREMER a inventorié 10 espèces supplémentaires en subtidal : Calliostoma zizyphinum, Calyptraea chinensis, Crepidula fornicata, Euspira nitida, Buccinum undatum, Ocenebra erinaceus, Nassarius incrassatus, Diodora graeca, Tectura virginea, Gibbula magus.





Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc

## Crustacés



## Crustacés



#### Phylum: Arthropoda Class: Malacostraca

#### Diversité

Le groupe des crustacés (arthropodes malacostracés) représente en terme de diversité faunistique le second groupe avec 96 espèces inventoriées en baie de Saint-Brieuc, dont 53 dans la zone intertidale et 43 pour l'estran meuble (les listes des espèces de la baie de Saint-Brieuc sont en annexe 1 et 2).

Ces 43 espèces présent sur la zone intertidale sableux se divisent en 5 ordres :

Amphipodes : 17 espèces Décapodes : 9 espèces Isopode 6 espèces Cumacés , mysidacés : 5 espèces Tanaidacés : 1 espèce.

#### Abondance

Les amphipodes sont en terme d'abondance le groupe largement dominant et représente près de 90% des crustacés présent sur l'estran. Ils sont largement distribués sur l'estran et sont présents dans 80% des stations de prélèvements. Viennent ensuite les cumacés, les isopodes et les décapodes.

#### **Biomasse**

Les crustacés benthiques représentent une biomasse de l'ordre de 2 t pour l'ensemble de l'estran.



Bathyporeia sp.



## Bathyporeia sp.

Bathyporeia elegans B. guilliamsoniana Bathyporeia pelagica Bathyporeia pilosa Bathyporeia sarsi Bathyporeia tenuipes



Phylum: Arthropoda Class: Malacostraca Order : Amphipoda Family : Pontoporeiidae

#### Description

Le genre *Bathyporeia* est un groupe de petits crustacés amphipodes actifs appartenant à la famille *Pontoporeiidae*. La longueur du corps est comprise entre 3 à 8 mm. Il est comprimé latéralement, avec une tête sans rostre. La plaques coxal n°1 est très étroites, courbées en avant. Segment n°1 de l'urosome possède 2 soies dorsales.

#### **Biologie**

Ces espèces ont une durée de vie courte, une maturité sexuelle vers les 6 mois et produisent 6-15 oeufs par couvée, selon les espèces. La reproduction est continue avec une série d'embryons en développement dans la poche ventrale, tandis que la prochaine série d'œufs se développe dans les ovaires. Il n'y a aucune possibilité de dispersion des larves, mais les adultes sont, cependant, très mobiles dans la colonne d'eau et la recolonisation peut être importante dans les sédiments qui ont été perturbés. La croissance et le développement rapide pouvant impliquer une biomasse et une productivité importante.

**Groupe trophique** Dépositivore

#### Distribution

Atlantique Nord-Est ; Mer du Nord ; Côtes européennes du sud de la Norvège à la Méditerranée, Afrique du Nord ; Madère ; Îles Canaries.

#### Répartition sur le site

6 espèces ont été inventoriées sur l'estran de la baie de Saint-Brieuc au cours des 4 campagnes. Elles se répartissent sur des niveaux bathymétriques différents. Dans les bas niveaux de l'estran, on trouve *B.guillamsoniana*, *B. elegans*, *B.pelagica*. Dans les niveaux plus élevés, on observe *B.tenuipes*, puis *B. sarsi* et *B. pilosa*.

B.elegans et B.guillamsoniana sont observées en zone subtidale.

Dans toutes les campagnes, *B.sarsi* est l'espèce la plus abondante avec des densités maximum souvent supérieures à 1000 ou 2000 ind.m<sup>-2</sup>. Viennent ensuite, *B.pilosa* et *B. elegans*.



espèces de *Bathyporeia* en fonction de la bathymétrie.

159

## Pontocrates sp.

#### P. altamarinus



Abondance par m<sup>2</sup>

## Pontocrates sp.

Pontocrates altamarinus Pontocrates arenarius



Phylum: Arthropoda Class: Malacostraca Order : Amphipoda Family : Oedicerotidae

#### Description

Les amphipodes du genre *Pontocrates*, ont un corps robuste, mesurant jusqu'à 7 mm. La tête est munie d'un rostre plus ou moins courbé, les yeux sont contiguës et situés à la base du rostre. Les plaques coxales n°4 et 5 sont grandes. L'uropode est mince et épineux, et le telson à une forme arrondie. Leurs couleurs varient entre le blanc et jaune avec des taches brun clair.

#### **Biologie**

Les *Oedicerotidae*, la famille des amphipodes à laquelle appartient les *Pontocrates*, s'alimentent à l'interface eau/sédiment : copépodes harpacticoïdes en été et les diatomées et autres algues raclées sur le sable en hiver. Ils n'utilisent que les pièces buccales et les gnathopodes pour la collecter la nourriture. Ces amphipodes préfère les fonds de sable fin et moyen avec un faible pourcentage de limon.

Groupe trophique Détritivore

#### Distribution

Mer du Nord ; Manche ; Côte atlantique de l'Europe du sud de la Norvège dans le nord de la France.

#### Répartition sur le site

2 espèces ont été inventoriées sur l'estran de la baie de Saint-Brieuc : *P altamariunus* lors des 4 campagnes, et *P. arenarius* lors des 2 campagnes de 2010/2011. Les densités les plus élevés ont été observée en novembre 2010 pour *P.arenarius*.

## Corophium sp.



## Corophium sp.

Corophium arenarium Corophium volutator



Mud shrimp Wadkreeftje

Phylum: Arthropoda Class: Malacostraca Order : Amphipoda Family : Corophiidae

#### Description

Les *Corophium* sont des crustacés amphipodes fouisseurs de l'ordre de 4 à 6 mm de longueur. La tête est sub-quadrangulaire à lobes latérales épais. L'antenne 1 présente 1 flagelle simple bien développé, multiarticulé. L'antenne 2 est plus longue et plus robuste.

#### **Biologie**

Ils vivent dans des terriers semi-permanents dans la vase ou le sable et construit tubes de sable pouvant ensuite être colonisés par des hydraires ou des algues. Ce sont des animaux relativement mobiles capables de nager. Leur durée de vie est courte (jusqu'à un an) et le taux de croissance rapide.

La dispersion des juvéniles est assez faible même si parfois elle peut-être assisté par la femelle. Il existe une certaine possibilité de recolonisation par des adultes qui migrent des zones adjacentes grâce à leur capacité de nage.

**Groupe trophique** *C.arenarium* : dépositivore *C.volutator* : dépositivore de surface, brouteurs, suspensivore (facultatif)

**Distribution** Mer du Nord ; Manche; des côtes de l'Atlantique et de la Méditerranée.

#### Répartition sur le site

2 espèces ont été inventoriées sur l'estran de la baie de Saint-Brieuc :

*C. arenarium* sur les bancs de sable en fond d'anse d'Yffiniac pouvant atteindre localement de très fortes densités (comme en mars 2001 avec 12500 ind.m<sup>-2</sup>).

C. volutator est localisé dans l'estuaire du Gouessant avec des densités variant de 3 500 à 7 000 ind.m<sup>-2</sup>.

## autres amphipodes

Nototropis swammerdamei



Abondance par m<sup>2</sup>

Nototropis swammerdamei Leucothoe incisa Urothoe poseidonis



Phylum: Arthropoda Class: Malacostraca Order : Amphipoda

Autres espèces d'amphipodes

Nototropis swammerdamei et Leucothoe incisca présent en bas d'estran (dans le secteur de la pointe du Roselier), avec des densités très forte à l'automne 2010.

Urothoe poseidonis : assez largement distribué sur l'estran, avec des densités parfois assez élevé.

Autres espèces dans l'espace subtidal

En 1987, l'IFREMER a inventorié 5 espèces supplémentaires : Ampelisca brevicornis, Ampelisca tenuicornis, Ampelisca typica Photis longicaudata Urothoe marina

## Crustacés isopodes



## Crustacés isopodes

Eurydice affinis Idotea balthica

Idotea linearis Eurydice pulchra Lekanesphaera monodi



Phylum: Arthropoda Class: Malacostraca Order : Isopoda

#### Diversité

L'ordre des isopodes est assez peu diversifié en baie de Saint-Brieuc avec 6 espèces dans la zone intertidale meuble et 1 espèce dans l'habitat rocheux (Ligia oceanica).

Eurydice affinis et pulchra : dans les banc sableux en fond d'anse d'Yffiniac et à l'embouchure du Gouessant.

Idotea balthica et linearis : peu fréquent dans les prélèvements benthiques, puisqu'il s'agit d'espèces plutôt épibenthiques très fréquentes dans les algues dérivantes.

Lekanesphaera monodi : espèce observé lors de la campagne de 2001 uniquement. On peut ajouter pour cette même famille des Sphaeromatidae, Sphaeroma serratum observé lors de pêche dans les rideaux d'algues.

#### Autres espèces dans l'espace subtidal

En baie de Saint-Brieuc il a été inventorié 7 espèces supplémentaires (d'après Le Mao, 2006b):

Conilera cylindracea, Eurydice spinigera, Eurydice truncata, Gnathia oxyuraea, Lekanesphaera levii, Acanthomysis longicornis, Anchialina agilis

## Crustacés mysidacés



## Crustacés mysidacés

Gastrosaccus spinifer Heteromysis formosa Leptomysis lingvura Praunus inermis Schistomysis spiritus



Phylum: Arthropoda Class: Malacostraca Order : Mysida Family : Mysidae

#### Diversité

L'ordre des mysidacés en zone intertidale comprend 5 espèces que l'on observe plutôt en bas de l'estran :

Seul Gastrosaccus spinifer à été inventorié lors des 4 campagnes. Les 4 autres espèces Heteromysis (Heteromysis) formosa, Leptomysis lingvura, Praunus inermis et Schistomysis spiritus ont été échantillonnées en 2010 et 2011.

A noter que *Schistomysis spiritus* est la principale espèce qui constitue ce que les pêcheurs nomment localement «le poullin».

#### Autres espèces dans l'espace subtidal

En baie de Saint-Brieuc il a été inventorié 8 espèces supplémentaires (d'après Le Mao, 2006c) en zone subtidal :

Haplostylus lobatus, Haplostylus normani, Hemimysis lamornae, Heteromysis (Heteromysis) microps, Leptomysis gracilis, Mysidopsis gibbosa, Siriella armata, Siriella norvegica.

## Crustacés cumacés



## Crustacés cumacés

Cumopsis fagei Cumopsis goodsir Cumopsis longipes Eocuma dollfusi Iphinoe trispinosa



Phylum: Arthropoda Class: Malacostraca Order : Cumacea Family : Bodotriidae

#### Diversité

L'ordre des cumacés en zone intertidale comprend 5 espèces :

*Cumopsis longipes* est le plus largement distribué lors des campagnes de prélèvements de 2010/2011.

*Cumopsis fagei* a été observé en assez forte densité lors des prélèvement de 2001 à l'est de l'anse de Morieux.

*Cumopsis goodir* est été observé uniquement leur de la campagne de 1987 à la pointe du Grouin.

Eocuma dollfusi est principalement localisé dans l'est du fond de baie.

Iphinoe trispinosa est présent dans les niveau bas de l'estran.

Autres espèces dans l'espace subtidal

En baie de Saint-Brieuc il a été inventorié 8 espèces supplémentaires (d'après Le Mao, 2006c) en zone subtidal :

Bodotria pulchella, Bodotria scorpioides, Diastylis bradyi, Diastylis laevis, Eudorella emarginata, Pseudocuma (Pseudocuma) longicorne.

# 6

## **Echinodermes**



## Acrocnida spatulispina















## Acrocnida spatulispina (Stöhr & Muths, 2010)

## Ophiure branchue



#### Phylum: Echinodermata Class: Ophiuroidea Order : Ophiurida Family : Amphiuridae

#### Description

Acrocnida spatulispina était jusqu'en 2010 déterminé comme Acrocnida brachiata (Stöhr et Muths, 2010) en Bretagne Nord.

Acrocnida spatulispina est formé d'un corps en forme de disque plat qui peut atteindre 12 mm de diamètre et cinq bras très longs, minces et flexibles. L'ensemble est couvert d'écaille de couleur brun-gris.

#### **Biologie**

*Acrocnida spatulispina* est une espèce benthique littorale et sub-littoral habituellement trouvés enterrés dans le sable fin jusqu'à une profondeur de 40 m.

Groupe trophique Suspensivore

**Distribution** Manche

#### Répartition sur le site

L'espèce se distribue dans la partie inférieure de l'estran avec les plus forte densité à l'est de la baie.

A noter que les individus adultes de cette espèce sont majoritairement présents dans la partie est de l'estran alors que les juvéniles se concentrent plutôt sur une bande quasi continue à l'extrême nord, parallèle à la limite du zéro marin.

La biomasse de l'espèce est évalué à environ plus de 100 t pour l'ensemble de l'estran.



175

## autres échinodermes

Synaptidae



Abondance par m<sup>2</sup>

## autres échinodermes

Synaptidae Holothuria sp. Leptosynapta cruenta



#### Phylum: Echinodermata

#### Diversité

Le phylum des échinodermes comprend 18 espèces inventoriée en baie de Saint-Brieuc dont 4 espèces présentes dans l'espace intertidal :

Acrocnida spatulispina, Leptosynapta cruenta, Synaptidae, Holothuria sp.

#### Autres espèces dans l'espace subtidal

En baie de Saint-Brieuc il a été inventorié 14 espèces supplémentaires (d'après Le Mao, 2009) en zone subtidal :

Asterina gibbosa, Crossaster papposus, Paracentrotus lividus, Psammechinus miliaris, Echinocyamus pusillus, Leptosynapta bergensis, Leptosynapta galliennii, Leptosynapta inhaerens, Pawsonia saxicola, Neopentadactyla mixta, Thyone fusus, Amphipholis squamata, Amphiura (Ophiopeltis) securigera, Ophiura albida

# Bibliographie

#### Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-Brieuc

- Augris C. & Hamon D., 1996. Atlas thématique de l'environnement marin en baie de Saint-Brieuc (Côtes d'Armor). IFREMER, 72p.+cartes.
- Baird D & Milne H, 1981. Energy flow in the Ythan estuary, Aberdeenshire, Scotland. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 13, 455-472.
- Beukema J. J. & De Vlas J., 1979. Population parameters of the lugworm, Arenicola marina, living on tidal flats in the Dutch Wadden Sea. *Netherlands journal of sea research*. 13, 331-353.
- Bijleveld A. I., van Gils J.A., van Der Meer J., Dekinga A., Kraan C., van der Veer H.W. & Piersma T., 2012. Designing a benthic monitoring programme with multiple conflicting objectives. *Methods in Ecology and Evolution*. 3, 526-536.
- Bonnot-Courtois C. & Dreau A., 2002. *Cartographie morpho-sédimentaire de l'estran en Baie de Saint-Brieuc*. Labo. Géomorphologie et environnement littoral-DIREN Bretagne, 25p+annexe.
- Borja A., Franco J. & Pérez V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin.* 40, 1100-1114.
- Bouvier P., 1993. Morphogenèse et morphosédimentologie des vastes estrans plans en Bretagne septentrionale. Université de Brest, Brest, 395p.
- Bouvier P. & Humeau L., 1985. Etude morpho-sédimentaire des anses d'Yffiniac et de Morieux (baie de Saint-Brieuc) : analyse d'un milieu littoral convoité. Univ. Bretagne occidentale, Brest, 214p.
- Bremner J., Rogers S. I. & Frid C. L. J., 2006. Methods for describing ecological functioning of marine benthic assemblages using biological traits analysis (BTA). *Ecological Indicators*. 6, 609-622.
- Calabretta C. J. & Oviatt C. A., 2008. The response of benthic macrofauna to anthropogenic stress in Narragansett Bay, Rhode Island: a review of human stressors and assessment of community conditions. *Marine pollution bulletin.* 56, 1680-1695.
- Chessel D, Lebreton J.D. & Yoccoz N.G., 1987. Propriétés de l'analyse canonique des correspondances: une utilisation en hydrobiologie. *Revue de Statistique Appliquée*. 35, 55-72.
- Chevenet F., Dolédec S & Chessel D, 1994. A fuzzy coding approach for the analysis of long term ecological data. *Freshwater Biology*. 31, 295-309.
- Clarke K.R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian journal of ecology*. 18, 117-143.
- Clarke K.R. & Ainsworth M., 1993. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology-Progress Series*. 92, 205-205.
- Clarke K.R., Somerfield P.J. & Gorley R.N., 2008. Testing of null hypotheses in exploratory community analyses: similarity profiles and biota-environment linkage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 366, 56-69.
- Clarke K.R. & Warwick R. M., 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Marine ecology. Progress series*. 216, 265-278.
- Clarke K.R. & Warwick R.M., 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, Plymouth (United Kingdom). Plymouth Marine Lab.
- Cloern J. E., 1982. Does the Benthos Control Phytoplankton Biomass in South San Francisco Bay. Marine ecology progress series. Oldendorf. 9, 191-202.
- Colwell M. A. & Landrum S. L., 1993. Nonrandom shorebird distribution and fine-scale variation in prey abundance. *Condor*. 94-103.
- Courtial C. (Coord.), 2013. Invertébrés continentaux du littoral sableux breton, poursuite de l'inventaire des dunes et des plages sableuses, évaluation de l'impact d'activités humaines et valorisation des résultats. Contrat Nature, Rapport de synthèse. Conseil Régional de Bretagne, DREAL Bretagne, Conseils Généraux du Finistère, du Morbihan, des Côtes d'Armor et d'Ille-et-Vilaine, 290p.
- Dauer D. M., 1993. Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure. *Marine pollution bulletin.* 26, 249-257.
- De Smet B., Godet L., Fournier J., Desroy N., Jaffré M., Vincx M. & Rabaut M., 2013. Feeding grounds for waders in the Bay of the Mont Saint-Michel (France): the *Lanice conchilega* reef serves as an oasis in the tidal flats. *Marine Biology*. 160 (4), 751-761.
- Defeo O., McLachlan A., Schoeman D. S., Schlacher T. A., Dugan J., Jones A., Lastra M. & Scapini F., 2009. Threats to sandy beach ecosystems: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 81, 1-12.
- Degré D., 2006. Réseau trophique de l'anse de l'Aiguillon : Dynamique et structure spatiale de la macrofaune et des limicoles hivernants. Université de La Rochelle, 518.
- Desroy N., 2013. Les communautés benthiques de substrats meubles de la Manche et de la baie sud de la mer du Nord : description, fonctionnement et état écologique. IFERMER, 171p+annexes.
- Diaz R.J., Solan M. & Valente R.M., 2004. A review of approaches for classifying benthic habitats and evaluating habitat quality. *Journal of environmental management*. 73, 165-181.
- Dolédec S, Chessel D, Ter Braak CJF & Champely S, 1996. Matching species traits to environmental variables: a new three-table ordination method. *Environmental and Ecological Statistics.* 3, 143-166.
- Dolédec S. & Chessel D., 1994. Co inertia analysis: an alternative method for studying speciesenvironment relationships. *Freshwater biology*. 31, 277-294.
- Doledec S., Chessel D. & Gimaret G., 2000. Niche separation in community analysis : a new method. *Ecology*. 81, 2914-2927.
- Dray S., 2003. Eléments d'interface entre analyses multivariées, systèmes d'information géographique et observations écologiques. Université de Lyon I.
- Dray S. & Legendre P., 2008. Testing the species traits-environment relationships: the fourth-corner problem revisited. *Ecology*. 89, 3400-3412.
- Garcia C., 2010. Approche fonctionnelle des communautes benthiques du bassin oriental de la Manche et du sud de la mer du Nord. Université de Lille 1, 398p.
- Gibson R. N., Barnes M. & Atkinson R. J. A., 2001. Functional group ecology in soft-sediment marine benthos: the role of bioturbation. *Oceanographie Marine Biology Annual Review*. 39, 233-267.
- Glémarec M & Hily C, 1981. Perturbations apportées à la macrofaune benthique de la baie de Concarneau par les effluents urbains et portuaires. *Acta Oecologica Oecologia Applicata*. 2, 139-150.
- Godet L., 2008. L'evaluation des besoins de conservation d'un patrimoine naturel littoral marin. L'exemple des estrans meubles de l'archipel de Chausey. Muséum National d'Histoire Naturelle, 473p.
- Godet L., Toupoint N., Olivier F., Fournier J. & Retière C., 2008. Considering the functional value of common marine species as a conservation stake: the case of sandmason worm Lanice conchilega (Pallas 1766)(Annelida, Polychaeta) beds. *Ambio* 37, 347-355.
- Grall J. & Coïc N., 2005. Synthese des methodes d'evaluation de la qualite du macrobenthos en milieu cotier Rebent IFREMER, 67p.
- Gros P. & Hamon D., 1988. Typologie biosédimentaire de la Baie de Saint-Brieuc (Manche ouest) et estimation de la biomasse des catégories trophiques macrozoobenthiques. Dero-El/88-27 IFREMER, 153p.
- Guilcher A., 1954. Morbologie littorale et sous-marine. Paris.
- Hedges J.I. & Stern J.H., 1984. Carbon and nitrogen determinations of carbonate-containing solids [In sediments, sediment trap materials and plankton]. *Limnology and Oceanography*. 29.
- Hequette A. & Aernouts D., 2010. The influence of nearshore sand bank dynamics on shoreline evolution in a macrotidal coastal environment, Calais, northern France. *Continental shelf research.* 30, 1349-1361.
- Héquette A., Ruz MH, Maspataud A. & Sipka V., 2009. Effects of nearshore sand bank and associated channel on beach hydrodynamics: implications for beach and shoreline evolution. *Journal of Coastal Research.* 56, 59-63.
- Hily C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hyper-trophiques de la rade de Brest. Université Bretagne occidentale, Brest.
- Hooper D.U., Chapin Iii F.S., Ewel J.J., Hector A., Inchausti P., Lavorel S., Lawton J.H., Lodge D.M., Loreau M. & Naeem S., 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological monographs*. 75, 3-35.
- Jolliffe I., 1986. Principal component analysis. Wiley Online Library, 518p.
- Kaiser MJ, Broad G. & Hall SJ, 2001. Disturbance of intertidal soft-sediment benthic communities by cockle hand raking. *Journal of Sea Research*. 45, 119-130.
- Krige D.G., 1952. A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. Journal of the Chemical, Metallurgical and Mining Society of South Africa. 201-244.
- Kwiecien S., 2011. Etude qualitative et quantitative des communautés biosédimentaires du fond de Baie de

Saint-Brieuc : Prélèvements - Analyse - Cartographie. Université Lille 1, 49p+annexe.

- Lafon V., De Melo Apoluceno D., Dupuis H., Michel D., Howa H. & Froidefond JM, 2004. Morphodynamics of nearshore rhythmic sandbars in a mixed-energy environment (SW France): I. Mapping beach changes using visible satellite imagery. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 61, 289-299.
- Le Coz M., 2011. Analyse fonctionnelle des traits biologiques du peuplement benthique du fond de baie de Saint-Brieuc Université Nantes, 32p.
- Le Mao P., 2006a. Inventaire de la biodiversité marine dans le Golfe normano-breton. Les crustacés malacostracés. 1 Leptostracés, Stomatopodes, Mysidacés, Tanaidacés, Cumacés et Euphausiacés. IFERMER, 40p.
- Le Mao P., 2006b. Inventaire de la biodiversité marine dans le Golfe normano-breton. Les crustacés malacostracés. 2 Isopodes. IFERMER, 31p.
- Le Mao P., 2006c. Inventaire de la biodiversité marine dans le Golfe normano-breton. Les crustacés malacostracés. 3 Amphipodes. IFERMER, 31p.
- Le Mao P., 2009. Inventaire de la biodiversité marine dans le Golfe normano-breton. Echinodermes. . IFER-MER, 43p.
- Le Mao P., Retiere C. & Plet M., 2002. Les peuplements benthiques intertidaux de la baie de Saint-Brieuc. IFREMER-Museum d'Histoire Naturelle-dinard-Diren Bretagne, 23p+annexes.
- Lefeuvre JC & Dame RF, 1995. Comparative studies of salt marsh processes in the New and Old Worlds: an introduction. *Oceanographic Literature Review*. 42.
- Legay J.M. & Debouzie D., 1985. Introduction à une biologie des populations. Masson.
- Legendre P., Galzin R. & Harmelin-Vivien M.L., 1997. Relating behavior to habitat: solutions to thefourth-corner problem. *Ecology*. 78, 547-562.
- Legendre P. & Legendre L., 1998. Numerical ecology. Elsevier Science, Amsterdam.
- Lehay D., 1989. Etude de l'hydrologie et de l'hydrodynamique de la baie de Saint-Brieuc. Approche du rôle de l'hydrodynamisme sur la coquille Saint-Jacques. Univ. Bretagne occidentale, Brest, 330p.
- Levin L.A., Boesch D.F., Covich A., Dahm C., Erséus C., Ewel K.C., Kneib R.T., Moldenke A., Palmer M.A. & Snelgrove P., 2001. The function of marine critical transition zones and the importance of sediment biodiversity. *Ecosystems*. 4, 430-451.
- Marchini A., Munari C. & Mistri M., 2008. Functions and ecological status of eight Italian lagoons examined using biological traits analysis (BTA). *Marine Pollution Bulletin.* 56, 1076-1085.
- Mason N. W. H., Mouillot D., Lee W. G. & Wilson J. B., 2005. Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos.* 111, 112-118.
- Masselink G., Kroon A. & Davidson-Arnott R.G.D., 2006. Morphodynamics of intertidal bars in wave-dominated coastal settings—a review. *Geomorphology*. 73, 33-49.
- McLusky D. S., 1981. The estuarine ecosystem. Tertiary level biology (USA). 150p.
- McLusky D. S. & Elliott M., 2004. The estuarine ecosystem: ecology, threats, and management. Oxford University Press Oxford (UK), 214p.
- Mendez V., Gill J.A., Burton N.H.K., Austin G.E., Petchey O.L. & Davies R.G., 2011. Functional diversity across space and time: trends in wader communities on British estuaries. *Diversity and Distributions*. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2011.00868.x, 1-10.
- Merceron M., Manaud F., Guillaud J.F & Monbert Y., 1981. Extension du port du Légué (Saint-Brieuc). Etude d'impact sur l'environnement marin. Cnexo/Cob IFREMER, 115p.
- Meyniel E., 2012. Analyse de la dynamique des bancs sableux et d'une flèche littorale du fond de baie de Saint-Brieuc Université de Brest, 71p.
- Mouillot D., Stubbs W., Faure M., Dumay O., Tomasini J. A., Wilson J. B. & Do Chi T., 2005. Niche overlap estimates based on quantitative functional traits: a new family of nonparametric indices. *Oecologia*. 145, 345-353.
- Mulrennan M.E., 1992. Ridge and runnel beach morphodynamics: an example from the central east coast of Ireland. *Journal of Coastal Research*. 906-918.
- Muxika I., Borja A. & Bald J., 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine pollution bulletin.* 55, 16-29.
- Pavoine S., 2005. Méthodes statistiques pour la mesure de la biodiversité. Université de Lyon I,

388p+annexes.

- Pearson T. H. & Rosenberg R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanography and Marine Biology Annual Review. 16, 229-311.
- Peet R.K., 1974. The measurement of species diversity. *Annual review of ecology and systematics*. 285-307.
- Petchey O. & Gaston K. J., 2006. Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology letters.* 9, 741-758.
- Petchey O. L. & Gaston K. J., 2002. Functional diversity (FD), species richness and community composition. *Ecology Letters*. 5, 402-411.
- Ponsero A. & Le Mao P., 2011. Consommation de la macro-faune invertébrée benthique par les oiseaux d'eau en baie de Saint-Brieuc. *Revue d'Ecologie*. 66, 383-397.
- Ponsero A., Sturbois A. & Dabouineau L., 2013. Evaluation spatiale des mollusques bivalves (Scrobicularia plana, Macoma balthica, Angulus tenuis, A. fabula, Cerastoderma edule, Donax vittatus) de la baie de Saint-Brieuc. Réserve Naturelle de la baie de Saint-Brieuc, 21p.
- Rao C.R., 1982. Diversity and dissimilarity coefficients: a unified approach. *Theoretical Population Biology*. 21, 24-43.
- Reise K., 2002. Sediment mediated species interactions in coastal waters. *Journal of Sea Research*. 48, 127-141.
- Rue O., 1988. Sédimentologie et morphogenèse des rivages et des fonds de la baie de Saint-Brieuc. Université Paris XI, 254 p.
- Saint-Béat B., Dupuy C., Bocher P., Chalumeau J., De Crignis M., Fontaine C., Guizien K., Lavaud J., Lefebvre S. & Montanié H., 2013. Key Features of Intertidal Food Webs That Support Migratory Shorebirds. *PloS one.* 8, e76739.
- Schlacher T.A. & Thompson L., 2012. Beach recreation impacts benthic invertebrates on oceanexposed sandy shores. *Biological Conservation*.
- Sheshinski R, 1979. Interpolation in the plane: the robustness of misspecified correlation models and different trend functions. *In: Patil G.P. & Rosenzweig M., (Ed.)*, Contemporary quantitavive ecology and related econometrics. Fairland Int Coop Publ House, Fairland, 399-420.
- Stöhr S. & Muths D., 2010. Morphological diagnosis of the two genetic lineages of Acrocnida brachiata (Echinodermata: Ophiuroidea), with description of a new species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom.* 90, 831-843.
- Sturbois A. & Ponsero A., 2014. Synthèse ornithologique de la baie de Saint-Brieuc, phénologie et évolution des effectifs sur la période 1970-2013. Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc, 90p.
- Sturbois A., Ponsero A., Desroy N. & Fournier J., 2014. Exploitation of intertidal feeding resources by the Red Knot Calidris canutus under megatidal conditions. *Journal of Sea Research*.
- Ter Braak C. J. F., 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*. 67, 1167-1179.
- Ter Braak C. J. F., 1987. The analysis of vegetation-environnement relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio.* 69, 69-77.
- van de Kam J., de Goeij P. J., Piersma T. & Zwarts L. I., 2004. *Shorebirds: an illustrated behavioural ecology*. Utrecht, Netherlands, KNNV Publishers, 368p.
- Walker B., Kinzig A. & Langridge J., 1999. Plant attribute diversity, resilience, and ecosystem function: the nature and significance of dominant and minor species. *Ecosystems*. 2, 95-113.
- Warwick R. M. & Clarke K. R., 1995. New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine ecology progress series*. 129, 301-305.
- Yates M.G., Goss-Custard J.D., McGrorty S., Lakhani K.H., Durell SEA Le V Dit, Clarke R.T., Rispin W.E., Moy I., Yates T.J. & Plant R.A., 1993. Sediment characteristics, invertebrate densities and shorebird densities on the inner banks of the Wash. *Journal of Applied Ecology*. 599-614.



Annexe I : liste des ouvrages de références utilisés pour la détermination du benthos.

Annexe 2 : liste des espèces de macro-benthos échantillonnées lors des campagnes de 1987 à 2011.

Annexe 3 : liste du macro-benthos inventorié en baie de Saint-Brieuc.

Annexe 4 : liste des tableaux et des figures.

- Acoz, C. D. U., 2004, The Genus Bathyporeia Lindström, 1855, in Western Europe:(Crustacea: Amphipoda: Pontoporeiidae). Nationaal Natuurhistorisch Museum National Museum of Natural History. 162p.
- Andersen A., 2011, Taxinomie des polychètes-famille des capitellidae, Station Marine de Roscoff, 23p
- Barnes R. S. K., 1994, *The Brackish-Fauna of Northwestern Europe*, Cambridge University Press, 287p.
- Bird, G. J., 2002, A re-evaluation of the genus Tanaissus (Crustacea, Tanaidacea) in British and adjacent waters. *Sarsia: North Atlantic Marine Science*, 87(2), 152-166.
- Bouvier E.L., 1940, *Faune de France : 37. Décapodes Marcheurs.* Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Office central de faunistique. 404p.
- Chambers S. J. & Muir A. I., 1997, Polychaetes : British Chrysopetaloidea, Pisionoidea and Aphroditoidea. Synopses of the British Fauna NS 54. 202p.
- Chevreux E., Fage L., 1925, *Faune de France : 9. Amphipodes.* Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Office central de faunistique. 488p.
- Fauvel P., 1923, *Faune de France : 5. Polychètes Errantes.* Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Office central de faunistique. 488p.
- Fauvel P., 1927, Faune de France : 16. Polychètes Sédentaires, Addenta aux errantes, Archiannelides, Myzostomaires. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Office central de faunistique. 494p.
- Fish J.D. & Fish S., 2001, A Student's Guide to the Seashore (Second edition). Cambridge University Impress. 564p.
- Garwood, 2007, Family Maldanidae- A guide to species in waters around the British Isles. Identification notes. 30p.
- George J. D. & Hartmann-Schröder G., 1985, *Polychaetes : British Amphinomida, Spintherida and Eunicida*. Synopses of the British Fauna NS 32. 221p.
- Gentil F., 2011, Taxinomie des polychètes famille des spionidae, Station Marine de Roscoff, 15p.
- Gibbs P. E., 1977, British Sipunculans : Keys and Notes for the Identification of the Species. Synopses of the British Fauna NS 12. 35p.
- Gibson, R., 1994, Nemerteans: keys and notes for identification of the species. Linnean Society of London and the Estuarine and Coastal Sciences Association. 225p
- Hayward P. J. & Ryland J. S., 2003, *Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe* (Edition 2003). Oxford University Press. 800p.
- Jones N.S., 1957, Clé des Cumacea, Conseil International pour l'Exploitation de la Mer, 5p.
- Lincoln, R. J., 1979, British marine amphipoda: Gammaridea. British Museum Natural History (No. 818). 658p.
- Matos Nogueira J.M., Hutchings P.A. & Fukuda M.V., 2010, Morphology of terebelliform polychaetes (Annelida, Polycheta, Terebelliforma), with a focus on Terebellidae. *Zootaxa*, 2460, 1-185.
- Naylor, E., 1972, British marine isopods, The Linnean Society of London, 86p.
- O'Connor B. & Worsfold, T., 2006, Keys to and literature on Glyceridae and Goniadidae. Dove Marine Laboratory 16p.
- Olivier F., 2011, *Taxinomie des polychètes famille des cirratulidae*, Station Marine de Roscoff, 23p.
- Pleijel F. & Dales R. P., 1991, Polychaetes : British Phyllodocoideans, Typhloscolecoideans and Tomopteroideans. Synopses of the British Fauna NS 45. 202p.
- Thompson, T. E., & Brown, G. H., 1976, British opisthobranch molluscs. Synopses of the British fauna. NS 8.203p
- Westheide W., 1990, Polychaetes Intertitial Families. Keys and Notes for the Identification of the Species. Synopses of the British Fauna NS 44. 150p.
- Worsfold, T., 2006, A provisional update to the identification of UK Cirratulidae. Dove Marine Laboratory. 15p.
- Worsfold, T., 2009, Progress on the identification of cirratulidae in british and irish waters through the NMBAQC scheme. 144p.

sp	label	labelG	genre	famille	ordre	classe	phyllum	1987	2001	2010	2011
• Marphysa bellii	mar-bel	AnPe	Marphysa	Eunicidae	Eunicida	Polychaeta	Annelida			*	
Scoletoma impatiens	Lum-imp	AnPe	Scoletoma	Lumbrineridae	Eunicida	, Polychaeta	Annelida	*			
Aphroditidae	aphro	AnPe		Aphroditidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			*	*
Glycera	glyc-sp	AnPe	Glycera	Glyceridae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*			*
Glycera alba	glyc-alb	AnPe	Glycera	Glyceridae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida				*
Givcera fallax	glyc-gig	AnPe	Glycera	Glyceridae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			*	*
Glycera unicornis	alve-rou	AnPe	Glycera	Glyceridae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida				*
Glycera tridactyla	glyc-tri	AnPe	Glycera	Glyceridae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*		
Goniada maculata	gona-mac	AnPe	Goniada	Goniadidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			*	
Nebhtys cirrosa	neph-cir	ΔnPo	Nephtys	Nephtvidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	
Nephtys cirrosu Nephtys hombergii	neph-hom	ΔnPo	Nophtys	Nephtyidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	*
		AnDa	Euponoio	Nepricidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			*	
Eunereis iongissima	eune-ion	Anre	Eunereis	Nereididae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	*
Photos increate		Anre	Pholos	Phalaidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			*	
	pnoi-ino	Anre	Photoe	Pholoidae Bhulla da sida a	Phyliodocida Dhulla da sida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	*
	eteo-ion	AnPe	Eteone			Polychaeta	Annelida			-1- -1-	*
Hypereteone foliosa	eteo-fol	AnPe	Eteone	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			* 	*
Mysta picta	eteo-pict	AnPe	Eteone	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*		*	*
Eulalia mustela	eula-mys	AnPe	Eulalia	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			*	
Eumida sanguinea	eumi-san	AnPe	Eumida	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*			*
Nereiphylla	nere	AnPe	Nereiphylla	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida				*
Phyllodoce	phyll	AnPe	Phyllodoce	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida				*
Phyllodoce groenlandica	phyll-groe	AnPe	Phyllodoce	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	
Phyllodoce Iaminosa	phyll-lam	AnPe	Phyllodoce	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			*	*
Phyllodoce lineata	phyll-lin	AnPe	Phyllodoce	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*		
Phyllodoce maculata	phyll-mac	AnPe	Phyllodoce	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			*	*
Phyllodoce mucosa	phyll-muc	AnPe	Phyllodoce	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	
Phyllodoce rosea	phyll-ros	AnPe	Phyllodoce	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida		*		
Pseudomystides limbata	pseu-lim	AnPe	Pseudomystides	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida		*		
Harmothoe	harm	AnPe	Harmothoe	Polynoidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			*	*
Harmothoe extenuata	harm-ext	AnPe	Harmothoe	Polynoidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			*	*
Harmothoe impar	harm-imp	AnPe	Harmothoe	Polynoidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			*	
Malmgreniella arenicolae	malm-are	AnPe	Malmgreniella	Polynoidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	
Polynoidae	polyn	AnPe	-	Polynoidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida				*
Sigalion mathildae	siga-mat	AnPe	Sigalion	Sigalionidae	, Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	*
Syllis gracilis	syll-gra	AnPe	Syllis	Syllidae	, Phyllodocida	, Polychaeta	Annelida				*
Syllidae	syll	AnPe	,	Syllidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida		*		
Magelona	mag-mir	AnPs	Magelona	Magelonidae	Spionida	Polychaeta	Annelida			*	
Magelona filiformis	mage-fil	AnPs	Magelona	Magelonidae	, Spionida	, Polychaeta	Annelida	*	*		*
Magelona mirabilis	mage-mir	AnPs	Magelona	Magelonidae	Spionida	Polychaeta	Annelida	*	*		*
Malacoceros	mala	AnPs	Malacoceros	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida				*
Malacoceros fuliginosus	mala-ful	AnPs	Malacoceros	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida			*	*
Malacoceros tetracerus	mala-tet	AnPs	Malacoceros	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida				*
Prosspin elegans		AnPs		Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	*
Scolelenis (Scolelenis) foliosa	scol-fol	AnPs	Scolelenis	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida	*			
Scolelebis (Scolelebis) squamata		ΔnPc	Scololopis	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	*
Scolelepis (Scolelepis) squamata	spio-fil	ΔηΡε	Spio	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	*
Spio martinonsia	spio-m	AnDo	Spio	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annolida			*	*
Spio Indianensis	spio-mai	AnPa	Spiophanos	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida	*	*		
Spiopidae	spip-boin		Spiophanes	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida				*
	spio	AIIFS	A h	Spionidae	Spionida Tauahallida	Polychaeta	Annelida				*
Ampnarete	ampna	Anes	Ampharete	Cimentulidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	*
Chaetozone gibber	cnae-gib	Anes	Chaetozone	Cirratulidae		Polychaeta	Annelida			*	*
	cirra	AnPs	Cirratulus	Cirratulidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida			т 4	~ *
Lagis koreni	lagis-kor	AnPs	Lagis	Pectinariidae	l erebellida	Polychaeta	Annelida			*	*
Lanice conchilega	lani-con	AnPs	Lanice	l erebellidae	l erebellida	Polychaeta	Annelida			*	*
Polycirrus arenivorus	poly-are	AnPs	Polycirrus	lerebellidae	l erebellida	Polychaeta	Annelida	*	*		
Terebellidae	tereb	AnPs		Terebellidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida			*	*
Arenicola marina	aren-mar	AnPs	Arenicola	Arenicolidae		Polychaeta	Annelida	*	*	*	*
Capitella capitata	capi-cap	AnPs	Capitella	Capitellidae		Polychaeta	Annelida			*	*
Capitella	capit	AnPs	Capitomastus	Capitellidae		Polychaeta	Annelida		*		
Mediomastus fragilis	medj-fra	AnPs	Mediomastus	Capitellidae		Polychaeta	Annelida				*
Notomastus latericeus	para-lir	AnPs	Notomastus	Capitellidae		Polychaeta	Annelida	*	*	*	*
Capitellidae	capi	AnPs		Capitellidae		Polychaeta	Annelida	*	*	*	*
Leiochone leiopygos	leio-lei	AnPs	Leiochone	Maldanidae		Polychaeta	Annelida			*	
Maldanidae	mald	AnPs		Maldanidae		Polychaeta	Annelida				*
Orbinia latreilli	orbin-lat	AnPs	Orbinia	Orbiniidae		Polychaeta	Annelida	*		*	*

cn.	labol	labelC	2012MO	familla	ordro	classa	nhyllum	1097	2001	2010	2011
sp	label	labelG	genre	lamile	orure	Classe	pnynum	170/	2001	2010	2011
Orbinia sertulata	orbin-ser	AnPs	Orbinia	Orbiniidae		Polychaeta	Annelida			*	*
Scoloplos armiger	scol-cir	AnPs	Scoloplos	Orbiniidae		Polychaeta	Annelida	*	*	*	*
Orbiniidae	orbi	AnPs		Orbiniidae		Polychaeta	Annelida				*
Paradoneis lyra	para-lyr	AnPs	Paradoneis	Paraonidae		Polychaeta	Annelida		*		
Nototropis swammerdamei	noto-swa	CrusA	Nototropis	Atylidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda		*	*	*
Corobhium arenarium	coro-are	CrusA	Corophium	Corophiidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*
Corobhium valutator		Cruch	Coroshium	Conochiidaa	Amphipoda	Malagastraga	Arthropoda			*	*
	010-001	CrusA	Corophium	Corophildae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	•	*
Gammaridae	gamm	CrusA		Gammaridae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*
Leucothoe incisa	leuc-inc	CrusA	Leucothoe	Leucothoidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*		*	*
Pontocrates altamarinus	port-lat	CrusA	Pontocrates	Oedicerotidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*
Pontocrates arenarius	port-are	CrusA	Pontocrates	Oedicerotidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda			*	*
Bathyporeia	bath	CrusA	Bathyporeia	Pontoporeiidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda			*	*
Bathyporeia elegans	bath-ele	CrusA	Bathyporeia	Pontoporeiidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*
Bathyporeja guilliamsoniana	hath-gui	CrusA	Bathyporeia	Pontoporeiidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*
Bathyborcia bolagica	bath pol	CrucA	Bathyporcia	Pontoporciidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda			*	*
Bathyporeia pelagica	bath-per	CrusA	Bautyporeia	Pontoporendae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda				
Bathyporeia pilosa	bath-pil	CrusA	Bathyporeia	Pontoporeiidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*
Bathyporeia sarsi	bath-sar	CrusA	Bathyporeia	Pontoporeiidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*
Bathyporeia tenuipes	bath-ten	CrusA	Bathyporeia	Pontoporeiidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda		*	*	*
Urothoe poseidonis	urot-pos	CrusA	Urothoe	Urothoidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*
Amphipoda	amph	CrusA			Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda				*
Cumopsis fagei	' cumo-fag	CrusCu	Cumopsis	Bodotriidae	Cumacea	Malacostraca	Arthropoda		*	*	*
Cumopsis roadsir		CrucCu	Cumopsis	Bodotriidae	Cumacea	Malacostraca	Arthropoda	*			
	cumo-goo			Bodotriidae	Cuillacea	M	Artinopoda	-		*	*
	cumo-log	CrusCu	Cumopsis	Bodotriidae	Cumacea	Malacostraca	Arthropoda			*	*
Eocuma dollfusi	eocu-dol	CrusCu	Eocuma	Bodotriidae	Cumacea	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*
lphinoe trispinosa	iphi-tris	CrusCu	lphinoe	Bodotriidae	Cumacea	Malacostraca	Arthropoda			*	*
Pestarella tyrrhena	calli-tyrr	CrusD	Pestarella	Callianassidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda			*	
Crangon crangon	crag-cra	CrusD	Crangon	Crangonidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda			*	
Diogenes pugilator	dio-pug	CrusD	Diogenes	Diogenidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda			*	
Pagurus bernhardus	nagu-ber	CrusD	Pagurus	Paguridae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda			*	
Carcinus maonas	care maa	CrucD	Carcinus	Portunidao	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda		*		*
	Carc-mae		Carcinus		Decapoda	M	Artinopoda	*	*	*	*
Portumnus latipes	port-lat	CrusD	Portumnus	Portunidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda	Ŧ	Ŧ	т	T
Asthenognathus atlanticus	asth-atl	CrusD	Asthenognathus	Varunidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda			*	*
Eurydice affinis	eurd-aff	Cruslso	Eurydice	Cirolanidae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*
Eurydice pulchra	eurd-pul	Cruslso	Eurydice	Cirolanidae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*
ldotea balthica	idot-bal	Cruslso	Idotea	Idoteidae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda			*	
Idotea linearis	idot-line	Cruslso	Idotea	Idoteidae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda			*	*
Lekanesthaera monodi	sohm-mon	Crusteo	Lokanosphaora	Sphaoromatidao	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda		*		
	spiini-mon			Sphaer Offiatidae		M I i	Arthropoda	*	*	*	*
	gast-spi	Crusim	Gastrosaccus	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda				
Heteromysis (Heteromysis) formosa	hete-for	CrusM	Heteromysis	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda			*	*
Leptomysis lingvura	lept-lin	CrusM	Leptomysis	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda			*	
Praunus inermis	prau-ine	CrusM	Praunus	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda			*	*
Schistomysis spiritus	schis-spi	CrusM	Schistomysis	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda			*	*
Apseudes	apse	CrusT		Apseudidae	Tanaidacea	Malacostraca	Arthropoda		*		
Svnabtidae	syna	Echi		Synaptidae	Apodida	Holothuroidea	a Echinodermata				*
Holothuria	, holo	Fchi	Holothuria	, , Holothuriidae	Aspidochirotida	Holothuroide	Echinodermata		*	*	*
Lobtocupatta cruonta	0,000	Echi	Loptosynapta	Holothuriidae	Aspidochirotida	Holothuroide	Echinodormata				*
	syna	ECIII E L ·						*	*	*	*
Acrocnida spatulispina	ampn-spa	Echi	Ampniura	Amphiuridae	Opniurida	Opniuroidea	Echinodermata	т	Ť	Ŧ	*
Pharus legumen	phar-leg	MolBiv	Pharus	Pharidae	Euheterodonta	Bivalvia	Mollusca	*			*
Cerastoderma edule	cera-edu	MolBiv	Cerastoderma	Cardiidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca	*	*	*	*
Donax vittatus	dona-vit	MolBiv	Donax	Donacidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca	*	*	*	*
Mactra stultorum	mact-stu	MolBiv	Mactra	Mactridae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca	*			
Spisula elliptica	spis-ell	MolBiv	Spisula	Mactridae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca		*		*
Devonia berrieri	devo-per	MolBiv	Devonia	Montacutidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca				*
		MalDia	Kuntialla	Mantacutidae	Veneneide	Divalvia	Mallusa	*	*	*	
Kurtiella Diaentata	KURT-DIO	MOIBIN	Kurtiella	Montacutidae	veneroida	Bivalvia	Mollusca	Ŧ	т	т	
Scrobicularia plana	scro-pla	MolBiv	Scrobicularia	Scrobiculariidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca		*	*	*
Macoma balthica	maco-bal	MolBiv	Macoma	Tellinidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca	*	*	*	*
Angulus tenuis	ang-ten	MolBiv	Tellina	Tellinidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca	*	*	*	*
Tellina fabula	tell-fab	MolBiv	Tellina	Tellinidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca	*			
Peringia ulvae	peri-ulv	MolGast	Hydrobia	Hydrobiidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca	*	*	*	*
Euspira catena	eusp-cat	MolGast	Euspira	Naticidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca	*			
Nassarius reticulatus	nass-rot	MolCast	Nassarius	Nassariidaa	Neometropede	Gastropoda	Mollusca	*	*	*	*
	nass-ret	NI	N la ma a mt	i vassai ilude	чеодази орода	Gasu opoda	Naman		•	•	*
ivernertia	nem	inem	ivemertes				ivemertea			<u>۴</u>	*
Sipunculus (Sipunculus) nudus	sipu-nud	Sipunc	Sipunculus	Sipunculidae	Golfingiida	Sipunculidea	Sipuncula	*			*

	1						1				estra	n			subt	idal
											obs.	obs.	suivi	estran	i	inven.
			e				1987	2001	2010	2011	Litto	ponc.	bival.	rocheux	1987	GNB
sp Protodorvillea kefersteini	labelG AnPe	genre Protodorvillea	famille Dorvilleidae	ordre Eunicida	classe Polychaeta	phyllum Annelida	(1)	(2)	(3)	(3)	(4)	(5)	(7)	(5)	(1)	(6)
Schistomeringos neglecta	AnPe	Schistomeringos	Dorvilleidae	Eunicida	Polychaeta	Annelida									*	
Schistomeringos rudolphi Lysidice unicornis	AnPe AnPe	Schistomeringos	Dorvilleidae Eupicidae	Eunicida Eunicida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida									*	
Marphysa bellii	AnPe	Marphysa	Eunicidae	Eunicida	Polychaeta	Annelida			*							
Hilbigneris gracilis	AnPe	Hilbigneris	Lumbrineridae	Eunicida	Polychaeta	Annelida									*	
Scoletoma impatiens	AnPe	Scoletoma	Lumbrineridae	Eunicida	Polychaeta	Annelida	*								*	
Drilonereis filum	AnPe	Drilonereis	Oenonidae	Eunicida	Polychaeta	Annelida									*	
Aponuphis bilineata	AnPe	Aponuphis	Onuphidae	Eunicida	Polychaeta	Annelida									*	
Aphrodita aculeata	AnPe AnPe	Aphrodita	Aphroditidae	Phyllodocida Phyllodocida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida			*	*	*	*			*	
Glycera	AnPe	Glycera	Glyceridae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*			*	*					
Glycera alba	AnPe	Glycera	Glyceridae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida				*	*					
Glycera capitata Glycera fallay	AnPe AnPe	Glycera	Glyceridae	Phyllodocida Phyllodocida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida			*	*					*	
Glycera tridactyla	AnPe	Glycera	Glyceridae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*			*				*	
Glycera unicornis	AnPe	Glycera	Glyceridae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida				*						
Glycinde nordmanni Gopiada maculata	AnPe AnPe	Glycinde	Goniadidae	Phyllodocida Phyllodocida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida			*						*	
Nephtys cirrosa	AnPe	Nephtys	Nephtyidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*	*						*	
Nephtys hombergii	AnPe	Nephtys	Nephtyidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	*	*				*	
Nephtys caeca Funereis longissima	AnPe AnPe	Nephtys	Nephtyidae Nereididae	Phyllodocida Phyllodocida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida			*						*	
Hediste diversicolor	AnPe	Hediste	Nereididae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	*						
Neanthes nubila	AnPe	Neanthes	Nereididae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida									*	
Pholoe inornata Eteope longa	AnPe AnPe	Pholoe	Pholoidae Phyllodocidae	Phyllodocida Phyllodocida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida	*	*	*	*					*	
Hypereteone foliosa	AnPe	Eteone	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			*	*						
Mysta picta	AnPe	Eteone	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*		*	*	*					
Eulalia mustela Eulalia claviaera	AnPe AnPe	Eulalia Fulalia	Phyllodocidae Phyllodocidae	Phyllodocida Phyllodocida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida			*					*	*	
Eumida sanguinea	AnPe	Eumida	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*			*						
Nereiphylla	AnPe	Nereiphylla	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida				*						
Paranaitis kosteriensis Phyllodoce	AnPe AnPe	Paranaitis Phyllodoce	Phyllodocidae Phyllodocidae	Phyllodocida Phyllodocida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida				*					*	
Phyllodoce groenlandica	AnPe	Phyllodoce	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*	*							
Phyllodoce laminosa	AnPe	Phyllodoce	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			*	*						
Phyllodoce lineata Phyllodoce maculata	AnPe AnPe	Phyllodoce	Phyllodocidae Phyllodocidae	Phyllodocida Phyllodocida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida	*	*	*	*	*				*	
Phyllodoce mucosa	AnPe	Phyllodoce	Phyllodocidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*	*							
Phyllodoce rosea	AnPe	Phyllodoce	Phyllodocidae	Phyllodocida Dhulla da sida	Polychaeta Balvahaeta	Annelida		*								
Pseudomystides limbata Gattyana cirrhosa	AnPe AnPe	Pseudomystides Gattyana	Phyllodocidae Polynoidae	Phyllodocida Phyllodocida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida		*							*	
Harmothoe	AnPe	Harmothoe	Polynoidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida			*	*	*					
Harmothoe extenuata	AnPe	Harmothoe	Polynoidae Dahmaidaa	Phyllodocida Bhulla da sida	Polychaeta Balvahaata	Annelida			*	*	*				*	
Malmgreniella arenicolae	AnPe	Malmgreniella	Polynoidae	Phyllodocida	Polychaeta Polychaeta	Annelida	*	*	*							
Malmgreniella castanea	AnPe	Malmgreniella	Polynoidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida					*					
Subadyte pellucida Pohrosidae	AnPe AnPe	Subadyte	Polynoidae Bolynoidae	Phyllodocida Phyllodocida	Polychaeta Bolychaeta	Annelida Appelida				*					*	
Sigalion mathildae	AnPe	Sigalion	Sigalionidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	*	*					
Sthenelais boa	AnPe	Sthenelais	Sigalionidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida									*	
Syllis gracilis Syllis varienata	AnPe AnPe	Syllis	Syllidae	Phyllodocida Phyllodocida	Polychaeta Polychaeta	Annelida				*					*	
Syllidae	AnPe	Syms	Syllidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida		*								
Spirobranchus lamarcki	AnPs	Spirobranchus	Serpulidae	Sabellida	Polychaeta	Annelida								*		
Chaetopterus variopedatus Magelona	AnPs AnPs	Chaetopterus Magelona	Chaetopteridae Magelonidae	Spionida Spionida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida			*		*				*	
Magelona alleni	AnPs	Magelona	Magelonidae	Spionida	Polychaeta	Annelida									*	
Magelona filiformis	AnPs	Magelona	Magelonidae	Spionida	Polychaeta	Annelida	*	*		*					*	
Magelona mirabilis Poecilochaetus serbens	AnPs AnPs	Magelona Poecilochaetus	Magelonidae Poecilochaetidae	Spionida Spionida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida	*	*		*	*				*	
Aonides paucibranchiata	AnPs	Aonides	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida									*	
Laonice cirrata	AnPs	Laonice	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida				*					*	
Malacoceros Malacoceros fuliginosus	AnPs AnPs	Malacoceros Malacoceros	Spionidae	Spionida Spionida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida			*	*	*					
Malacoceros tetracerus	AnPs	Malacoceros	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida				*	*					
Polydora ciliata	AnPs AnPs	Polydora	Spionidae Spionidae	Spionida Seconda	Polychaeta Dolychaeta	Annelida Annelida									*	
Pronospio maimgreni Pseudobolvdora bulchra	AnPs	Prionospio Pseudopolydora	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida									*	
Pygospio elegans	AnPs	Pygospio	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	*	*					
Scolelepis (Scolelepis) foliosa	AnPs AnPs	Scolelepis	Spionidae Spionidae	Spionida Spionida	Polychaeta Bolychaeta	Annelida	*	*	*	*	*					
Spio filicornis	AnPs	Spio	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida	*	*	*	*	*				*	
Spio martinensis	AnPs	Spio	Spionidae	Spionida	Polychaeta	Annelida			*	*	*					
Spiophanes bombyx	AnPs AnPs	Spiophanes	Spionidae Spionidae	Spionida Spionida	Polychaeta Polychaeta	Annelida	*	*		*	*				*	
Ampharete	AnPs	Ampharete	Ampharetidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida				*						
Ampharete baltica	AnPs	Ampharete	Ampharetidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida									*	
Melinna palmata Chaetozone gibber	AnPs AnPs	Melinna Chaetozono	Ampharetidae Cirratulidae	Terebellida Terebellida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida	*	*	*	*	*				*	
Cirratulus	AnPs	Cirratulus	Cirratulidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida			*	*						
Cirratulus cirratus	AnPs	Cirratulus	Cirratulidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida									*	
Diplocirrus glaucus Pherusa monilifera	AnPs AnPs	Diplocirrus Pherusa	Flabelligeridae Flabelligeridae	Terebellida Terebellida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida									*	
Lagis koreni	AnPs	Lagis	Pectinariidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida			*	*						
Amphitritides gracilis	AnPs	Amphitritides	Terebellidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida									*	
Axionice maculata	AnPs	Axionice	I erebellidae	I erebellida	Polychaeta	Annelida	I				I				*	

								estran				sut	otidal			
											obs.	obs.	suivi	estran		inven.
sn	labelG	genre	famille	ordre	classe	nhvllum	1987	2001	2010	2011	Litto	ponc.	bival. (7)	rocheux	1987 (1)	GNB
Lanice conchilega	AnPs	Lanice	Terebellidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida	(.)	(-)	*	*	*	()	(.)	(3)	(1)	(0)
Polycirrus arenivorus Streblosoma bairdi	AnPs AnPs	Polycirrus Streblosoma	Terebellidae Terebellidae	Terebellida Terebellida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida	*	*							*	
Terebellidae	AnPs		Terebellidae	Terebellida	Polychaeta	Annelida			*	*	*					
Terebellides stroemii Arenicola marina	AnPs AnPs	Terebellides Arenicola	Trichobranchidae Arenicolidae	Terebellida	Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida	*	*	*	*	*				*	
Capitella capitata	AnPs	Capitella	Capitellidae		Polychaeta	Annelida			*	*	*					
Capitella Madianatur Gazilia	AnPs AnPs	Capitomastus Madianaatus	Capitellidae		Polychaeta	Annelida Annelida		*		*	*				*	
Notomastus latericeus	AnPs	Notomastus	Capitellidae		Polychaeta Polychaeta	Annelida	*	*	*	*					*	
Capitellidae	AnPs		Capitellidae		Polychaeta	Annelida	*	*	*	*						
Euclymene lombricoides Euclymene oerstedi	AnPs AnPs	Euclymene	Maldanidae Maldanidae		Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida									*	
Leiochone leiopygos	AnPs	Leiochone	Maldanidae		Polychaeta	Annelida			*							
Maldanidae	AnPs	A	Maldanidae		Polychaeta	Annelida				*					*	
Armanaia polyophthalma Orbinia latreilli	AnPs AnPs	Orbinia	Orbiniidae		Polychaeta Polychaeta	Annelida	*		*	*	*				<b>*</b>	
Orbinia sertulata	AnPs	Orbinia	Orbiniidae		Polychaeta	Annelida			*	*						
Scoloplos armiger Orbiniidae	AnPs AnPs	Scoloplos	Orbiniidae Orbiniidae		Polychaeta Polychaeta	Annelida Annelida	*	*	*	*	*				*	
Paradoneis lyra	AnPs	Paradoneis	Paraonidae		Polychaeta	Annelida		*								
Ampelisca brevicornis	CrusA	Ampelisca	Ampeliscidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda									* *	
Ampelisca tenuicornis Ambelisca tybica	CrusA	Ampelisca Ampelisca	Ampeliscidae	Amphipoda Amphipoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda									*	
Nototropis swammerdamei	CrusA	Nototropis	Atylidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda		*	*	*	*				*	
Corophium arenarium	CrusA	Corophium	Corophiidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*						
Gammarus locusta	CrusA CrusA	Gammarus	Gammaridae	Amphipoda Amphipoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda Arthropoda			т Т	÷	*					
Gammarus salinus	CrusA	Gammarus	Gammaridae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda					*					
Gammaridae	CrusA		Gammaridae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	* *	*				*	
Pontocrates altamarinus	CrusA CrusA	Pontocrates	Oedicerotidae	Amphipoda Amphipoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda Arthropoda	*	*	*	*	*				~	
Pontocrates arenarius	CrusA	Pontocrates	Oedicerotidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda			*	*	*					
Photis longicaudata Bathubocoia	CrusA	Photis Bathyporoia	Photidae Pontoporojidao	Amphipoda Amphipoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda			*	*	*				*	
Bathyporeia elegans	CrusA	Bathyporeia	Pontoporeiidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*	*				*	
Bathyporeia guilliamsoniana	CrusA	Bathyporeia	Pontoporeiidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*	*				*	
Bathyporeia pelagica Bathyporeia pilosa	CrusA CrusA	Bathyporeia Bathyporeia	Pontoporeiidae Pontoporeiidae	Amphipoda Amphipoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda Arthropoda	*	*	*	*	*					
Bathyporeia sarsi	CrusA	Bathyporeia	Pontoporeiidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*	*					
Bathyporeia tenuipes	CrusA	Bathyporeia	Pontoporeiidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda		*	*	*		~				
Urothoe boseidonis	CrusA CrusA	Orchestia Urothoe	l alitridae Urothoidae	Amphipoda Amphipoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda Arthropoda	*	*	*	*	*	*			*	
Urothoe marina	CrusA	Urothoe	Urothoidae	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda									*	
Amphipoda Rodotria bulchalla	CrusA	Padatria	Padatriidaa	Amphipoda	Malacostraca	Arthropoda				*						*
Bodotria puicrenia Bodotria scorpioides	CrusCu CrusCu	Bodotria	Bodotriidae	Cumacea	Malacostraca	Arthropoda										*
Cumopsis fagei	CrusCu	Cumopsis	Bodotriidae	Cumacea	Malacostraca	Arthropoda		*	*	*	*					*
Cumopsis goodsir	CrusCu CrusCu	Cumopsis	Bodotriidae Bodotriidae	Cumacea	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda	*		*	*	*					*
Eocuma dollfusi	CrusCu	Eocuma	Bodotriidae	Cumacea	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*	*					*
lphinoe trispinosa	CrusCu	Iphinoe	Bodotriidae	Cumacea	Malacostraca	Arthropoda			*	*		*			*	*
lphinoe trispinosa Diastylis	CrusCu CrusCu	lphinoe Diastylis	Bodotriidae Diastylidae	Cumacea Cumacea	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda Arthropoda					*				*	*
Diastylis laevis	CrusCu	Diastylis	Diastylidae	Cumacea	Malacostraca	Arthropoda										*
Eudorella emarginata	CrusCu	Eudorella	Leuconidae	Cumacea	Malacostraca	Arthropoda										*
Pseudocuma (Pseudocuma) longicorne Pestarella tvrrhena	CrusCu CrusD	Pseudocuma Pestarella	Pseudocumatidae Callianassidae	Decapoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda Arthropoda			*		ł	*				*
Cancer pagurus	CrusD	Cancer	Cancridae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda						*		*	*	
Corystes cassivelaunus	CrusD	Corystes	Corystidae	Decapoda Decapoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda			*		*	*				
Diogenes pugilator	CrusD	Diogenes	Diogenidae	Decapoda Decapoda	Malacostraca	Arthropoda			*							
Pisa armata	CrusD	Pisa	Epialtidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda								*	*	
Pisa nodipes Pisa tetrandon	CrusD CrusD	Pisa Pisa	Epialtidae Epialtidae	Decapoda Decapoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda								*		
Galathea intermedia	CrusD	Galathea	Galatheidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda									*	
Galathea squamifera	CrusD	Galathea	Galatheidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda								*	*	
Inachus dorsettensis Macrobodia rostrata	CrusD CrusD	Inachus Macropodia	Inachidae Inachidae	Decapoda Decapoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda Arthropoda								*	*	
Ebalia tumefacta	CrusD	Ebalia	Leucosiidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda									*	
Eurynome aspera	CrusD	Eurynome	Majidae Majidaa	Decapoda Decapoda	Malacostraca	Arthropoda									*	
Maja squinado Homarus gammarus	CrusD	Maja Homarus	Nephropidae	Decapoda Decapoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda								*	Ĩ	
Anapagurus laevis	CrusD	Anapagurus	Paguridae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda									*	
Pagurus bernhardus Pagurus cuapensis	CrusD	Pagurus Pagurus	Paguridae Paguridae	Decapoda Decapoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda Arthropoda			*		*			*	*	
Pilumnus hirtellus	CrusD	Pilumnus	Pilumnidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda								*	*	
Pinnotheres pisum	CrusD	Pinnotheres	Pinnotheridae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda									*	
Liocarcinus depurator Liocarcinus busillus		Liocarcinus	Polybiidae Polybiidae	Decapoda Decapoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda Arthropoda									*	
Necora puber	CrusD	Necora	Polybiidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda								*	*	
Pisidia longicornis	CrusD	Pisidia	Porcellanidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda								*	*	
Porcellana platycheles Carcinus maenas	CrusD CrusD	Porcellana Carcinus	Porcellanidae Portunidae	Decapoda Decapoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda Arthropoda		*		*				*		
Portumnus latipes	CrusD	Portumnus	Portunidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*	*					
Thia scutellata	CrusD	Thia Use set :	Thiidae	Decapoda	Malacostraca	Arthropoda									*	
Asthenognathus atlanticus	CrusD CrusD	Asthenognathus	Varunidae	Decapoda Decapoda	Malacostraca	Arthropoda Arthropoda			*	*					*	
Nyctiphanes couchii		Nyctiphanes	Euphausiidae	Euphausiacea	Malacostraca	Arthropoda										*

							estran				sub	otidal				
											obs.	obs.	suivi	estran		inven.
	labelC	20040	familla	ouduo	classo	nhullum	1987	2001	2010	2011	Litto	ponc.	bival.	rocheux	1987	GNB
sp Conilera cylindracea		Conilera	Cirolanidae	lsopoda	Malacostraca	Arthropoda	(1)	(2)	(3)	(3)	(4)	(5)	(/)	(5)	(1)	(6)
Eurydice affinis	Cruslso	Eurydice	Cirolanidae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*	*					
Eurydice pulchra	Crusiso	Eurydice	Cirolanidae	Isopoda	Malacostraca Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*	*					*
Eurydice spinigera	Crusiso	Eurydice	Cirolanidae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda										*
Gnathia oxyuraea	Crusiso	Gnathia	Gnathiidae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda										*
ldotea balthica	Cruslso	Idotea	Idoteidae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda			*							
ldotea linearis	Cruslso	Idotea	Idoteidae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda			*	*	*					
Ligia oceanica Dynamene bidentata	Crusiso	Ligia	Ligiidae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda								*		
Lekanesphaera levii	Crusiso	Lekanesphaera	Sphaeromatidae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda										*
Lekanesphaera monodi	Cruslso	Lekanesphaera	Sphaeromatidae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda		*								
Lekanesphaera hookeri	Cruslso	Lekanesphaera	Sphaeromatidae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda					*					
Lekanesphaera rugicauda	Cruslso	Lekanesphaera	Sphaeromatidae	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda						*				
Sphaeroma serratum Acanthomysis longicornis	Crusiso	Sphaeroma	Sphaeromatidae	Isopoda Mysida	Malacostraca	Arthropoda						*				*
Anchialina agilis	Crusiso	Anchialina	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda										*
Gastrosaccus spinifer	CrusM	Gastrosaccus	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda	*	*	*	*	*					*
Gastrosaccus sanctus	CrusM	Gastrosaccus	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda					*					
Haplostylus lobatus	CrusM	Gastrosaccus	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda										*
Hapiostylus normani Hemimysis Iamornae	CrusM	Haplostylus	Mysidae	Mysida Mysida	Malacostraca	Arthropoda										*
Heteromysis (Heteromysis) formosa	CrusM	Heteromysis	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda			*	*	*					
Heteromysis (Heteromysis) microps	CrusM	Heteromysis	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda										*
Heteromysis (Heteromysis) norvegica	CrusM	Heteromysis	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda					*					
Leptomysis gracilis	CrusM	Leptomysis	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda										*
Leptomysis lingvura	CrusM	Leptomysis	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda			*							*
Mysidopsis gibbosa	CrusM	Mysidopsis	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda			*	*						*
Schistomysis spiritus	CrusM	Schistomysis	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda			*	*	*					
Siriella armata	CrusM	Siriella	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda										*
Siriella norvegica	CrusM	Siriella	Mysidae	Mysida	Malacostraca	Arthropoda										*
Apseudes	CrusT		Apseudidae	Tanaidacea	Malacostraca	Arthropoda		*								-
Apseudopsis latreillii	CrusT	Apseudopsis	Apseudidae	Tanaidacea	Malacostraca	Arthropoda								*		*
Semidalanus dalanoides	CrusC	Acosto	Archaeobalanidae	Sessilia	Maxillopoda	Arthropoda								*		
Elminius modestus	CrusC	Elminius	Austrobalanidae	Sessilia	Maxillopoda	Arthropoda								*		
Balanus balanus	CrusC	Balanus	Balanidae	Sessilia	Maxillopoda	Arthropoda								*	*	
Balanus crenatus	CrusC	Balanus	Balanidae	Sessilia	Maxillopoda	Arthropoda								*		
Perforatus perforatus	CrusC	Perforatus	Balanidae	Sessilia	Maxillopoda	Arthropoda								*		
Chthamalus montagui	CrusC	Chthamalus	Chthamalidae	Sessilia	Maxillopoda	Arthropoda								*		
Actinia equipa	CrusC	Actinia	Actiniidae	Actiniaria	Maxillopoda	Cnidaria								*		
Actinia fragacea	Cnid	Actinia	Actiniidae	Actiniaria	Anthozoa	Cnidaria								*		
Anemonia viridis	Cnid	Anemonia	Actiniidae	Actiniaria	Anthozoa	Cnidaria								*		
Aulactinia verrucosa	Cnid	Aulactinia	Actiniidae	Actiniaria	Anthozoa	Cnidaria								*		
Urticina felina	Cnid	Urticina	Actiniidae	Actiniaria	Anthozoa	Cnidaria								*		
Calliactis parasitica	Cnid	Calliactis	Hormathiidae	Actiniaria	Anthozoa	Cnidaria						*				
Cereus pedunculatus	Cnid	Cereus	Sagartiidae	Actiniaria	Anthozoa	Cnidaria										
Actinothoe sphyrodeta	Cnid	Actinothoe	Sagartiidae	Actiniaria	Anthozoa	Cnidaria								*		
Cerianthus Iloydii	Cnid	Cerianthus	Cerianthidae	Ceriantharia	Anthozoa	Cnidaria									*	
Dynamena pumila	Cnid	Dynamena	Sertulariidae	Leptothecata	Hydrozoa	Cnidaria								*		
Obelia dichotoma	Cnid	Obelia	Campanulariidae	Leptothecata	Hydrozoa	Cnidaria								*		
Liyua nemisphaerica Hydrallmania falcata	Cnid	Hydrallmania	Sertulariidae	Leptothecata	Hydrozoa	Cnidaria								*		
Obelia geniculata	Cnid	Obelia	Campanulariidae	Leptothecata	Hydrozoa	Cnidaria								*		
Marthasterias glacialis	Cnid	Marthasterias	Asteriidae	Forcipulatida	Asteroidea	Echinodermata										*
Anseropoda placenta	Cnid	Anseropoda	Asterinidae	Valvatida	Asteroidea	Echinodermata										*
Asterina gibbosa	Echi	Asterina	Asterinidae	Valvatida	Asteroidea	Echinodermata								*		
Crossaster papposus Paracentrotus lividus	Echi	Crossaster	Solasteridae	Valvatida	Asteroidea	Echinodermata										*
Psammechinus miliaris	Echi	Psammechinus	Parechinidae	Camarodonta	Echinoidea	Echinodermata								*	*	*
Echinocyamus pusillus	Echi	Echinocyamus	Echinocyamidae	Clypeasteroida	Echinoidea	Echinodermata										*
Leptosynapta bergensis	Echi	Leptosynapta	Synaptidae	Apodida	Holothuroidea	Echinodermata										*
Leptosynapta galliennii	Echi	Leptosynapta	Synaptidae	Apodida	Holothuroidea	Echinodermata									*	*
Leptosynapta inhaerens	Echi	Leptosynapta	Synaptidae	Apodida	Holothuroidea	Echinodermata									*	*
Synaptidae Holothuria	Echi	Holothuria	Synaptidae	Apodida	Holothuroidea	Echinodermata		*	*	*						
Lebtosynabta cruenta	Echi	Leptosynapta	Holothuriidae	Aspidochirotida	Holothuroidea	Echinodermata				*						
Pawsonia saxicola	Echi	Pawsonia	Cucumariidae	Dendrochirotida	Holothuroidea	Echinodermata								*		
Neopentadactyla mixta	Echi	Neopentadactyla	Phyllophoridae	Dendrochirotida	Holothuroidea	Echinodermata										*
Thyone fusus	Echi	Thyone	Phyllophoridae	Dendrochirotida	Holothuroidea	Echinodermata									*	*
Amphipholis squamata	Echi Echi	Amphipholis	Amphiuridae	Ophiurida Ophiurida	Ophiuroidea	Echinodermata Echino	*	*	*	*	*			*	*	*
Ambhiura (Obhiobeltis) securiaera	Echi	Amphiura	Amphiuridae	Ophiurida	Ophiuroidea	Echinodermata	<sup>-</sup>			~						*
Ophiura albida	Echi	Ophiura	Ophiuridae	Ophiurida	Ophiuroidea	Echinodermata									*	*
Lyonsia norwegica	MolBiv	Lyonsia	Lyonsiidae	Anomalodesmata	Bivalvia	Mollusca									*	
Pandora inaequivalvis	MolBiv	Pandora	Pandoridae	Anomalodesmata	Bivalvia	Mollusca							*		*	
Thracia phaseolina	MolBiv	Thracia	Thraciidae	Anomalodesmata	Bivalvia	Mollusca									*	
Glycymeris glycymeris	MolBiv	Glycymeris	Glycymerididae	Arcoida	Bivalvia	Mollusca	-1-								*	
rnarus iegumen Thyasira flexuosa	MolBiv	r narus Thyasira	r narioae Thyasiridae	Euneterodonta	Divalvia Bivalvia	Mollusca	-			ጥ					*	
Corbula gibba	MolBiv	Corbula	Corbulidae	Myoida	Bivalvia	Mollusca									*	
Mytilus edulis	MolBiv	Mytilus	Mytilidae	Mytiloida	Bivalvia	Mollusca								*		
Mytilus galloprovincialis	MolBiv	Mytilus	Mytilidae	Mytiloida	Bivalvia	Mollusca								*		
Nucula hanleyi	MolBiv	Nucula	Nuculidae	Nuculida	Bivalvia	Mollusca									*	
Nucula nitidosa	MolBiv	Nucula	Nuculidae	Nuculida	Bivalvia Bivalvi	Mollusca							4		*	
INUCUIO NUCIEUS	LIOIRIA	INUCUIA	INUCUIIDAE	INUCUIIDA	DIVAIVIA	rioliusca	I				I		ጥ		1	

											estra	n			sub	tidal
							1987	2001	2010	2011	obs. Litto	obs. ponc.	suivi bival.	estran rocheux	1987	inven. GNB
sp	labelG	genre	famille	ordre	classe	phyllum	(I)	(2)	(3)	(3)	(4)	(5)	(7)	(5)	(I)	(6)
Urassostrea gigas Ostrea edulis	MolBiv	Ostrea	Ostreidae	Ostreoida	Bivalvia	Mollusca								*		
Anomia ebhibbium	MolBiv	Anomia	Anomiidae	Pectinoida	Bivalvia	Mollusca								*		
Mimachlamys varia	MolBiv	Mimachlamys	Pectinidae	Pectinoida	Bivalvia	Mollusca								*	*	
Pecten maximus	MolBiv	Pecten	Pectinidae	Pectinoida	Bivalvia	Mollusca						*			*	
Acanthocardia tuberculata	MolBiv	Acanthocardia	Cardiidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca						*			*	
Cerastoderma edule	MolBiv	Cerastoderma	Cardiidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca	*	*	*	*	*		*			
Donax vittatus	MolBiv	Donax	Donacidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca	*	*	*	*	*		*			
Lasaea adansoni	MolBiv	Lasaea	Lasaeidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca								*		
Lutraria lutraria	MolBiv	Lutraria	Mactridae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca									*	
Mactra stultorum Spieula alliptica	MolBiv	Mactra	Mactridae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca	*	*		*			*		*	
Spisula subtruncata	MolBiv	Spisula	Mactridae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca						*				
Devonia berrieri	MolBiv	Devonia	Montacutidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca				*						
Kurtiella bidentata	MolBiv	Kurtiella	Montacutidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca	*	*	*						*	
Gari depressa	MolBiv		Psammobiidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca									*	
Scrobicularia plana	MolBiv	Scrobicularia	Scrobiculariidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca		*	*	*	*					
Abra alba	MolBiv		Semelidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca							*		*	
Macoma balthica	MolBiv	Macoma	Tellinidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca	*	*	*	*	*		*			
Moerella donacina	MolBiv	Moerella	Tellinidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca									*	
Tellina tenuis	MolBiv	Tellina	Tellinidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca	*	*	*	*	*		*			
Tellina fabula	MolBiv	Tellina	Tellinidae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca	*						*			
Dosinia exoleta	MolBiv	Dosinia	Veneridae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca									2	
Kuaitapes aecussatus Timesloa ovata	MolBiv	Kuditapes	Veneridae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca									*	
	MolBiv	Venus	Veneridae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca									*	
Polititabes aureus	MolBiv	Polititapes	Veneridae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca						*				
Venerupis philippinarum	MolBiv	Venerupis	Veneridae	Veneroida	Bivalvia	Mollusca						*				
Calliostoma zizyphinum	MolGast	Calliostoma		Calliostomatidae	Gastropoda	Mollusca									*	
Calyptraea chinensis	MolGast	Calyptraea	Calyptraeidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca									*	
Crepidula fornicata	MolGast	Crepidula	Calyptraeidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca									*	
Peringia ulvae	MolGast	Hydrobia	Hydrobiidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca	*	*	*	*	*					
Littorina saxatilis	MolGast	Littorina	Littorinidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca								*		
Littorina littorea	MolGast	Littorina	Littorinidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca								*		
Melarhaphe neritoides	MolGast	Melarhaphe	Littorinidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca								*		
Euspira catena	MolGast	Euspira	Naticidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca	*								*	
Euspira nitida Bissea basia	MolCast	Bisson	Pissoidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca						*				
Rissoa guerinii	MolGast	Rissoa	Rissoidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca						*				
Trivia arctica	MolGast	Trivia	Triviidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca								*		
Trivia monacha	MolGast	Trivia	Triviidae	Littorinimorpha	Gastropoda	Mollusca								*		
Buccinum undatum	MolGast	Buccinum	Buccinidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca									*	
Fusinus rostratus	MolGast	Fasciolariidae	Buccinidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca						*				
Nucella lapillus	MolGast	Nucella	Muricidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca						*		*		
Ocenebra erinaceus	MolGast	Ocenebra	Muricidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca								*	*	
Nassarius reticulatus	MolGast	Nassarius	Nassariidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca	*	*	*	*					*	
Nassarius incrassatus	MolGast	Nassarius	Nassariidae	Neogastropoda	Gastropoda	Mollusca						*			*	
Doris pseudoargus	MolGast	Doris	Dorididae	Nudibranchia	Gastropoda	Mollusca								*		
Geitodoris planata	MolGast	Geitodoris	Discodorididae	Nudibranchia	Gastropoda	Mollusca								*		
jorunna tomentosa Debiene evie della este	MalCast	Jorunna	Discodorididae	Nudibranchia	Gastropoda	Mollusca								*		
Polycera quadrilineata Auriculinella bidentata	MolGast	Auriculinella	Flipbiidae	Pulmonata	Gastropoda	Mollusca						*				
Myosotella myosotis	MolGast	Myosotella	Ellobiidae	Pulmonata	Gastropoda	Mollusca						*				
Elysia viridis	MolGast	Elysia	Plakobranchidae	Sacoglossa	Gastropoda	Mollusca								*		
, Diodora graeca	MolGast	Diodora	Fissurellidae	0	Gastropoda	Mollusca									*	
Tectura virginea	MolGast		Lottiidae		Gastropoda	Mollusca									*	
Patella depressa	MolGast	Patella	Patellidae		Gastropoda	Mollusca								*		
Patella vulgata	MolGast	Patella	Patellidae		Gastropoda	Mollusca								*		
Phorcus lineatus	MolGast	Phorcus	Trochidae		Gastropoda	Mollusca								*		
Gibbula cineraria	MolGast	Gibbula	Trochidae		Gastropoda	Mollusca								*		
Gibbula pennanti	MolGast	Gibbula	Trochidae		Gastropoda	Mollusca								*		
Gibbula magus	MolGast	Gibbula	Trochidae		Gastropoda	Mollusca								*	*	
Gidduid umbliicalis Acapthochitopa cripita		Acapthochitopa	Acapthochitopidae	Chitonida	Gastropoda	Mollusca								*	*	
Lebidochitona (Lebidochitona) cinerea	MolP	Lepidochitona	Lepidochitopidae	Chitonida	Polyplacophora	Mollusca								*	1	
Leptochiton asellus	MolP	Leptochiton	Leptochitonidae	Lepidopleurida	Polyplacophora	Mollusca									*	
Leptochiton cancellatus	MolP	Leptochiton	Leptochitonidae	Lepidopleurida	Polyplacophora	Mollusca									*	
Antalis vulgaris	MolS	Antalis	Dentaliidae	Dentaliida	Scaphopoda	Mollusca									*	
Euryleptidae	Plat		Euryleptidae	Polycladida	Rhabditophora	Platyhelminthes								*		
Nemertia	Nem	Nemertes				Nemertea			*	*	*					
Golfingia (Golfingia) elongata	Sipunc	Golfingia	Golfingiidae	Golfingiida	Sipunculidea	Sipuncula									*	
Golfingia (Golfingia) vulgaris vulgaris	Sipunc	Golfingia	Golfingiidae	Golfingiida	Sipunculidea	Sipuncula									*	
Phascolion (Phascolion) strombus strombus	Sipunc	Phascolion	Phascolionidae	Golfingiida	Sipunculidea	Sipuncula						*				
Sipunculus (Sipunculus) nudus	Sipunc	Sipunculus	Sipunculidae	Golfingiida	Sipunculidea	Sipuncula	*			*					*	

Gros P. & Hamon D., 1989. Estimation de la biomasse des bivales intertidaux (moule, coque) exploités en Baie de Saint-Brieuc (Manche Ouest). Dero-El/89-25 IFREMER, 137p.
 Le Mao P., Retiere C. & Plet M., 2002. Les peuplements benthiques intertidaux de la baie de Saint-Brieuc. IFREMER-Museum d'Histoire Naturelle-dinard-Diren Bretagne, 23p+annexes.

(3) cette étude

(4) données de l'observatoire du littoral (RNF) extraites de la base de données SERENA de la Réserve Naturelle Nationale de la baie de Saint-Brieuc

(5) autres inventaires extraits de la base de données SERENA de la Réserve Naturelle Nationale de la baie de Saint-Brieuc

(6) d'après le travail de P. Le Mao d'inventaire de la biodiversité marine du Golfe normano-breton :

Le Mao P., 2009. Inventaire de la biodiversité marine dans le Golfe normano-breton. Agnathes, Condrichtyens et Osteichtyens. IFERMER, 107p.

Le Mao P., 2009. Inventaire de la biodiversité marine dans le Golfe normano-breton. Echinodermes. IFERMER, 43p. Le Mao P., 2006. Inventaire de la biodiversité marine dans le Golfe normano-breton. Les crustacés malacostracés. I Leptostracés, Stomatopodes, Mysidacés, Tanaidacés, Cumacés et Euphausiacés. IFERMER, 40p.

Le Mao P., 2006. Inventaire de la biodiversité marine dans le Golfe normano-breton. Les crustacés malacostracés. 3 Amphipodes. IFERMER, 3 I p.

## annexe 4

## Liste des tableaux

Tab 13.1- Description de la colonne de tamis utilisées au cours des différentes compagnes de prélèvement.	16
Tab. 13.2- Traits biologiques et modalités utilisés pour décrire le fonctionnement écologique des communautés benthiques.	21
Tab. 22.1- Evolution des surafces des faciès sédimentaire de 1987 à 2010	43
Tab. 24.1- Caratéristiques faunistiques des assemblages des données benthiques de 1987.	65
Tab. 24.2- Caractéristiques faunistiques des assemblages des données benthiques de 2001.	67
Tab. 24.3- Caractéristiques faunistiques des assemblages des données benthiques de 2010.	69
Tab. 24.4- Caractéristiques faunistiques des assemblages des données benthiques de 2011.	71
Tab. 24.5- Evolution des surfaces des assemblages benthique de 1987 à 2011	72
Tab. 24.6- Corrélation des variables sédimentaires aux paramétres de richesse, d'abondance et de biomasse des stations.	83
Tab. 26.1- Traits biologiques et modalités utilisées pour décrire le fonctionnement écologique des communautés benthique.	93
Tab. 26.2- Synthèse des traits biologiques dominant pour chaque groupe de stations.	94
Tab. 26.3- Synthèse des traits biologiques dominants en fonction des types sédimentaires.	96
Tab. 26.4- Tableau des traits biologiques correlés significativement avec les variables sédimentaires (Fourth-corner analysis).	97

## liste des figures

Fig.	11.1-	Cartes de localisation.	10
Fig.	11.2-	Ombrogramme de la baie de Saint-Brieuc.	10
Fig.	11.3-	Fréquence et moyenne des directions de vent (en pourcentage) enregistrées à la station de Trémuson de 1985 à 2000.	11
Fig.	11.4-	Température de l'eau enregistrée en surface à St Guimond (Hillion).	11
Fig.	11.5-	Carte des bassins versant des cours d'eau débouchant en Baie de Saint-Brieuc.	12
Fig.	11.6-	Carte de la zone de marnage.	13
Fig.	13.1-	Cartes des stations d'échantillonnage de macrofaune benthique de 1987 à 2011.	14
Fig.	13.2-	Schéma des relations entre les matrices utilisées dans l'analyse RQL.	23
Fig.	21.1-	Répartion spatiale des données sédimentaires normées de 1987.	26
Fig.	21.2-	Corrélation des variables sédimentaires.	26
Fig.	21.3-	Analyse des données sédimentaires de 1987 par ACP	28
Fig.	21.4-	Répartition spatiale des données sédimentaires normées de 2001.	30
Fig.	21.5-	Corrélation des variables sédimentaires.	30
Fig.	21.6-	Analyse des données sédimentaires de 2001 par ACP.	32
Fig.	21.7-	Répartition spatiale des données sédimentaires normées de 2010.	34
Fig.	21.8-	Corrélation des variables sédimentaires.	34
Fig.	21.9-	Modélisation par krigeage de la teneur en vase du sédiment.	35
Fig.	21.10	- Modélisation de la résistance au cisaillement (mesurée par scissométrie).	35
Fig.	21.11	- Analyse des données sédimentaires de 2010 par ACP.	36
Fig.	22.1-	Carte sédimentaire issue de la campagne de 1987.	38
Fig.	22.2-	Carte morpho-sédimentaire issue de la campagne de 2001.	39
Fig.	22.3-	Carte morpho-sédimentaire issue de la campgane de 2010.	40
Fig.	23.1-	Abondance relative et fréquence d'occurrence des taxons de macrofaune benthique échantillonnée en 1987.	44
Fig.	23.2-	Représentations spatiales de l'abondance et de la richesse spécifique de la macrofaune benthique en 1987.	44
Fig.	23.3-	Abondance relative et fréquence d'occurrence des taxons de macrofaune benthique échantillonnée en 2001.	46
Fig.	23.4-	Représentations spatiales de l'abondance et de la richesse spécifique de la macrofaune benthique en 2001.	46
Fig.	23.5-	Abondance relative et fréquence d'occurrence des taxons de macrofaune benthique échantillonnée en 2010.	48
Fig.	23.6-	Représentations spatiales de l'abondance et de la richesse spécifique de la macrofaune benthique en 2010.	48
Fig.	23.7-	Abondance relative et fréquence d'occurrence des taxons de macrofaune benthique échantillonnée en 2011.	50
Fig.	23.8-	Représentations spatiales de l'abondance et de la richesse spécifique de la macrofaune benthique en 2011.	50
Fig.	23.9-	Représentation spatiale des abondances de la macrofaune benthique échantillonnée de 1987 à 2011.	52
Fig.	23.10	- Représentation spatiale des richesses spécifiques de la macrofaune benthique échantillonnée de 1987 à 2011.	53
Fig.	23.11	- Corrélation entre la richesse spécifique et le niveau bathymétrique (données 2010).	53
Fig.	23.12	2- Représentation spatiale des indices de diversité de Shannon-Wiener (H') de 1987 à 2011.	54
Fig.	23.13	- Représentation spatiale des indices de diversité de Shannon-Wiener (H') en 2011 à l'exclusion de Tellina tenuis et	54

Donax vittatus.

Fig. 23.14 Représentation spatiale des indices de diversité de Simpson (D) de 1987 à 2011.

Fig. 23.15 Représentation spatiale des indices d'équitabilité de Pielou (J') de 1987 à 2011.	55
Fig. 23.16- Représentation spatiale de indice de Rao de la macrofaune benthique échantillonnée de 1987 à 2011.	55
Fig. 23.17- Proportion des différents groupes trophiques en termes de richesse spécifique.	56
Fig. 23.18- Proportion des différents groupes trophiques en termes d'abondance.	58
Fig. 23.19- Représentation spatiale de la biomasse totale et des différents groupes taxonomiques de la macrofaune benthique	58
échantillonnée en novembre 2010 et mars 2011.	
Fig. 23.20- Histogramme en classe de taille de 2 espèces de bivalves (Cerastoderma edule et Donax vittus) échantillonnées en	60
novembre 2010 et mars 2011.	
Fig. 23.21- Biomasses relatives des différentes taxons de la macrofaune benthique échantillonnée en 2010 et 2011.	61
Fig. 23.22- Evolution de la biomasse de la macrofaune benthique échantillonnée entre 2010 et 2011 (hors échinodermes).	62
Fig. 24.1- Analyse des données benthiques de 1987 (mMDS).	63
Fig. 24.2- Analyse des données benthiques de 2001 (mMDS).	64
Fig. 24.3- Analyse des données benthiques de 2010 (mMDS).	66
Fig. 24.4- Analyse des données benthiques de 2011 (mMDS).	68
Fig. 24.5- Carte des assemblages benthique issue de la campagne de 1987.	70
Fig. 24.6- Carte des assemblages benthique issue de la campagne de 2001.	72
Fig. 24.7- Carte des assemblages benthique issue des campagnes de 2011.	73
Fig. 24.8- Abondance relative et fréquence d'occurrence des taxons de macrofaune benthique échantillonnée en 1987 et 2001.	73
Fig. 24.9- Répartition du nombre de taxa présent dans 1 à 4 campagnes de prélèvement entre 1987 et mars 2011.	74
Fig. 24.10- Abondance relative et fréquence d'occurence des taxons de macrofaune benthique échantillonnée en 2010 et 2011.	75
Fig. 24.11- Analyse des données benthiques en fonction des variables sédimentaires de 1987 par ACC.	76
Fig. 24.12- Ordination des espèces benthiques en fonction de 4 variables sédimentaires.	78
Fig. 24.13- Analyse des données benthiques en fonction des variables sédimentaires de 2001 par ACC.	78
Fig. 24.14- Ordination des espèces benthiques en fonction de 4 variables sédimentaires.	80
Fig. 24.15- Analyse des données benthiques en fonction des variables sédimentaires de 2011 par ACC.	80
Fig. 24.16- Ordination des espèces benthiques en fonction de 4 variables sédimentaires.	82
Fig. 24.17- Carte bio-sédimentaire issus des campagnes de 2010/2011.	82
Fig. 25.1- Cartes des indice m-AMBI calculé par stations à partir des données des 4 campagnes de prélèvements benthiques.	84
Fig. 26.1- Analyse des données benthiques en fonction des traits biologique de 2010 par l'analyse de co-inertie.	90
Fig. 26.2- Carte des stations d'échantillonnage et assemblages benthiques issus de l'analyse des traits biologique du benthos.	92
Fig. 26.3- Représentation spatiale de l'indice de diversité fonctionnel (FD) de la macrofaune benthique.	94
Fig. 26.4- Corrélation entre l'indice de diversité fonctionnelle et le niveau bathymétrique (données 2010).	95
Fig. 26.5- Corrélation entre l'indice de diversité fonctionnelle et richesse spécifique (données 2010).	95
Fig. 26.6- Analyse des données sédimentaires en fonction des traits biologiques de 2010 par l'analyse RLQ.	95
	96



référence :

PONSERO A., STURBOIS A., 2014, Assemblages benthiques et faciés sédimentaires des substrats meubles intertidaux du fond de baie de Saint-Brieuc - Cartographie, analyse et évolution de 1987 à 2011. Réserve Naturelle Baie de Saint-Brieuc, 196 pages

Réserve Naturelle Nationale de la Baie de Saint-

**Brieuc** site de l'Etoile 22120 Hillion 02.96.32.31.40 (fax : 02.96.77.30.57) alain.ponsero@espaces-naturels anthony.sturbois@espaces-naturels.fr http://www.reservebaiedesaintbrieuc.com



SAINT-BRIEUC Agglomération Baie d'Armor

Saint-Brieuc Agglomération 3 place de la résistance, BP 4402 22044 St-Brieuc Téléphone : 02 96 77 20 00 Site : saintbrieuc-agglo.fr Email : accueil@saintbrieuc-agglo.fr



VivarmorNature 10 Boulevard Sévigné 22000 St-Brieuc Téléphone/fax : 02 96 33 10 57 Site : vivarmor.fr Email : vivarmor@orange.fr