

Observatoire Aquitain des Sciences de l'Univers
UMR 5805 EPOC
Université Bordeaux 1 - CNRS



H. Blanchet, B. Gouillieux, G. Bachelet, M. Leconte, N. Lavesque, A. Villedieu, F. Prince.

Station Marine d'Arcachon

2 rue du professeur Jolyet
33120 Arcachon
France
05 56 22 39 35
h.blanchet@epoc.u-bordeaux1.fr



Contrôle de surveillance DCE 2012

Echantillonnage DCE des Masses d'Eau Côtières du district hydrographique Adour-Garonne pour le paramètre « faune invertébrée benthique »

Masses d'eau côtières :

- **FRFC 06 Arcachon Amont**
- **FRFC 08 Côte Landaise**
- **FRFC 09 Lac d'Hossegor**
- **FRFC 11 Côte Basque**

Contrat ifremer n° 12/5210889



*Avec le soutien financier de
l'Agence de l'eau Adour-Garonne*



Rapport final 7 juin 2013

- Sommaire -

Introduction	1
Méthodologie	1
Echantillonnage	1
Echantillons de faune	2
Granulométrie et teneur en matière organique	2
1. Masse d’Eau « Arcachon Amont » - FRFC 06	5
1.1. Méthodologie	5
1.1.1. Localisation des stations	5
1.1.2. Echantillonnage	5
a. Sédiments	5
b. Faune	6
1.2.1. Contexte environnemental	7
1.2.3. Faune invertébrée benthique – Station Afrique	10
1.2.4. Faune invertébrée benthique – Station Comprian	12
2. Masse d’Eau « Côte Landaise » - FRFC 08	19
2.1. Méthodologie	19
2.1.1. Localisation des stations	19
a. Sédiments	20
b. Faune	20
2.2.1. Contexte environnemental	21
2.2.2. Faune invertébrée benthique	21
2.3. Changements observés et calculs des indicateurs de qualité écologique du milieu	22
3. Masse d’Eau « Lac d’Hossegor » - FRFC 09	24
3.1. Méthodologie	24
3.1.1. Localisation des stations	24
a. Sédiments	25
b. Faune	25
3.2. Résultats	26
3.2.1. Contexte environnemental	26
a. Hossegor intertidal, herbier à <i>Zostera noltii</i>	28
b. Hossegor intertidal	29
c. Hossegor subtidal	30
3.3. Changements observés et calculs des indicateurs de qualité écologique du milieu	31
3.3.1. Herbier intertidal à <i>Zostera noltii</i>	31
3.3.2. Station intertidale	32
3.3.3. Station subtidale	33
4. Masse d’Eau « Côte Basque » - FRFC 11	36
4.1. Méthodologie	36
4.1.1. Localisation des stations	36
a. Sédiments	37
b. Faune	37
4.2.1. Contexte environnemental	37
4.2.2. Faune invertébrée benthique	38

4.3. Changements observés et calculs des indicateurs de qualité écologique du milieu	39
5. Conclusions	41

Introduction -

La Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE établit un nouveau cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixe comme objectif général l'atteinte, à l'horizon 2015, d'un bon état écologique et chimique des masses d'eau souterraines et de surface, ces dernières incluant les eaux côtières et de transition (intégrant notamment les estuaires).

Dans le district Adour-Garonne, qui s'étend des Pertuis charentais à l'estuaire de la Bidassoa (frontière espagnole), 5 Masses d'eau côtières (Arcachon amont, Pointe d'Arcachon-Ondres, Lac d'Hossegor et Côte Basque) ont été échantillonnées. La faune invertébrée benthique de chacune de ces Masses d'eau a été échantillonnée au Printemps de l'année 2012. Il convient de noter que la masse d'eau FRFC 07 Arcachon Aval n'est plus suivie à partir de 2012, en effet, cette masse d'eau est caractérisée par des peuplements de sables mobiles très peu denses, dont les fluctuations temporelles, mêmes mineures, entraînaient des changements artificiels du statut écologique de la masse d'eau (limite d'application de l'indicateur M-AMBi). Il a donc été décidé de retirer cette station du réseau de surveillance.

Ce rapport présente les résultats obtenus Masse d'Eau par Masse d'Eau.

Méthodologie

Echantillonnage

L'échantillonnage des Masses d'eau côtières a eu lieu au Printemps 2012.

En domaine intertidal, les échantillons ont été collectés à l'aide de carottiers métalliques prélevant une surface unitaire de 0,04 m². Le nombre d'échantillons prélevés est dépendant du type d'habitat considéré.

Nombre d'échantillon unitaires prélevés aux stations intertidales des masses d'eau côtières

	Nombre d'échantillons prélevés
Herbier intertidal à <i>Z. noltii</i>	5
Sable des plages de mode battu	10
Autre habitat intertidal	7

En domaine subtidal, les échantillons ont été collectés à l'aide de bennes de type van Veen dans la majorité des cas. Cette benne prélève une surface unitaire de 0,1 m². Dans chaque station et pour chaque date, 5 échantillons unitaires ont été prélevés. Seule la station subtidale du Lac d'Hossegor a été échantillonnée à l'aide d'une benne Ekman manipulée par des plongeurs en raison de l'impossibilité d'accéder au site avec des moyens nautiques susceptible de manipuler une benne de type van Veen (cf. tableau ci dessous).

Stations pour lesquelles l'échantillonnage a été réalisé à l'aide d'une benne de type « benne Ekman »

Masse d'eau	Station	Nombre d'échantillon collectés	Surface unitaire d'échantillonnage (m ²)	Surface totale échantillonnée (m ²)
Lac d'Hossegor	Hossegor SM	20	0,0225	0,45

Traitement des échantillons

Echantillons de faune

Les sédiments ont été tamisés sur maille de 1 mm de côté. Le refus de tamis a été fixé à l'aide d'une solution de Formol (4%) et coloré au Rose Bengale. Au laboratoire, la faune a été triée, identifiée au niveau du plus petit taxon possible et dénombrée sous loupe binoculaire. L'abondance des espèces de l'épifaune fixée de petite taille (comme les polychètes du genre *Spirorbis*) n'a pas été prise en compte dans l'abondance totale, les indices utilisés étant principalement basés sur l'endofaune et l'épifaune mobile.

Granulométrie et teneur en matière organique

Depuis 2012, trois échantillons de sédiments ont été prélevés afin de mieux cerner les variations sédimentaires d'une année sur l'autre. La granulométrie du sédiment a été mesurée sur colonne humide. Cette colonne humide consiste en une colonne de tamis de maille décroissante empilés (2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm et 0,063 mm). Le sédiment préalablement séché à l'étuve (60°C pendant au moins 48H) et pesé, est passé au travers de la colonne humide. Chaque fraction est récupérée, séchée et pesée (60°C pendant au moins 48H). La médiane granulométrique a été déterminée en utilisant le logiciel GRADISTAT.

La teneur en matière organique des sédiments a été déterminée par perte au feu. Un échantillon de sédiment préalablement séché (poids sec : 60°C pendant au moins 48H) et pesé est placé dans un four à 450°C pendant 6H. Après crémation, le sédiment calciné est pesé (poids sec de cendres). La teneur en matière organique est exprimée comme le pourcentage représenté par la différence entre poids sec et poids sec de cendres sur le poids sec de sédiment.

Traitement des données : calcul du M-AMBI

Dans un premier temps et malgré les défauts non négligeables de cette approche, l'état écologique de la macrofaune invertébrée benthique a été déterminé en utilisant la méthode du M-AMBI développée par Muxika et al. (2006).

La mesure du M-AMBI repose sur le calcul de trois valeurs :

- La richesse spécifique S^1 qui correspond au nombre total d'espèce récoltées dans la station.

¹ Les valeurs de S utilisées pour la définition des Etats de Référence correspondant à une surface échantillonnée d'environ 0.2 m² en intertidal et à 0.5 m² en subtidal.

– L'indice de diversité de Shannon H' selon la formule :

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \cdot \text{Log}_2(p_i)$$

Avec

S , le nombre d'espèce ;

p_i est la proportion, en abondance, de l'espèce i par rapport à l'abondance totale.

– La valeur de l'AMBI, calculée selon la formule :

$$AMBI = (p_{GE1} \times 0) + (p_{GE2} \times 1,5) + (p_{GE3} \times 3) + (p_{GE4} \times 4,5) + (p_{GE5} \times 6)$$

Avec

p_{Gex} la proportion, en abondance, des espèces du groupe écologique x définies par Borja et al (2000). Celui-ci définit 5 groupes écologiques de polluo-sensibilité décroissante :

GE 1 : espèces sensibles aux perturbations ;

GE 2 : espèces indifférentes aux perturbations ;

GE 3 : espèces tolérantes aux perturbations ;

GE 4 : espèces opportunistes de second ordre ;

GE 5 : espèces opportunistes de premier ordre.

Le calcul du M-AMBI nécessite la définition de conditions de références du « Très Bon Etat » écologique et de l'état « Mauvais ». La définition de ces états de références pour les côtes françaises Manche-Atlantique a été réalisée en collaboration avec l'Ifremer sur la base de l'analyse de données collectées dans des milieux considérés comme non perturbés. Ce travail a permis de définir les états de référence pour 3 habitats : les sables envasés subtidiaux, les sables propres subtidiaux et les sables envasés intertidaux. Il n'existe aucun état de référence pour les eaux de transitions estuariennes, en conséquence, la valeur de cet indice n'a pas été calculée.

Pour le « Très Bon » état écologique, les valeurs les plus élevées de S et de H' trouvées dans le jeu de données ont été utilisées. Pour l'AMBI, ce sont les valeurs les plus faibles de l'indice AMBI dans le jeu de données qui ont été utilisées.

La définition du « Mauvais » état écologique est similaire quelle que soit l'habitat considéré : il correspond à un sédiment dépourvu de macrofaune. Dans de telles conditions, S et H' sont égales à 0 et la valeur de l'AMBI est maximale.

La valeur du M-AMBI pour chaque station est obtenue en fonction de la position de la projection du point-station par rapport au segment reliant les point-références « Très Bon » et « Mauvais » dans l'espace des deux premières dimensions d'une analyse factorielle (Muxika et al., 2004). La distance de la projection du point-station par rapport aux extrémités (les points-référence

« Très Bon » et « Mauvais ») du segment est interprétée comme un Ecological Quality Ratio (EQR) et convertis en état écologique selon une échelle d'EQR prédéfinie.

En attendant la standardisation (en cours) de la procédure, le calcul a été réalisé à l'aide de l'interface fournie par l'AZTI. **Les valeurs d'AMBI et de M-AMBI sont donc données à titre indicatif et sont susceptibles d'être modifiées lorsque la méthodologie sera homogénéisée.**

1. Masse d'Eau « Arcachon Amont » - FRFC 06 –

1.1. Méthodologie

1.1.1. Localisation des stations

Un total de 3 stations a été échantillonné dans cette Masse d'Eau.

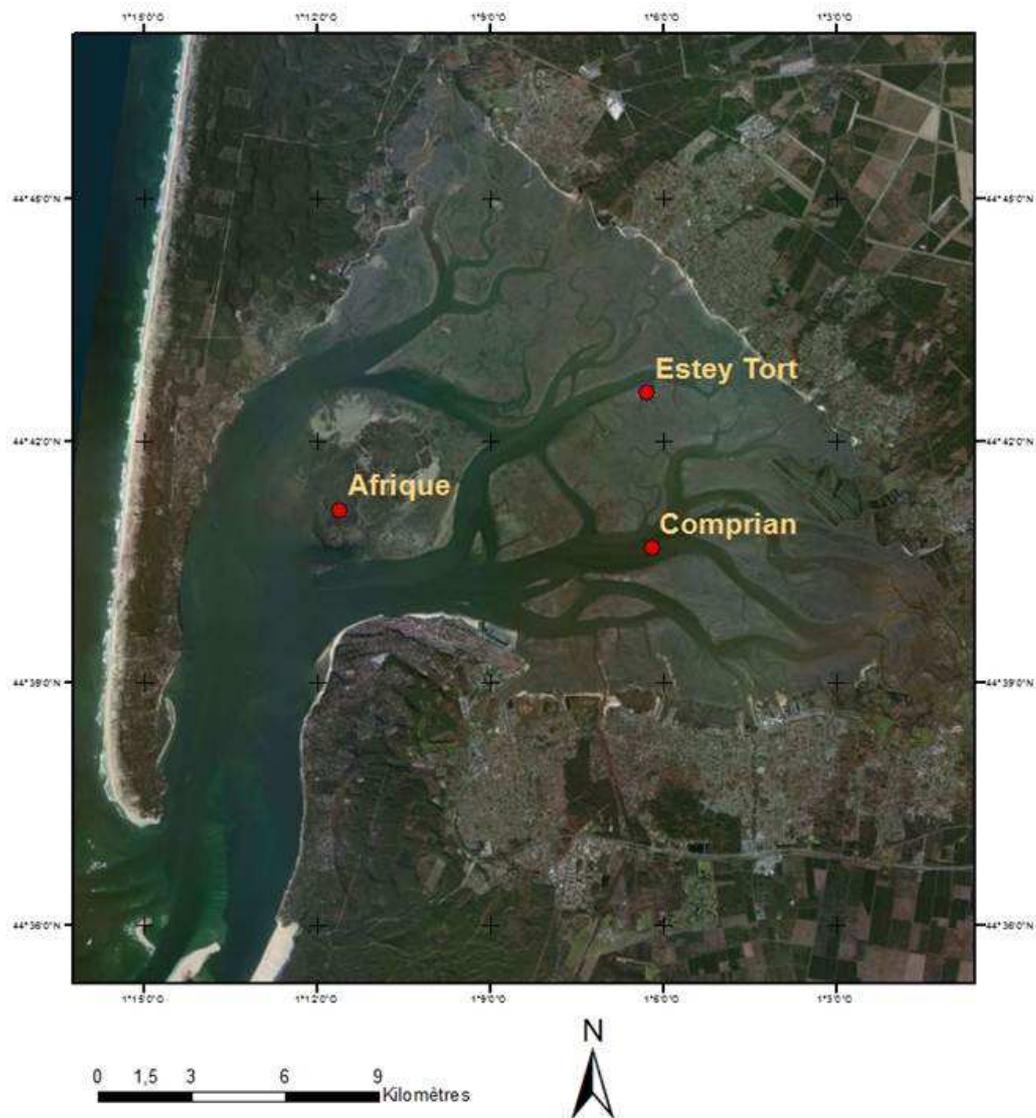


Figure 1 : Position des stations échantillonnées dans la masse d'eau « Arcachon Amont »

1.1.2. Echantillonnage

a. Sédiments

Les sédiments ont été prélevés soit directement en domaine intertidal, soit à l'aide d'une benne supplémentaire selon le protocole brièvement résumé ci-dessous.

Granulométrie

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier plastique
Dimensions échantillon	3,5 cm - 10 cm de profondeur
Nombre d'échantillon	3 échantillons
Analyse	Séchage - Passage sur une colonne humide de 6 tamis de maille décroissante (2000 µm, 1000 µm, 500 µm, 250 µm, 125 µm et 63 µm) - Séchage - Pesée - Médiane obtenue par méthode graphique.

Matière organique

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier plastique
Dimensions échantillon	3,5 cm - 10 cm de profondeur
Nombre d'échantillon	3 échantillons
Analyse	Perte au feu (4h - 450°C)

b. Faune**Herbiers à *Zostera noltii*: Stations arc 108 et arc 173**

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier métal
Dimensions échantillon	0,20 m * 0,20 m = 0,04 m ²
Nombre d'échantillon	5 échantillons
Analyse	Séparation par espèce Dénombrement AMBI (AZTI's Marine Biotic Index), Borja et al., 2000 M-AMBI (Multivariate AZTI's Marine Biotic Index), Muxika et al., 2006

Station subtidale : Station arc 43

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Benne van Veen
Dimensions échantillon	0,20 m * 0,50 m = 0,1 m ²
Nombre d'échantillon	5 échantillons
Analyse	Séparation par espèce Dénombrement AMBI (AZTI's Marine Biotic Index), Borja et al., 2000 M-AMBI (Multivariate AZTI's Marine Biotic Index), Muxika et al., 2006

1.2. Résultats

1.2.1. Contexte environnemental

L'herbier de la station Estey Tort int ZN est installé sur un sédiment vaso-sableux (médiane granulométrique comprise entre 30 et 40 μm) dont le taux de matière organique était compris entre 7 et 10,3 %, entre 2007 et 2009. La teneur en particules fines (< 63 μm) était comprise entre 21 et 77 %. Cette station semble nettement moins envasée en 2012 par rapport aux années précédentes avec une médiane granulométrique de 150 μm .

L'herbier de la station Afrique int ZN est installé sur un sédiment plus sableux que la station Estey Tort. Les sédiments consistent en des sables envasés. Cette station semble s'être envasée en 2012 par rapport aux années précédentes avec une médiane granulométrique plus basse (entre 50 et 100 μm) associée à une augmentation des teneurs en matière organique et en particules fines (teneur en MO entre 3,6 et 8,3 %, teneur en pélites entre 28 et 61 %).

La station subtidale (Comprian sub) correspond à des sables fins plus ou moins envasés (médiane granulométrique de 150 et 290 μm) avec un taux de particules fines comprise entre 5 et 32 % et une teneur en MO de 0,6 à 4,7 %. On note un envasement important de cette station en 2009 (MO : 4,7 %, teneur en particules fines : 32%). En 2012, le sédiment semble moins envasé qu'en 2009 avec une légère augmentation de la médiane granulométrique (médiane granulométrique : 110 μm en 2009 et 150 μm en 2012) et une diminution de la teneur en MO et en particules fines (teneur en MO : 4,7 % en 2009 et entre 1,2 et 3,6 % en 2012, teneur en pélites : 32% en 2009 et entre 5 et 13 % en 2012) qui sont proches des valeurs de 2007 et de 2008.

Stations	Printemps 2007	Printemps 2008	Printemps 2009	Printemps 2012
Estey Tort int ZN				
% MO	7	9,1	10,3	1,2 à 2,2
% < 63 µm	59	21	77	9 à 13
Médiane granulométrique	40 µm	40 µm	30 µm	150 à 150 µm
Afrique int ZN				
% MO	1,3	3,8	3,2	3,6 à 8,3
% < 63 µm	10	17	13	28 à 61
Médiane granulométrique	190 µm	210 µm	170 µm	50 à 100 µm
Comprian sub				
% MO	0,6	1,4	4,7	1,2 à 2,6
% < 63 µm	6	7	32	5 à 13
Médiane granulométrique	200 µm	290 µm	110 µm	150 à 150 µm

1.2.2. Faune invertébrée benthique – station Estey Tort

Tableau 1 : Niveau d'abondance moyen (individus par m²) et degré d'occurrence des principales espèces de la macrofaune invertébrée dans l'herbier à *Zostera noltii* de la station Estey Tort au printemps. (°°°°° : espèce présente dans plus de 80% des échantillons ; °°°° : espèce présente dans plus de 60% des échantillons ; °°° : espèce présente dans plus de 40% des échantillons; °° : espèce présente dans plus de 20% des échantillons ; abs : espèce absente des échantillons)

ESTEY TORT HZN	2007	2008	2009	2012
<i>Heteromastus filiformis</i>	215 °°°°°	400 °°°°°	525 °°°°°	815 °°°°°
<i>Tubificoides benedii</i>	625 °°°°°	965 °°°°°	440 °°°°°	1025 °°°°°
<i>Abra segmentum</i>	650 °°°°°	75 °°°°	150 °°°°°	675 °°°°°
<i>Cirratulidae</i>	190 °°°°°	90 °°°°	550 °°°°°	275 °°°°°
<i>Glycera</i>	40 °°°°°	25 °°°°	100 °°°°°	50 °°°°°
<i>Hydrobia ulvae</i>	175 °°°°	8600 °°°°°	7300 °°°°°	9365 °°°°°
<i>Pygospio elegans</i>	2255 °°°°°	115 °°°°°	40 °°°°	200 °°°°°
<i>Streblospio shrubsolii</i>	150 °°°°°	40 °°	65 °°°°°	150 °°°°°
<i>Melinna palmata</i>	225 °°°°°	15	450 °°°°°	265 °°°°°
<i>Ruditapes philippinarum</i>	15 °°	15 °°	400 °°°°°	290 °°°°°
<i>Cerastoderma edule</i>	0	75 °°°°	90 °°°°°	15 °°
<i>Oligochaeta</i>	25 °°°°	25 °°°	15 °°	25 °°°
<i>Pseudopolydora</i>	375 °°°°°	25 °°	15 °°°	15 °°
<i>Capitella</i>	0	15 °°	25 °°°	15 °°°
<i>Idotea chelipes</i>	0	25 °°°°°	40 °°°	0 abs
<i>Musculista senhousia</i>	15 °°°	0	75 °°°°°	0 abs
<i>Nemertea</i>	15 °°	0 abs	50 °°°°	25 °°°
<i>Carcinus maenas</i>	0 abs	15 °°	25 °°°	25 °°°
<i>Nephtys hombergii</i>	65 °°°°	25 °°	15 °°	0 abs
<i>Littorina littorea</i>	0 abs	0 abs	25 °°°	100 °°°°°
<i>Melita palmata</i>	15 °°	0 abs	125 °°°°	15 °°
<i>Modiolus modiolus</i>	0 abs	15 °°	225 °°°°°	0 abs
<i>Nassarius reticulatus</i>	0 abs	0	40 °°°°°	0 °°
<i>Scrobicularia plana</i>	0 abs	0 abs	400 °°°°°	15 °°
<i>Diopatra</i>	0 abs	0 abs	50 °°°°°	0 °°
<i>Dolichopodidae</i>	50 °°°°	0 abs	0 abs	50 °°°
<i>Exogone</i>	0 abs	0	0 abs	65 °°°°°
<i>Hediste diversicolor</i>	525 °°°°°	0 abs	0 abs	0
<i>Monocorophium acherusicum</i>	0 abs	0	150 °°°°°	0 abs
<i>Perioculodes longimanus</i>	25 °°	0	0	15 °°
<i>Polyplacophora</i>	0 abs	0 abs	475 °°°°°	0
<i>Bittium reticulatum</i>	0 abs	40 °°	50 °°°	0 abs
<i>Clymenura clypeata</i>	0 abs	0 abs	100 °°°°°	0 abs
<i>Gibbula umbilicalis</i>	0 abs	0 abs	165 °°°°	0
<i>Siphonoecetes</i>	25 °°	0 abs	50 °°°	0 abs
<i>Galathowenia oculata</i>	0 abs	0 abs	0 abs	25 °°°°°
<i>Macoma balthica</i>	0 abs	0 abs	25 °°°°	0 abs
<i>Parvicardium exiguum</i>	25 °°°	0 abs	0 abs	0 abs
Nbe total d'individus/m ²	5 850	10 625	12 310	13 605
Nbe total de taxa	36	28	46	38

1.2.3. Faune invertébrée benthique – Station Afrique

Tableau 2 : Niveau d'abondance moyen (individus par m²) et degré d'occurrence des principales espèces de la macrofaune invertébrée dans l'herbier à *Zostera noltii* de la station Afrique int ZN au printemps. (°°°°° : espèce présente dans plus de 80% des échantillons ; °°°° : espèce présente dans plus de 60% des échantillons ; °°° : espèce présente dans plus de 40% des échantillons ; °° : espèce présente dans plus de 20% des échantillons ; abs : espèce absente des échantillons)

AFRIQUE INT HZN	2007	2008	2009	2012
<i>Capitella</i>	275 °°°°°	325 °°°°°	240 °°°°°	975 °°°°°
<i>Cirratulidae</i>	125 °°°°°	2975 °°°°°	250 °°°°°	2325 °°°°°
<i>Heteromastus filiformis</i>	1265 °°°°°	3790 °°°°°	4375 °°°°°	3640 °°°°°
<i>Loripes lacteus</i>	190 °°°°°	175 °°°°°	125 °°°°°	165 °°°°°
<i>Melinna palmata</i>	490 °°°°°	1275 °°°°°	700 °°°°°	850 °°°°°
<i>Nemertea</i>	150 °°°°°	275 °°°°°	215 °°°°°	6550 °°°°°
<i>Glycera</i>	75 °°°°°	165 °°°°°	140 °°°°	75 °°°°°
<i>Pseudopolydora</i>	340 °°°°°	75 °°°°°	50 °°°°	375 °°°°°
<i>Tubificoides benedii</i>	3800 °°°°°	8940 °°°°°	7590 °°°°°	14200 °°°°
<i>Euclymene oerstedii</i>	315 °°°°°	525 °°°°°	115 °°°	215 °°°°°
<i>Phoronis</i>	315 °°°°°	290 °°°°°	75 °°°°°	50 °°°
<i>Bittium reticulatum</i>	1140 °°°°	5290 °°°°°	225 °°°	825 °°°°°
<i>Aonides oxycephala</i>	165 °°°°°	300 °°°°°	50 °°°	40 °°°
<i>Abra segmentum</i>	215 °°°°°	75 °°°°°	840 °°°°°	0 abs
<i>Clymenura clypeata</i>	640 °°°°°	1125 °°°°°	565 °°°°°	0 abs
<i>Exogone</i>	625 °°°°°	1275 °°°°°	0 abs	3075 °°°°°
<i>Galathowenia oculata</i>	15 °°	440 °°°°	175 °°°°°	890 °°°°°
<i>Notomastus latericeus</i>	800 °°°°°	465 °°°°°	0 abs	200 °°°°°
<i>Oligochaeta</i>	25 °°°°	90 °°°°°	0 °°	75 °°°°
<i>Paphia aurea</i>	150 °°°°°	65 °°°°	25 °°°°	0 abs
<i>Parvicardium exiguum</i>	375 °°°°°	50 °°°°	40 °°°°	0 abs
<i>Idotea chelipes</i>	15 °°	215 °°°°°	50 °°°°	0 abs
<i>Prionospio</i>	200 °°°°°	115 °°°°°	0 °°	0 abs
<i>Hydrobia ulvae</i>	0 °°	50 °°	25 °°	175 °°°°°
<i>Paraonidae</i>	450 °°°°°	2125 °°°°°	0 abs	0 abs
<i>Ruditapes philippinarum</i>	65 °°°°	0 °°	25 °°°°	15 °°
<i>Microdeutopus</i>	90 °°°°	140 °°°°°	0 abs	0 abs
<i>Phyllodoce</i>	0 °°	50 °°°°	25 °°°°	0 abs
<i>Syllidae</i>	0 abs	0 °°	1250 °°°°°	25 °°°
<i>Cyathura carinata</i>	15 °°	100 °°°°°	0 °°	0 abs
<i>Paradoneis armata</i>	0 abs	0 abs	190 °°°°	200 °°°°
<i>Periculodes longimanus</i>	125 °°°°°	65 °°°	0 abs	0 abs
<i>Pygospio elegans</i>	100 °°°	0 abs	0 abs	215 °°°°°
<i>Zeuxo holdichi</i>	0 °°	50 °°°°°	0 abs	15 °°
<i>Cereus pedunculatus</i>	50 °°°°°	25 °°	0 abs	0 abs
<i>Chironomidae</i>	0 abs	75 °°°°	25 °°°	0 abs
<i>Abra tenuis</i>	0 abs	15 °°	0 abs	1700 °°°°°
<i>Anoplodactylus</i>	0 °°	325 °°°°	0 °°	0 abs
<i>Polyplacophora</i>	40 °°°°	15 °°	0 abs	0 abs
<i>Amphipholis squamata</i>	25 °°°°	25 °°	0 abs	0 abs

<i>Leiochone leiopygos</i>	0 <i>abs</i>	0 <i>abs</i>	0 <i>abs</i>	1300 °°°°°
<i>Nephtys hombergii</i>	75 °°°°°	0 <i>abs</i>	0 <i>abs</i>	0 <i>abs</i>
<i>Opisthobranchia</i>	0 °	50 °°°°	0 <i>abs</i>	0 <i>abs</i>
<i>Streblospio shrubsolii</i>	0 <i>abs</i>	15 °	0 <i>abs</i>	25 °°°°
<i>Gibbula umbilicalis</i>	0 <i>abs</i>	25 °°°	0 °	0 <i>abs</i>
<i>Ruditapes</i>	0 <i>abs</i>	50 °°°	0 °	0 <i>abs</i>
<i>Scrobicularia plana</i>	0 <i>abs</i>	0 <i>abs</i>	50 °°°°	0 <i>abs</i>
<i>Spio</i>	50 °°°°	0 <i>abs</i>	0 <i>abs</i>	0 <i>abs</i>
<i>Nereididae</i>	0 <i>abs</i>	50 °°°	0 <i>abs</i>	0 <i>abs</i>
Nbe total d'individus/m ²	12990	31915	17640	38505
Nbe total de taxa	62	69	58	42

1.2.4. Faune invertébrée benthique – Station Comprian

Tableau 3 : Niveau d'abondance moyen (individus par m²) et degré d'occurrence des principales espèces de la macrofaune invertébrée de la station Comprian SM au printemps. (°°°°° : espèce présente dans plus de 80% des échantillons ; °°°° : espèce présente dans plus de 60% des échantillons ; °°° : espèce présente dans plus de 40% des échantillons ; °° : espèce présente dans plus de 20% des échantillons ; abs : espèce absente des échantillons)

COMPRIAN SM XBENTO7	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<i>Glycera</i>	3 °°°	6 °°°°°	10 °°°°°	5 °°°°°	13 °°°°°	6 °°°°°
<i>Poecilochaetus serpens</i>	7 °°°	16 °°°°°	113 °°°°°	102 °°°°°	318 °°°°°	178 °°°°°
<i>Heteromastus filiformis</i>	25 °°°°°	12 °°°	9 °°°°°	16 °°°°	24 °°°°°	29 °°°°°
<i>Magelona</i>	1 °°	8 °°°°°	11 °°°°°	10 °°°°	23 °°°°°	11 °°°°°
<i>Mediomastus fragilis</i>	0 abs	16 °°°°°	62 °°°°°	25 °°°°°	232 °°°°°	296 °°°°°
<i>Nemertea</i>	1 °°	6 °°°°	13 °°°°°	2 °°°°	15 °°°°°	17 °°°°°
<i>Cirratulidae</i>	0 °	16 °°°°°	5 °°°°°	6 °°°	5 °°°°	20 °°°°°
<i>Prionospio</i>	0 abs	1 °°°	29 °°°°°	12 °°°°°	55 °°°°°	38 °°°°°
<i>Scoloplos armiger</i>	6 °°°°°	7 °°°°	0 °	1 °°°	16 °°°°°	13 °°°°°
<i>Abludomelita obtusata</i>	7 °°	10 °°°	4 °°°°°	7 °°°	23 °°°°°	9 °°°°
<i>Diopatra</i>	0 °	1 °	35 °°°°°	16 °°°°°	8 °°°°°	13 °°°°°
<i>Euclymene oerstedii</i>	0 °	16 °°°°°	3 °°°°	4 °°	13 °°°°	45 °°°°°
<i>Oligochaeta</i>	0 abs	5 °°°°°	4 °°°°°	0 °	25 °°°°°	69 °°°°°
<i>Owenia fusiformis</i>	4 °°°°	3 °°°°	3 °°°°°	0 abs	4 °°°°°	2 °°°
<i>Notomastus latericeus</i>	0 °	2 °°	6 °°°°°	1 °	7 °°°°°	14 °°°°°
<i>Nephtys hombergii</i>	1 °°°	4 °°°°°	2 °°°	1 °°	7 °°°°	0 °
<i>Mytilus edulis</i>	0 abs	0 °	64 °°°°°	22 °°	67 °°°°	261 °°°°°
<i>Euclymene collaris</i>	5 °°°°	10 °°°°°	0 abs	2 °°	45 °°°°°	0 abs
<i>Nassarius reticulatus</i>	1 °°	4 °°°	0 abs	4 °°°	7 °°°°°	1 °°°
<i>Spio</i>	13 °°°°°	3 °°°	0 abs	0 abs	6 °°°°	4 °°°°
<i>Ampelisca brevicornis</i>	0 °	2 °°°	0 °	2 °°	4 °°°	10 °°°°°
<i>Abra alba</i>	1 °	2 °°	0 abs	0 °	25 °°°°°	19 °°°°°
<i>Perioculodes longimanus</i>	2 °°	2 °°	0 abs	1 °°	3 °°°	6 °°°°°
<i>Angulus fabula</i>	2 °°	0 °	0 abs	0 abs	10 °°°°°	8 °°°°°
<i>Paradoneis armata</i>	4 °°°°	0 °	0 °	2 °°	0 abs	54 °°°°°
<i>Amphipholis squamata</i>	0 abs	3 °°	1 °°	4 °°°	2 °°°	2 °°
<i>Cnidaria</i>	0 abs	0 abs	0 °	1 °	12 °°°°°	16 °°°°°
<i>Phylo foetida</i>	2 °°°°	3 °°°°	0 abs	0 °	2 °°°	0 abs
<i>Tubificoides benedii</i>	0 abs	0 abs	1 °	3 °°	2 °°	42 °°°°°
<i>Urothoe pulchella</i>	9 °°°°	1 °°	0 abs	0 abs	1 °°°	0 °
<i>Apherusa ovalipes</i>	0 abs	3 °°	0 °	2 °°°	1 °°	1 °
<i>Ericthonius punctatus</i>	0 abs	0 °	0 abs	0 abs	2 °°°°	2 °°°
<i>Phtisica marina</i>	0 abs	0 abs	0 °	4 °°	73 °°°°°	0 abs
<i>Terebellidae</i>	0 abs	2 °°°	0 abs	0 °	1 °°	1 °°
<i>Diogenes pugilator</i>	1 °	2 °°°°	0 abs	0 °	0 °	0 abs
<i>Kurtiella bidentata</i>	0 abs	0 abs	0 abs	0 abs	4 °°°	11 °°°°
<i>Solen marginatus</i>	0 °	2 °°°°	0 abs	0 °	0 abs	0 °
<i>Bathyporeia</i>	0 °	2 °°°	0 abs	0 abs	0 °	0 °
<i>Crepidula fornicata</i>	0 abs	0 abs	0 abs	1 °	6 °°°	2 °°
<i>Exogone</i>	0 abs	0 °	0 abs	0 abs	0 abs	16 °°°°°
<i>Megamphopus cornutus</i>	0 abs	0 abs	0 abs	0 °	8 °°°°°	0 abs
<i>Polynoidae</i>	0 °	0 abs	4 °°°°°	0 abs	0 abs	0 abs

<i>Spiophanes bombyx</i>	0 abs	0 abs	0 abs	0 abs	6 ○○○○	0 °
<i>Diastylis rugosa</i>	0 abs	0 abs	1 ○○	0 abs	2 ○○○	0 abs
<i>Galathowenia oculata</i>	0 abs	0 abs	0 abs	0 abs	1 °	8 ○○○○
<i>Monocorophium ascherusicum</i>	0 abs	0 abs	0 abs	0 abs	4 ○○○○	0 abs
<i>Paraonis fulgens</i>	0 abs	0 abs	0 abs	0 abs	8 ○○○○	0 abs
<i>Tellina tenuis</i>	2 ○○	2 ○○○	0 abs	0 abs	0 abs	0 abs
<i>Isaeidae</i>	0 abs	0 abs	0 abs	0 abs	0 °	3 ○○○
<i>Ruditapes philippinarum</i>	1 ○○○	0 abs	0 abs	0 abs	0 abs	0 °
<i>Scrobicularia plana</i>	0 abs	0 abs	0 °	0 abs	0 abs	2 ○○○
<i>Syllidae</i>	0 abs	0 abs	0 °	0 abs	1 ○○○	0 abs
Nbe total d'individus/m ²	548	616	1964	1376	5574	6244
Nbe total de taxa	45	48	41	55	85	69

1.3. Changements observés et calculs des indicateurs de qualité écologique du milieu

Station Estey Tort :

Les principales espèces de la faune benthique de cette station sont les polychètes *Heteromastus filiformis*, *Pygospio elegans* accompagnées de Cirratulidae ; les mollusques *Abra segmentum* et *Hydrobia ulvae* ainsi que diverses espèces d'oligochètes. Ces espèces ont été constamment retrouvées sur l'ensemble du suivi depuis 2007.

Station : Estey Tort

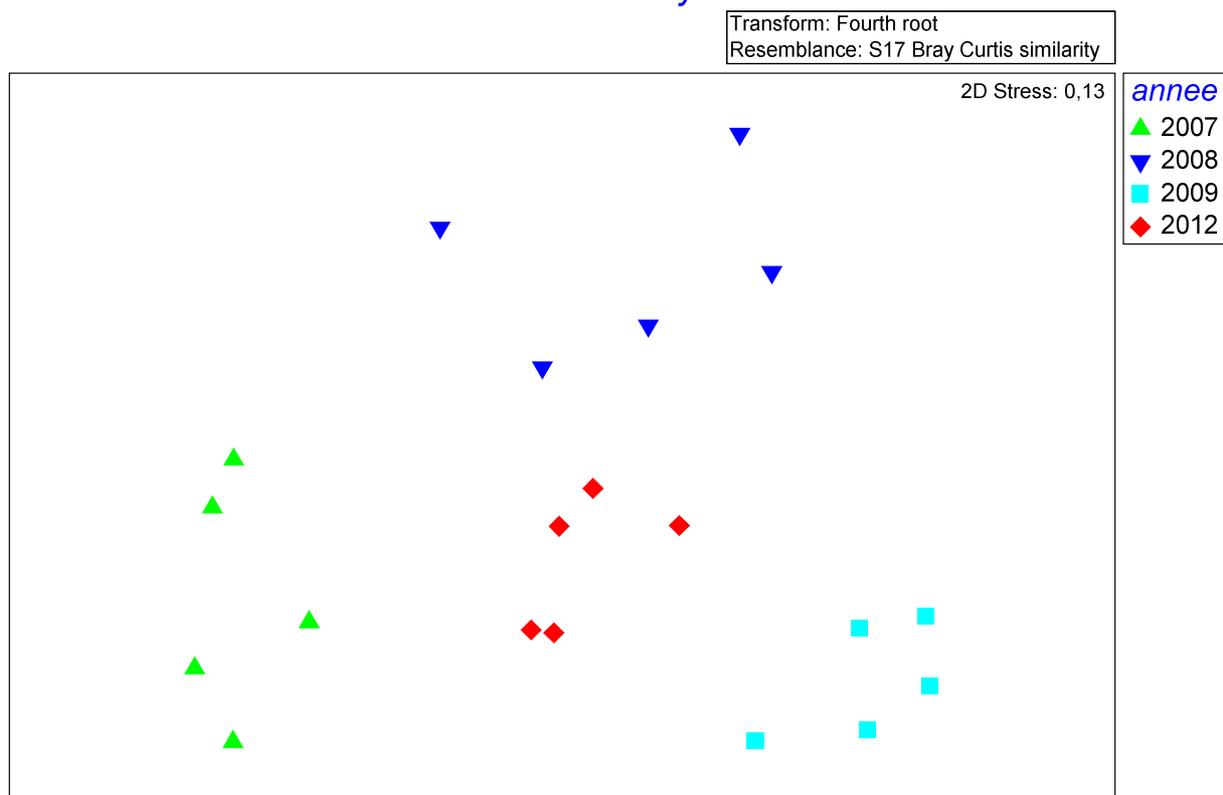


Figure 2 : Ordination des échantillons collectés à la station Estey Tort en fonction de leurs affinités faunistique (MDS, similarité de Bray-Curtis, données transformées en racine 4^{ème}).

En fonction des années d'échantillonnage, le peuplement benthique de cette station montre des fluctuations d'abondance et de degrés d'occurrence de différentes espèces de telle sorte que chaque année apparaît caractérisée par un profil faunistique

particulier (Figure 2). A ce titre l'année 2012 apparaît comme présentant un peuplement intermédiaire entre les 3 années de suivis 2007 à 2009.

Sur le site de l'Estey Tort, les valeurs du M-AMBI (Tableau 2), issues de l'analyse multivariée² basée sur les valeurs de l'AMBI ($3,1 \leq \text{AMBI} \leq 3,5$), de l'indice de diversité de Shannon ($1,2 \leq H' \leq 3,2$) et de la richesse spécifique ($28 \leq S \leq 45$) indiquent un **Bon état écologique** en 2007 mais une dégradation en 2008 (**état moyen**), un retour à un **très bon état écologique en 2009** et un **Bon état écologique** en 2012. La dégradation observée en 2008 est principalement liée à la valeur faible de l'indice de diversité de Shannon (« Diversity »), cette valeur faible étant liée à la très forte dominance du gastéropode *Hydrobia ulvae* associé à un nombre d'espèces récoltées plus faible cette année-là.

Tableau 3 : Evolution des valeurs du M-AMBI sur la station Estey Tort

Stations	AMBI	Diversity	Richness	X	Y	Z	M-AMBI	Status
Bad	6	0	1	-2.7174	-2.9278	2.5058	0	Bad
High	1	4	35	1.9496	1.3558	-1.7361	1	High
2007	3.4622	3.2171	36	0.43327	0.60598	-0.66919	0.74	Good
2008	3.3367	1.2333	28	-0.3402	-0.38908	0.54427	0.52	Moderate
2009	3.1642	2.5839	45	0.56988	1.0152	-0.59723	0.78	High
2012	3.328	1.9664	37	0.10487	0.33988	-0.047603	0.65	Good

² Basée sur les données des trois campagnes de Printemps prises ensemble

Station Afrique :

Le peuplement benthique de la station Afrique est principalement caractérisé par les polychètes des genres *Capitella* et *Pseudopolydora* ainsi que par *Heteromastus filiformis*, *Melinna palmata* accompagné de Cirratulidae. Le mollusque *Loripes lacteus* et les oligochètes sont également des représentants constants de la faune benthique de cet herbier au cours de la période de suivi 2007-2012. Au cours du suivi, une diminution constante de la richesse spécifique de cet herbier est observée. Elle s'accompagne d'un accroissement de la dominance numérique des oligochètes et des Cirratulidae.

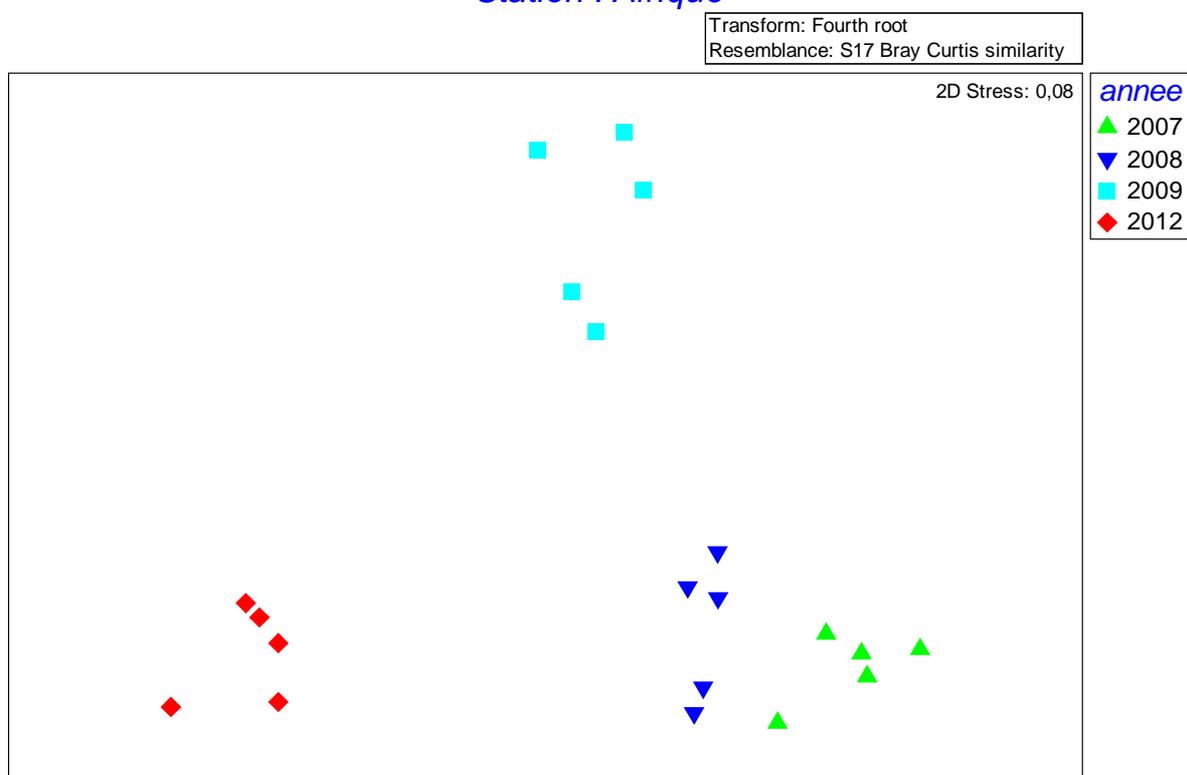
Station : Afrique

Figure 3 : Ordination des échantillons collectés à la station Afrique en fonction de leurs affinités faunistique (MDS, similarité de Bray-Curtis, données transformées en racine 4^{ème}).

Par rapport à la situation de 2007 et 2008, on note une modification croissante de ce peuplement (Figure 3).

Les valeurs du M-AMBI indiquent que l'écosystème était de **très bonne qualité en 2007 et 2008, mais l'indice perd une classe de qualité** en raison d'une augmentation de la valeur de l'AMBI associée à la dominance forte de l'oligochète *Tubificoides benedii*, espèce considérée comme opportuniste par l'AMBI, en 2009 et en 2012, ainsi qu'une diminution de la richesse spécifique. Cette dominance se traduit également par une

valeur relativement plus faible de l'indice de diversité de Shannon (Diversity) en 2009. (Tableau 5).

Tableau 4 : Evolution de la valeur du M-AMBI sur la station Afrique.

Stations	AMBI	Diversity	Richness	X	Y	Z	M-AMBI	Status
Bad	6	0	1	3.3203	2.9089	-0.55712	0	Bad
High	1	4	35	-0.43633	-2.0661	0.21345	1	High
2007	3.4452	4.0308	61	-1.2372	-0.83664	0.20474	0.92	High
2008	3.4154	3.5857	67	-1.2794	-0.69865	0.1379	0.90	High
2009	4.7225	2.8154	58	-0.41912	0.47933	-0.018389	0.67	Good
2012	4.284	3.0976	42	0.05184	0.21312	0.019418	0.66	Good

Station Comprian : Le peuplement de la station Comprian, principalement composé d'annélides, montre une certaine stabilité en termes de biomasses et de richesse spécifique et une augmentation progressive d'abondance (principalement due aux augmentations de *Mediomastus fragilis*, *Mytilus edulis* et *Poecilochaetus serpens*) (Tableau 5 et Figure 5). A partir de 2009, la présence de moules (*Mytilus edulis*) est associé à un envasement marqué du milieu et à une modification de la faune par rapport à la situation de début de suivi (Figure 4).

Station : Comprian SM

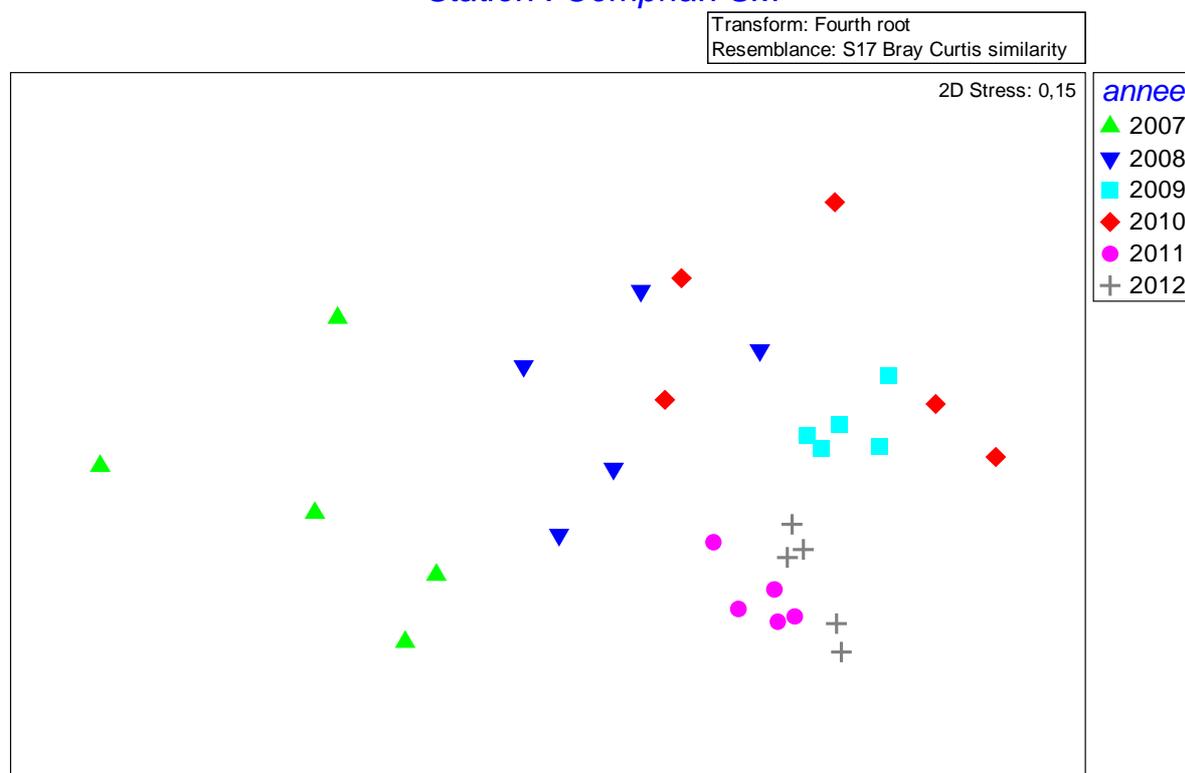


Figure 4 : Ordination des échantillons collectés à la station Comprian en fonction de leurs affinités faunistiques (MDS, similarité de Bray-Curtis, données transformées en racine 4^{ème}).

Les valeurs du M-AMBI sont basses et relativement stables depuis le début de l'étude en 2007 (Tableau 6) indiquant **un très bon état écologique**. En effet, la richesse spécifique tend à augmenter depuis le début du suivi.

Tableau 5 : Evolution de la valeur du M-AMBI sur la station Comprian.

Stations	AMBI	Diversity	Richness	X	Y	Z	M-AMBI	Status
Bad	6	0	1	3.7867	3.7494	3.5487	0	Bad
High	1	4	58	-0.84769	-0.78661	-0.91245	1	High
2007	2.0527	4.254	45	-0.45734	-0.10897	-0.32029	0,88	High
2008	2.0137	4.5032	48	-0.64744	-0.29946	-0.45995	0,92	High
2009	1.7135	3.3876	41	-0.042801	0.19434	-0.14681	0,81	High
2010	1.4931	3.798	55	-0.53157	-0.48949	-0.56984	0,93	High
2011	1.6771	3.8811	85	-0.92438	-1.5534	-0.89906	1	High
2012	2.4897	3.6996	69	-0.33546	-0.7058	-0.24031	0,91	High

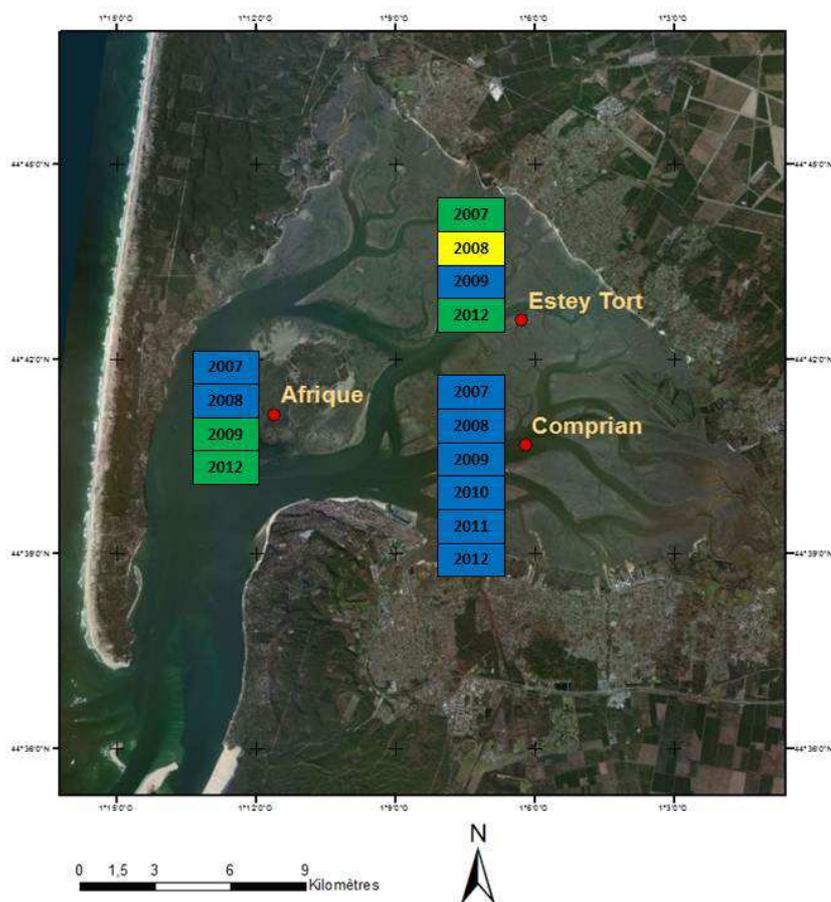


Figure 5 : Cartographie M-AMBI - Arcachon amont FRFC06

2. Masse d'Eau « Côte Landaise » - FRFC 08 -

2.1. Méthodologie

2.1.1. Localisation des stations

Une station a été échantillonnée dans cette Masse d'Eau sur la plage de Biscarosse.

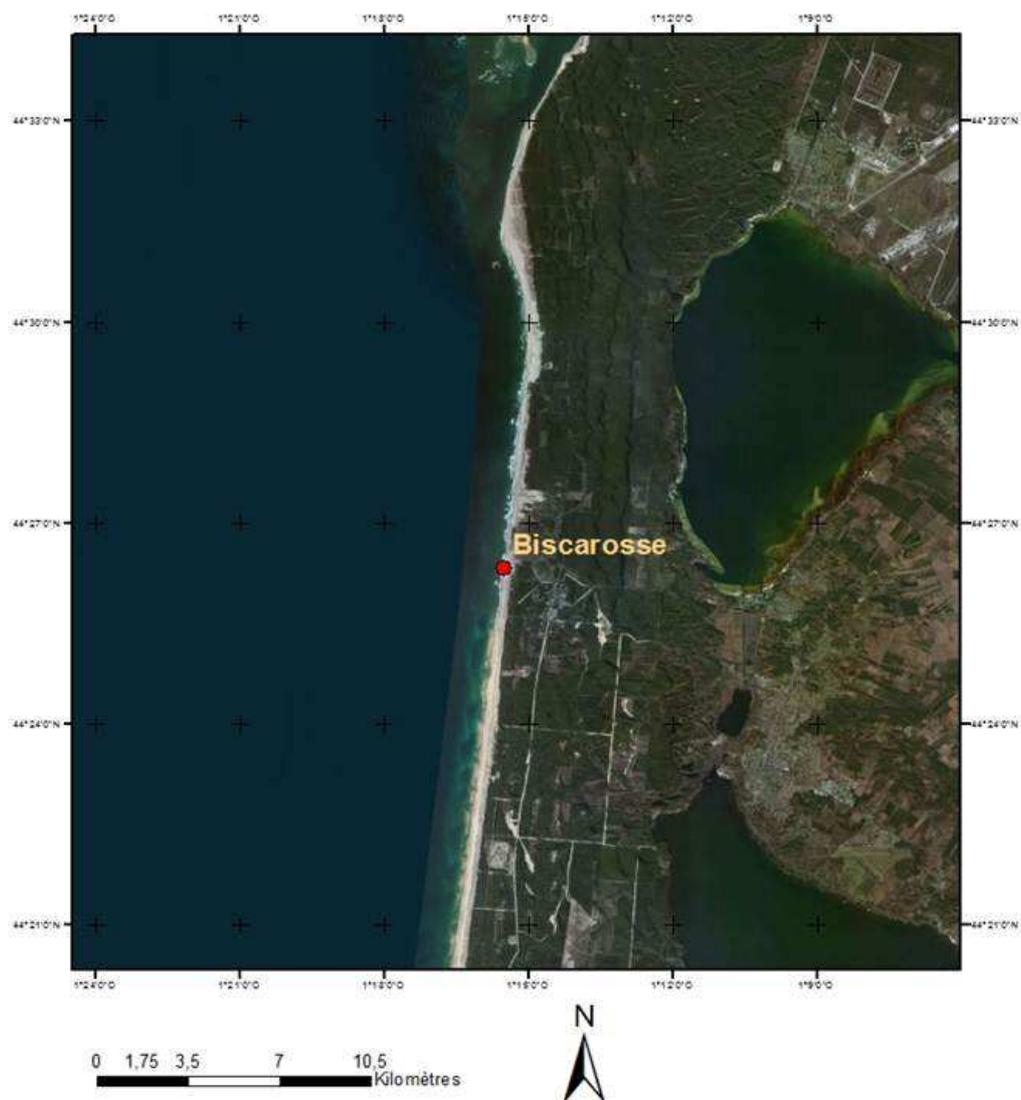


Figure 6 : Position de la station échantillonnée dans la masse d'eau « Côte Landaise (Pointe d'Arcachon - Ondres) »

2.1.2. Echantillonnage

a. Sédiments

Les sédiments ont été prélevés à l'aide d'un carottier directement employé sur site et traités selon le protocole brièvement résumé ci-dessous.

Granulométrie

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier plastique
Dimensions échantillon	3,5 cm - 10 cm de profondeur
Nombre d'échantillon	3 échantillons
Analyse	Séchage - Passage sur une colonne humide de 6 tamis de maille décroissante (2000 µm, 1000 µm, 500 µm, 250 µm, 125 µm et 63 µm) - Séchage - Pesée - Médiane obtenue par méthode graphique.

Matière organique

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier plastique
Dimensions échantillon	3,5 cm - 10 cm de profondeur
Nombre d'échantillon	3 échantillons
Analyse	Perte au feu (4h - 450°C)

b. Faune

Station intertidale bisca_int

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier plastique
Dimensions échantillon	0,20 m * 0,20 m = 0,04 m ²
Nombre d'échantillon	10 échantillons [#]
Analyse	Séparation par espèce Dénombrement AMBI (AZTI's Marine Biotic Index), Borja et <i>al.</i> , 2000 M-AMBI (Multivariate AZTI's Marine Biotic Index), Muxika et <i>al.</i> , 2006

[#] En raison de la faible densité de la faune sur ce type de plage battue le nombre d'échantillon a été augmenté par rapport au protocole DCE

2.2. Résultats

2.2.1. Contexte environnemental

Le substrat de la station Biscarosse correspond à des sables moyens propres (médiane granulométrique (300-400 μm) ne contenant que très peu de matière organique (<0,5 %), corrélé à une teneur en particules fines très faible (< 3 %).

Stations	Printemps 2007	Printemps 2008	Printemps 2009	Printemps 2012
Bisca_int				
% MO	0,1	0,05	<0,01	0,2
% < 63 μm	1	1	1	2
Médiane granulométrique	400 μm	350 μm	400 μm	300 μm

2.2.2. Faune invertébrée benthique

Tableau 7 : Niveau d'abondance moyen (individus par m^2) et degré d'occurrence des principales espèces de la macrofaune invertébrée de la station Biscarosse INT au printemps. (°°°°° : espèce présente dans plus de 80% des échantillons ; °°°° : espèce présente dans plus de 60% des échantillons ; °°° : espèce présente dans plus de 40% des échantillons ; abs : espèce absente des échantillons)

BISCAROSSE INT XBENT10	2007	2008	2009	2012
<i>Pontocrates arenarius</i>	14 °°	56 °°°°	7	170 °°°°°
<i>Haustorius arenarius</i>	0 abs	56 °°°°	17 °°°	10 °°
<i>Eurydice pulchra</i>	14 °°	56 °°°°°	0 abs	5 °°
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	11 °°	8	0 abs	90 °°°°°
<i>Eurydice naylori</i>	0 abs	0 abs	0 abs	23 °°°°
<i>Gastrosaccus roscoffensis</i>	0 abs	0 abs	0 abs	20 °°°
Nombre total d'individus /m^2	275	113	52	320
Nombre total de taxa	6	5	5	7

2.3. Changements observés et calculs des indicateurs de qualité écologique du milieu

Le peuplement de cette zone est typique des plages sableuses de mode battu. La faune est très peu dense. Quatre taxons sont présents de manière récurrente : *Gastrosaccus* spp., *Eurydice* spp., *Haustorius arenarius* et *Pontocrates arenarius*. Les variations observées entre chaque saison sont faibles (Tableau 7, Figure 7).

Malgré une apparente forte variabilité, liée à la rareté de la faune typique de ces milieux, le peuplement benthique apparaît relativement homogène au cours du suivi (Figure 7).

Station : Biscarosse INT XBENT10

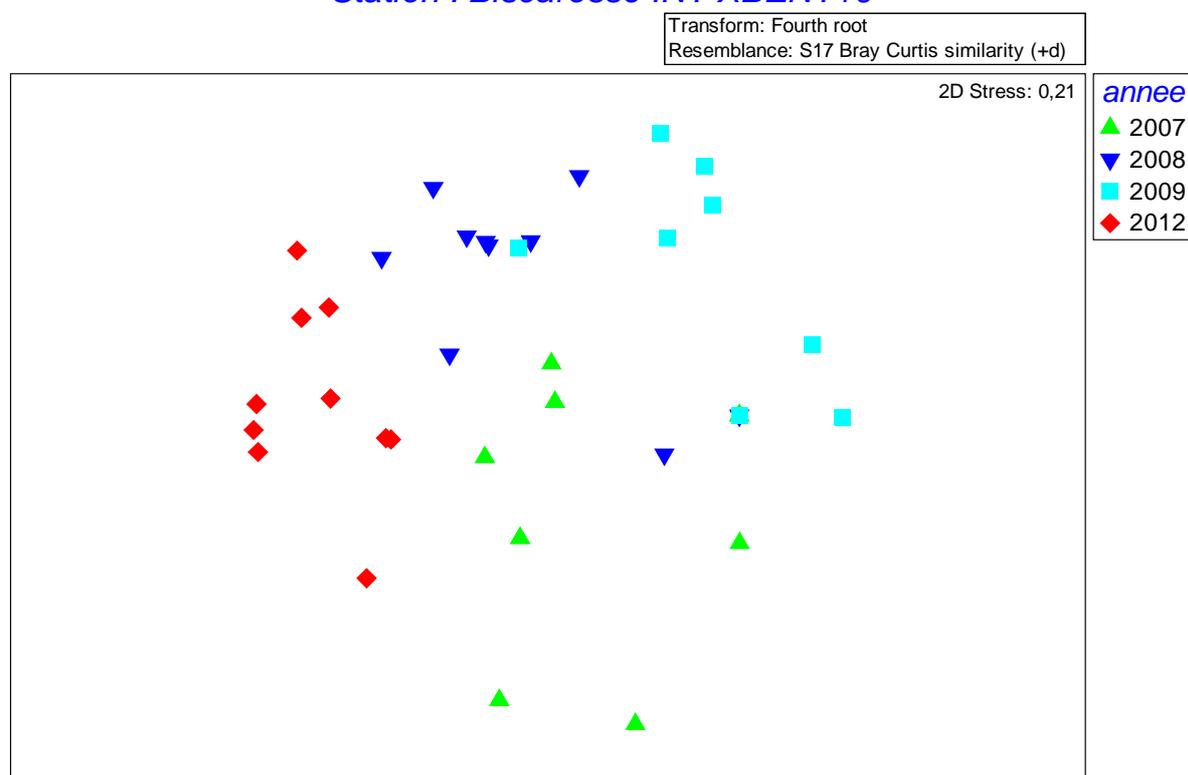


Figure 7 : Ordination des échantillons collectés à la station Biscarosse INT en fonction de leurs affinités faunistique (MDS, similarité de Bray-Curtis (*zero-adjusted*), données transformées en racine 4^{ème}).

Les valeurs du M-AMBI indiquent un écosystème de **bonne qualité entre 2007 et 2009, et de très bonne qualité pour l'année 2012.**

Tableau 6 : Progression de la valeur de l'M-AMBI sur la station biscarosse int.

Stations	AMBI	Diversity	Richness	X	Y	Z	M-AMBI	Status
Bad	6	0	0	-3.3522	-3.4402	2.2432	-1,12E-16	Bad
High	1	3	7	1.8448	1.6131	-1.0541	1	High
2007	2.7472	1.2111	6	-0.35506	0.001046	0.15525	0,63	Good
2008	1.1797	1.8939	5	0.5292	0.43406	-0.41974	0,77	Good
2009	1.725	2.1393	5	0.57026	0.3772	-0.32757	0,76	Good
2012	1.3039	1.8235	7	0.763	1.0169	-0.59707	0,84	High

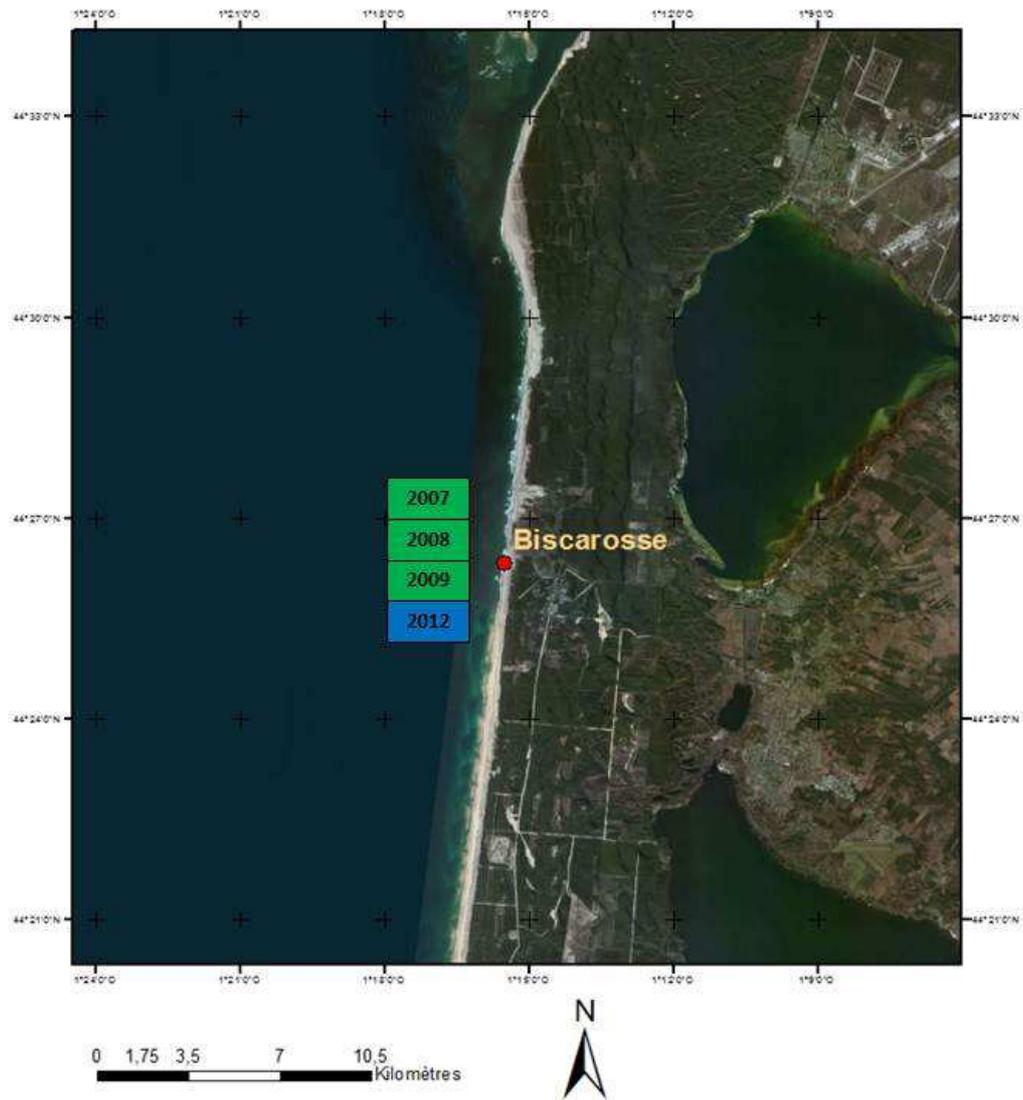


Figure 8 : Cartographie M-AMBI – Pointe d’Arcachon-Ondres FRFC08

3. Masse d'Eau « Lac d'Hossegor » - FRFC 09 -

3.1. Méthodologie

3.1.1. Localisation des stations

Trois stations ont été échantillonnées dans cette Masse d'Eau : deux stations intertidales dont une correspond à un herbier à *Zostera noltii* et une station subtidale.



Figure 9 : Position des stations échantillonnées dans la masse d'eau « Lac d'Hossegor »

3.1.2. Echantillonnage

a. Sédiments

Les sédiments ont été traités selon le protocole brièvement résumé ci-dessous

Granulométrie

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier plastique
Dimensions échantillon	3,5 cm - 10 cm de profondeur
Nombre d'échantillon	3 échantillons
Analyse	Séchage - Passage sur une colonne humide de 6 tamis de maille décroissante (2000 µm, 1000 µm, 500 µm, 250 µm, 125 µm et 63 µm) - Séchage - Pesée - Médiane obtenue par méthode graphique.

Matière organique

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier plastique
Dimensions échantillon	3,5 cm - 10 cm de profondeur
Nombre d'échantillon	3 échantillons
Analyse	Perte au feu (4h - 450°C)

b. Faune

Une méthode différente a été employée pour chaque station. Nous avons appliqué, pour les stations intertidales, les protocoles propres aux herbiers à *Zostera noltii* et celui propre aux zones intertidales pour les stations Hossegor int Zn et Hossegor int, respectivement.

La station subtidale Hossegor sub ne peut être échantillonnée à l'aide d'une benne van Veen tel que prévu dans le protocole DCE en raison de l'impossibilité d'accès à cette zone par des moyens nautiques susceptibles d'embarquer une benne de type van Veen. Par conséquent, l'échantillonnage a été réalisé en plongée autonome à l'aide d'une benne de plus petites dimensions.

Herbiers à *Zostera noltii* Hossegor int ZN

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier métal
Dimensions échantillon	0,20 m * 0,20 m = 0,04 m ²
Nombre d'échantillon	5 échantillons
Analyse	Séparation par espèce Dénombrement AMBI (AZTI's Marine Biotic Index), Borja et al., 2000 M-AMBI (Multivariate AZTI's Marine Biotic Index), Muxika et al., 2007

Station intertidales Hossegor int

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier métal
Dimensions échantillon	0,20 m * 0,20 m = 0,04 m ²
Nombre d'échantillon	7 échantillons
Analyse	Séparation par espèce Dénombrement AMBI (AZTI's Marine Biotic Index), Borja et al., 2000 M-AMBI (Multivariate AZTI's Marine Biotic Index), Muxika et al., 2006

Station subtidale échantillonnées en plongée autonome Hossegor sub

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Benne Eckman
Dimensions échantillon	0,15 m * 0,15 m = 0,0225 m ²
Nombre d'échantillon	10 échantillons
Analyse	Séparation par espèce Dénombrement AMBI (AZTI's Marine Biotic Index), Borja et al., 2000 M-AMBI (Multivariate AZTI's Marine Biotic Index), Muxika et al., 2006

3.2. Résultats**3.2.1. Contexte environnemental**

L'herbier à *Z. noltii* d'Hossegor est installé sur un sédiment vaseux (médiane granulométrique : 25 à 55 µm) contenant 77 à 53 % de particules fines en 2007. En 2008 on remarque un ensablement très marqué de cet herbier (médiane granulométrique : 330 µm) associé à une chute de la teneur en particules fines (77 % et 53 % en 2007 pour 11,5 % au Printemps 2008). En 2009, l'ensablement remarqué l'année précédente n'est plus visible avec, au contraire, des sédiments très vaseux. En 2012, le sédiment est un peu plus sableux qu'en 2009 avec une médiane granulométrique comprise entre 50 et 100 µm (30 µm en 2009), une teneur en particules fines plus faible (teneur en pélites : 69 % en 2009 et entre 40 et 48% en 2012) mais avec une augmentation de la teneur en MO (6,3 % en 2009 contre 7,1 à 8,3 % en 2012).

L'autre station intertidale (Hossegor int) est située sur un substrat sableux dont la médiane granulométrique est comprise entre 300 et 380 μm . Ces sédiments contiennent cependant une petite quantité (2,5 à 4 %) de particules fines.

La station subtidale était située sur des vases (médiane granulométrique : 40 μm) en 2007 qui ont eu tendance à s'ensabler en 2008. Le sédiment constitué de 51 à 53 % de particules fines, et de 7 à 8 % de matière organique. En 2012, les teneurs en MO restent élevées (entre 6,8 et 7,7 %) mais le sédiment semble être moins vaseux avec une médiane granulométrique plus haute (entre 100 et 150 μm) et une teneur en particules fines plus faible (entre 33 et 39%) en comparaison avec les années 2008 et 2009.

Stations	Printemps 2007	Printemps 2008	Printemps 2009	Printemps 2012
Hossegor int ZN				
% MO	2,4	1,4	6,3	7,1 à 8,3
% < 63 μm	77	11	69	40 à 48
Médiane granulométrique	24 μm	330 μm	30 μm	50 à 100 μm
Hossegor int				
% MO	0,3	0,3	0,3	0,7 à 0,8
% < 63 μm	4	2	2,5	3
Médiane granulométrique	370 μm	330 μm	310 μm	300 à 300 μm
Hossegor sub				
% MO		8,0	7,6	6,8 à 7,7
% < 63 μm	53	51	70	33 à 39
Médiane granulométrique	40 μm	60 μm	30 μm	100 à 150 μm

3.2.2. Faune invertébrée benthique

a. Hossegor intertidal, herbier à *Zostera noltii*

Tableau 9 : Niveau d'abondance moyen (individus par m²) et degré d'occurrence des principales espèces de la macrofaune invertébrée dans l'herbier à *Zostera noltii* de la station Hossegor int ZN au printemps. (°°°°° : espèce présente dans plus de 80% des échantillons ; °°°° : espèce présente dans plus de 60% des échantillons ; °°° : espèce présente dans plus de 40% des échantillons ; °° : espèce présente dans plus de 20% des échantillons ; abs : espèce absente des échantillons)

HOSSEGOR INT HZN	2007	2008	2009	2012
Heteromastus filiformis	1175 °°°°°	3925 °°°°°	1125 °°°°°	675 °°°°°
Tubificoides benedii	4590 °°°°°	875 °°°°	750 °°°°°	2725 °°°°°
Bittium reticulatum	25	540 °°°°°	350 °°°°°	525 °°°°°
Hediste diversicolor	175 °°°°°	625 °°°°°	300 °°°°°	0
Scrobicularia plana	190 °°°°°	175 °°°°°	150 °°°°	50 °°
Carcinus maenas	125 °°°°°	50 °°°°	25	100 °°°°°
Hydrobia ulvae	5750 °°°°°	10375 °°°°°	76025 °°°°°	0 abs
Littorina littorea	15 °°	15 °°	25 °°°	65 °°°°°
Streblospio shrubsolii	175 °°°°°	90 °°°	15 °°	25 °°
Microdeutopus	90 °°°°	0	40 °°°°	15 °°
Notomastus latericeus	125 °°°°°	125 °°°°°	15	0 abs
Oligochaeta	2365 °°°°°	25	0	75 °°°°
Ruditapes philippinarum	25 °°°°	25 °°	25 °°	25 °°°
Capitella	0	50 °°°	15 °°	50 °°°
Cerastoderma edule	25 °°	15	50 °°°°	15 °°
Idotea chelipes	75 °°°°°	0 abs	0 °	40 °°°
Gammarus	0	40 °°°	200 °°°°	0 abs
Nephtys hombergii	15 °°	0 abs	0	40 °°°°°
Chironomidae	0	15 °°	25 °°	25 °°
Paphia aurea	25 °°°°	0 abs	25 °°°	0 abs
Ruditapes decussatus	15 °°	50 °°°°	0 abs	0
Aonides oxycephala	15	25 °°°°	15	0 abs
Cirratulidae	0 abs	100 °°°°	15 °°	0 abs
Parvicardium exiguum	115 °°°°°	0	0 abs	0 abs
Modiolus modiolus	65 °°°	0 abs	25 °°	0 abs
Rissoa	0 abs	0 abs	365 °°°°°	0 abs
Abra segmentum	0 abs	65 °°°°	0 abs	0 abs
Cyclope neritea	0 abs	25 °°°	0	0 abs
Pseudopolydora	25 °°°	0	0 abs	0 abs
Upogebia pusilla	25 °°°°	0 abs	0 abs	0 abs
Anemonia viridis	0 abs	40 °°°	0 abs	0 abs
Monocorophium acherusicum	25 °°°	0 abs	0 abs	0 abs
Polydora	15 °°°	0 abs	0 abs	0 abs
Nbe total d'individus/m ²	15405	17300	79660	4575
Nbe total de taxa	47	30	37	37

b. Hossegor intertidal

Tableau 10 : Niveau d'abondance moyen (individus par m²) et degré d'occurrence des principales espèces de la macrofaune invertébrée de la station Hossegor INT au printemps. (°°°°° : espèce présente dans plus de 80% des échantillons ; °°°° : espèce présente dans plus de 60% des échantillons ; °°° : espèce présente dans plus de 40% des échantillons ; °° : espèce présente dans plus de 20% des échantillons ; abs : espèce absente des échantillons)

HOSSEGOR INT	2007	2008	2009	2012
Hydrobia ulvae	7143 °°°°°	1029 °°°°°	4307 °°°°°	9289 °°°°°
Hediste diversicolor	632 °°°°°	1104 °°°°°	768 °°°°	950 °°°°°
Streblospio shrubsolii	193 °°°°°	50 °	182 °°°	507 °°°°°
Corophium multisetosum	364 °°°°°	221 °°°°°	14 °°°	7
Scrobicularia plana	146 °°°°°	4	161 °°°	186 °°°°
Carcinus maenas	221 °°°°°	4	4	50 °°°°
Ruditapes philippinarum	136 °°°°°	0 abs	25 °°°	0 abs
Bittium reticulatum	179 °°°°°	0 abs	4	7
Lekanesphaera	21 °°°	14 °°°	4	0 abs
Oligochaeta	4	0 abs	21 °°°	36 °°°
Microdeutopus	64 °°°°	0 abs	7 °	0 abs
Parvicardium exiguum	57 °°°	0 abs	0 abs	0 abs
Nbe total d'individus/m ²	9332	2443	5575	11518
Nbe total de taxa	29	10	18	22

c. Hossegor subtidal

Tableau 11 : Niveau d'abondance moyen (individus par m²) et degré d'occurrence des principales espèces de la macrofaune invertébrée de la station Hossegor SUB au printemps. (°°°°° : espèce présente dans plus de 80% des échantillons ; °°°° : espèce présente dans plus de 60% des échantillons ; °°° : espèce présente dans plus de 40% des échantillons ; °° : espèce présente dans plus de 20% des échantillons ; abs : espèce absente des échantillons)

HOSSEGOR SUBTIDAL	2007	2008	2009	2012
Hydrobia ulvae	1209 °°°°°	1218 °°°°°	20963 °°°°°	80 °°°
Bittium reticulatum	924 °°°°°	2058 °°°°°	12119 °°°°°	131 °°°°°
Microdeutopus	422 °°°°°	391 °°°°°	15 °°	104
Capitella	76 °°°°	71 °°°	44 °°	96 °°°°°
Aora gracilis	138 °°°°	1511 °°°°°	0 abs	218 °°°
Malacoceros fuliginosus	18 °°	289 °°°°°	15 °°	27 °°
Parvicardium exiguum	89 °°°°	222 °°°°	0 abs	0 abs
Gammarus	0 abs	67 °°	119 °°°°°	0 abs
Nassarius corniculum	0 abs	0 abs	35 °°	191 °°°°°
Neanthes caudata	31 °°	31 °°	15 °°	0 abs
Hediste diversicolor	0 abs	0 abs	0 abs	193 °°°°°
Parvicardium ovale	0 abs	0 abs	336 °°°°°	0 abs
Gammarella fucicola	4	49 °°	0 abs	22 °°
Abra alba	22 °°	0 abs	0 abs	36 °°
Anemonia viridis	1440 °°°°	649 °°°°	5	471 °°°°
Pseudopolydora	324 °°°°	0 abs	0 abs	0 abs
Rissoa	0 abs	0 abs	84 °°°°	0 abs
Nbe total d'individus/m ²	5098	6782	30564	2660
Nbe total de taxa	35	27	33	29

3.3. Changements observés et calculs des indicateurs de qualité écologique du milieu

3.3.1. Herbier intertidal à *Zostera noltii*

Les organismes les plus fréquents dans l'herbier au cours du suivi étaient *Heteromastus filiformis*, *Streblospio shrubsolii*, *Littorina littorea* ainsi que les oligochètes. De la même manière que dans les herbiers d'Arcachon, la faune montre des singularités inter-annuelles. Celle-ci était notamment plus marquée en 2012, principalement en raison de l'absence d'*Hydrobia ulvae* et d'*Hediste diversicolor* dans les échantillons récoltés cette année-là.

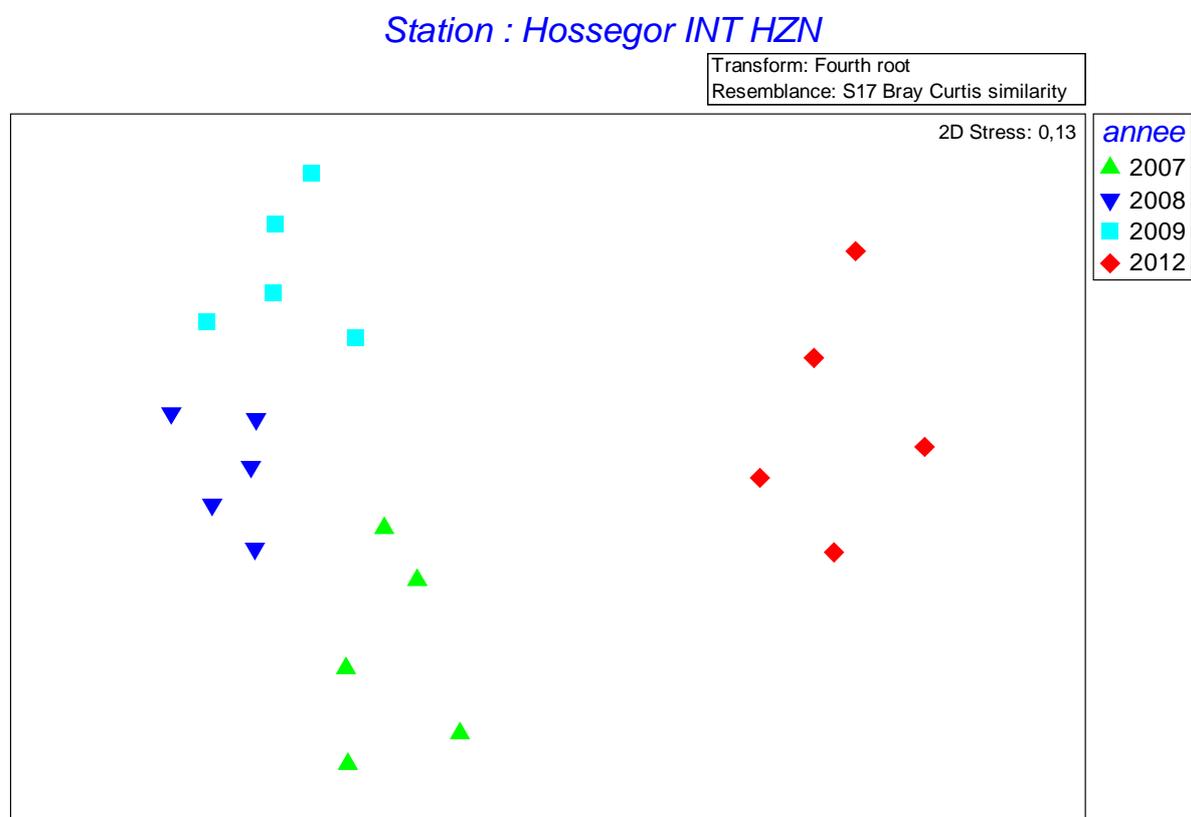


Figure 10 : Ordination des échantillons collectés à la station Hossegor INT HZN en fonction de leurs affinités faunistique (MDS, similarité de Bray-Curtis, données transformées en racine 4^{ème}).

Le principal changement observé dans l'**herbier d'Hossegor** est la variation de la densité du peuplement qui est principalement liée à une fluctuation du niveau d'abondance d'*Hydrobia ulvae* entre les années. Entre 2007 et 2009, on note une augmentation très forte de densité puis une totale absence en 2012, qui ne peut être interprétée en termes de modification de la qualité du milieu. En effet, *H. ulvae* étant un gastéropode connu pour sa capacité à se déplacer par flottaison, ce qui entraîne

l'observation de très importantes fluctuations de densité d'une marée à l'autre. La structure du peuplement est relativement stable d'une année à l'autre, mais on note tout de même de fortes variations d'abondances pour *Heteromastus filiformis* et *Tubificoides benedii* (Tableau 9).

Néanmoins, les valeurs de M-AMBI indiquent une stabilité de la station depuis le début du suivi où elle se situe dans **un bon état écologique**.

Tableau 12 : Evolution de la valeur du M-AMBI sur la station Hossegor int ZN.

Stations	AMBI	Diversity	Richness	X	Y	Z	M-AMBI	Status
Bad	6	0	1	-2.1489	-2.533	2.1024	0	Bad
High	1	4	35	2.0547	1.1314	-1.9181	1	High
2007	4.4162	2.5033	45	0.0015712	0.91968	-0.52289	0,68	Good
2008	3.3957	1.9243	30	0.17922	0.031905	0.098575	0,59	Good
2009	3.0116	0.44903	36	0.12537	0.14348	0.61626	0,54	Good
2012	4.4175	2.2055	36	-0.21201	0.30656	-0.17903	0,59	Good

3.3.2 Station intertidale

La faune benthique de la station intertidale d'Hossegor consiste principalement en *Hydrobia ulvae*, *Hediste diversicolor* et *Streblospio shrubsolii*. Au cours du suivi, la faune benthique de cette station est restée tout à fait stable en termes de composition faunistique comme le montre le chevauchement des points-échantillons sur la figure 11. Néanmoins, entre 2007 et 2008, les abondances et la diversité de la station d'Hossegor intertidale ont fortement diminués. Depuis 2008, on constate une augmentation régulière des abondances et de la richesse arrivant pour l'année 2012 à des valeurs comparables à 2007. Les variations d'abondances sont principalement dues aux fluctuations d'abondance d'*Hydrobia ulvae* (Tableau 13).

Le peuplement e de la station intertidale était de bonne qualité en 2007 puis a perdu une classe de qualité du à une chute simultanée du nombre de taxon et de l'homogénéité du peuplement (Tableau 15) en 2008 et 2009. En 2012, on note tout de même une augmentation de la richesse se rapprochant des valeurs de 2007. Cependant comme nous l'avons fait remarqué plus haut *Hydrobia ulvae* impacte de façon importante l'indice de diversité de Shannon en raison de la très forte dominance numérique de cette espèce.

Station : Hossegor INT XBENT11

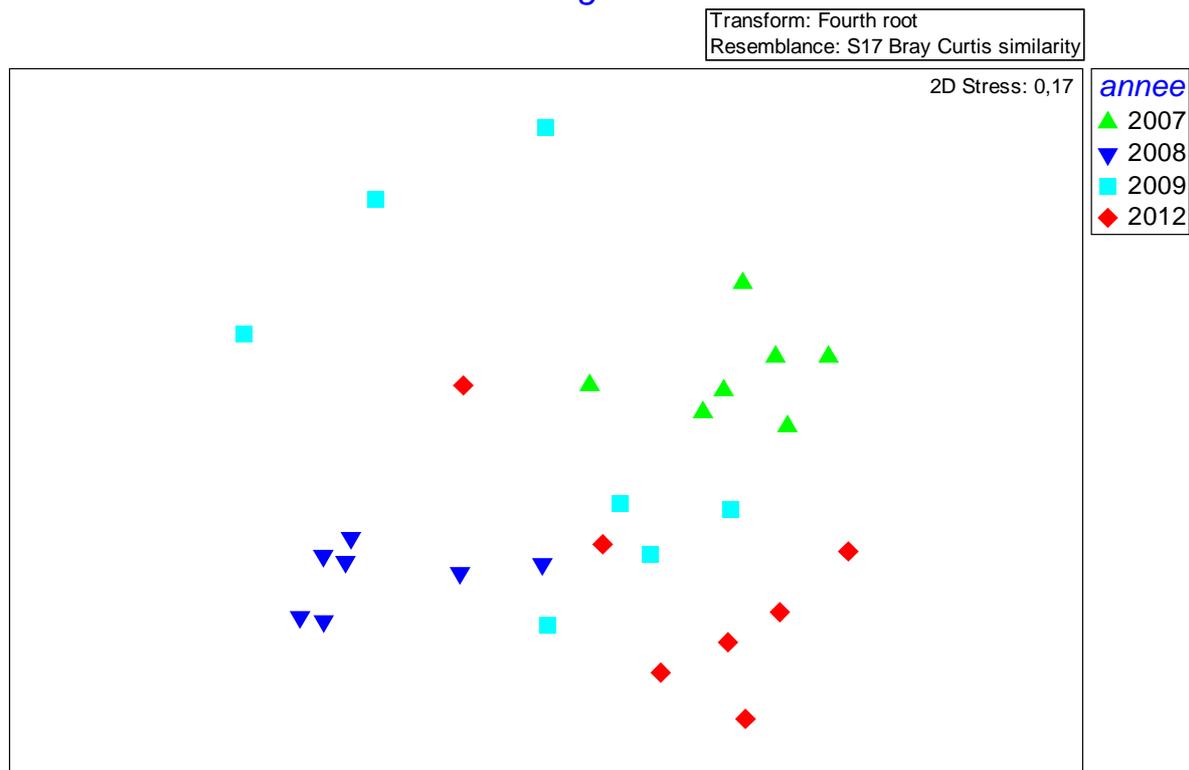


Figure 11 : Ordination des échantillons collectés à la station Hossegor intertidal en fonction de leurs affinités faunistique (MDS, similarité de Bray-Curtis, données transformées en racine 4^{ème}).

Tableau 137 : Evolution de la valeur du M-AMBI sur la station Hossegor int.

Stations	AMBI	Diversity	Richness	X	Y	Z	M-AMBI	Status
Bad	6	0	1	2.5978	2.6488	2.086	-9,83E-17	Bad
High	1	4	35	-2.7935	-2.528	-1.9625	1	High
2007	2.8865	1.5664	29	-0.39117	-0.75117	-0.36595	0,60	Good
2008	2.9849	1.6049	10	0.23113	0.57405	0.17315	0,43	Moderate
2009	3.015	1.2305	18	0.22204	0.15209	0.07307	0,47	Moderate
2012	3.0649	1.1941	22	0.13375	0.095748	0.003791	0,50	Moderate

3.3.3. Station subtidale

La faune de la station subtidale du lac d'Hossegor est nettement dominée par les taxons épibenthiques comme *Hydrobia ulvae* et *Bittium reticulatum*, espèces probablement associées aux macroalgues vertes qui s'accumulent sur les estrans et sur cette partie subtidale du lac. Les deux seules espèces de l'endofaune a peu près constantes au cours du suivis sont *Malacoceros fuliginosus* et *Capitella*, deux taxons indicateurs d'enrichissement en matière organique.

Néanmoins, entre 2007 et 2009 la qualité de l'écosystème était bonne, puis a gagnée une classe pour devenir très bonne en 2012. Ce changement de classe est lié aux variations d'abondances des deux gastéropodes brouteurs précédemment cités (Tableau 16).

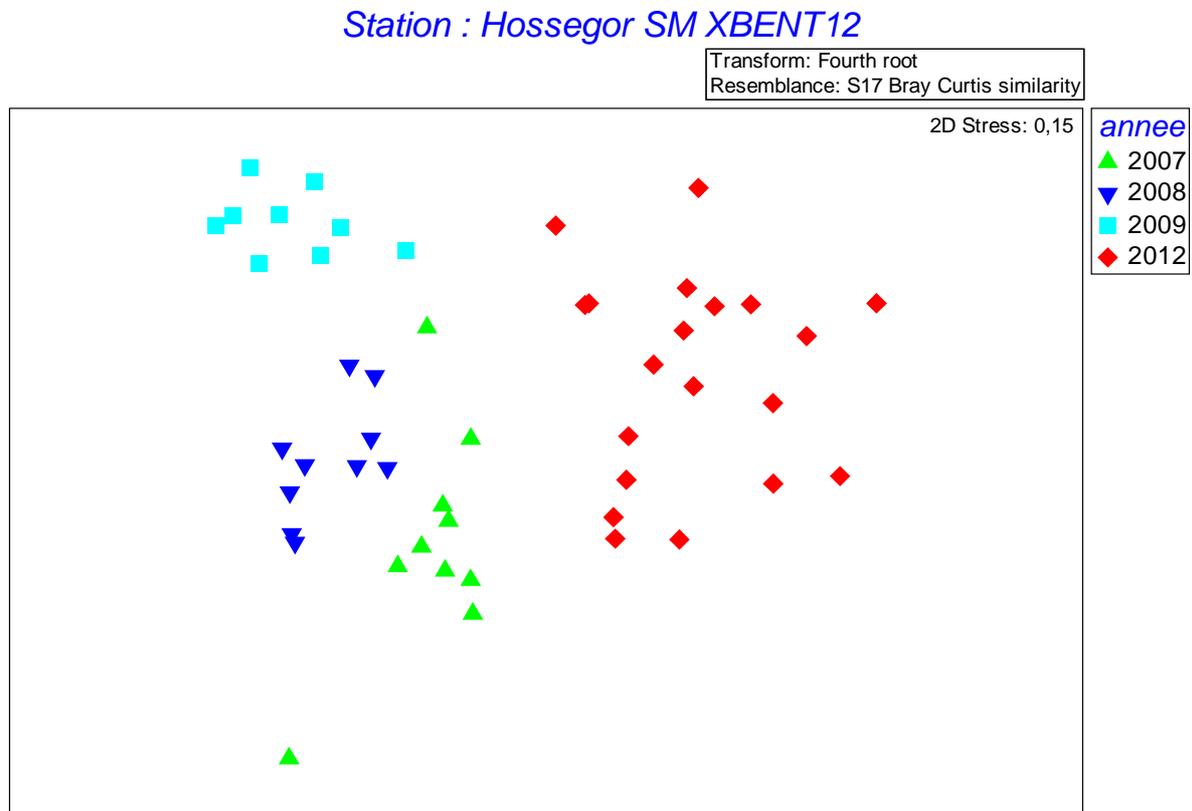


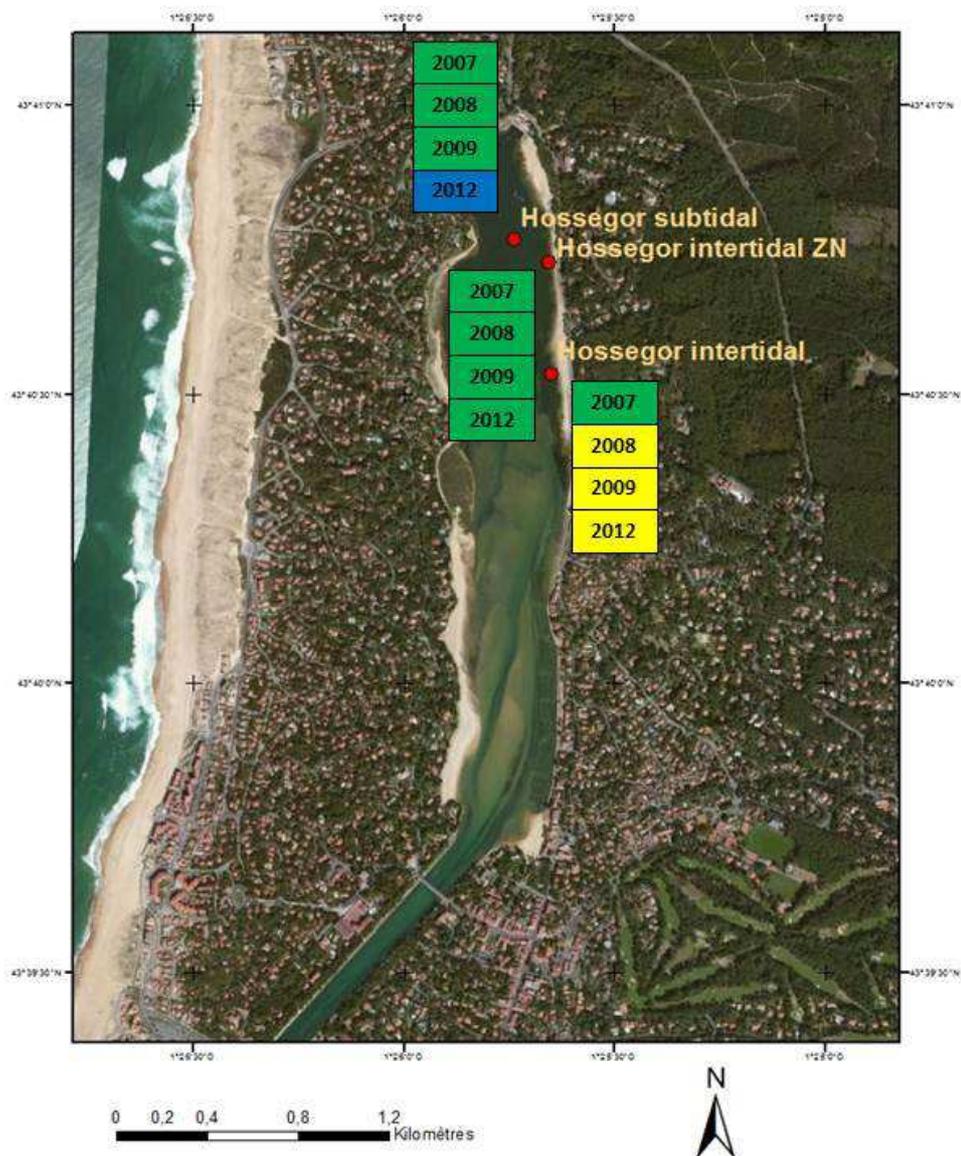
Figure 12 : Ordination des échantillons collectés à la station Hossegor subtidal en fonction de leurs affinités faunistique (MDS, similarité de Bray-Curtis, données transformées en racine 4^{ème}).

En milieu subtidal, les fluctuations d'abondance observées sont principalement liées aux variations d'abondance des deux gastéropodes brouteurs *Hydrobia ulvae* et *Bittium reticulatum*.

Entre 2007 et 2009 la qualité de l'écosystème était pourtant considérée comme bonne par le M-AMBI, puis a même gagnée une classe pour devenir très bonne en 2012. Ce changement de classe est lié aux variations d'abondances des deux gastéropodes brouteurs précédemment cités dont la diminution de densité entraîne une augmentation de l'indice de Shannon, en raison de la diminution de la dominance très forte de ces deux espèces (Tableau 16).

Tableau 14 : Evolution de la valeur du M-AMBI sur la station Hossegor sub.

Stations	AMBI	Diversity	Richness	X	Y	Z	M-AMBI	Status
Bad	6	0	0	2.874	-3.0408	-2.8103	0	Bad
High	1	4	58	-1.8487	1.563	1.7054	1	High
2007	1.3322	2.9891	34	-0.46245	0.58032	0.55348	0,75	Good
2008	1.1536	2.8611	27	-0.16721	0.45893	0.36514	0,70	Good
2009	1.9312	1.1729	32	0.28681	-0.24977	-0.57672	0,55	Good
2012	1.4944	3.2811	38	-0.68241	0.68835	0.76299	0,78	High

**Figure 13 : Cartographie M-AMBI - Hossegor FRFC09**

4. Masse d'Eau « Côte Basque » - FRFC 11 -

4.1. Méthodologie

4.1.1. Localisation des stations

Une station a été échantillonnée dans cette Masse d'Eau entre les embouchures de l'estuaire de la Bidassoa, au Sud et de l'estuaire de l'Adour, au Nord.

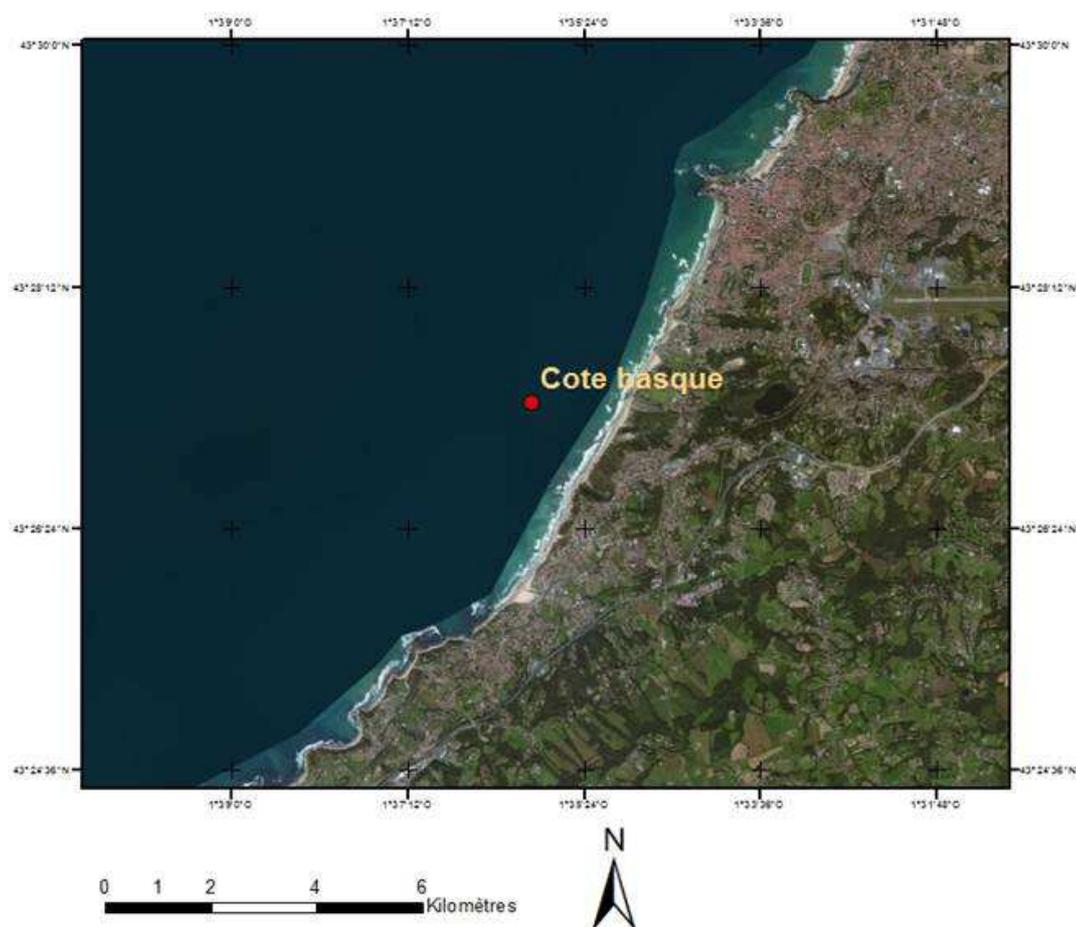


Figure 14 : Position de la station échantillonnée dans la masse d'eau « Côte Basque (Anglet-Hendaye) »

4.1.2. Echantillonnage

a. Sédiments

Les sédiments ont été traités selon le protocole brièvement résumé ci-dessous

Granulométrie

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier plastique
Dimensions échantillon	3,5 cm - 10 cm de profondeur
Nombre d'échantillon	3 échantillons
Analyse	Séchage - Passage sur une colonne humide de 6 tamis de maille décroissante (2000 µm, 1000 µm, 500 µm, 250 µm, 125 µm et 63 µm) - Séchage - Pesée - Médiane obtenue par méthode graphique.

Matière organique

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Carottier plastique
Dimensions échantillon	3,5 cm - 10 cm de profondeur
Nombre d'échantillon	3 échantillons
Analyse	Perte au feu (4h - 450°C)

b. Faune

Station subtidale Cote basque sub

Méthode	
Engin d'échantillonnage	Benne van Veen
Dimensions échantillon	0,20 m * 0,50 m = 0,1 m ²
Nombre d'échantillon	5 échantillons
Analyse	Séparation par espèce Dénombrement AMBI (AZTI's Marine Biotic Index), Borja et al., 2000 M-AMBI (Multivariate AZTI's Marine Biotic Index), Muxika et al., 2006

4.2. Résultats

4.2.1. Contexte environnemental

La station échantillonnée est située sur des sables fins (médiane granulométrique : 150 à 195 µm), pauvres en particules fines (1-4 %) et en matière organique (<2%).

Stations	Printemps 2007	Printemps 2008	Printemps 2009	Printemps 2012
Cote basque Subtidal				
% MO	0,8	0,9	0,9	0,9 à 1,6
% < 63 µm	3	2	2	2 à 4
Médiane granulométrique	165 µm	310 µm	170 µm	150 à 150 µm

4.2.2. Faune invertébrée benthique

Tableau 15 : Niveau d'abondance moyen (individus par m²) et degré d'occurrence des principales espèces de la macrofaune invertébrée de la station Côte basque SUB au printemps. (°°°°° : espèce présente dans plus de 80% des échantillons ; °°°° : espèce présente dans plus de 60% des échantillons ; °°° : espèce présente dans plus de 40% des échantillons ; °° : espèce présente dans plus de 20% des échantillons ; abs : espèce absente des échantillons)

COTE BASQUE SUBTIDAL	2007	2008	2009	2012
Magelona	1786 °°°°	38 °°°°°	4 °°	62 °°°°°
Nemertea	178 °°°°	14 °°°°	20 °°°	12 °°°°
Paradoneis armata	78 °°°°	8 °°°	8 °°°	8 °°°
Diogenes pugilator	14 °°°°	66 °°°°	80	20 °°°
Mactra stultorum	24 °°°°	0 abs	148 °°°°°	8 °°°
Owenia fusiformis	10 °°°	16 °°°	6	210 °°°°°
Spio	6 °°°	14 °°°	8 °°	24 °°°°
Bathyporeia	70 °°°°°	16 °°°	0 abs	8 °°
Urothoe pulchella	4	12 °°°	20 °°°°	2
Scolelepis	2	6 °°°	4 °°	6 °°
Glycera	22 °°°	0 abs	0 abs	16 °°°°
Spiophanes bombyx	26 °°°°	2	4 °°	0 abs
Diastylis bradyi	6 °°	2	4 °°	2
Donax vittatus	4	0 abs	2	16 °°°°
Echinocardium cordatum	0 abs	80 °°°°°	2	0 abs
Ampelisca	150 °°°°	0 abs	2	0 abs
Angulus fabula	10 °°°	2	0 abs	4
Cumopsis	0 abs	4	4	10 °°°
Echinocyamus pusillus	0 abs	0 abs	0 abs	590 °°°°°
Gastrosaccus sanctus	14 °°	26 °°°	0 abs	0 abs
Malacoceros fuliginosus	0 abs	0 abs	0 abs	30 °°°°°
Nephtys assimilis	24 °°°°	0 abs	0 abs	2
Pharus legumen	8 °°°	0 abs	6 °°	0 abs
Mediomastus fragilis	188 °°°°	0 abs	0 abs	0 abs
Nephtys	0 abs	0 abs	2	6 °°°
Nephtys cirrosa	0 abs	18 °°°°	0 abs	0 abs
Perioculodes longimanus	6 °°°	0 abs	0 abs	0 abs
Nbe total d'individus/m ²	2684	378	344	1064
Nbe total de taxa	41	35	24	33

4.3. Changements observés et calculs des indicateurs de qualité écologique du milieu

Les espèces les plus communes sur l'ensemble du suivi étaient des polychètes des genres *Spio* et *Magelona* ainsi que *Paradonies armata*. Le peuplement benthique présente des fluctuations interannuelles significatives (figure 15).

Les changements d'abondance observés entre 2007 (2 684 ind.m⁻²) et 2008, 2009 (378 et 344 ind.m⁻²) sont liés à la diminution du niveau d'abondance de l'annélide polychète *Magelona* qui représentait à elle seule, les deux tiers de l'abondance de la faune en 2007. Les années 2008 et 2009 présentent des niveaux d'abondance très inférieurs et un nombre d'espèces plus faible qu'en 2007. En 2012, l'abondance et le nombre d'espèces sont plus élevés par rapport à 2008 et 2009, mais toujours inférieurs à 2007. Il est à noter que le type de sédiment était légèrement différent en 2008 et 2009 (sables moyens propres) qu'en 2007 (sables fins). Cette différence est soit liée à des modifications des fonds ou, plus vraisemblablement à une répartition en tâche des différents types de sédiments sur cette zone.

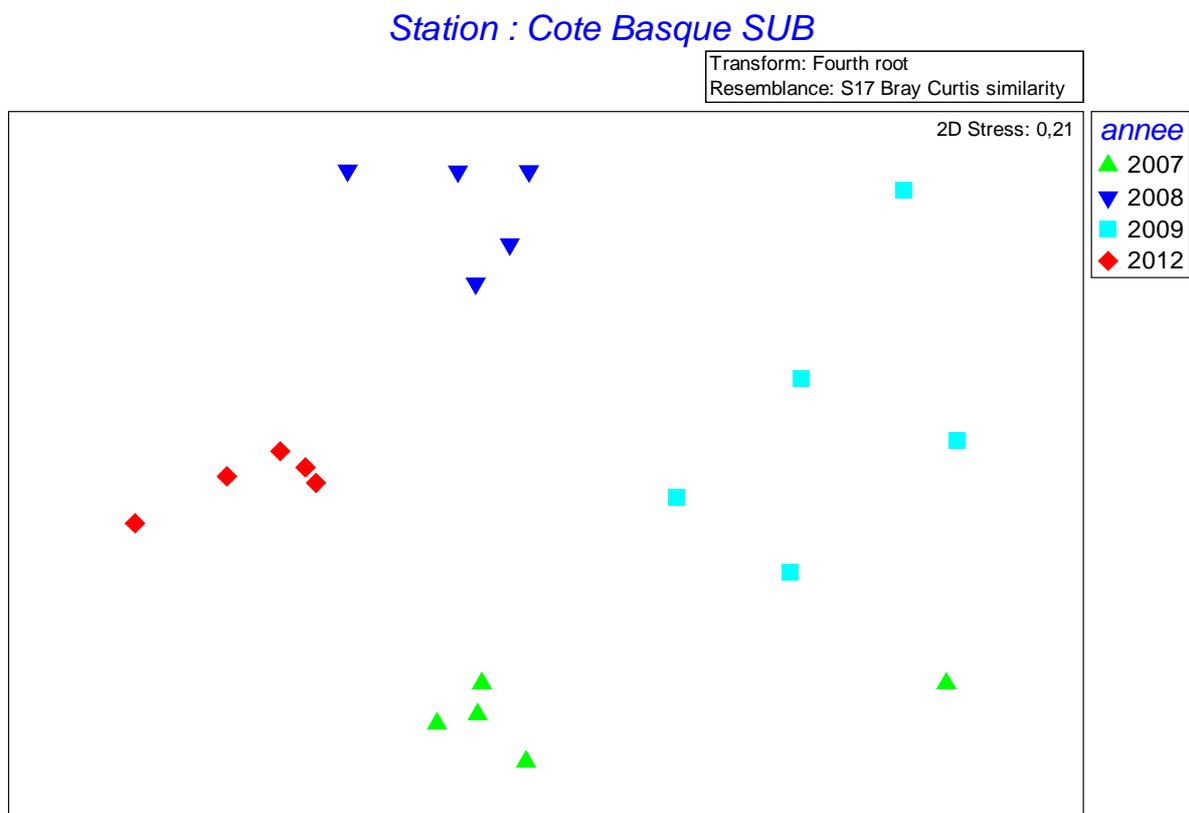


Figure 15 : Ordination des échantillons collectés à la station Côte basque subtidal en fonction de leurs affinités faunistique (MDS, similarité de Bray-Curtis, données transformées en racine 4^{ème}).

La qualité de l'écosystème d'après le M-AMBI était **très bonne en 2007 et 2008**, puis a perdu une classe pour passer à **bonne en 2009 et 2012** (Tableau 16).

Tableau 16 : Progression de la valeur de l'M-AMBI sur la station Cote basque subtidale.

Stations	AMBI	Diversity	Richness	X	Y	Z	M-AMBI	Status
Bad	6	0	1	2.749	2.9601	2.6829	1,47E-16	Bad
High	2	4	58	-1.5765	-0.74053	-1.3051	1	High
2007	0.49594	2.1384	41	-0.47502	-0.63422	-0.14545	0,80	High
2008	1.0601	4.0119	35	-0.6681	-0.75493	-0.97409	0,89	High
2009	0.89869	2.8851	24	0.13739	-0.35514	-0.14643	0,72	Good
2012	0.71915	2.4372	33	-0.16673	-0.47525	-0.11185	0,75	Good

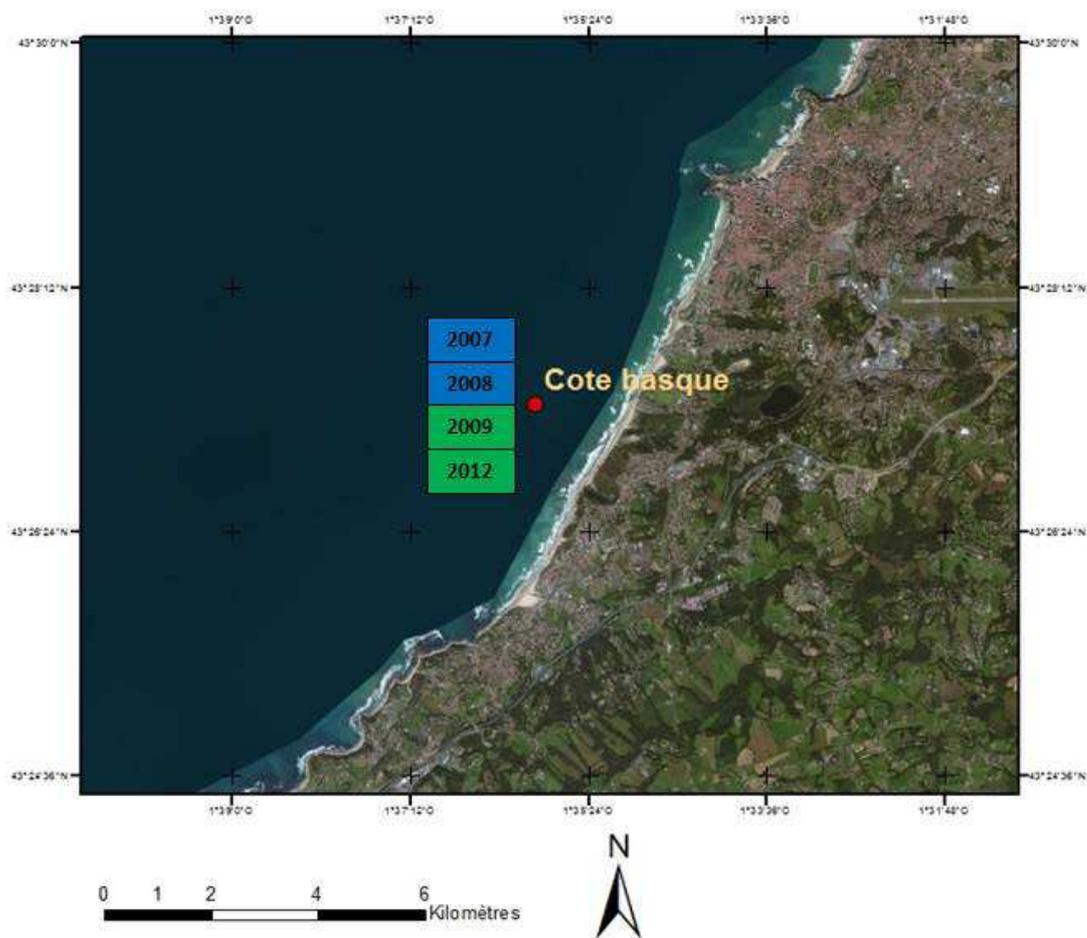


Figure 16 : Cartographie M-AMBI - Anglet-Hendaye FRFC11

5. Conclusions-

Les données acquises depuis 2007 sur les différentes stations du réseau de surveillance de la faune invertébrée benthique révèlent, selon le critère du M-AMBI un état assez satisfaisant de la plupart des Masses d'eau côtières faisant l'objet du contrôle de surveillance à l'exception notable d'une partie du Lac marin d'Hossegor. Ces dernières observations vont dans le même sens que les études réalisées sur l'état de prolifération des macroalgues dans cette lagune.

La méthode de calcul définitive du M-AMBI doit impérativement être mise au point afin de réaliser une évaluation unique de l'état écologique des masses d'eau à l'échelle française. Les principales difficultés rencontrées et les questionnements à solutionner sont les suivants :

- comment doit-on inclure l'épibenthos vagile (comme *Hydrobia ulvae*) dans les calculs. Certaines espèces montrent en effet des fluctuations annuelles de très forte intensité en domaine intertidal et jouent un rôle majeure dans les valeurs d'AMBI et d'H' ;
- comment doit-on traiter l'épifaune sessile, comme les annélides du genre *Spirorbis*, ces espèces peuvent s'attacher aux coquilles de mollusques, à la végétation et leur prise en compte engendre des abondances et des dominances très fortes qui influent aussi lourdement les valeurs d'AMBI et de H' ;
- avec combien de données doit-on calculer le M-AMBI, en effet, la valeur du M-AMBI est susceptible de varier (en raison de l'utilisation d'une analyse factorielle où l'extraction des axes varie en fonction du nombre de données utilisées lors de l'analyse) en fonction du nombre de données utilisées pour le calcul ;
- Les valeurs de surface d'échantillonnage (en m²) correspondant aux valeurs de S doivent être clarifiées ;
- l'attribution des groupes écologiques I à V de l'AMBI aux différentes espèces et genre doit être fixée ;
- enfin, il est nécessaire d'adopter une démarche commune sur la façon de gérer les différences de finesse dans la taxonomie entre 2 dates d'échantillonnage.

Références

- Auby I, Trut G, Blanchet H, Gouillieux B, Lavesque N, Pothier A (2008) Echantillonnage des sites de référence DCE pour les paramètres "faune invertébrée benthique" et "végétation". Rapport Ifremer - LER Arcachon - UMR 5805 - Station Marine d'Arcachon, Arcachon.
- Cottet M, Gouillieux B, Bachelet G, Blanchet H, De Montaudouin X, Lavesque N, Leconte M, Sauriau PG (2007) Etude préliminaire de la macrofaune benthique des masses d'eau côtières et de transition du District Hydrographique Adour-Garonne - Rapport Final - Novembre 2007-. Rapport Agence de l'Eau Adour-Garonne - Station Marine d'Arcachon - Centre de Recherche sur les Ecosystèmes Littoraux Anthropisés, Arcachon
- Guillaumont B, Gauthier E (2005) Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE - Recommandations concernant le benthos marin. Rapport Ifremer – Centre de Brest, Brest.
- Muxika I, Borja A, Bald J (2006) 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