

Hugues BLANCHET, Benoît GOUILLIEUX, Stéphane BUJAN,  
Ludovic DEVAUX, Fabien CAUTURE

Université de Bordeaux-CNRS / UMR 5805 EPOC

Observatoire aquitain des sciences de l'univers

Station marine d'Arcachon

2 rue du professeur Jolyet

33120 Arcachon



Avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne



AGENCE DE L'EAU  
**ADOUR-GARONNE**  
ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTRE  
DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Contrat ifremer n° 17/5210701



Rapport final Mai 2018

Contrôle de surveillance 2017

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



## Table des matières

Introduction .....	1
Méthodologie.....	2
Echantillonnage .....	2
Traitement des échantillons .....	6
Traitement des données .....	6
Résultats .....	11
MASSE D'EAU ARCACHON AMONT (FRFC 06) : SITE D'APPUI COMPRIAN .....	11
Localisation du site de Comprian .....	11
Contexte environnemental .....	12
Composition de la faune invertébrée benthique sur le site .....	12
Abondance de la faune .....	12
Nombre d'espèces .....	13
Indice de diversité de Shannon et indice d'équitabilité .....	14
Valeurs de l'AMBI .....	15
Valeurs de l'indicateur M-AMBI .....	18
Evolution du peuplement benthique à la station Comprian .....	20
MASSE D'EAU ARCACHON AMONT (FRFC 06) : FAUNE DES HERBIERS A <i>ZOSTERA</i> <i>NOLTEI</i> .....	24
Caractéristiques du sédiment.....	24
Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique .....	25
Abondance et niveau de diversité de la faune .....	30
Indicateurs de qualité écologique du milieu.....	32
MASSE D'EAU « COTE LANDAISE » (FRFC 08).....	39
Caractéristiques du sédiment.....	39
Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique .....	40
Abondance et niveau de diversité de la faune .....	42
Indicateurs de qualité écologique du milieu.....	43
MASSE D'EAU « LAC D'HOSSEGOR » (FRFC 09) .....	47
Caractéristiques du sédiment.....	47
Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique .....	48
Abondance et niveau de diversité .....	54
Indicateurs de qualité écologique du milieu.....	56
MASSE D'EAU « COTE BASQUE » (FRFC 11) .....	63
Caractéristiques du sédiment.....	63
Caractéristique et évolution de la faune invertébrée benthique .....	64
Abondance et niveau de diversité de la faune benthique invertébrée .....	66
Indicateurs de qualité écologique du milieu.....	67
Résumé et Conclusions .....	70
Références .....	71

## INTRODUCTION

La Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE établit un cadre pour la politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle a fixé comme objectif général l'atteinte 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). Au sein du district Adour-Garonne, qui s'étend des Pertuis charentais à l'estuaire de la Bidassoa (frontière espagnole), six masses d'eau Côtières (MEC) (« Côte nord-est de l'île d'Oléron » (FRFC01, « Pertuis charentais » (FRFC02), « Arcachon amont » (FRFC 06), « côte Landaise » (FRFC 08), « lac d'Hossegor » (FRFC 09) et « côte Basque » (FRFC 11)) font l'objet d'une surveillance DCE de la faune invertébrée benthique de substrat meuble. Cette faune invertébrée benthique, qui est un des éléments déterminants la qualité écologique des masses d'eau, a été échantillonnée aux printemps 2007, 2008 et 2009 puis en 2012 dans chacune de ces masses d'eau. Il convient de noter qu'une septième masse d'eau : la masse d'eau FRFC 07 « Arcachon Aval » n'est plus suivie depuis 2012. En effet, cette masse d'eau se distingue 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 selon l'indicateur M-AMBI qui est utilisé pour le classement des masses d'eau à partir de la faune invertébrée benthique. Il a donc été décidé de retirer cette station du réseau de surveillance.

Le présent rapport présente les résultats de la surveillance du paramètre « faune invertébrée benthique » pour l'année 2017 sur les masses d'eau dont la surveillance a été confiée à l'UMR 5805 EPOC (Université de Bordeaux/CNRS) :

- « Arcachon amont » (FRFC 06) ;
- « Côte Landaise » (FRFC 08) ;
- « Lac d'Hossegor » (FRFC 09) ;
- « Côte Basque » (FRFC 11).

Les résultats concernant les masses d'eau « Côte nord-est de l'île d'Oléron » (FRFC01) et « Pertuis charentais » (FRFC02) sont présentées dans un autre rapport réalisé par l'UMR LIENSs.

Avec l'année précédente, l'année 2017 constitue la deuxième année de mise en application du protocole AQUAREF (Garcia *et al.*, 2014) à l'ensemble des stations du réseau de surveillance du district hydrographique Adour-Garonne.

# METHODOLOGIE

## Echantillonnage

L'ensemble de l'échantillonnage a eu lieu entre le 01 mars et le 3 mai 2017. Conformément au nouveau protocole AQUAREF (Garcia *et al.*, 2014), chaque site (ou « lieu ») est étudié au travers de trois stations (ou « passages ») éloignés d'environ 200 mètres les uns des autres. Dans chacun des trois passages (Stations), trois prélèvements ont été réalisés pour la macrofaune invertébrée benthique ainsi qu'un prélèvement supplémentaire pour caractériser le sédiment. Au total, pour chaque site (lieu), neuf (9) prélèvements ont donc été réalisés pour la faune et trois prélèvements supplémentaires pour la caractérisation des sédiments (Figure 1). La terminologie utilisée dans le présent rapport et sa correspondance avec la base de données Quadrigé<sup>2</sup> et le protocole AQUAREF est récapitulée dans la Table 1. Les changements méthodologiques réalisés au cours du suivi des différents sites sont résumés dans la Table 2.

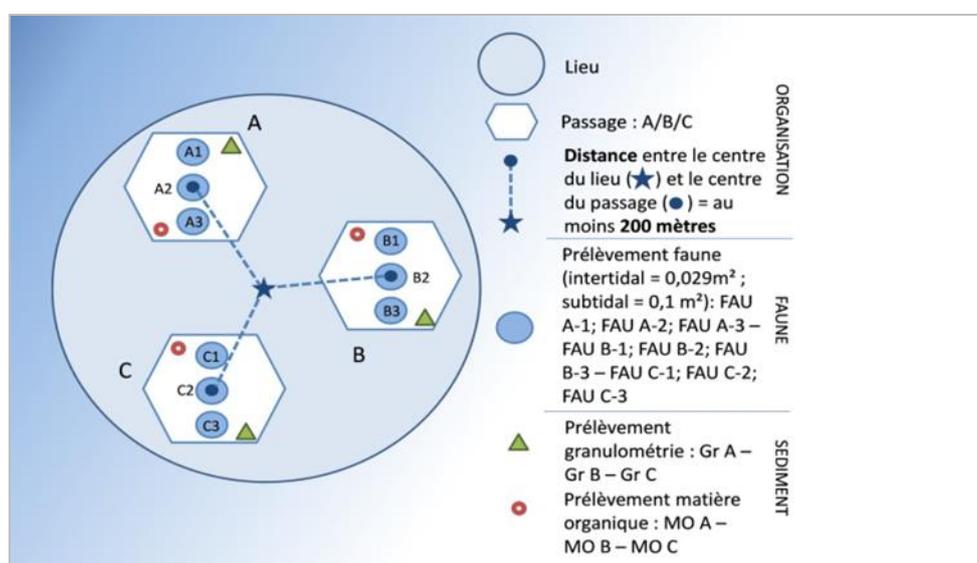


Figure 1

Représentation schématique du nouveau protocole d'échantillonnage AQUAREF (figure issue de Garcia et al. 2014)

Table 1 : Terminologie utilisée dans le rapport et équivalences Quadrigé<sup>2</sup>/AQUAREF

Termes équivalents utilisés dans le présent rapport	Termes utilisés dans la Base Quadrigé <sup>2</sup> et dans le protocole AQUAREF
Site	Lieu
Station	Passage

Pour les **sites intertidaux**, conformément au nouveau protocole AQUAREF, les échantillons ont été collectés à l'aide d'un carottier de diamètre intérieur d'environ 19 centimètres (19,22 cm de diamètre). Ces carottiers prélèvent une surface unitaire de 0,029 m<sup>2</sup> environ.

Pour la plupart des **sites subtidaux**, les échantillons ont été collectés à l'aide d'une benne de type van Veen (Figure 2, gauche). Cette benne prélève une surface unitaire de 0,1 m<sup>2</sup>. En raison de l'impossibilité de déployer un engin capable de manipuler une benne van Veen sur le lac marin d'Hossegor, une suceuse à air a été utilisée afin de réaliser l'échantillonnage du site « Hossegor subtidal » (Figure 2 droite). Cette suceuse à air présente l'avantage d'échantillonner la même surface qu'une benne van Veen, ce qui permet d'utiliser sans correction les données collectées pour l'évaluation de la qualité du milieu par le M-AMBI

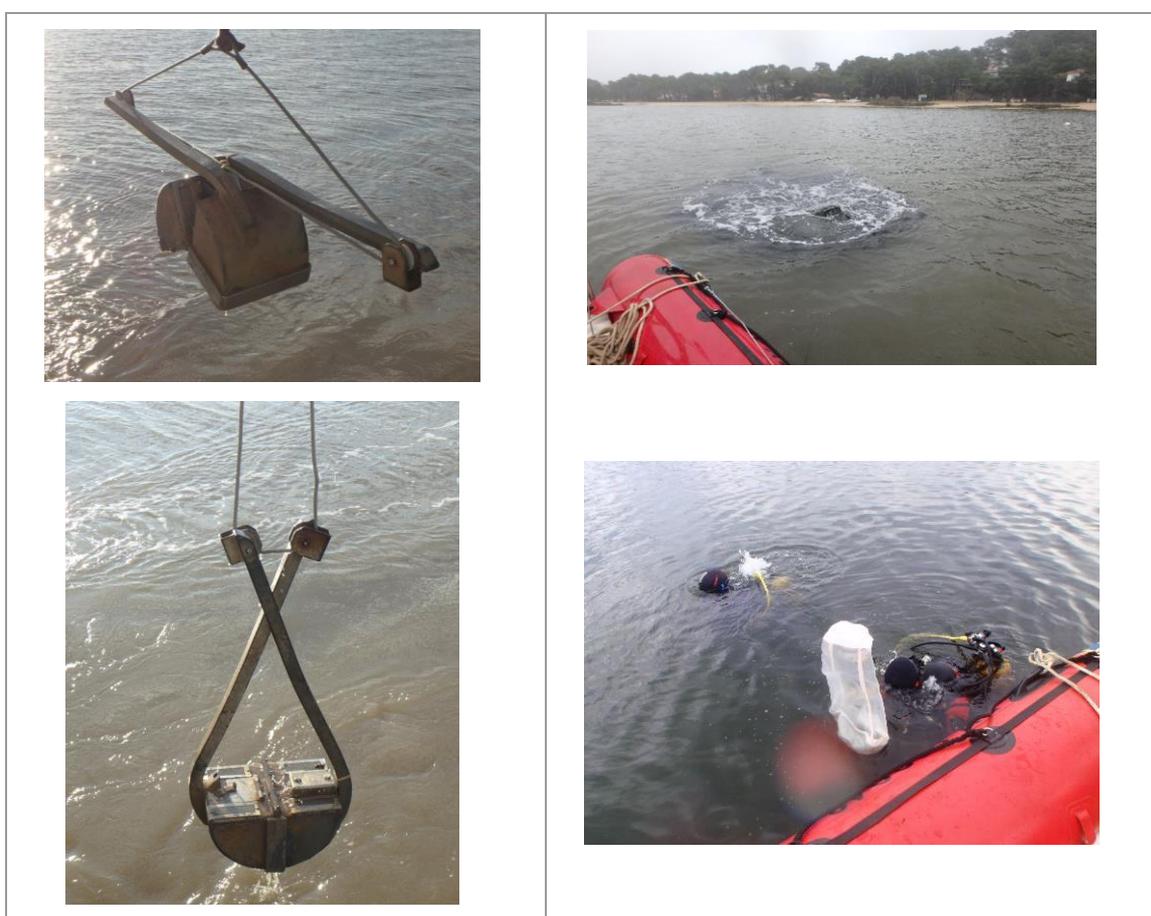


Figure 2

Mise en œuvre de la benne van Veen (gauche) et de la suceuse à air par des plongeurs (droite)

Table 2

## Synthèse des méthodes d'échantillonnage utilisées depuis 2007 sur les différents sites

Site d'échantillonnage / Année	surface unitaire d'échantillonnage (m <sup>2</sup> )	nombre d'échantillon	surface d'échantillonnage totale (m <sup>2</sup> )	engin d'échantillonnage
<i>Afrique, herbier à Zostera noltei</i>				
2007	0.04	5	0.20	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2008	0.04	5	0.20	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2009	0.04	5	0.20	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2012	0.04	5	0.20	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2016	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m <sup>2</sup> )
2017	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m <sup>2</sup> )
<i>Estey Tort, herbier à Zostera noltei</i>				
2007	0.04	5	0.20	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2008	0.04	5	0.20	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2009	0.04	5	0.20	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2012	0.04	5	0.20	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2016	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m <sup>2</sup> )
2017	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m <sup>2</sup> )
<i>Comprian, subtidal</i>				
2007	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
2008	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
2009	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
2010	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
2011	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
2012	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
2013	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
2014	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
2015	0.1	9	0.90	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
2016	0.1	9	0.90	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
2017	0.1	9	0.90	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
<i>Biscarosse, intertidal</i>				
2007	0.028	10	0.28	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m <sup>2</sup> )
2008	0.04	10	0.40	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2009	0.033	10	0.33	Carottier PVC diam.

Site d'échantillonnage / Année	surface unitaire d'échantillonnage (m <sup>2</sup> )	nombre d'échantillon	surface d'échantillonnage totale (m <sup>2</sup> )	engin d'échantillonnage
2012	0.04	10	0.40	20,5 cm (0,033 m <sup>2</sup> ) Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2016	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m <sup>2</sup> )
2017	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m <sup>2</sup> )
<b>Hossegor, intertidal</b>				
2007	0.04	7	0.28	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2008	0.04	7	0.28	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2009	0.04	7	0.28	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2012	0.04	7	0.28	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2016	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m <sup>2</sup> )
2017	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m <sup>2</sup> )
<b>Hossegor, herbier à <i>Zostera noltei</i></b>				
2007	0.04	5	0.20	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2008	0.04	5	0.20	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2009	0.04	5	0.20	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2012	0.04	5	0.20	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2016	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m <sup>2</sup> )
2017	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m <sup>2</sup> )
<b>Hossegor, subtidal</b>				
2007	0.0225	10	0.23	Benne Ekman 15x15cm (0.0225 m <sup>2</sup> )
2008	0.0225	10	0.23	Benne Ekman 15x15cm (0.0225 m <sup>2</sup> )
2009	0.0225	10	0.23	Benne Ekman 15x15cm (0.0225 m <sup>2</sup> )
2012	0.0225	20	0.45	Benne Ekman 15x15cm (0.0225 m <sup>2</sup> )
2016	0.1	9	0.90	Suceuse à air 0,1 m <sup>2</sup>
2016	0.1	9	0.90	Suceuse à air 0,1 m <sup>2</sup>
<b>Côte Basque, subtidal</b>				
2007	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
2008	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
2009	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
2012	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>
2016	0.1	9	0.90	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>

Site d'échantillonnage / Année	surface unitaire d'échantillonnage (m <sup>2</sup> )	nombre d'échantillon	surface d'échantillonnage totale (m <sup>2</sup> )	engin d'échantillonnage
2017	0.1	9	0.90	Benne Van Veen 0,1 m <sup>2</sup>

## Traitement des échantillons

### Faune benthique

Les prélèvements ont été tamisés sur maille carrée 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 taxon le plus précis possible et dénombrée sous loupe binoculaire. L'abondance des espèces de l'épifaune fixée de petite taille (comme les polychètes du genre *Spirorbis* ou les polyplacophores) n'a pas été prise en compte dans l'abondance totale ainsi que dans le calcul des indices. Les indices utilisés sont en effet principalement basés sur l'endofaune et l'épifaune mobile et non sur la faune fixée.

### Caractérisation des sédiments

Les sédiments récoltés ont été caractérisés par leur granulométrie et leur teneur en matière organique. Le sédiment prélevé a été conservé au congélateur (-20°C).

Pour l'analyse granulométrique, le sédiment est placé dans un récipient pesé. Le sédiment est ensuite lavé 3 fois avec de l'eau douce (chaque lavage durant un minimum de 48H) puis lavé à nouveau 3 fois au métaphosphate de sodium (à 40 g/L, chaque lavage durant 48h au minimum également). Une fois lavé, le sédiment est séché à l'étuve (60°C) jusqu'à l'obtention d'un poids sec stable (avec un minimum de 48H). Le sédiment sec est ensuite pesé. Un premier tamisage humide, sur maille de 63 µm permet de déterminer la fraction inférieure à 63 µm, le sédiment restant est récupéré, séché à nouveau (48h à 60°C) et pesé. Une fois le sédiment sec, il est passé sur une colonne de tamis durant 15min selon les spécifications de Garcia *et al.* (2014). Cette analyse permet d'obtenir le poids sec de sédiment de chaque fraction. La médiane granulométrique a été déterminée en utilisant le *package G2sd* sous R (Gallon & Fournier, 2015).

La teneur en matière organique du sédiment a été déterminée par la méthode dite de la perte au feu. Pour cela, le sédiment est placé à l'étuve durant 48h minimum à 60°C (jusqu'à obtention d'une masse constante). Le sédiment est ensuite broyé à l'aide d'un mortier, placé dans une capsule pré-pesée et remis à sécher à l'étuve. L'ensemble capsule + sédiment sec est ensuite pesé, puis calciné au four durant 4H à une température de 450°C. A l'issue de la calcination, l'ensemble capsule + cendres et matières minérales est pesé. La teneur en matière organique est obtenue par différence entre les masses avant et après calcination.

## Traitement des données

### Calcul de l'indicateur DCE

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'espèces récoltées à l'échelle du site.
- 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  $H'$  se calcule sur l'ensemble (la somme) des échantillons.

- La valeur de l'AMBI, est calculée, pour chaque échantillon, 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  $x$  défini par Borja *et al.* (2000). Celui-ci définit 5 groupes écologiques de polluo-sensibilité décroissante :

- GE I : espèces sensibles aux perturbations ;
- GE II : espèces indifférentes aux perturbations ;
- GE III : espèces tolérantes aux perturbations ;
- GE IV : espèces opportunistes de second ordre ;
- GE V : espèces opportunistes de premier ordre.

#### Etats de référence utilisés

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 référence 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 en eaux côtières : les sables envasés subtidiaux, les sables propres subtidiaux et les sables envasés intertidaux. Pour le « Très Bon » état écologique, les valeurs les plus élevées de  $S$  et de  $H'$  trouvées dans ce jeu de données ont été utilisées. Pour l'AMBI, ce sont les valeurs les plus faibles de l'indice AMBI dans ce 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. Les valeurs utilisées sont rassemblées dans la table suivante (Table 3).

<sup>1</sup> Les valeurs de  $S$  utilisées pour la définition des Etats de Référence correspondent à une surface échantillonnée d'environ 0.2 m<sup>2</sup> en intertidal et à 0.5 m<sup>2</sup> en subtidal.

**Table 3**  
Valeurs de référence pour les trois types d'habitats hydro-sédimentaires.

Habitat hydro-sédimentaire	Etat	Richesse spécifique	Diversité de Shannon-Weaver	AMBI
Sables envasés subtidaux	Très bon	58	4	1
	Très mauvais	0	0	6
Sables envasés intertidaux	Très bon	35	4	1
	Très mauvais	0	0	6
Sables (fins à moyens) exposés	Très bon	15	3,5	1
	Très mauvais	0	0	6

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 points-références « Très Bon » et « Mauvais » dans l'espace des deux premières dimensions d'une analyse factorielle (Borja & Muxika, 2005 ; Muxika *et al.*, 2007). La distance de la projection du point-station par rapport aux extrémités (les points-références « Très Bon » et « Mauvais ») du segment est interprétée comme un *Ecological Quality Ratio* (EQR) et convertie en état écologique selon une échelle d'EQR prédéfinie.

**Le calcul du M-AMBI réalisé sur chacune des stations du suivi donne uniquement une estimation provisoire de l'état du milieu tel qu'il est déductible de la structure des communautés benthiques.**

En effet, trois raisons en font un calcul provisoire :

- le calcul station par station est surestimé car Le M-AMBI doit être calculé avec un nombre suffisant de stations et en particulier pour la façade Manche-Atlantique avec l'ensemble des autres stations Manche-Atlantique, ce que fait le calcul réalisé centralement par Ifremer ;
- le calcul est biaisé car la liste des espèces retenues localement doit être homogénéisée à l'échelle Manche-Atlantique, ce que fait le calcul réalisé centralement par Ifremer ;
- le calcul n'est pas associé à une incertitude car la méthodologie du calcul n'est pas disponible contrairement à d'autres indicateurs DCE.

Au final seule l'évaluation faite ultérieurement par Ifremer et mise à disposition sur les Atlas DCE lors des synthèses Manche-Atlantique sera à retenir.

#### Analyse des données

Afin de mieux comprendre la dynamique de la faune benthique telle qu'elle est observée dans cette station, une analyse complémentaire des données est proposée, notamment en replaçant les données acquises en 2017 dans le contexte de l'ensemble du suivi.

Pour procéder à cette étude, les données d'abondance par espèce de chacun des échantillons collectés depuis le début du suivi ont été soumises à un ensemble d'analyses multivariées afin de dégager les éventuels patrons d'évolution de la composition faunistique à cette station.

Les données d'abondances brutes mesurées sur le terrain ont été transformées en cotation d'abondance selon l'échelle SACFOR. Cette échelle de cotation permet de limiter l'importance des taxons de petites tailles (typiquement : la plupart Spionidae, la plupart des oligochètes, ou le petit gastéropode *Peringia ulvae*). L'échelle SACFOR considère qu'en fonction de l'échelle de taille individuelle des différentes espèces, une espèce peut être qualifiée de « Extrêmement abondante » (*S*: *Superabundant*), « Abondante » (*A*: *Abundant*), « Commune » (*C*: *Common*), « Fréquente » (*F*: « *Frequent* »), « Occasionnelle » (*O*: *Occasional*) ou « Rare » (*R*: *Rare*) en fonction de son niveau d'abondance dans un échantillon selon le schéma présenté sur la Figure 3.

**MNCR SACFOR abundance scales**  
S = Superabundant, A = Abundant, C = Common, F = Frequent, O = Occasional, R = Rare

GROWTH FORM			SIZE OF INDIVIDUALS / COLONIES					DENSITY	
% COVER	CRUST / MEADOW	MASSIVE / TURF	<1 cm	1-3 cm	3-15 cm	>15 cm			
>80%	S		S				>1 / 0.0001 m <sup>2</sup> (1x1 cm)	>10,000 / m <sup>2</sup>	
40-79%	A	S	A	S			1-9 / 0.001 m <sup>2</sup> (3.16x3.16 cm)	1000-9999 / m <sup>2</sup>	
20-39%	C	A	C	A	S		1-9 / 0.01 m <sup>2</sup> (10x10 cm)	100-999 / m <sup>2</sup>	
10-19%	F	C	F	C	A	S	1-9 / 0.1 m <sup>2</sup>	10-99 / m <sup>2</sup>	
5-9%	O	F	O	F	C	A	1-9 / m <sup>2</sup>		
1-5% or density	R	O	R	O	F	C	1-9 / 10 m <sup>2</sup> (3.16x3.16 m)		
<1% or density		R		R	O	F	1-9 / 100 m <sup>2</sup> (10x10 m)		
					R	O	1-9 / 1000 m <sup>2</sup> (31.6x31.6 m)		
						R	>1 / 10,000 m <sup>2</sup> (100x100 m)	<1 / 1000 m <sup>2</sup>	

Figure 3

Présentation de l'échelle SACFOR utilisée pour transformer les données d'abondances brutes en cotations d'abondances en fonction de la taille individuelle des espèces (<1 cm, 1-3 cm, 3-15 cm, >15 cm) et de leur niveau de densité (colonne DENSITY).

Dans le cas de cette étude, seule les classes de taille : « <1 cm », « 1-3 cm » et « 3-15 cm » ont été utilisées. Les cotations utilisées sont présentées sur le tableau ci-dessous.

Table 4

Echelle de cotations utilisée pour le codage des données d'abondance. Des exemples d'organismes sont présentées en bas de table.

Echelle de taille individuelle			Niveau de densité
< 1 cm	1-3 cm	3-15 cm	
S (=4)			> 10 000 ind.m <sup>-2</sup>
●●●●			

A (=3) ●●●	S (=4) ●●●●		1000-9999 ind.m <sup>-2</sup>
C (=2) ●●	A (=3) ●●●	S (=4) ●●●●	100-999 ind.m <sup>-2</sup>
F (=1) ●	C (=2) ●●	A (=3) ●●●	11-99 ind.m <sup>-2</sup>
O (=0)	F (=1) ●	C (=2) ●●	10 ind.m <sup>-2</sup>
R (=0)	O ou R (=0)	F, O ou R (=0)	<10 ind.m <sup>-2</sup>
la plupart des Spionidae et Capitellidae, oligochètes	Nephtyidae, Nereididae, <i>Glycera</i> spp., Ampharetidae	<i>Arenicola marina</i> , <i>Diopatra</i> spp., <i>Marphysa</i> spp.	exemples d'Annélides
<i>Peringia ulvae</i> , <i>Bittium reticulatum</i>	<i>Nassarius reticulatus</i>	<i>Buccinum undatum</i>	exemples de gastéropodes
<i>Abra</i> spp., <i>Kurtiella bidentata</i> ,	Palourdes, coques, moules, <i>Scrobicularia plana</i>	Huîtres, lutraires, myes	exemples de bivalves
amphipodes, isopodes, mysidacées	<i>Clibanarius erythropus</i> , crevettes	<i>Carcinus maenas</i> , la plupart des crabes	exemples de crustacés
	la plupart des ophiures	<i>Echinocardium cordatum</i> , <i>Marthasterias glacialis</i>	exemples autres

En pratique, l'utilisation de ce système de cotation conduit à ne pas considérer la présence des petites espèces lorsque leur niveau d'abondance est inférieur à 11 individus par m<sup>2</sup> (un seul individu dans une benne van Veen) et à considérer que le fait de trouver un seul individu d'espèces de grande taille correspond probablement à des niveaux d'abondance élevés pour l'espèce (« Fréquente » ou « Commune » selon la taille individuelle moyenne de l'espèce). De même, l'utilisation de cotation d'abondance entraîne le fait que deux échantillons contenant, respectivement l'équivalent de 1050 *Peringia ulvae* par m<sup>2</sup> et 5248 *Peringia ulvae* par m<sup>2</sup> sont considérés comme strictement similaires du point de vue de l'abondance de cette espèce de petite taille. Ces données transformées ont ensuite été utilisées pour calculer le degré de similarité faunistique entre chaque paire d'échantillon à partir du coefficient de similarité de Bray -Curtis, classiquement utilisé dans la littérature pour l'analyse de ce type de données (Clarke & Warwick, 2001 ; Clarke & Gorley, 2006). Cette matrice de similarité a ensuite été soumise à une Analyse en coordonnées principales (PCO) qui permet de visualiser l'ordination des échantillons dans un espace de dimensions réduites sur la base de la ressemblance faunistique entre échantillons (Anderson *et al.*, 2008). Les principales espèces caractérisant chaque site à chaque campagne ont été déterminées comme les espèces présentant au moins un niveau d'abondance « commun » sur l'une des dates de la surveillance.

## RESULTATS

### Masse d'eau Arcachon amont (FRFC 06) : site d'appui Comprian

#### Localisation du site de Comprian

Le site de Comprian, site d'appui pour la surveillance du paramètre « faune invertébrée benthique » appartient à la masse d'eau « Arcachon amont ». Sa localisation précise est indiquée sur la Figure 4.



Figure 4

Localisation du site d'appui « Comprian » et des trois stations correspondantes : A, B et C

## Contexte environnemental

La station Comprian correspond à des sables fins plus ou moins envasés (médiane granulométrique de 90 à 440  $\mu\text{m}$ ) dont le taux de particules fines a varié entre 1 et 49 % et une teneur en MO de 0,3 à 4,7 %. Les données acquises depuis 2015 ont confirmé l'hétérogénéité spatiale non négligeable de ces sédiments à petite échelle spatiale avec des taux de particules fines variant entre 7 et 28% entre stations en 2015 et entre 2 et 21% en 2016, 1 et 26 % en 2017. (Table 5).

Table 5

Variations des caractéristiques du sédiment sur le site de Comprian

Année		Teneur en matière organique (%)	Teneur en particules fines (<63 $\mu\text{m}$ ) (%)	Médiane granulométrique ( $\mu\text{m}$ )
2007		0,6	6	200
2008		1,4	7	290
2009		4,7	32	110
2010		4,1	49	100
2011		0,3 à 0,5	8 à 11	90 à 130
2012		1,2 à 2,6	5 à 13	150 à 150
2013		0,7 à 1,1	3 à 6	170 à 210
2014		0,7 à 0,8	4 à 7	130 à 150
2015	A	0,9	7	170
	B	3,1	24	130
	C	3,8	28	110
2016	A	2,5	21	140
	B	0,3	2	190
	C	1,2	9	250
2017	A	0,6	1	440
	B	2,5	26	140
	C	2,6	17	150

## Composition de la faune invertébrée benthique sur le site

Les principales espèces présente sur le site sont, pour les annélides polychètes : *Mediomastus fragilis*, *Poecilochaetus serpens*, *Heteromastus filiformis*, *Scoloplos armiger* et *Euclymene oerstedii*; les genres *Magelona*, *Prionospio* et *Diopatra* ainsi que les familles Cirratulidae et Paraonidae. Le crustacé anomoure *Diogenes pugilator* et l'amphipode *Abludomelita obtusata* ainsi que des némerthes sont également communément échantillonnées sur le site.

## Abondance de la faune

Par comparaison avec le début de la surveillance en 2007, l'abondance de la faune invertébrée benthique avait augmenté à partir de 2009 jusqu'à atteindre des valeurs maximales sur la période 2011 - 2012, avec des niveaux d'abondance supérieurs à 5 000 individus par m<sup>2</sup>. Une forte chute du niveau d'abondance avait été observée en 2014

(Blanchet *et al.*, 2015). En 2015, le niveau d'abondance était comparable aux niveaux mesurés en début de suivi, de l'ordre de 500 individus par m<sup>2</sup> (Figure 5). En 2016, on a assisté à une nouvelle augmentation de la densité de la macrofaune qui s'est maintenue en 2017.

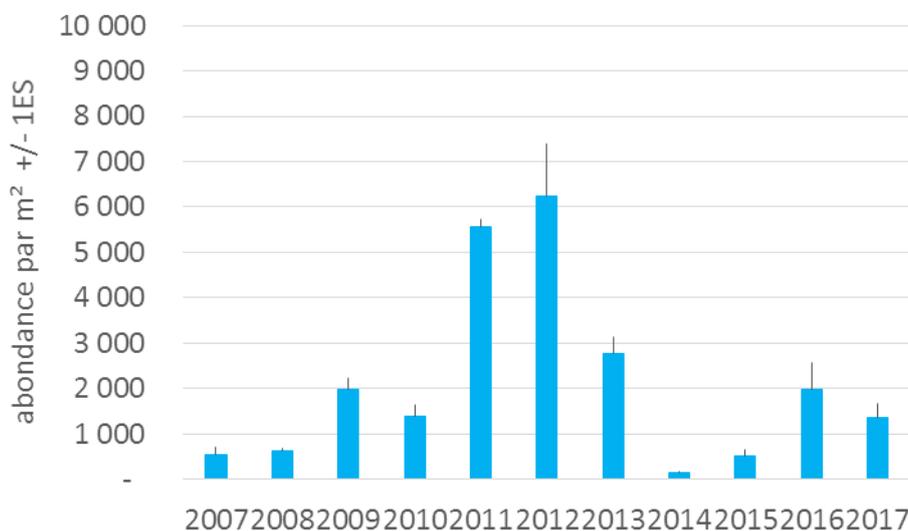


Figure 5

Evolution des niveaux d'abondance (abondance moyenne, en nombre d'individus par m<sup>2</sup>) entre 2007 et 2016 à la station Comprian

### Nombre d'espèces

Depuis le début de la surveillance, le nombre de taxons a connu une forte augmentation entre 2010 et 2011, passant d'un nombre de taxons compris entre 15 et 25 sur la période 2007 à 2010 à un niveau de l'ordre de 40 à 45 taxons en 2011. A partir de cette période, le nombre de taxons a tendu à diminuer pour atteindre un niveau moyen de l'ordre de 25-30 taxons par échantillon en 2013 et un niveau notablement faible en 2014 (moyenne inférieure à 10 taxa par échantillon). En 2015, le nombre d'espèces s'est accru par rapport à 2014 et se rapproche du niveau de 2007 (Figure 6). Le nombre d'espèce en 2015 restait encore relativement faible par rapport aux niveaux de la période 2008-2013. En 2016, le nombre d'espèces par échantillon est équivalent à ce qu'il était sur la période 2007-2010. En 2017, le nombre moyen de taxons par échantillon est sensiblement égal à celui de 2015 soit légèrement plus faible qu'en 2016.

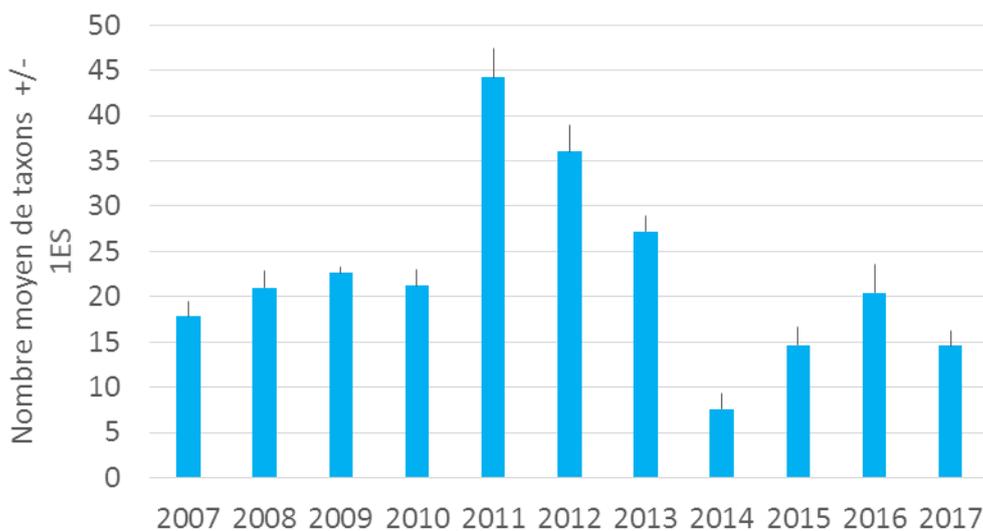


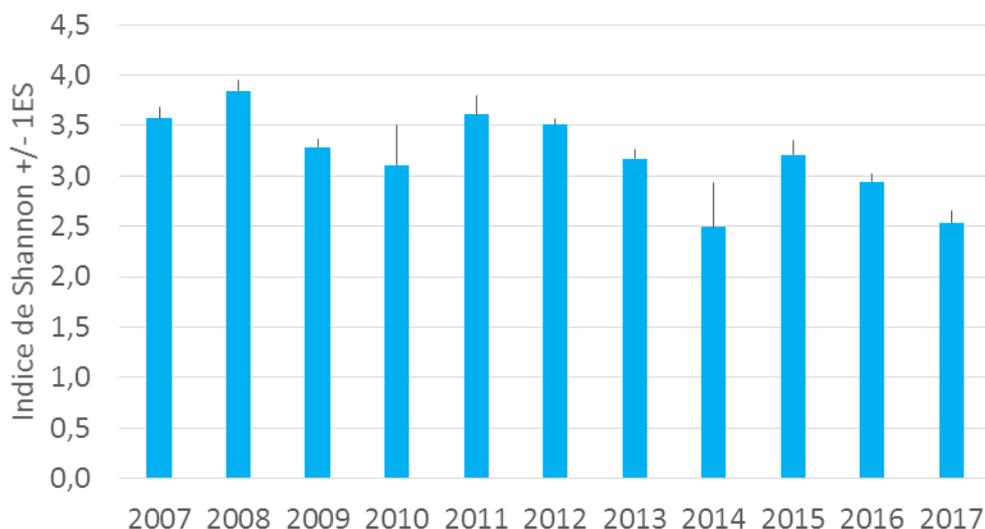
Figure 6

Evolution de la diversité taxonomique (nombre moyen de taxons par échantillon) entre 2007 et 2016 à la station Comprian

### Indice de diversité de Shannon et indice d'équitabilité

Les valeurs moyennes de l'indice de diversité de Shannon sont relativement stables depuis le début du contrôle de surveillance. Ces valeurs sont par ailleurs relativement élevées (en général supérieures à  $3.0 \text{ bit.ind}^{-1}$ ) pour ce type de peuplement, à l'exception des années 2014, marqué par une assez forte hétérogénéité entre échantillons, et 2017. En 2017, la valeur de cet indice est parmi les plus faibles observées depuis le début de la surveillance en partie liée à une équitabilité relativement faible (Figure 7). L'équitabilité mesurée par l'indice d'équitabilité  $J'$  est en général élevée ( $>0,8$ ) sur l'ensemble du suivi ; elle tend à diminuer légèrement depuis 2014 (Figure 7).

A.



B.

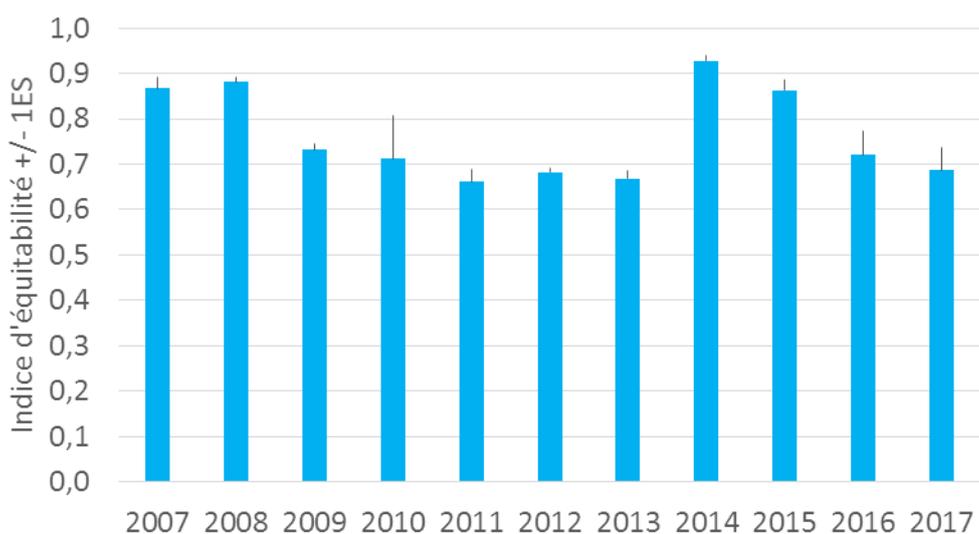


Figure 7

Evolution de la valeur moyenne (+ 1 erreur standard) de (A.) l'indice de diversité de Shannon (H') et de (B.) l'indice d'équitabilité de Pielou (J'), au cours des différentes campagnes de surveillance DCE.

### Valeurs de l'AMBI

Les valeurs de l'AMBI ont été peu modifiées dans cette station au cours de la période de surveillance (Figure 8). On note cependant que les années 2012 et 2013 se caractérisaient par les valeurs d'AMBI les plus élevées en raison d'une plus importante proportion relative de taxons du groupe écologique V (espèces opportunistes de premier ordre) ainsi que du groupe écologique III (Figure 8). Les organismes de ce groupe écologique V disparaissent de la station en 2014 et sont progressivement retrouvés dans les échantillons en 2015 puis en 2016 et 2017 (Figure 8). L'année 2017 est néanmoins marquée par l'importance des

organismes du groupe écologique I. Cela se traduit par des valeurs faibles d'AMBI, ce qui est une indication de plutôt bon état (Figure 9)

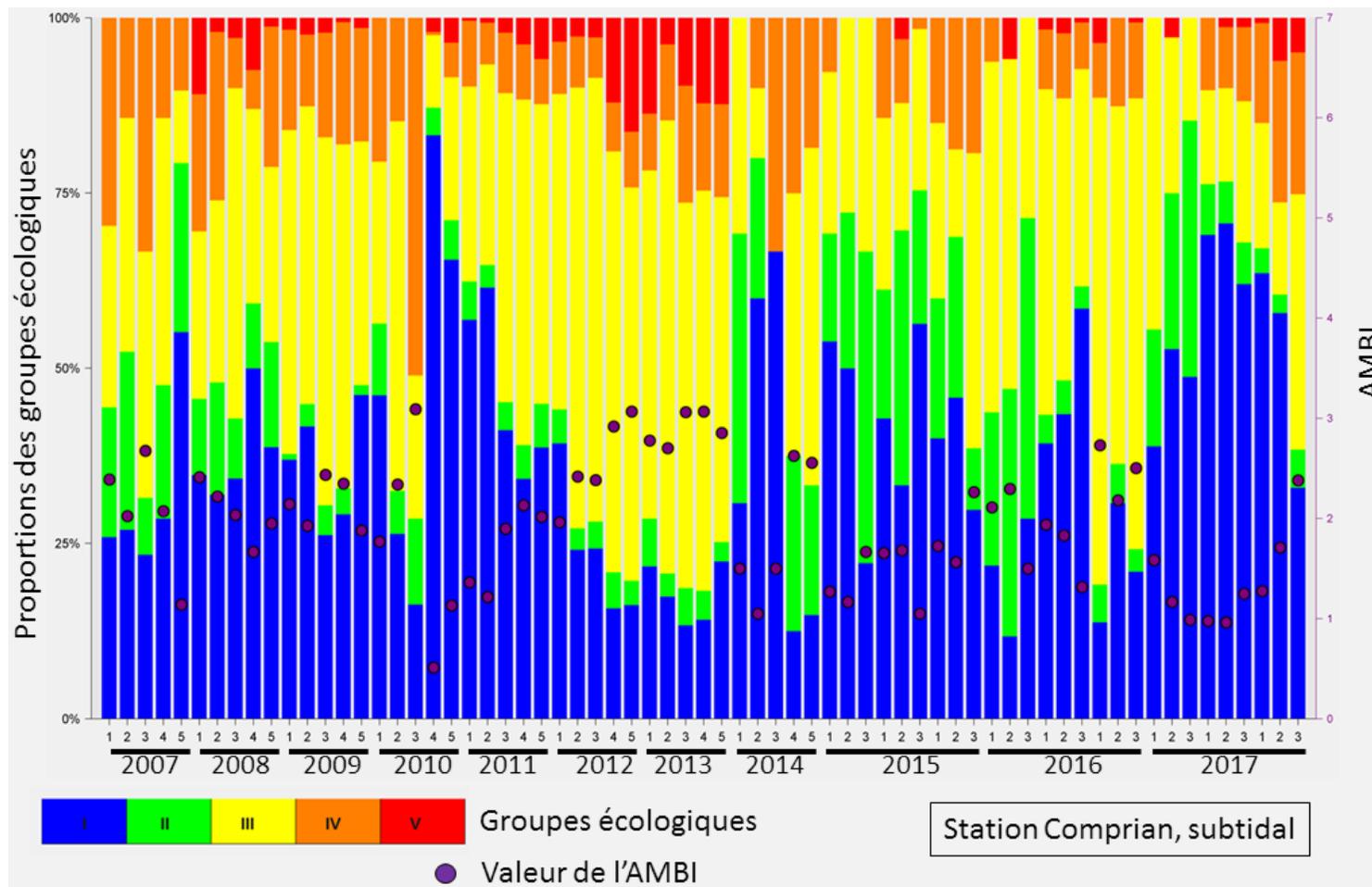


Figure 8

Evolution de l'importance relative des groupes écologiques I à V définis par l'AMBI (histogramme empilé) ainsi que la valeur de l'AMBI (points) entre 2007 et 2016 à la station « Comprian »

## Valeurs de l'indicateur M-AMBI

Il est rappelé que les valeurs présentées dans ce paragraphe ne sont que des estimations ponctuelles et provisoires de l'état du milieu. Le lecteur intéressé est invité à consulter l'Atlas DCE et les rapports de l'Ifremer qui procède au calcul de cet indicateur à l'échelle nationale.

En 2017, la station « Comprian » présenterait un Bon état écologique selon l'indicateur M-AMBI tel qu'il a été calculé ici. Par rapport aux deux années 2015 et 2016, la station descendrait d'un cran dans l'échelle de qualité écologique (Table 6, Figure 9). Il convient à ce stade d'être conscient que le mode de calcul utilisé cette année est susceptible d'affecter négativement l'évaluation réalisée ici : en effet, nous le M-AMBI a été re-calculé indépendamment pour chacun des trois Passages (A, B et C) pour les années 2015 à 2017 pour donner une idée de l'incertitude autour de l'état écologique de cette station. Si le calcul est effectué sur l'ensemble des trois Passages (c'est-à-dire à l'échelle du Lieu/Station), la valeur de S sera plus élevée ce qui devrait jouer positivement sur l'évaluation. Il est rappelé que le calcul final est réalisé de manière centrale par Ifremer et que c'est cette dernière valeur qui doit être prise en compte.

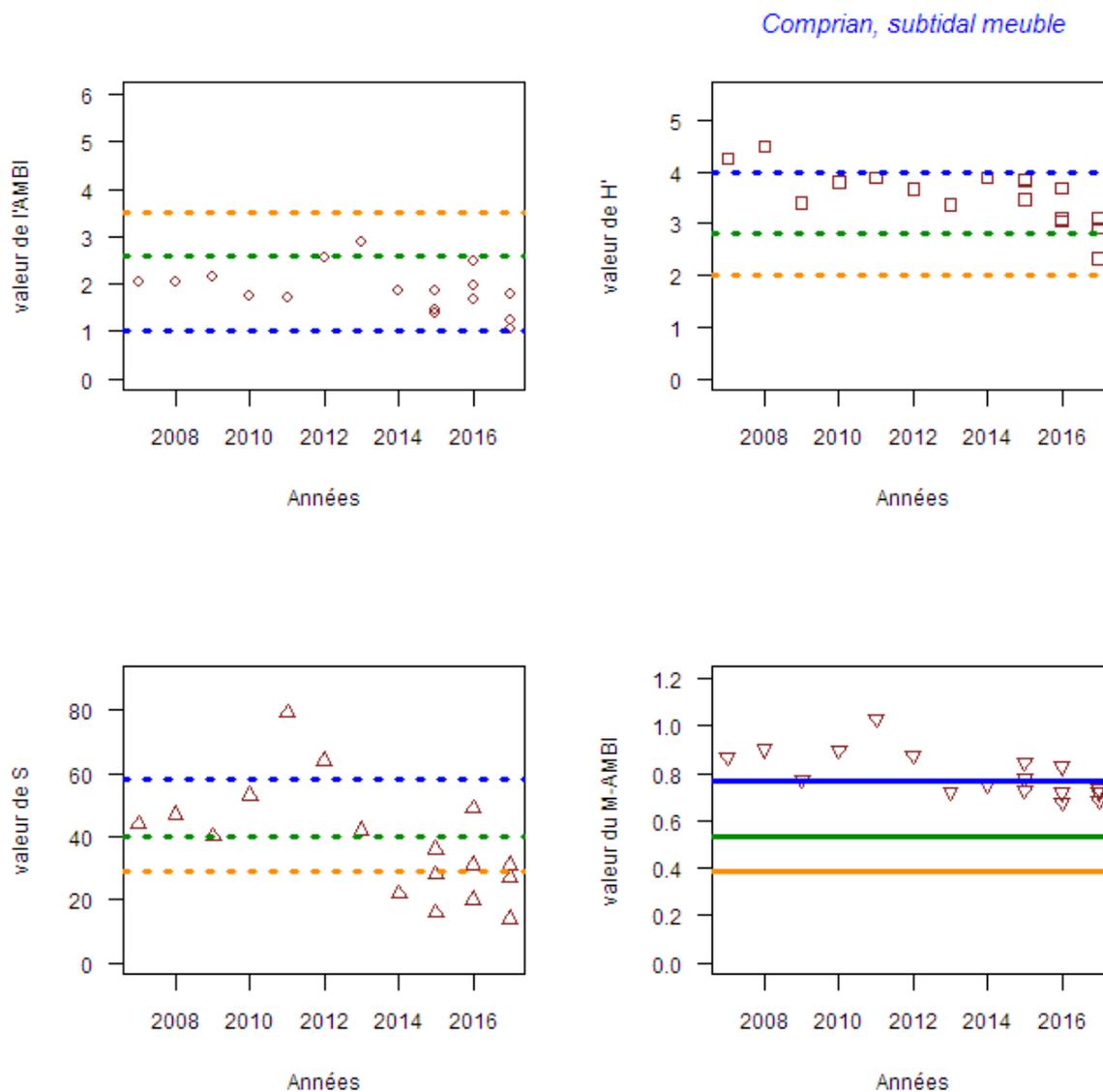


Figure 9

Evaluation des métriques (AMBI , H' , S) composantes de l'indicateur M-AMBI entre 2007 et 2017 à la station « Comprian ». Les segments tracés indiquent la limite entre les états « Très Bon » et « Bon » (en bleu ), « Bon » et « Moyen » (en vert), « Moyen » et « Médiocre » (en orange). Ces segments sont figurés en pointillés lorsqu'il s'agit uniquement de limites estimées. Les segments sont en traits pleins lorsqu'il s'agit de limites déterminées officiellement. Les traits en pointillés ont pour but d'évaluer si la métrique en question tend à dégrader la note finale (en tendant vers l'état « Moyen » ou pire) ou tend à l'améliorer (en tendant vers l'état « Bon » ou mieux)

Table 6

Valeurs de l'indicateur M-AMBI et de ses composantes univariées (AMBI, Diversity : indice de diversité de Shannon par station, Richness : nombre d'espèces par station). Le statut écologique (Très bon à Mauvais) est indiqué.

Stations	AMBI	Diversity	Richness	EQR (M-AMBI)	Statut
Bad (référence)	6	0	0	0	Mauvais
High (référence)	1	4	58	1	Très bon

2007	2.0	4.2	43	0.87	Très bon état
2008	2.0	4.5	46	0.90	Très bon état
2009	1.9	3.3	39	0.78	Très bon état
2010	1.6	3.8	52	0.91	Très bon état
2011	1.7	3.9	78	1.02	Très bon état
2012	2.5	3.6	62	0.87	Très bon état
2013	2.9	3.3	41	0.72	Bon état
2014	1.8	3.9	22	0.76	Bon état
2015	1.6 ±0.3	3.7 ±0.2	27 ±10	0.79 ±0.06	Très bon état
2016	2.0 ±0.4	3.3 ±0.3	33 ±15	0.74 ±0.08	Bon-Très bon état
2017	1.4 ±0.4	2.8 ±0.4	24 ±9	0.71 ±0.02	Bon état

### Evolution du peuplement benthique à la station Comprian

Les résultats acquis depuis 2015 ont illustré la variabilité non négligeable du peuplement benthique de la station Comprian à petite échelle spatiale. Ils suggéraient que les différences de peuplement benthique entre les années 2007 et 2014, d'une part, et les années 2008 à 2010, d'autre part étaient du même ordre que celles retrouvées entre les différents « passages » de 2015. Autrement dit, les différences observées entre ces années peuvent être considérées comme mineures car du même ordre que celles trouvées en 2015 à petite échelle spatiale (Blanchet *et al.*, 2016). La PCO réalisée en incluant les données de 2017 confirme à nouveau les résultats obtenus en 2015 et 2016 (Figure 10). Elles confirment également l'évolution observée à cette station au cours du suivi.

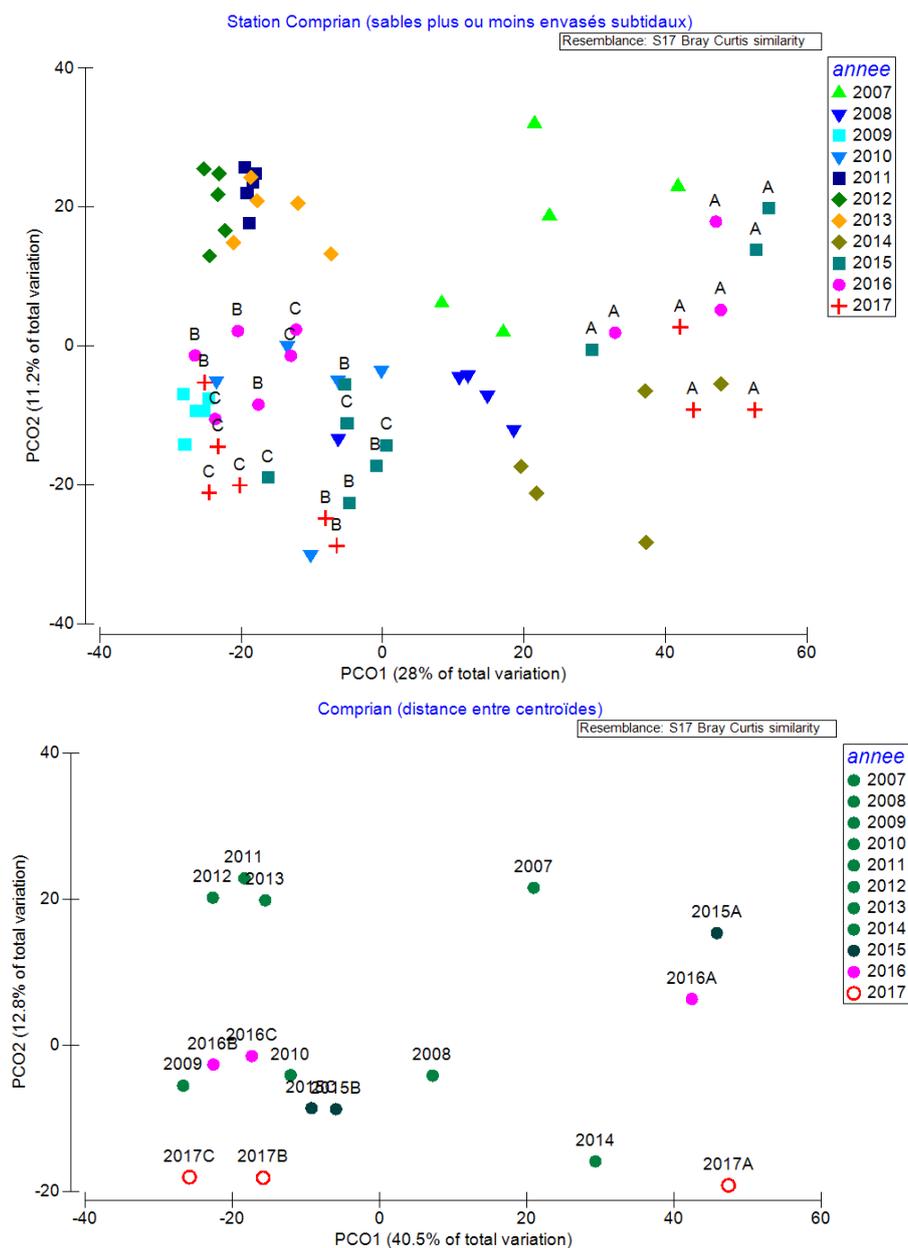


Figure 10

Résultats de l'ordination en coordonnées principales (PCO) des échantillons faunistiques collectés depuis le début de la surveillance DCE de la station « Comprian » (figure du haut). La figure du bas est l'ordination des « années » (centroïdes) par PCO. Elle permet de résumer les variations inter annuelles.

En 2007, la faune benthique de la zone est installée sur des sédiments relativement sableux, dépourvu de bancs de moules. Cette faune benthique présente des niveaux d'abondances très modérés (de l'ordre de 500 individus par m<sup>2</sup>) avec un assez faible nombre d'espèce par échantillon (entre 15 et 20 taxons par 0,1 m<sup>2</sup>) où les crustacés amphipodes des genres *Urothoe* et *Bathyporeia* représentent une part importante du peuplement. A partir de 2008, des bancs de moules *Mytilus edulis* se développent sur la zone. Ces bancs de moules se maintiennent et se développent dans les années suivantes,

entraînant une modification de l'habitat benthique. Ces modifications sont (1) la formation d'un habitat complexe, qui favorise la présence de nombreuses espèces (épifaune, et faune vagile), sur une même surface et (2) l'envasement des sédiments à proximité des moulières en raison de la présence des massifs de moules, dont la structure physique ralentit les courants et favorise la sédimentation de particules fines riches en matière organique et par l'activité de filtration des moules qui génèrent la production de pseudofèces qui sédimentent et contribuent également à l'enrichissement en matière organique des sédiments. Ce phénomène entraîne un développement important de l'endofaune, notamment les annélides parmi lesquels figurent nombre de taxons présentant une affinité pour les sédiments envasés et/ou riches en matière organique. En conséquence, le peuplement devient largement dominé par les annélides et présente des niveaux d'abondance nettement plus élevés, d'un à plusieurs milliers d'individus par m<sup>2</sup> ainsi qu'un nombre d'espèce par échantillon élevé (> 20 et jusqu'à >45 taxons par échantillon). Le peuplement se caractérise en outre par la présence d'espèces considérées comme opportunistes par l'indicateur AMBI. Néanmoins, ces espèces restent à des niveaux d'abondance et de dominance faibles. En 2014, une dessalure marquante du milieu (Ifremer, 2015), liée à des débits élevés des cours d'eaux en relation avec une pluviométrie très importante au cours des mois précédents l'échantillonnage, se traduit probablement par une modification importante du milieu où seules certaines espèces macrobenthiques se maintiennent. Cet événement est accompagné par une disparition des moulières de la zone, peut-être également en raison des fluctuations de salinités. Le peuplement présente donc une densité d'individus et un nombre d'espèces très faible. En 2015, les niveaux de salinités relativement élevés et plus stables ont favorisé la recolonisation de la zone, à l'exception des moules, absentes du site comme en début de suivi. En 2016, la recolonisation du site semble se poursuivre.

Table 7

Principales espèces (taxons) caractérisant la macrofaune benthique de la station « Comprian » entre 2007 et 2017 et niveaux moyens d'abondance (individus par m<sup>2</sup>). L'absence d'un taxon de la liste ne signifie pas nécessairement que le taxon est totalement absent mais les niveaux d'abondances mesurés sont considérés comme faibles pour l'espèce considérée. ●●● espèce « Abondante », ●● espèce « Commune », ● espèce « Fréquente » selon l'échelle SACFOR.

	Comprian 2007	Comprian 2008	Comprian 2009	Comprian 2010	Comprian 2011	Comprian 2012	Comprian 2013	Comprian 2014	Comprian 2015	Comprian 2016	Comprian 2017
ANNELIDA											
<i>Mediomastus fragilis</i>		●	●●	●	●●	●●	●●			●	●
<i>Heteromastus filiformis</i>	●		●	●	●●	●●	●				
<i>Magelona</i>		●●	●●	●	●●	●●	●●●	●		●	●
<i>Diopatra</i>			●●●	●●●	●●	●●	●		●●	●●	●●
<i>Euclymene oerstedii</i>		●●	●		●	●●	●●		●	●●	●
<i>Scoloplos armiger</i>	●	●			●●	●●	●●		●		
<i>Glycera</i>	●	●			●		●●	●	●		●
<i>Poecilochaetus serpens</i>			●●	●	●●	●●	●			●	●
<i>Notomastus latericeus</i>			●		●	●●	●			●	
<i>Prionospio</i>			●		●●	●●	●			●	●
<i>Euclymene collaris</i>	●	●			●●						
Oligochaeta					●●	●●	●●				
MOLLUSCA											
<i>Mytilus edulis</i>			●●●	●	●●	●●●	●				
<i>Tellina fabula</i>					●●	●●	●●				
AUTRES CLADES											
Nemertina		●	●●		●●	●●	●			●	
Anthozoa					●	●●	●			●	

## Masse d'eau Arcachon amont (FRFC 06) : faune des herbiers à *Zostera noltei*

### Caractéristiques du sédiment

La station « Estey Tort » correspondait à un herbier à *Zostera noltei* en 2007 mais l'herbier a disparu de ce site à partir de 2008 (Figure 11). Les sédiments consistent en général en des vases plus ou moins sableuses (Table 8). Entre 2007 et 2009, les sédiments semblent plus fins qu'en 2012 et 2016 où les sédiments sont apparus moins envasés bien que leur teneur en matière organique soit restée relativement élevée (Table 8). En 2017, les sédiments sont à nouveau plus envasés avec des teneurs en particules fines supérieures à 40% sur les trois stations.

La station « Afrique » se situe dans la partie ouest de l'île aux oiseaux (Figure 11), au sein d'un herbier intertidal à *Zostera noltei*. Le sédiment consiste en des sables envasés dont la teneur en particule fine est en général comprise entre 10 et 20% sauf en 2012 où la zone était plus envasée (28 à 61% de particules fines) (Table 8). A partir de 2016, les teneurs en particules fines et en matière organique sont revenus à des niveaux proches des années 2007-2009.

A : Site « Afrique »



B : Site « Estey Tort »

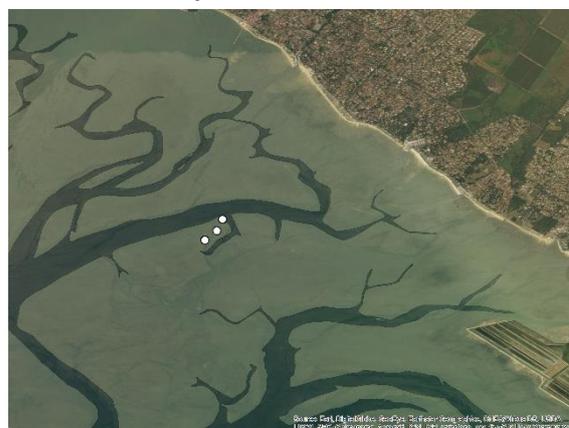


Figure 11

Localisation des stations d'échantillonnage sur les sites « Afrique » et « Estey tort ».

Table 8

Variations des caractéristiques du sédiment aux sites « Estey Tort » et « Afrique »

Site Année	Teneur en matière organique (%)	Teneur en particules fines ( $<63\mu\text{m}$ ) (%)	Médiane granulométrique ( $\mu\text{m}$ )
Estey Tort			
2007	7	59	40
2008	9,1	21	40
2009	10,3	77	30
2012	1,2 à 2	9 à 13	150 à 150

2016	A	8,4	8	300
	B	6,7	21	100
	C	3,6	12	100
2017	A	6,5	70	10
	B	5,2	63	20
	C	2,6	40	80

Table 8 (suite)

Site Année	Teneur en matière organique (%)	Teneur en particules fines ( $<63\mu\text{m}$ ) (%)	Médiane granulométrique ( $\mu\text{m}$ )
Afrique			
2007	1,3	10	190
2008	3,8	17	210
2009	3,2	13	170
2012	3,6 à 8,3	28 à 61	50 à 100
2016	A	1,8	17
	B	1,4	16
	C	1,6	14
2017	A	2,1	21
	B	1,7	11
	C	1,4	11

### Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique

La macrofaune benthique de la **station « Afrique »** est globalement caractérisée par l'abondance d'annélides oligochètes qui sont en général dominants en termes d'effectifs. Les principales annélides polychètes présentes sur cette station parmi les espèces dominant les effectifs sont les Capitellidae : *Heteromastus filiformis*, mais aussi *Notomastus latericeus* ainsi que *Capitella* sp. ; *Melinna palmata*, *Exogone* sp., des Cirratulidae, des Paraonidae ainsi que des Maldanidae des genres *Clymenura* (*Leiopygos*) et *Euclymene* (Table 9). Les principales espèces de mollusques présentes sont le gastéropode *Bittium reticulatum* et, dans une moindre mesure les bivalves *Loripes lacteus* et les bivalves du genre *Abra* (principalement *A. segmentum*). Des némertes sont également communément observés dans les échantillons. L'année 2017 présente une abondance réduite des oligochètes et des Maldanidae, de la même manière que l'année précédente. Elle se distingue de plus par de bons niveaux d'abondance des genres *Capitella*, *Glycera* et *Exogone* et, dans une moindre mesure de *Pseudopolydora*. Enfin, elle se distingue également par la présence et l'abondance de *Streblospio shrubsolii* (Figure 12).

La **station « Estey Tort »** est également caractérisée par les annélides polychètes Capitellidae (*Heteromastus filiformis*) et Cirratulidae ainsi que par des oligochètes (Table 10). Les niveaux d'abondances mesurés dans cette station sont néanmoins plus faibles que ceux de la station Afrique. D'autres polychètes tels *Pygospio elegans*, *Melinna palmata* et *Streblospio shrubsolii* y sont également observées mais de manière plus irrégulière. Les principales espèces de mollusques présentes sont le gastéropode *Peringia ulvae* qui

domine très fortement les effectifs mais dont la présence et le niveau d'abondance sont hautement fluctuants. Pour les bivalves, les principales espèces sont les palourdes (*Ruditapes philippinarum*) et *Abra segmentum*. D'un point de vue faunistique l'année 2017 se distingue, comme en 2016, des années précédentes par la réduction importante de la présence de *P. ulvae* et des annélides oligochètes, bien que ces derniers montrent des niveaux d'abondances supérieurs à ce qu'ils étaient en 2016 (Figure 12). La présence de *Streblospio shrubsolei*, *Clymenura clypeata* et l'abondance de *Notomastus latericeus* caractérisent l'année 2017.

Il est intéressant de signaler que les variations faunistiques observées sur les deux stations vont dans la même direction dans les deux stations au cours du temps (Figure 12). Ainsi, la diminution des abondances de *Peringia ulvae* et des oligochètes, l'abondance de *Streblospio shrubsolei* et de *Notomastus latericeus* ont été observée dans les deux stations. Cela laisse supposer que ces phénomènes semblent probablement généraux à l'échelle des herbiers du Bassin d'Arcachon.

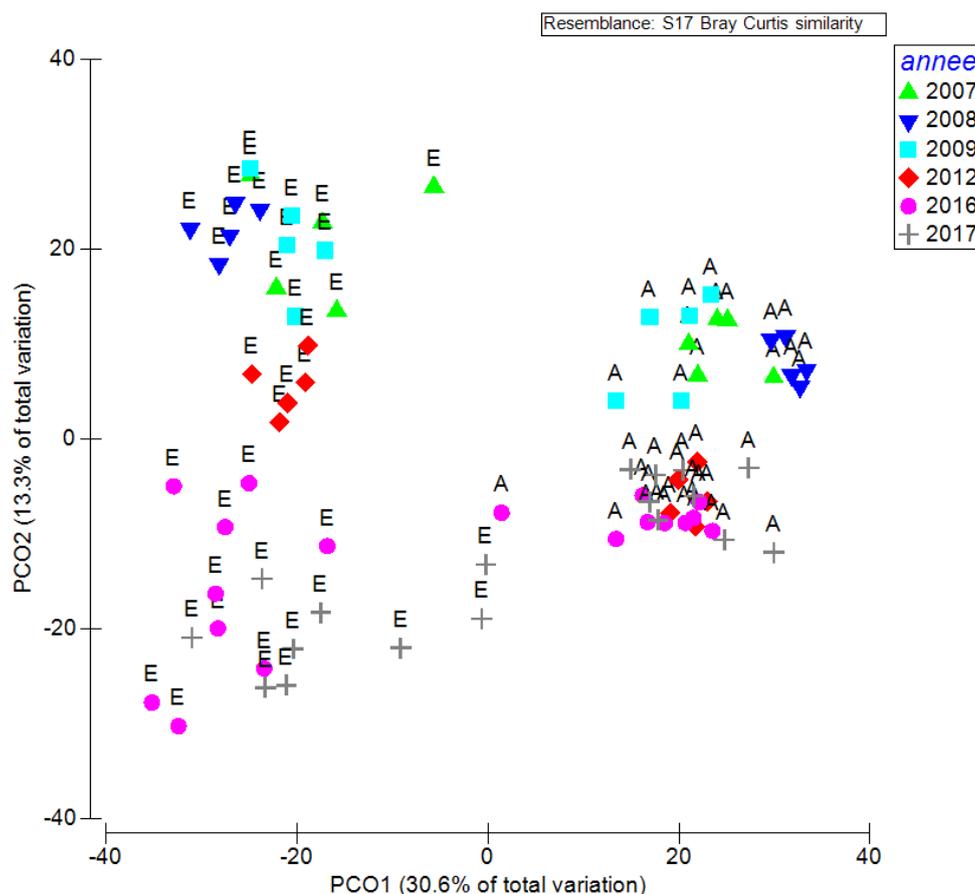


Figure 12

Analyse en coordonnées principales (PCO) présentant le niveau de similarité faunistique entre les échantillons collectés dans les stations d’herbiers à *Z. noltei* (E : « Estey Tort » et A : « Afrique ») du Bassin d’Arcachon. Les couleurs des points correspondent aux années.

Table 9

Principales espèces (taxons) caractérisant la macrofaune benthique de la station « Afrique » entre 2007 et 2017 et niveaux moyens d’abondance (individus par m<sup>2</sup>). L’absence d’un taxon de la liste ne signifie pas nécessairement que le taxon est totalement absent mais les niveaux d’abondances mesurés sont considérés comme faibles pour l’espèce considérée. ●●● espèce « Abondante », ●● espèce « Commune », ● espèce « Fréquente » selon l’échelle SACFOR.

		Afrique 2007	Afrique 2008	Afrique 2009	Afrique 2012	Afrique 2016	Afrique 2017
ANNELIDA	<i>Melinna palmata</i>	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
	<i>Heteromastus filiformis</i>	●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
	Cirratulidae	●	●●●	●●	●●●	●●	●●●
	<i>Clymenura clypeata</i>	●●	●●●	●●●	●●●	●●	●●
	<i>Euclymene oerstedii</i>	●●	●●●	●	●●	●●	●●
	<i>Capitella</i> sp.	●	●●	●●	●●	●	●●●
	<i>Exogone</i> sp.	●●	●●	●●	●●●	●●	●●●
	<i>Glycera</i> sp.	●●	●●●	●	●●	●●	●●●

	Paraonidae	●●	●●	●	●	●	●
	<i>Notomastus latericeus</i>	●●●	●●●		●●●	●●●	●●●
	<i>Pseudopolydora</i> sp.	●●	●	●	●	●	●●
	<i>Galathowenia oculata</i>		●	●	●●		
	<i>Aonides oxycephala</i>	●	●●				
	<i>Nephtys hombergii</i>	●●					
	<i>Streblospio shrubsolii</i>					●	●●
	Oligochaeta	●●●	●●●	●●●	●●●	●●	●●
MOLLUSCA	<i>Bittium reticulatum</i>	●	●●●	●	●●	●●	●
	<i>Loripes lacteus</i>	●●●	●●	●●	●●	●●●	●●
	<i>Abra segmentum</i>	●	●	●●		●	●
	<i>Paphia aurea</i>	●●●	●	●			
	<i>Parvicardium exiguum</i>	●●●	●	●			
	<i>Abra tenuis</i>				●●●		
CRUSTACEA	<i>Idotea chelipes</i>		●●				
AUTRES CLADES	Nemertina	●●	●●●	●●●	●●	●●	●●
	Anthozoa	●●	●				●
	<i>Phoronis</i> sp.	●	●●	●			

Table 10

Principales espèces (taxons) caractérisant la macrofaune benthique de la station « Estey Tort » entre 2007 et 2017 et niveaux moyens d'abondance (individus par m<sup>2</sup>). L'absence d'un taxon de la liste ne signifie pas nécessairement que le taxon est totalement absent mais les niveaux d'abondances mesurés sont considérés comme faibles pour l'espèce considérée. ●●● espèce « Abondante », ●● espèce « Commune », ● espèce « Fréquente » selon l'échelle SACFOR.

		Estey Tort 2007	Estey Tort 2008	Estey Tort 2009	Estey Tort 2012	Estey Tort 2016	Estey Tort 2017
ANNELID A	<i>Heteromastus</i>	●	●●	●	●●	●●	●●
	<i>filiformis</i>						
	Cirratulidae	●	●	●	●	●●	●●
	<i>Melinna palmata</i>	●●		●●●	●●	●	●
	<i>Pygospio elegans</i>	●●●	●		●	●	●
	<i>Glycera</i>	●●	●	●●	●●	●	●
	<i>Streblospio</i>	●●		●	●		●
	<i>shrubsolii</i>						
	<i>Clymenura</i>			●●			●
	<i>clypeata</i>						
	<i>Notomastus</i>					●	●●
	<i>latericeus</i>						
	<i>Diopatra</i>			●●●			
	<i>Hediste</i>	●●●					
<i>diversicolor</i>							
Oligochaeta	●●	●●	●●	●●			●
MOLLUS CA	<i>Peringia ulvae</i>	●	●●●	●●●	●●●		
	<i>Littorina littorea</i>			●	●●		
	<i>Gibbula umbilicalis</i>			●●			
	<i>Nassarius</i>			●●			
	<i>reticulatus</i>						
	<i>Abra segmentum</i>	●●	●	●	●●		
	<i>Ruditapes</i>			●●●	●●●	●●	●
	<i>philippinarum</i>						
	<i>Scrobicularia plana</i>			●●●			
	<i>Cerastoderma</i>		●	●●	●		
	<i>edule</i>						
Musculista senhousia	●		●●				

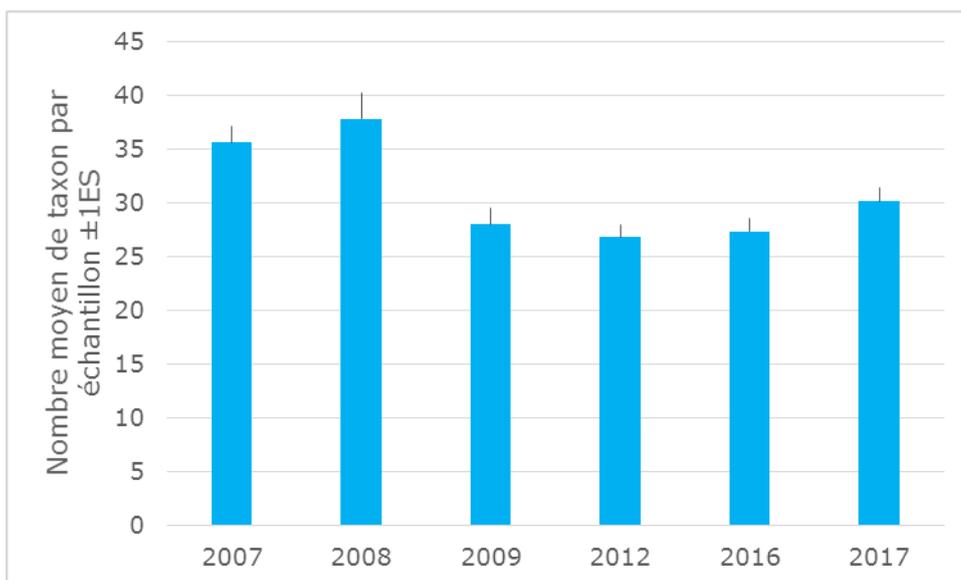
## Abondance et niveau de diversité de la faune

Depuis le début de la surveillance DCE de la station « **Afrique** », le nombre moyen d'espèces par échantillon a oscillé entre environ 25 à 40 taxons par échantillon. Le nombre d'espèces collectées par échantillon semble plus faible (< 35 par échantillon) sur les périodes 2009 à 2017 par rapport à 2007-2008 (>35 taxons par échantillon) (Figure 13). Un effet lié à la réduction de la surface de l'engin d'échantillonnage en 2016 suite à la mise en place du nouveau protocole d'échantillonnage (passage d'échantillon prélevant 0,04 m<sup>2</sup> à une surface de prélèvement de 0,028 m<sup>2</sup>) ne peut être écarté mais n'expliquerait que les relativement faibles valeurs observées en 2016 et 2017. L'abondance de la macrofaune s'est avérée variable tout au long de la surveillance de cette station. Les effectifs restent très élevés, en général supérieurs à 10 000 individus par m<sup>2</sup>. Le niveau d'abondance en 2017 était de l'ordre de 20 000 individus par m<sup>2</sup>.

Depuis le début de la surveillance DCE de la station « **Estey Tort** », le nombre moyen d'espèce de la macrofaune benthique collecté par échantillon est plus faible qu'à la station Afrique : il a oscillé entre moins de 10 taxons et environ 30 taxons par échantillon. Par rapport aux années antérieures, le nombre moyen de taxons collecté par station en 2016 et 2017 semble plus faible (avec des valeurs inférieures à 15 taxons par échantillon) (Figure 13). Ici encore, un biais lié à la réduction de la surface d'échantillonnage en 2016 et 2017 ne peut être écarté.

Bien que plus faible qu'à la station Afrique, l'abondance de la macrofaune benthique à la station Estey Tort est forte avec un niveau d'abondance compris entre 5 et 15 000 individus par m<sup>2</sup> entre 2007 et 2012. L'année 2016 se distinguait par un niveau d'abondance nettement plus faible que sur 2007-2012, principalement liée à la faible présence de *Peringia ulvae* et des oligochètes en 2016. Les effectifs en 2017 remontent légèrement bien que ces deux derniers taxons montrent toujours de niveaux d'abondance modérés.

## STATION AFRIQUE



## STATION ESTEY TORT

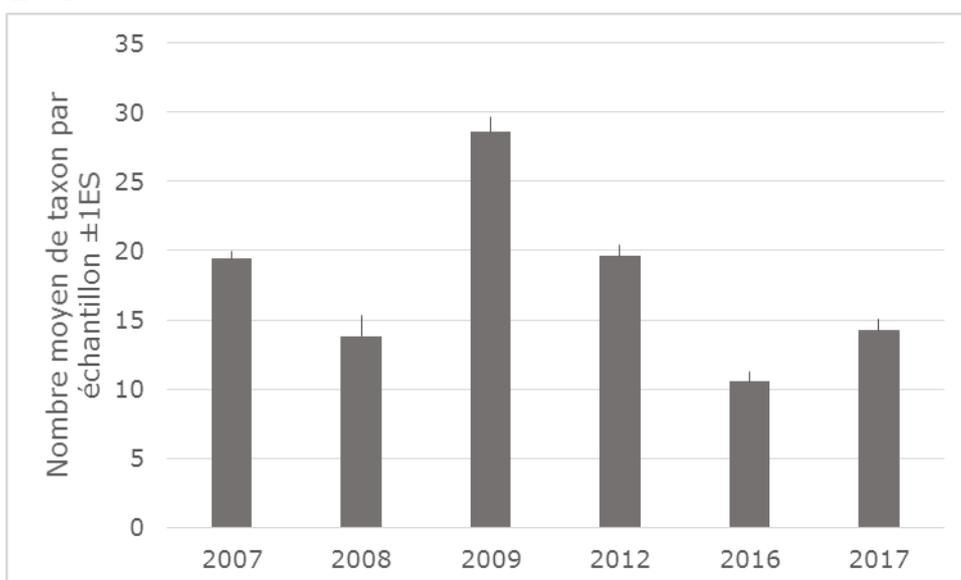
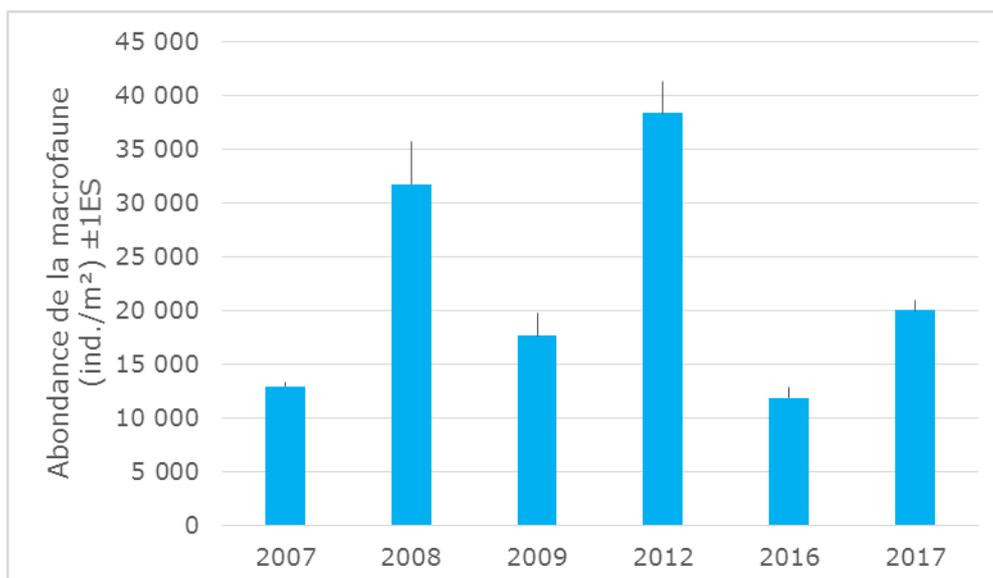


Figure 13

Evolution du nombre moyen d'espèces (nombre de taxons +/- 1ES) par échantillon au cours des années pour les deux stations d'herbier intertidal à *Zostera noltei* : « Afrique » (figure du haut) et « Estey Tort » (figure du bas)

## STATION AFRIQUE



## STATION ESTEY TORT

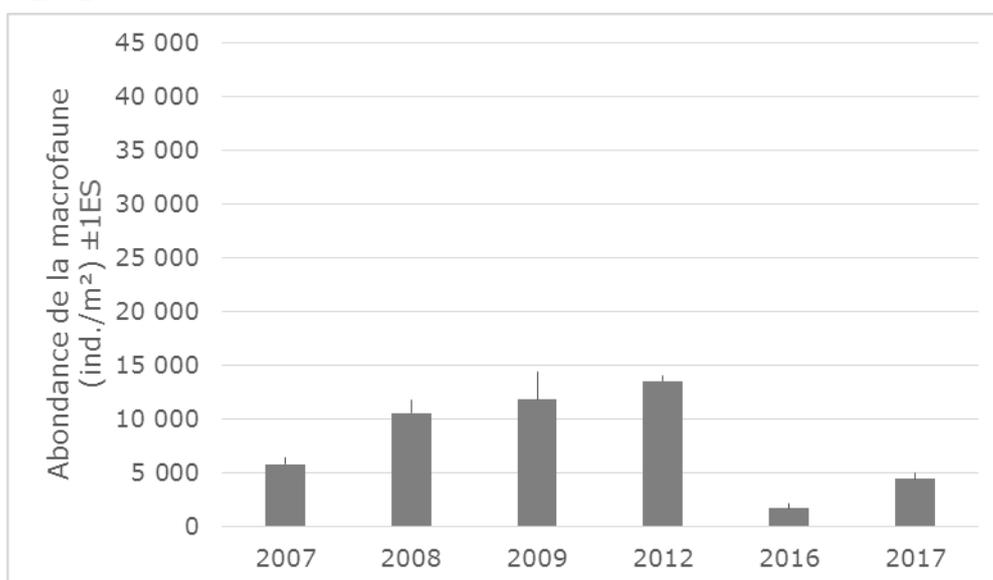


Figure 14

Evolution de l'abondance moyenne de la macrofaune benthique (nombre d'individus par m<sup>2</sup> +/- 1ES) pour les deux stations d'herbier intertidal à *Zostera noltei* : « Afrique » et « Estey Tort »

## Indicateurs de qualité écologique du milieu

Il est rappelé que les valeurs présentées dans ce paragraphe ne sont que des estimations ponctuelles et provisoires de l'état du milieu. Le lecteur intéressé est invité à consulter l'Atlas DCE et les rapports de l'Ifremer qui procède au calcul de cet indicateur à l'échelle nationale.

La station « Afrique » présente une relativement forte proportion (en abondance) d'espèces du groupe écologique IV et V de l'AMBI. Ces deux groupes correspondent aux espèces opportunistes (Figure 15). En conséquence, les valeurs de la composante AMBI de

l'indicateur sont relativement élevées (entre 3 et 4) à cette station. L'indice de diversité de Shannon peut-être relativement élevé malgré une équitabilité faible : il a varié entre 2,5 et 4 au cours des années de surveillance (Figure 17). Le nombre d'espèce y est élevé, compris entre 40 et 60 taxons (Figure 17). En conséquence, l'EQR à cette station est élevé et indique un état écologique oscillant entre « très bon » et « bon » au cours du suivi.

L'année 2017 se situerait (les valeurs définitives et officielles étant calculée par l'ifremer sur l'intégralité du jeu de données) entre le bon et le très bon état écologique (Figure 17). Par rapport à 2016, la valeur de l'AMBI est plus élevée (Figure 17) en raison d'une proportion plus importante de taxonss des groupes écologique IV et V tels *Capitella*, les Cirratulidae et les autre Capitellidae (g. *Notomastus* et *Heteromastus*) au détriment de celles du groupe I (Figure 15).

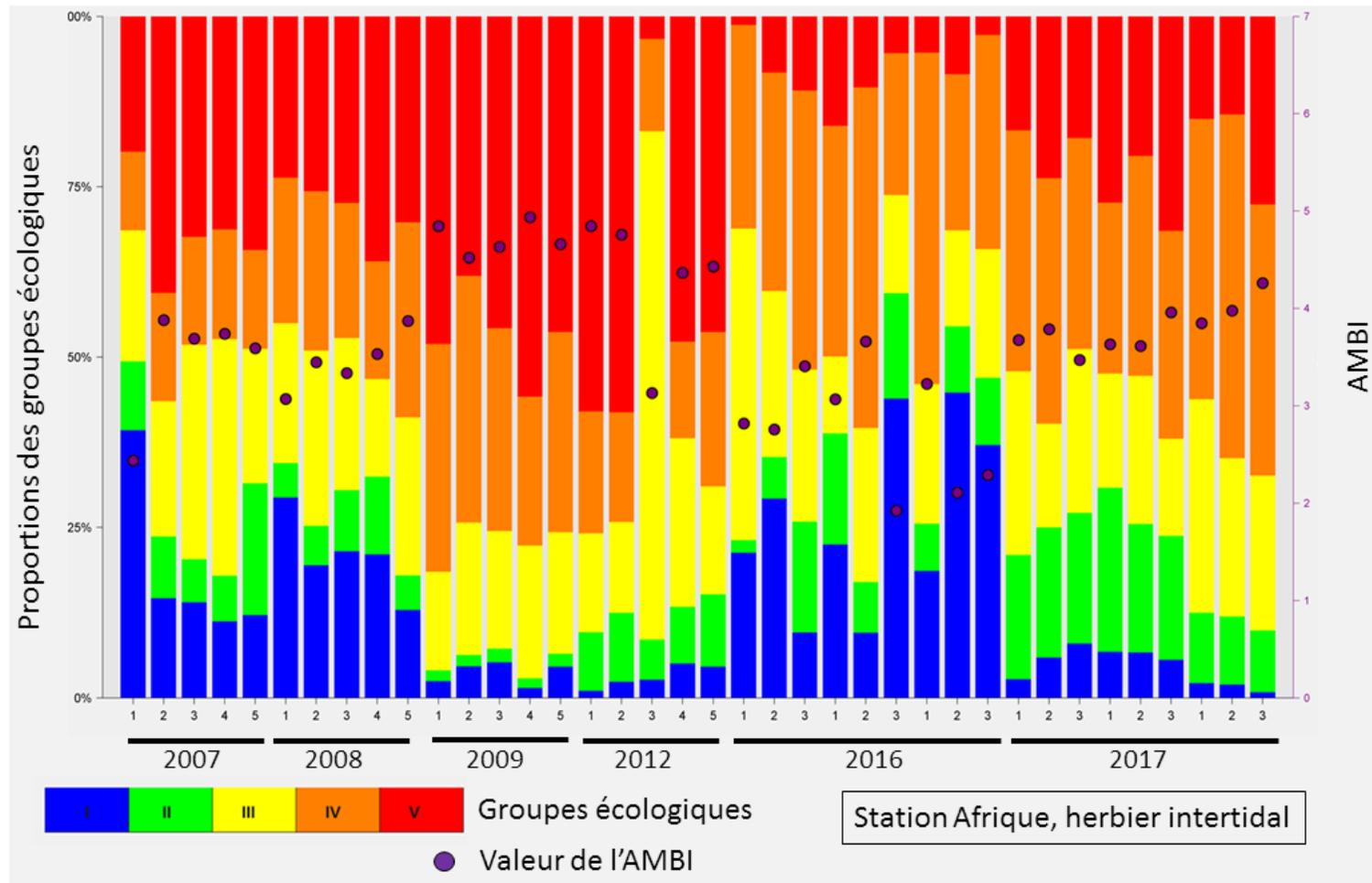


Figure 15  
Evolution de la proportion des différents groupes écologiques (I à V) de l'AMBI à la station « Afrique »

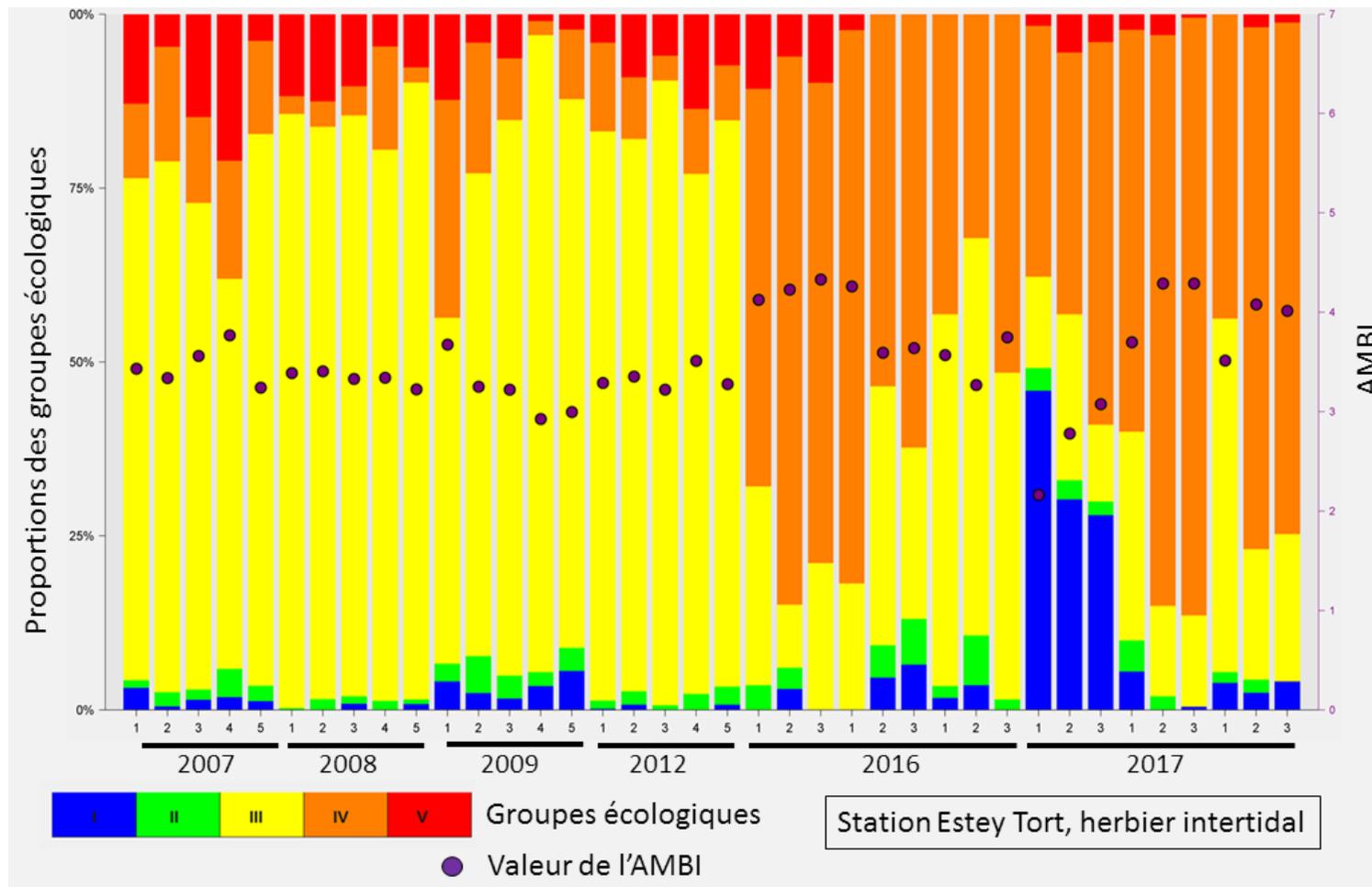


Figure 16  
Evolution de la proportion des différents groupes écologiques (I à V) de l'AMBI à la station « Estey Tort »

**La station « Estey Tort »** se caractérise par une dominance numérique des espèces des groupes écologiques III et IV de l'AMBI. Les valeurs de l'AMBI sont donc relativement élevées dans cette station, avec des valeurs ayant oscillé entre 3 et 4 au cours des campagnes de surveillance. Le nombre d'espèces est plus faible que dans la station « Afrique » avec des valeurs comprises entre 25 et environ 40 taxons par campagne (Figure 17). L'indice de Shannon est modérément élevé en raison de la forte dominance de *Peringia ulvae* dans cette station. L'indicateur propose en général un état « bon » sur la majorité des campagnes à l'exception de l'année 2008 en raison d'un faible nombre d'espèce recensées sur le site, cette année-là.

L'année 2017 présente des caractéristiques proches de 2016. Le groupe écologique IV reste dominant en abondance sur la plupart des échantillons en raison des très faibles abondances de *Peringia ulvae* (groupe écologique III), qui était largement dominante en abondance au cours des années 2007 à 2012. En conséquence, malgré une valeur d'AMBI relativement élevée, l'indicateur M-AMBI indiquerait un « bon état » pour ce site, en 2017 (Figure 18).

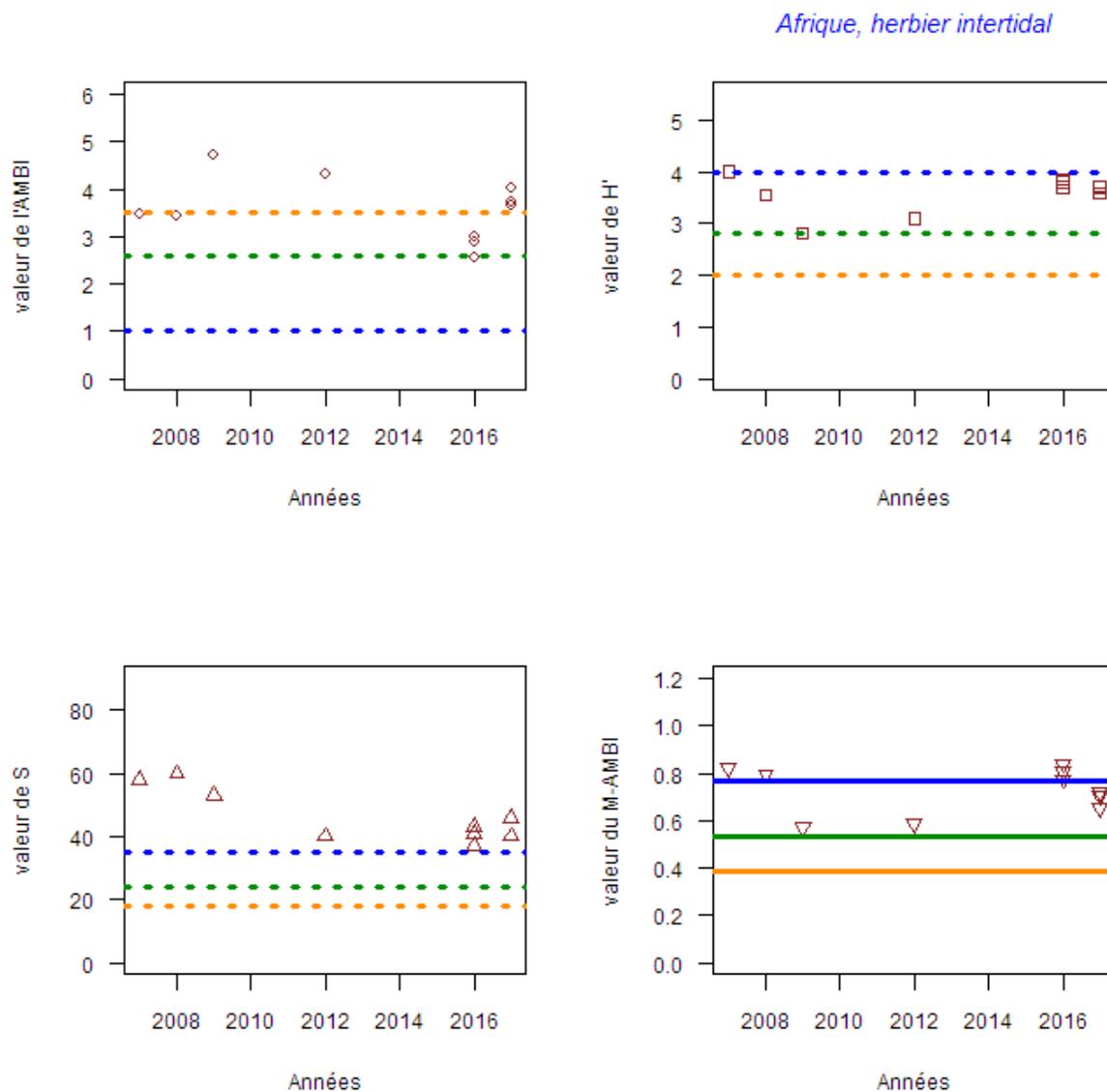


Figure 17

Evaluation des métriques (AMBI , H' , S) composantes de l'indicateur M-AMBI entre 2007 et 2017 à la station « Afrique ». Les segments tracés indiquent la limite entre les états « Très Bon » et « Bon » (en bleu ), « Bon » et « Moyen » (en vert), « Moyen » et « Médiocre » (en orange). Ces segments sont figurés en pointillés lorsqu'il s'agit uniquement de limites estimées. Les segments sont en traits pleins lorsqu'il s'agit de limites déterminées officiellement. Les traits en pointillés ont pour but d'évaluer si la métrique en question tend à dégrader la note finale (en tendant vers l'état « Moyen » ou pire) ou tend à l'améliorer (en tendant vers l'état « Bon » ou mieux)

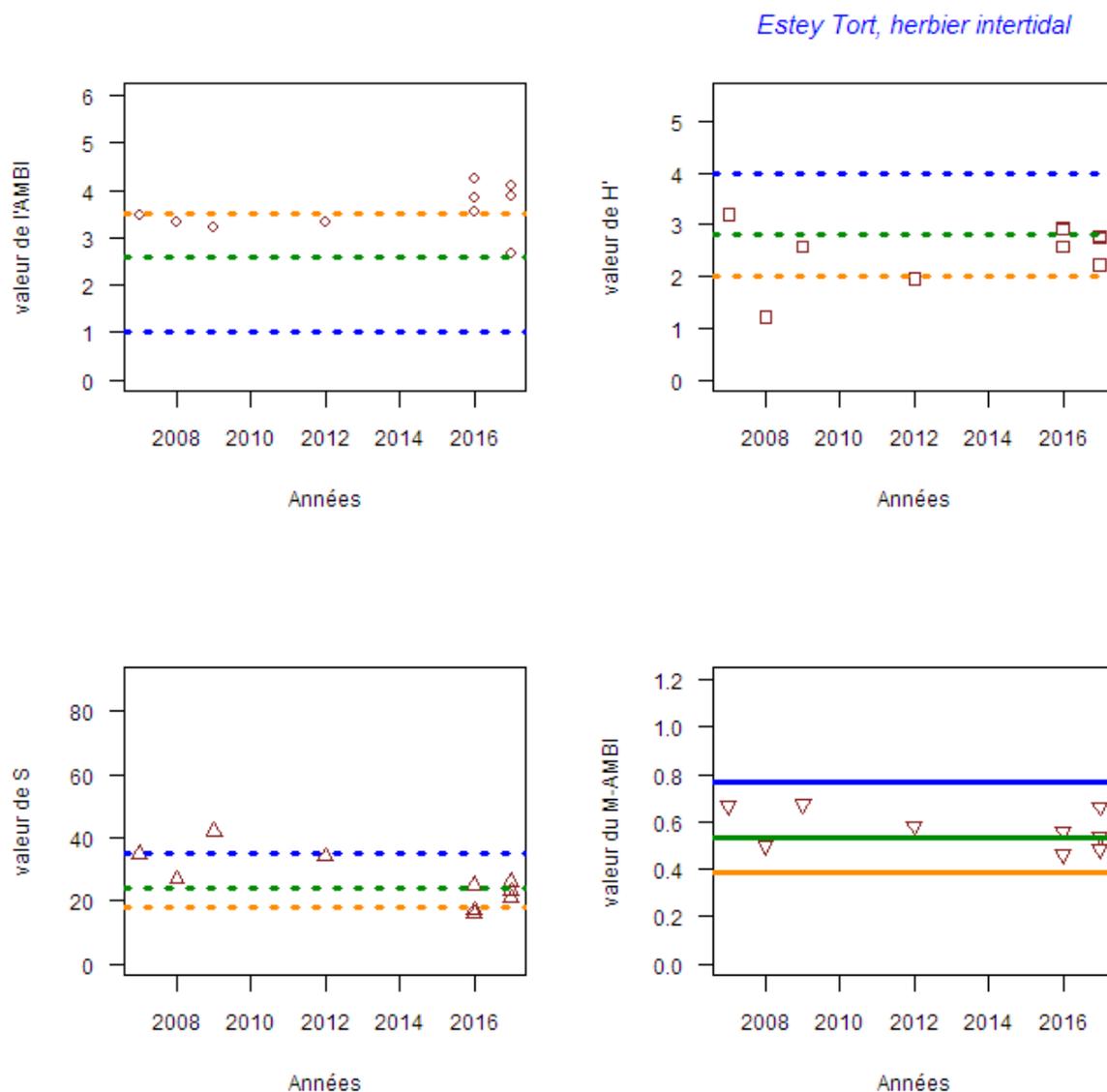


Figure 18

Evaluation des métriques (AMBI , H' , S) composantes de l'indicateur M-AMBI entre 2007 et 2017 à la station « Estey Tort ». Les segments tracés indiquent la limite entre les états « Très Bon » et « Bon » (en bleu), « Bon » et « Moyen » (en vert), « Moyen » et « Médiocre » (en orange). Ces segments sont figurés en pointillés lorsqu'il s'agit uniquement de limites estimées. Les segments sont en traits pleins lorsqu'il s'agit de limites déterminées officiellement. Les traits en pointillés ont pour but d'évaluer si la métrique en question tend à dégrader la note finale (en tendant vers l'état « Moyen » ou pire) ou tend à l'améliorer (en tendant vers l'état « Bon » ou mieux)

## Masse d'eau « côte landaise » (FRFC 08)

### Caractéristiques du sédiment

La station de surveillance se situe sur la plage de Biscarosse. Il s'agit d'une plage de mode battu, typique de celles que l'on peut retrouver sur cette côte. Le sédiment consiste en des sables moyens, dont la médiane granulométrique se situe autour de 350  $\mu\text{m}$ . En raison de leur exposition à un hydrodynamisme fort, ces sables sont pratiquement dépourvus de particules fines et de matière organique (Table 11).

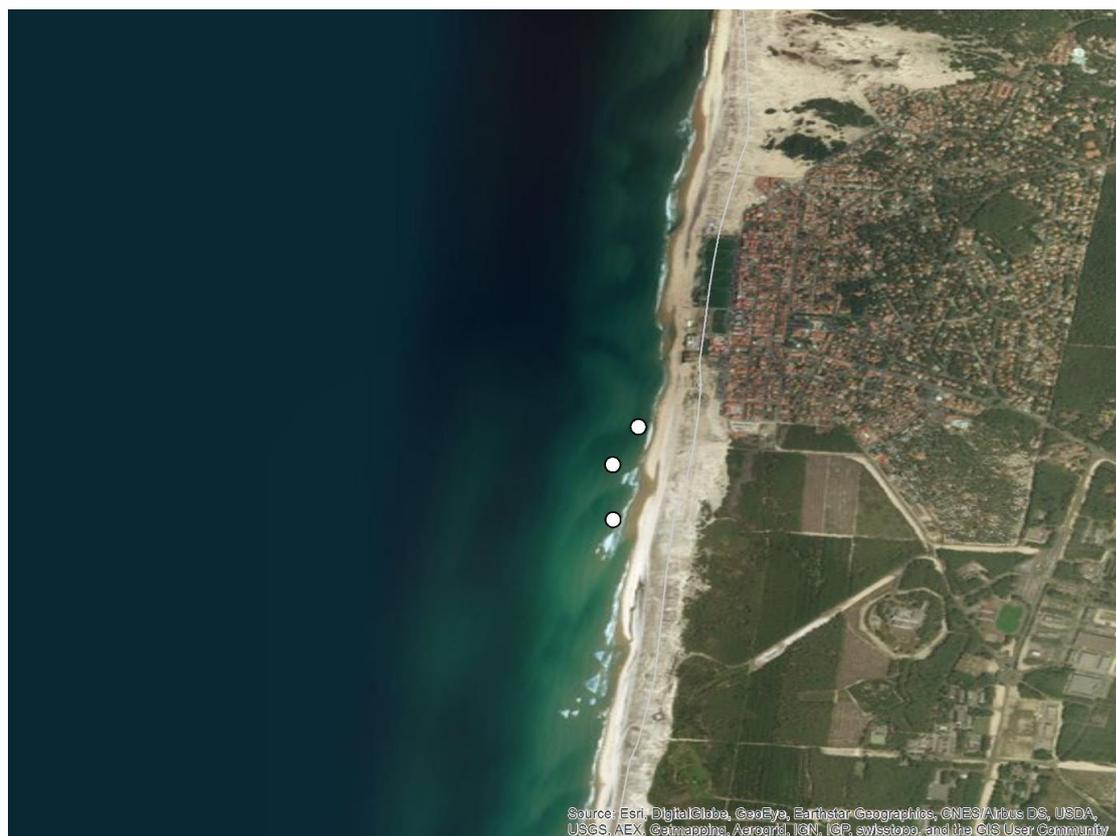


Figure 19

Localisation des stations d'échantillonnage sur le site « Biscarosse intertidal »

Table 11

Variations des caractéristiques du sédiment au site Biscarosse intertidal

Site Année	Teneur en matière organique (%)	Teneur en particules fines ( $<63\mu\text{m}$ ) (%)	Médiane granulométrique ( $\mu\text{m}$ )
2007	0,1	1	400
2008	<0,1	1	350
2009	<0,1	1	400
2012	0,2	2	300
2016	A	<1	320
	B	<1	340
	C	<1	380

2017	A	0,1	<1	340
	B	0,1	<1	320
	C	0,1	<1	350

## Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique

La macrofaune benthique récoltée dans cette station de surveillance présente une grande homogénéité depuis le début de la surveillance, comme en témoigne le mélange des points-échantillons de chaque campagne sur l'espace à deux dimensions de l'analyse en coordonnées principales (PCO, Figure 20).

La faune benthique observée est typique des plages de mode battu : elle consiste principalement en des crustacés suprabenthiques très mobiles comme les mysidacés du genre *Gastrosaccus* (principalement *G. spinifer*), d'isopodes du genre *Eurydice* (principalement *E. naylori*) et d'amphipodes de la famille des Haustoridae (genres *Pontocrates* et *Haustorius*). La présence de quelques individus de *Peringia ulvae* dans les échantillons de 2007 est anecdotique et probablement lié à une « contamination » de ces échantillons (Table 12).

La composition faunistique de cette station en 2017 ne montre pas de différence marquée avec celle observée depuis le début de la surveillance (Figure 20, Table 12).

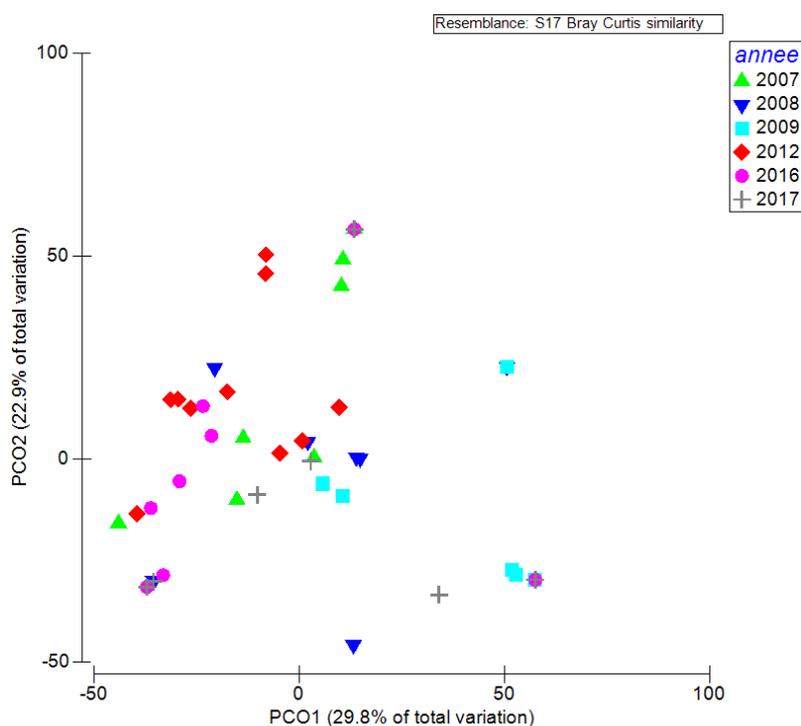


Figure 20

Analyse en coordonnées principales (PCO) présentant le niveau de similarité faunistique entre les échantillons collectés dans la station « Biscarosse ». Les couleurs des points correspondent aux différentes années.

Table 12

Principales espèces (taxons) caractérisant la macrofaune benthique de la station « Biscarosse intertidal » entre 2007 et 2017 et niveaux moyens d'abondance (individus par m<sup>2</sup>).  
L'absence d'un taxon de la liste ne signifie pas nécessairement que le taxon est totalement absent mais les niveaux d'abondances mesurés sont considérés comme faibles pour l'espèce considérée. ●●● espèce « Abondante », ●● espèce « Commune », ● espèce « Fréquente » selon l'échelle SACFOR.

	Biscarosse 2007	Biscarosse 2008	Biscarosse 2009	Biscarosse 2012	Biscarosse 2016	Biscarosse 2017
CRUSTACEA				●		
	<i>Pontocrates arenarius</i>					
	<i>Haustorius arenarius</i>					
	<i>Eurydice pulchra</i>					
	<i>Eurydice naylori</i>					
	<i>Gastrosaccus spinifer</i>			●		
	<i>Gastrosaccus sanctus</i>					
	Mysidae					
ANNELIDA						
	<i>Ophelia radiata</i>					
	<i>Nephtys cirrosa</i>					
	<i>Ophelia neglecta</i>					
	<i>Aonides oxycephala</i>					

Note : Les niveaux d'abondance de la macrofaune sur le site sont si faibles que peu d'espèces peuvent être considérées comme « fréquentes » au sens de l'échelle SACFOR. Sur ce tableau sont donc figurées les principales espèces retrouvées sur ce site au cours de la surveillance.

## Abondance et niveau de diversité de la faune

Les faibles niveaux d'abondance et de nombre d'espèces par échantillon sont typiques des peuplements macrobenthiques des plages sableuses de mode battu : le nombre moyen d'espèces par échantillon est inférieur à 5 (Figure 21) et le nombre d'individus par m<sup>2</sup> ne dépasse pas 500 (Figure 22).

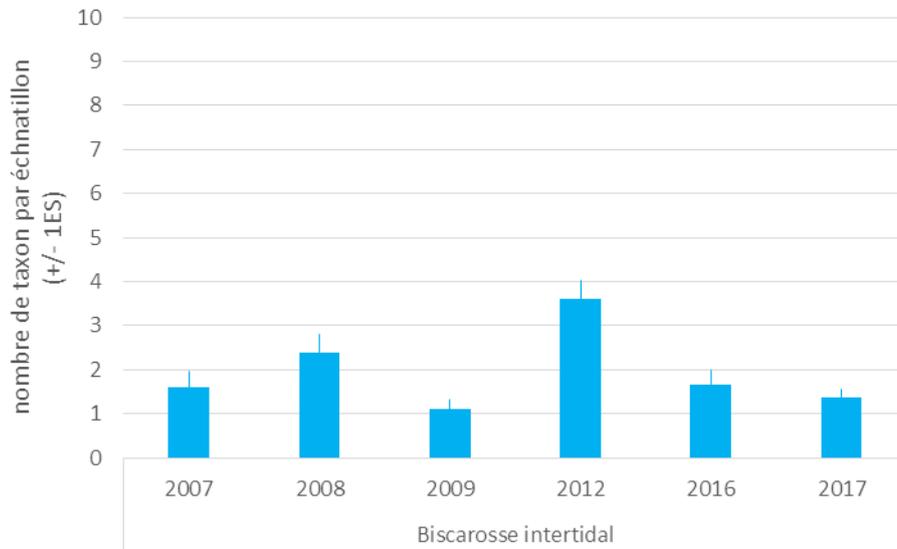


Figure 21

Evolution du nombre moyen d'espèces (nombre de taxons +/- 1ES) par échantillon au cours des années pour la station « Biscarosse »

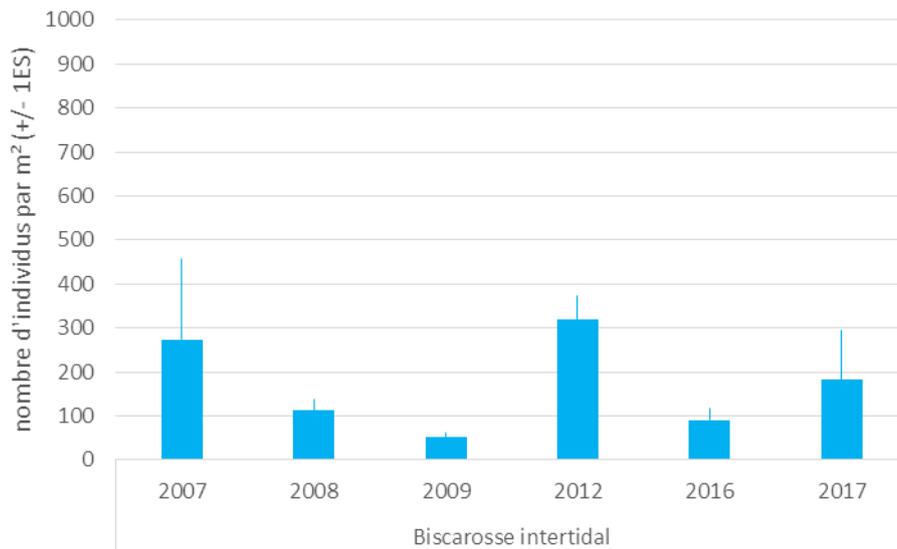


Figure 22

Evolution de l'abondance moyenne de la macrofaune benthique (nombre d'individus par m<sup>2</sup> +/- 1ES) pour la station « Biscarosse ».

## Indicateurs de qualité écologique du milieu

Il est rappelé que les valeurs présentées dans ce paragraphe ne sont que des estimations ponctuelles et provisoires de l'état du milieu. Le lecteur intéressé est invité à consulter l'Atlas DCE et les rapports de l'Ifremer qui procède au calcul de cet indicateur à l'échelle nationale.

La faune invertébrée benthique de la station Biscarosse consiste en des taxons considérés comme appartenant aux groupes écologiques I (les amphipodes du genre *Haustorius* et la plupart des espèces du genre *Eurydice* (à l'exception notable d'*Eurydice naylori*)) et II (ex : la plupart des espèces de mysidacés ou le genre *Pontocrates* (amphipode), *Eurydice naylori*), c'est-à-dire des espèces considérées comme sensibles (groupe écologique I) ou indifférentes (groupe écologique II) (Figure 23). Néanmoins l'absence de faune dans une minorité d'échantillons (ou la présence anecdotique de *Peringia ulvae* en 2007) implique que la valeur de l'AMBI reste souvent supérieure à 1.5 en moyenne (

## Biscarosse, intertidal exposé

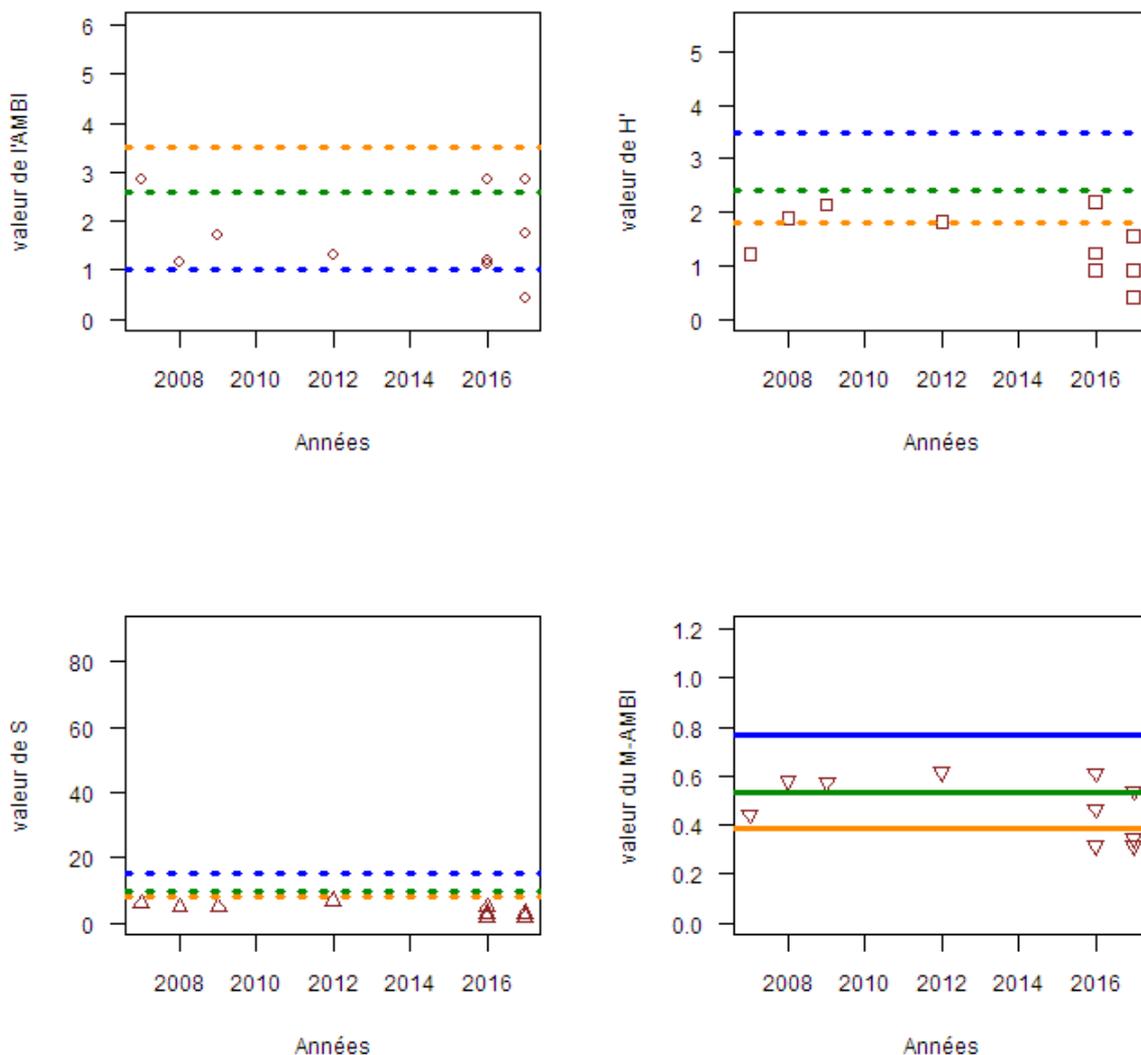


Figure 24). Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon sont modérées en raison du faible nombre d'espèces présentes.

Les valeurs de l'indicateur oscilleraient en général entre un état « Bon » à « Très bon » entre 2008 et 2017. Les valeurs de 2007 sont très probablement anecdotiques et doivent être interprétées avec prudence. Dans tous les cas, la présence de *P. ulvae* dans les échantillons de cette année-là n'est pas indicateur d'une quelconque dégradation du milieu. L'année 2017 présenterait un « Bon état » ou un état écologique « moyen » selon l'indicateur. Etant donné les particularités écologiques de ce site (estran sableux battu à faune éparse), l'application de l'indicateur M-AMBI n'est pas recommandée. Dans tous les cas son interprétation est problématique. Dans notre cas, les analyses faunistiques ne révèlent pas de modifications majeures de la communauté macrobenthique traduisant une quelconque dégradation de la qualité écologique du milieu.

6

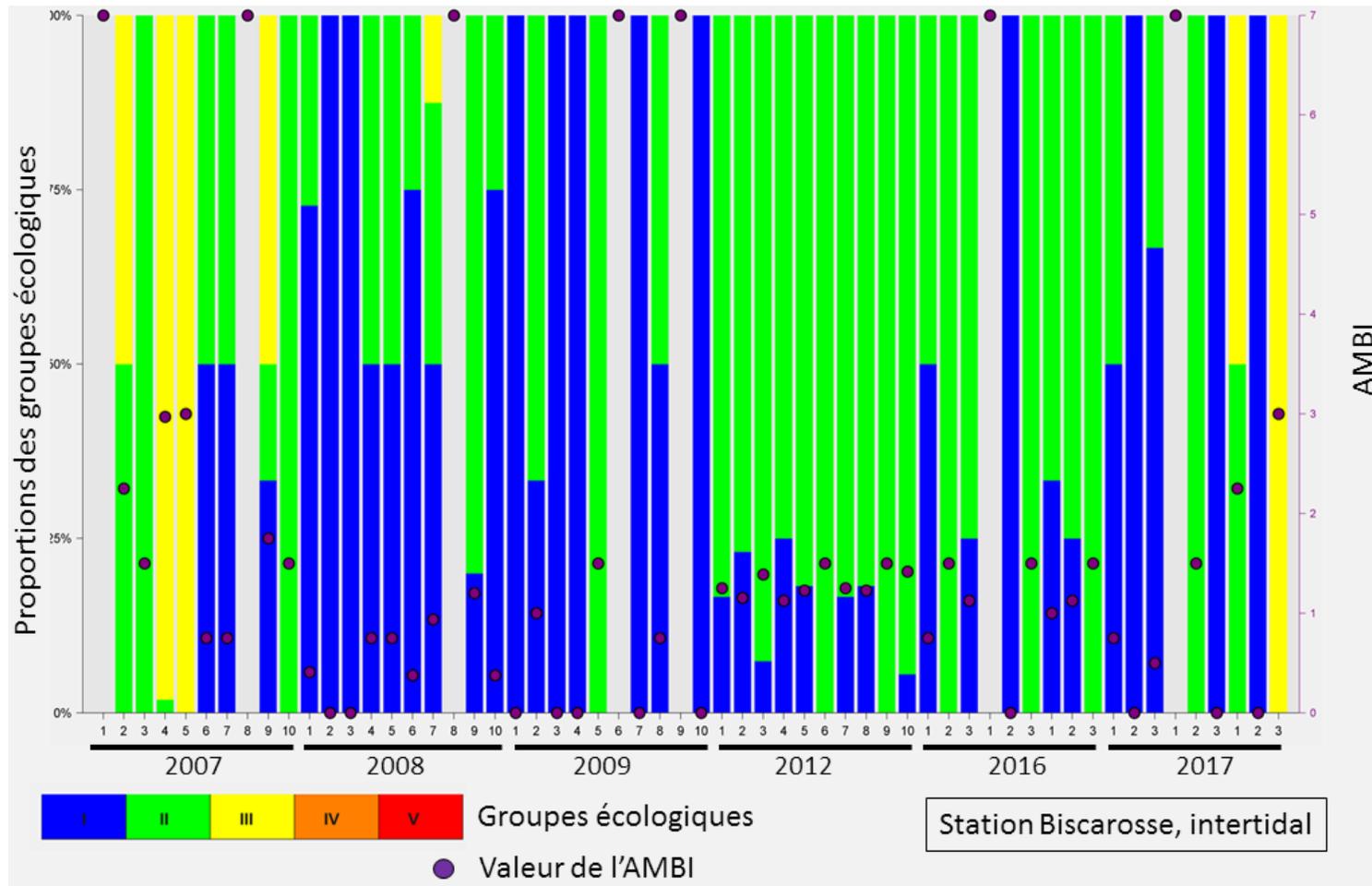


Figure 23  
Evolution de la proportion des différents groupes écologiques (I à V) de l'AMBI à la station « Biscarosse »

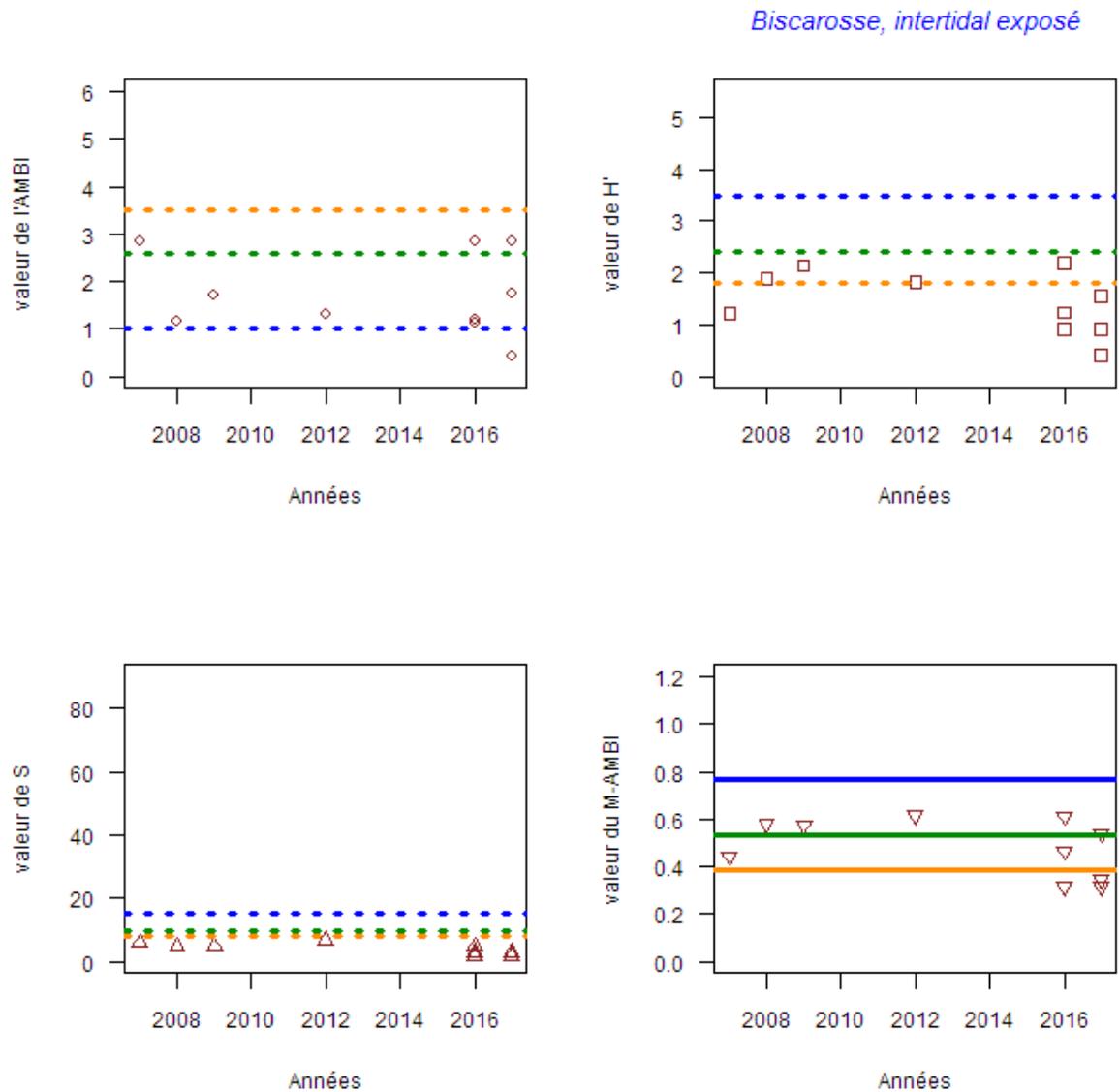


Figure 24

Evaluation des métriques (AMBI, H', S) composantes de l'indicateur M-AMBI entre 2007 et 2017 à la station « Biscarosse ». Les segments tracés indiquent la limite entre les états « Très Bon » et « Bon » (en bleu), « Bon » et « Moyen » (en vert), « Moyen » et « Médiocre » (en orange). Ces segments sont figurés en pointillés lorsqu'il s'agit uniquement de limites estimées. Les segments sont en traits pleins lorsqu'il s'agit de limites déterminées officiellement. Les traits en pointillés ont pour but d'évaluer si la métrique en question tend à dégrader la note finale (en tendant vers l'état « Moyen » ou pire) ou tend à l'améliorer (en tendant vers l'état « Bon » ou mieux)



## Masse d'eau « lac d'Hossegor » (FRFC 09)

### Caractéristiques du sédiment

La **station « Hossegor intertidal »** est localisée sur la berge Nord-Est du lac marin d'Hossegor (Figure 25). Il s'agit d'un estran sableux abrité. Les sédiments sont des sables à faibles teneurs en particules fines et en matière organique (Table 13). Les valeurs de 2017 ne dévient pas de ce qui est observé depuis le début de la surveillance.

La **station « Hossegor, herbier à *Zostera noltei* »** est localisée en domaine intertidal, sur l'herbier à petites zostères de la partie médiane de l'estran Est du lac (Figure 25). Les sédiments consistent en des vases sableuses ou des sables vaseux riches en matière organique (Table 13). Les valeurs mesurées en 2017 ne dévient pas de ce qui est observé sur cette station depuis 2009.

La **station « Hossegor subtidal »** est localisée dans la zone Nord du lac, dans une zone où se développent et s'accumulent des macroalgues vertes (Figure 25) (Blanchet & Gouillieux., 2016). Les sédiments collectés sont des vases sableuses ou des sables vaseux dont la teneur en particules fines a varié entre 33 et 70%. Les teneurs en matière organique de ces sédiments sont élevées (>6,5%) (Table 13). En 2017, la texture du sédiment apparaît légèrement plus sableuse que les années précédentes mais les teneurs en matière organiques restent aussi élevées qu'observé habituellement sur cette station.



Figure 25

Localisation des stations d'échantillonnage dans le Lac d'Hossegor. En rose : « Hossegor subtidal », en violet : « Hossegor intertidal », en bleu : « Hossegor herbier à *Z. noltei* ».

Table 13

Variations des caractéristiques du sédiment aux sites Hossegor intertidal herbier à *Zostera noltei*, Hossegor intertidal et Hossegor subtidal

Site		Teneur en matière organique (%)	Teneur en particules fines (<63µm) (%)	Médiane granulométrique (µm)
Hossegor intertidal, herbier à <i>Zostera noltei</i>				
2007		2,4	77	20
2008		1,4	11	330
2009		6,3	69	30
2012		7,1 à 8,3	40 à 48	50 à 100
2016	A	8,0	63	40
	B	10,0	64	30
	C	6,9	53	50
2017	A	8,7	54	30
	B	7,3	50	60
	C	4,9	24	210
Hossegor intertidal				
2007		0,3	4	370
2008		0,3	2	330
2009		0,3	3	310
2012		0,7 à 0,8	3	300 à 300
2016	A	0,5	2	330
	B	0,8	6	280
	C	0,5	4	290
2017	A	0,4	<1	300
	B	0,6	3	300
	C	0,8	6	290
Hossegor subtidal				
2007		-	53	40
2008		8,0	51	60
2009		7,6	70	30
2012		6,8 à 7,7	33 à 39	100 à 150
2016	A	7,9	49	70
	B	8,4	56	50
	C	9,1	67	30
2017	A	8,0	36	140
	B	6,5	28	190

### Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique

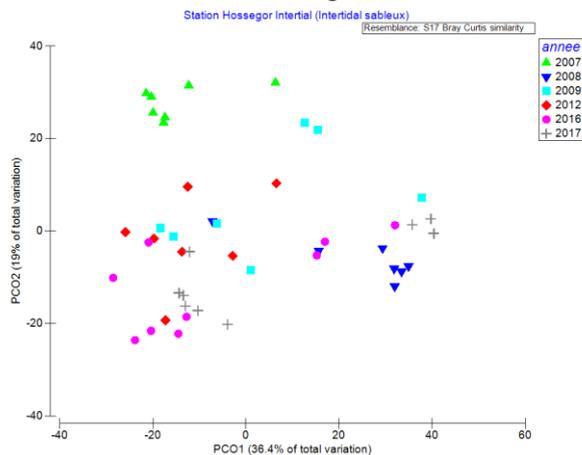
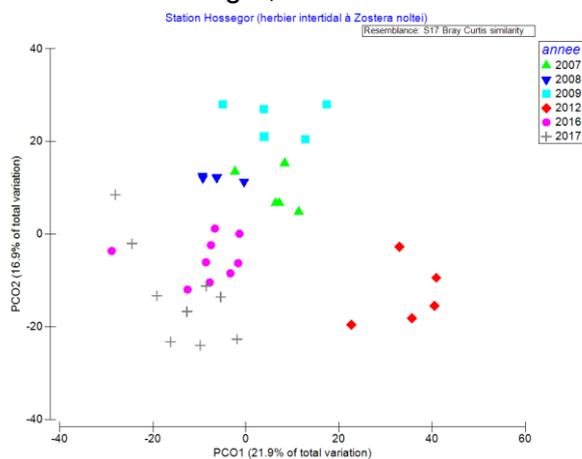
La macrofaune benthique de la station « Hossegor intertidal » est caractérisée par le gastéropode *Peringia ulvae* ainsi que par les annélides polychètes *Hediste diversicolor* et *Streblospio shrubsolii* (Table 14). Le bivalve *Scrobicularia plana*, l'amphipode *Corophium multisetosum* et les juvéniles du crabe *Carcinus maenas* sont également communément échantillonnés sur ce site. La macrofaune benthique est restée relativement homogène en termes de composition sur l'ensemble du suivi, avec des variations interannuelles liées à

des variations des niveaux d'abondance des principales espèces (Figure 26). L'année 2017 ne présente pas de singularité particulière par rapport à ce qui est observé depuis le début de la surveillance de ce site, malgré une baisse, en moyenne, des effectifs de *Streblospio shrubsolii* et du niveau d'abondance de *P. ulvae*.

Les principales espèces caractéristiques de la macrofaune de la station « Hossegor, herbier à *Zostera noltei* » sont les gastéropodes *Peringia ulvae*, qui peuvent être extrêmement abondants (plus de 75 000 individus par m<sup>2</sup> en 2009) et *Bittium reticulatum*, des annélides oligochètes, également relativement abondantes, des annélides polychètes de la famille des Capitellidae comme *Heteromastus filiformis* ainsi que le bivalve *Scrobicularia plana* (Table 14). *Hediste diversicolor*, *Streblospio shrubsolii*, *Idotea chelipes* et *Littorina littorea* sont également communément retrouvées sur ce site. En termes d'évolution, le peuplement benthique est tout fait similaire en 2017 à ce qu'il était en 2016 (Figure 26). Au cours de la surveillance seule l'année 2012 se distingue par de très faibles abondances la plupart des principales espèces (*P. ulvae*, *S. plana*, *H. filiformis*, *H. diversicolor*) du peuplement et un fort niveau d'abondance des oligochètes (Figure 26, Table 14).

La station « Hossegor subtidal » est caractérisée par des espèces qui utilisent l'accumulation de macroalgues vertes comme habitat : les gastéropodes *Bittium reticulatum* et *Peringia ulvae*, les amphipodes de la famille des Aoridae, les crustacés du genre *Nebalia*, ainsi que des anthozoaires (en général *Anemonia viridis*). L'endofaune est relativement peu développée et dominée par des taxa indicateurs de très forts apports en matière organique *Capitella*, *Neanthes caudata* (*Neanthes acuminata* (Ehlers, 1868)) et *Malacoceros fuliginosus*. En termes de variations interannuelles du peuplement, trois groupes d'années se distinguent : 2007-2009, 2012 et 2016-2017 (Figure 27). Ces dernières années (2016-2017) se caractérisent par l'abondance de *Neanthes caudata* et de *Capitella*. La période 2007-2009 s'en distingue par des niveaux d'abondance nettement plus faibles de ces deux espèces, par l'abondance de *Bittium reticulatum* et de nombreuses anthozoaires (*Anemonia viridis*) attachées aux frondes des macroalgues vertes. L'année 2012 se distingue, elle, par de très faibles niveaux d'abondance de *N. caudata*, de plus faibles niveaux d'abondance de *B. reticulatum* et l'absence de bivalve cardiidae (Table 14).

## A. Station « Hossegor intertidal »

B. Station « Hossegor, herbier à *Zostera noltei* »

## C. Station « Hossegor subtidal »

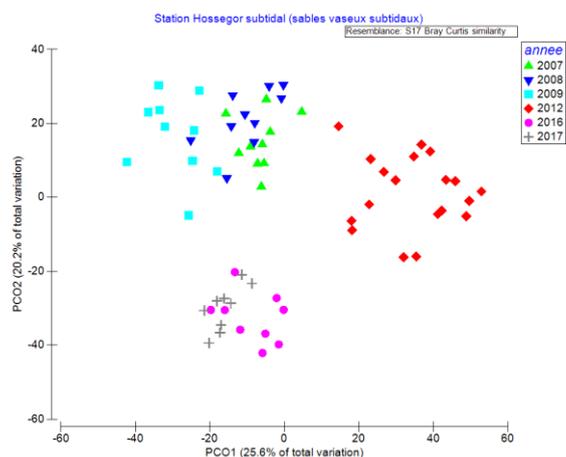


Figure 26

Analyse en coordonnées principales (PCO) présentant le niveau de similarité faunistique entre les échantillons collectés dans les stations « Hossegor intertidal » (A.), « Hossegor, herbier à *Zostera noltei* » (B.) et « Hossegor, subtidal » (C.). Les couleurs des points correspondent aux différentes années.

Table 14

Principales espèces (taxons) caractérisant la macrofaune benthique des stations « Hossegor intertidal », « Hossegor, herbier » et « Hossegor, subtidal » entre 2007 et 2017 et niveaux moyens d'abondance (individus par m<sup>2</sup>). L'absence d'un taxon de la liste ne signifie pas nécessairement que le taxon est totalement absent mais les niveaux d'abondances mesurés sont considérés comme faibles pour l'espèce considérée. ●●● espèce « Abondante », ●● espèce « Commune », ● espèce « Fréquente » selon l'échelle SACFOR.

	Hossegor intertidal	2007	2008	2009	2012	2016	2017
ANNELIDA	<i>Hediste diversicolor</i>	●●●	●●●	●●	●●●	●●●	●●●
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	●		●	●	●	
	Oligochaeta					●	
CRUSTACEA	<i>Corophium multisetosum</i>	●	●			●	●
	Aoridae	●					
	<i>Carcinus maenas</i>	●●●			●●		
	<i>Crangon crangon</i>				●	●	
MOLLUSCA	<i>Peringia ulvae</i>	●●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●
	<i>Bittium reticulatum</i>	●					
	<i>Ruditapes philippinarum</i>	●●		●			
	<i>Scrobicularia plana</i>	●●		●	●●	●●	●●
	<i>Parvicardium exiguum</i>	●					
	<i>Ruditapes decussatus</i>					●	

Table 14 (suite)

Hossegor, herbier		2007	2008	2009	2012	2016	2017	
ANNELIDA	<i>Heteromastus filiformis</i>	●●	●●●	●●	●●	●●●	●●●	
	<i>Hediste diversicolor</i>	●●	●●●	●●●		●	●	
	<i>Notomastus latericeus</i>	●●	●●					
	<i>Capitella</i>						●	
	<i>Nephtys hombergii</i>				●●			
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	●				●		
	Cirratulidae		●			●		
	<i>Pseudopolydora</i>					●		
	Oligochaeta	●●●	●	●●	●●●	●●	●●	
	MOLLUSCA	<i>Peringia ulvae</i>	●●●	●●●	●●●●		●●●	●●●
<i>Bittium reticulatum</i>			●●	●●	●●	●		
<i>Littorina littorea</i>				●	●●			
<i>Rissoa</i>				●●				
<i>Cyclope neritea</i>			●					
<i>Scrobicularia plana</i>		●●	●●	●●	●	●●●	●●	
Cardiidae		●●		●		●	●●	
<i>Abra segmentum</i>			●			●		
<i>Ruditapes</i>		●	●		●			
<i>Paphia aurea</i>		●		●				
<i>Crassostrea gigas</i>		●						
CRUSTACEA		<i>Carcinus maenas</i>	●●●	●●		●●●	●●●	●●
		<i>Hemigrapsus takanoi</i>			●			
	<i>Upogebia</i>	●						

	<i>Gammarus</i>			•			
	Aoridae	•					
	<i>Idotea chelipes</i>	•				•	
AUTRES CLADES	Nemertina					••	•
	Anthozoa		•				

Table 14 (suite)

Hossegor, subtidal		2007	2008	2009	2012	2016	2017
ANNELIDA	<i>Neanthes caudata</i>					••	••
	<i>Hediste diversicolor</i>				••	•	
	<i>Capitella</i>				•	•	••
	<i>Pseudopolydora</i>	•					
CRUSTACEA	Aoridae	••	••		•	•	••
	<i>Carcinus maenas</i>	•					•
	<i>Palaemon longirostris</i>					•	•
MOLLUSCA	<i>Peringia ulvae</i>	••	••	•••		•••	•••
	<i>Bittium reticulatum</i>	••	••	•••	•		
	<i>Nassarius corniculum</i>				••	•	•
	Cardiidae	••	••	••		•	••
AUTRES CLADES	<i>Asterina gibbosa</i>						••
	Anthozoa	••	••		••		

## Abondance et niveau de diversité

La station « Hossegor intertidal » présente un nombre d'espèces par échantillon relativement faible (entre 4 et 15). La plus faible diversité est observée en 2008 (moins de 5 espèces en moyenne). Le plus haut niveau de diversité a été observé en 2007 (plus de 10 taxons par échantillon). En 2017, le nombre moyen de taxons observés par échantillon est très similaire à celui de 2009 (Figure 27). Le niveau d'abondance dans cette station peut s'avérer élevé, en raison principalement de l'abondance du gastéropode *Peringia ulvae* (Figure 28). Ce n'est pas le cas en 2017 où *P. ulvae* montre de relativement faibles niveaux d'abondance par rapport aux années précédentes (Table 14).

Le niveau de diversité à la station « Hossegor, herbier à *Z. noltei* » est relativement élevé, avec 15 à 25 taxons par échantillons en moyenne (Figure 27). L'année présentant le plus grand nombre d'espèces par échantillon est l'année 2007 (Figure 27). L'année 2017 se distingue par le nombre de taxon par échantillon le plus faible depuis le début de la surveillance. Les abondances sont très élevées et hautement variables dans cette station, principalement en raison des fluctuations (naturelles) de densité de *Peringia ulvae*.

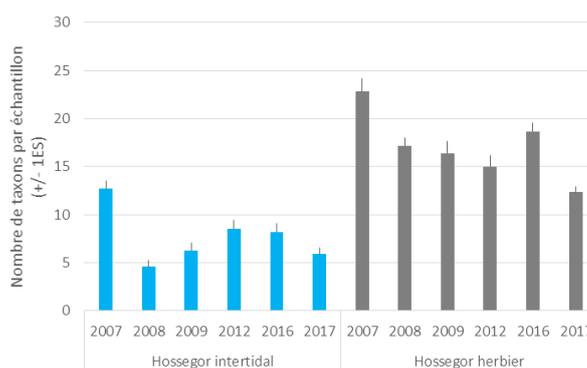


Figure 27

Evolution du nombre moyen d'espèces (nombre de taxons +/- 1ES) par échantillon au cours des années pour les deux stations : « Hossegor intertidal » et « Hossegor, herbier à *Zostera noltei* ».

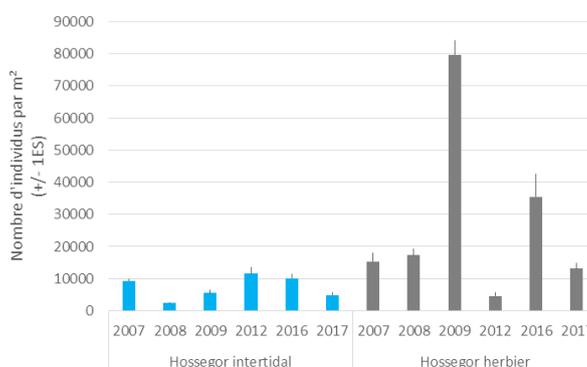


Figure 28

Evolution de l'abondance moyenne de la macrofaune benthique (nombre d'individus par m<sup>2</sup> +/- 1ES) pour les stations : « Hossegor intertidal » et « Hossegor, herbier à *Zostera noltei* ».

Le nombre d'espèces récoltées par échantillon dans la station « **Hossegor subtidal** » est modéré (inférieur à 20) (Figure 29). L'augmentation du nombre de taxons par échantillon observé depuis 2016 est un artefact dû au changement de l'engin d'échantillonnage, qui prélève une surface 4 fois plus élevée en 2016 et 2017 (Table 2). L'abondance de la macrofaune benthique est élevée et très variable d'une année à l'autre en raison des fluctuations d'abondance des gastéropodes *Peringia ulvae* et *Bittium reticulatum* (Figure 30, Table 14).

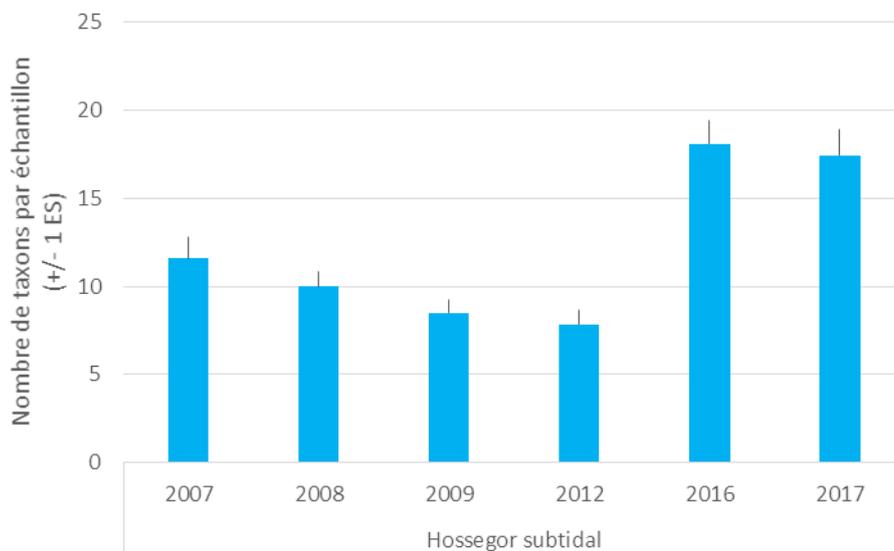


Figure 29

Evolution du nombre moyen d'espèce (nombre de taxons +/- 1ES) par échantillon au cours des années pour la station « Hossegor subtidal ».

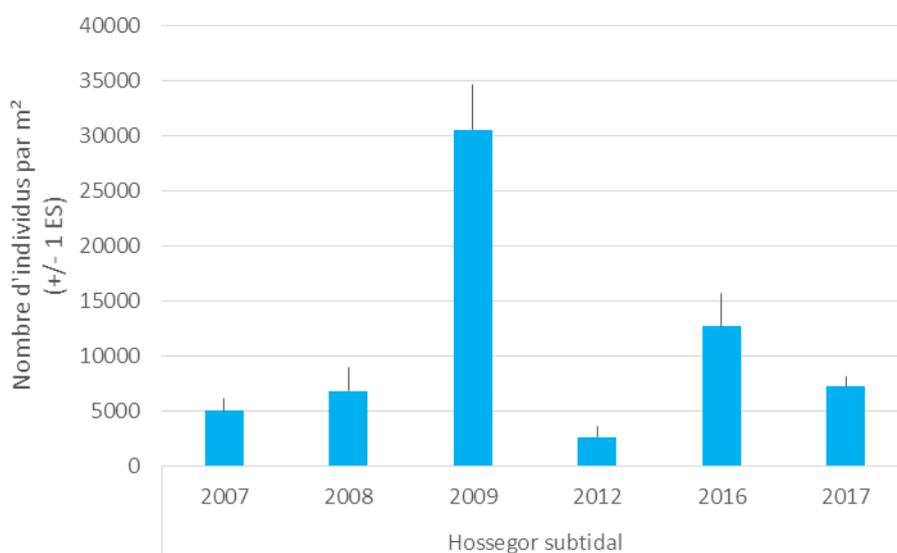


Figure 30

Evolution de l'abondance moyenne de la macrofaune benthique (nombre d'individus par m² +/- 1ES) pour la station « Hossegor subtidal ».

## Indicateurs de qualité écologique du milieu

Il est rappelé que les valeurs présentées dans ce paragraphe ne sont que des estimations ponctuelles et provisoires de l'état du milieu. Le lecteur intéressé est invité à consulter l'Atlas DCE et les rapports de l'Ifremer qui procède au calcul de cet indicateur à l'échelle nationale.

La valeur de l'AMBI à la station « **Hossegor, intertidal** » oscille en général autour de 3 en raison de la dominance très forte des espèces du groupe écologique III, comme *Peringia ulvae*, *Hediste diversicolor* ou *Streblospio shrubsolii*. En 2017, la valeur de l'AMBI est dans la gamme de ce qui est observé depuis le début de la surveillance (Figure 32). Les relativement faibles niveaux de diversité sur cette station, associés à des valeurs d'AMBI relativement élevées entraînent des valeurs de M-AMBI tendant à considérer que l'état écologique serait plutôt « moyen » (Figure 33).

La station « **Hossegor, herbier intertidal** » présente des valeurs d'AMBI relativement variables en raison des fluctuations d'abondances de *Peringia ulvae*. Lorsque ces abondances sont (relativement) faibles, les organismes des groupes écologiques IV et V, en particulier les oligochètes représentent une proportion importante du peuplement qui se traduit dans une valeur plus élevée de l'AMBI en 2007 et 2012 (Figure 32).

Dans les deux stations, les fluctuations d'abondances de *Peringia ulvae* induisent une très forte dominance du peuplement par cette seule espèce, ce qui se traduit par des valeurs de l'indice de Shannon en général faibles voire très faibles (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

La qualité écologique évaluée par l'indicateur a variée entre état écologique « médiocre » et « bon » état écologique au cours du suivi (Figure 33**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). L'année 2017 se caractériserait par un état écologique sans doute « moyen » selon le M-AMBI.

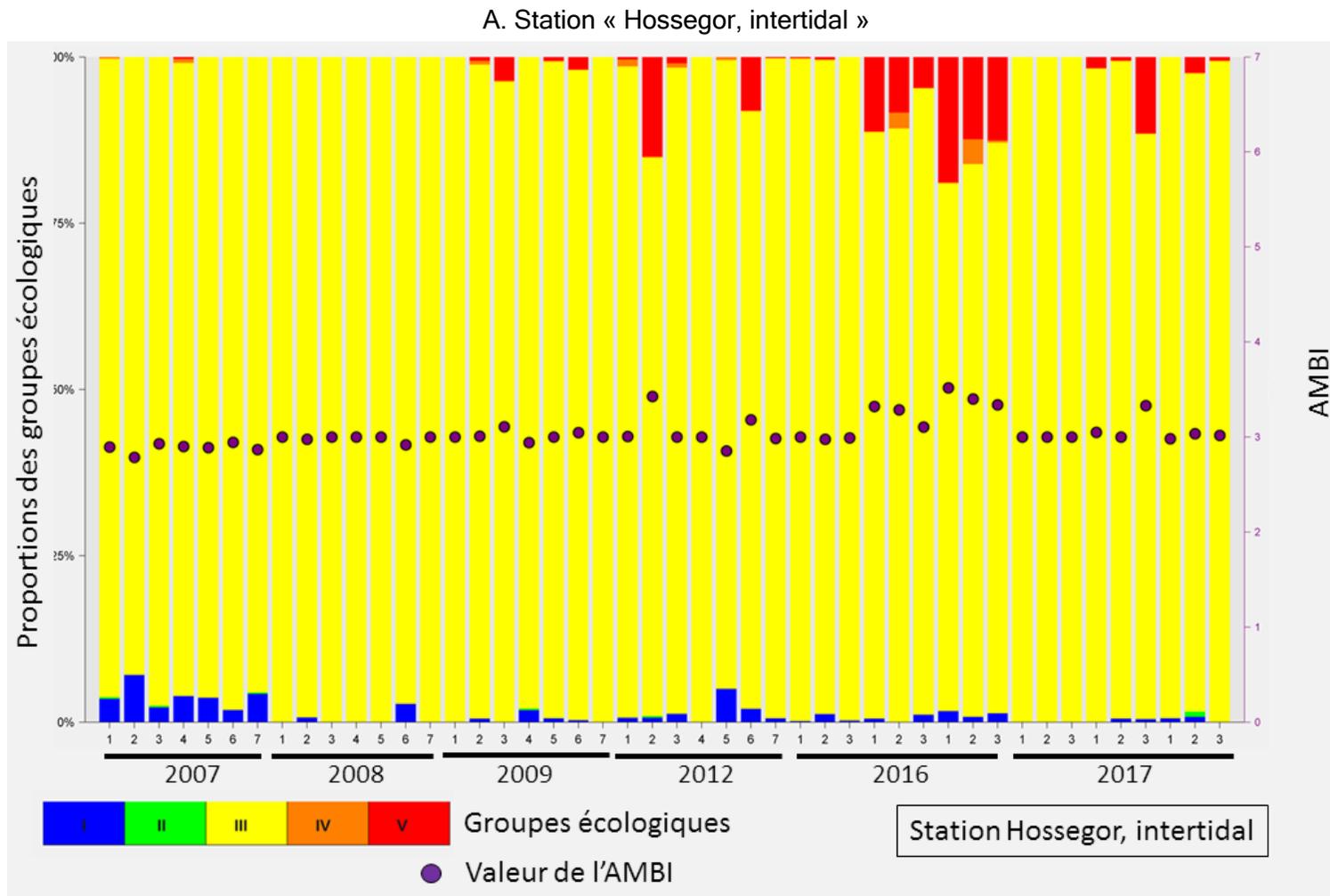


Figure 31

Evolution de la proportion des différents groupes écologiques (I à V) de l'AMBI aux stations « Hossegor intertidal» (A.) et « Hossegor, herbier à Z. noltei » (B).

B. Station « Hossegor, herbier à *Zostera noltei* »

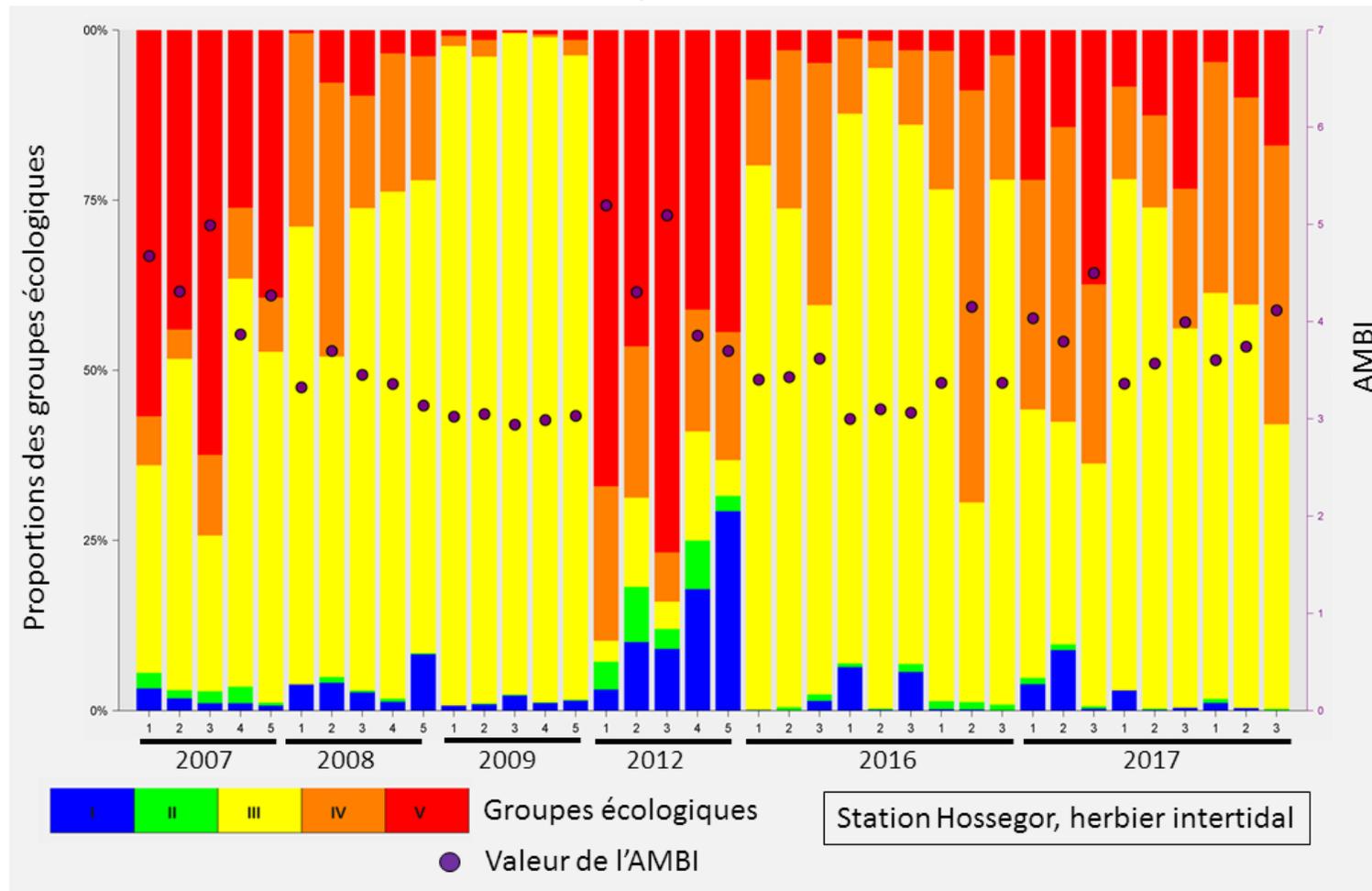


Figure 32

Evolution de la proportion des différents groupes écologiques (I à V) de l'AMBI aux stations « Hossegor intertidal » (A.) et « Hossegor, herbier à *Z. noltei* » (B.).

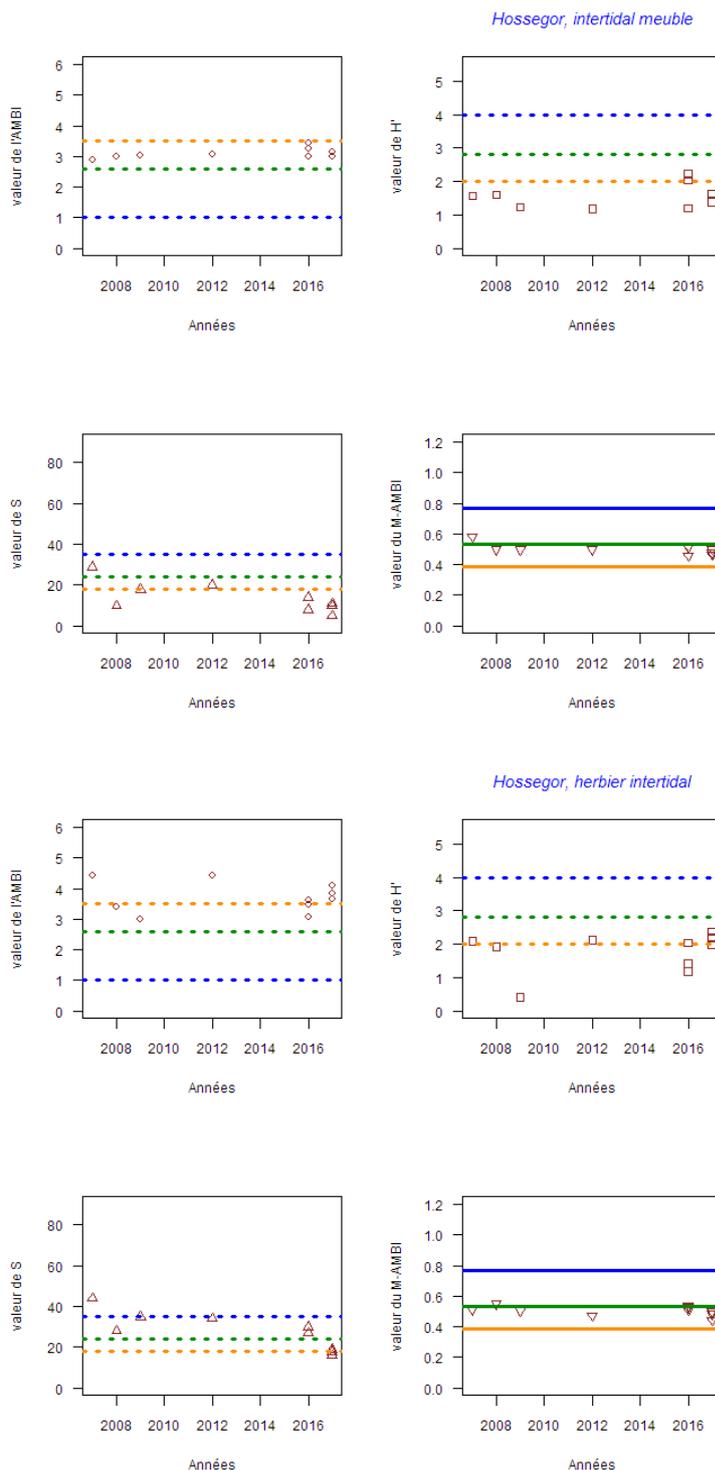


Figure 33

Evaluation des métriques (AMBI , H' , S) composantes de l'indicateur M-AMBI entre 2007 et 2017 à la station « Hossegor subtidal ». Les segments tracés indiquent la limite entre les états « Très Bon » et « Bon » (en bleu ), « Bon » et « Moyen » (en vert), « Moyen » et « Médiocre » (en orange). Ces segments sont figurés en pointillés lorsqu'il s'agit uniquement de limites estimées. Les segments sont en traits pleins lorsqu'il s'agit de limites déterminées officiellement. Les traits en pointillés ont pour but d'évaluer si la métrique en question tend à dégrader la note finale (en tendant vers l'état « Moyen » ou pire) ou tend à l'améliorer (en tendant vers l'état « Bon » ou mieux)

La station « Hossegor subtidal » présente des valeurs d'AMBI relativement faibles malgré la présence d'algues vertes accumulées sur ce site (Figure 34). Ces valeurs relativement faibles sont principalement liées à l'importance des abondances de *Peringia ulvae*. L'abondance de cette espèce est également responsable des fluctuations de l'indice de Shannon. L'évaluation de la qualité écologique du milieu réalisée par le M-AMBI conclue à un « Bon état » écologique. Cette valeur élevée de l'EQR est liée à la diversité des espèces présentes dans la matre algale, le nombre d'espèces collectées étant en effet, globalement élevé (entre 25 et 45,

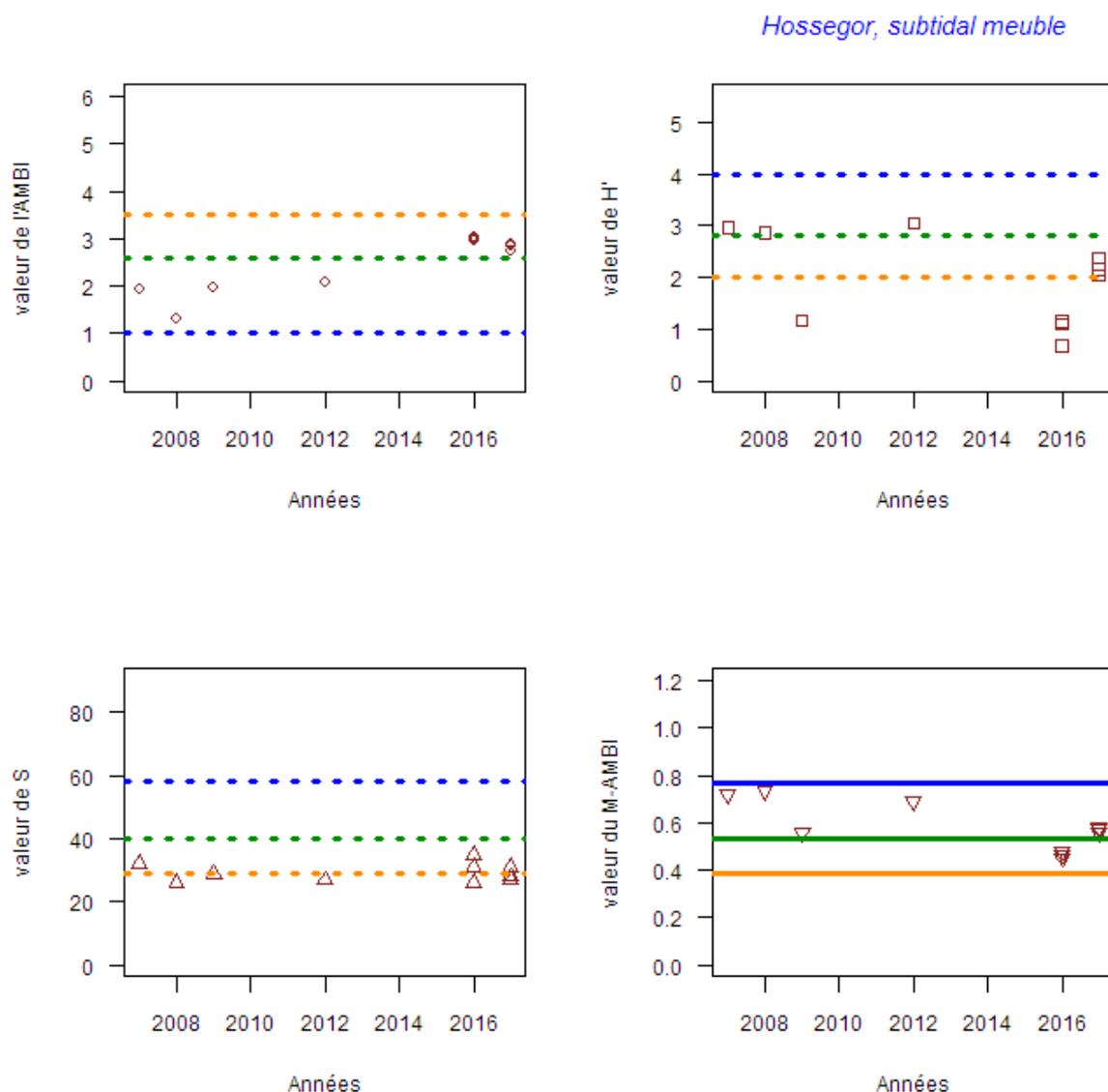


Figure 35).

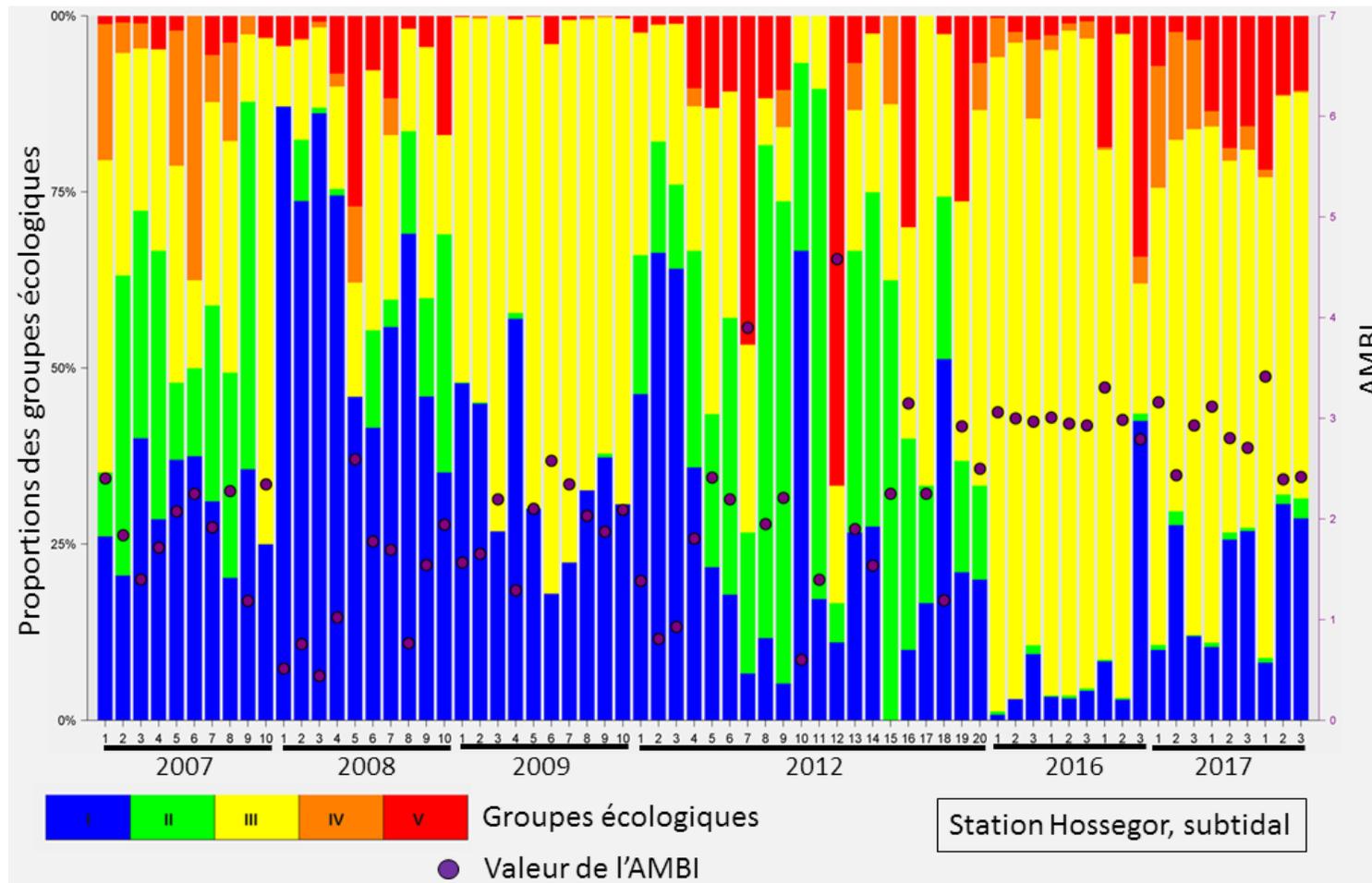


Figure 34

Evolution de la proportion des différents groupes écologiques (I à V) de l'AMBI à la station « Hossegor subtidal ».

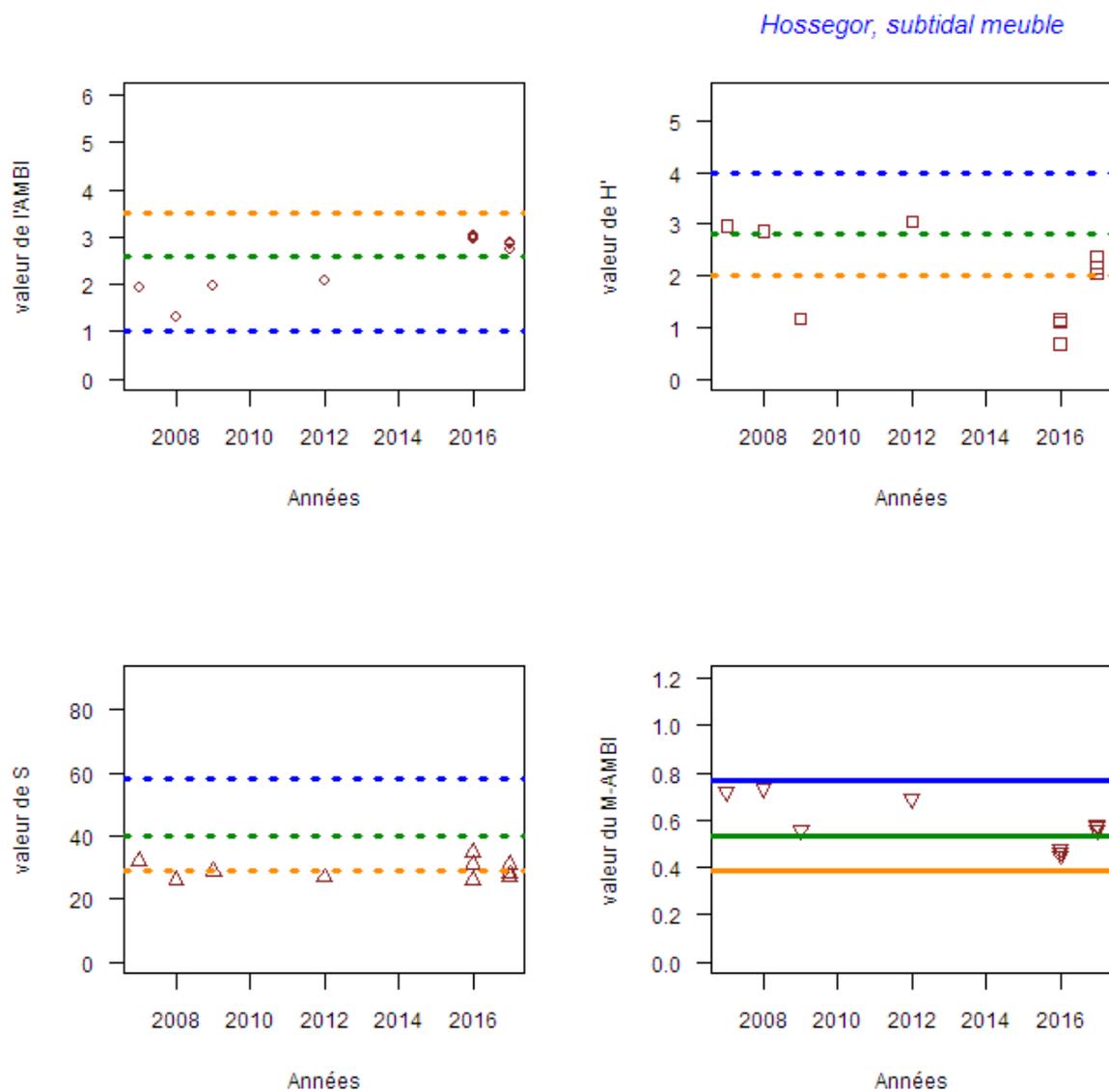


Figure 35

Stations « Hossegor, subtidal » : Evolution des trois métriques composant l'indicateur (indice de Shannon (A.), nombre d'espèces (B.) et indice AMBI (C.)) et valeur de l'indicateur M-AMBI (EQR) (D.)

## Masse d'eau « côte basque » (FRFC 11)

### Caractéristiques du sédiment

La station « côte basque, subtidal » se situe au large de Biarritz, sur des fonds d'environ 10 m (Figure 36). Les sédiments consistent en des sables fins avec une teneur en particules fines quasiment nulle (Table 15) et une teneur en matière organique très faible. Les mêmes observations ont été réalisées en 2017.

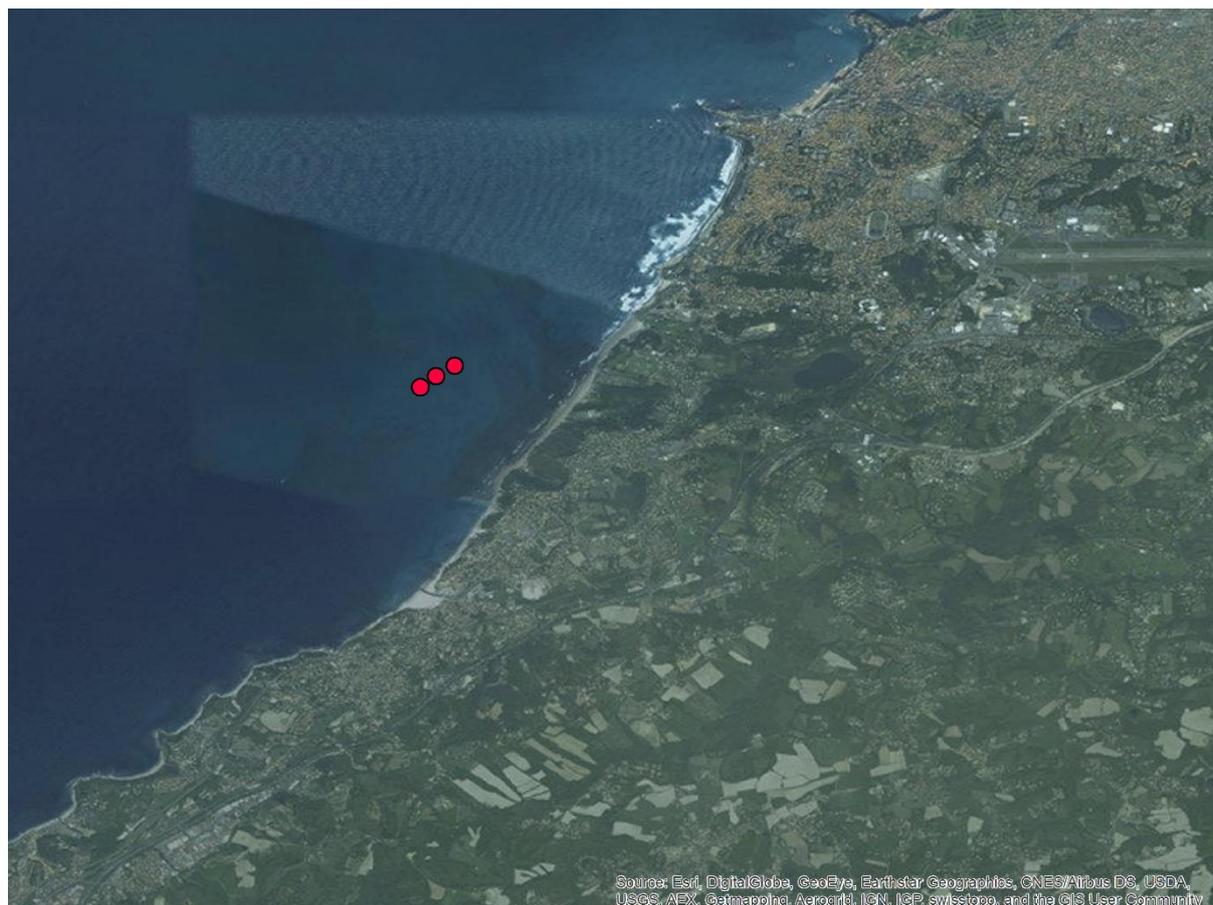


Figure 36

Localisation des stations d'échantillonnage du site « côte basque, subtidal ».

Table 15

Variations des caractéristiques du sédiment au site Côte basque subtidal

Site		Teneur en matière organique (%)	Teneur en particules fines (<63µm) (%)	Médiane granulométrique (µm)
Année				
2007		0,8	3	170
2008		0,9	2	310
2009		0,9	2	170
2012		0,9 à 1,6	2 à 4	150 à 150
2016	A	0,9	<1	160
	B	0,9	<1	150
	C	0,8	<1	170

2017	A	1,0	4	140
	B	1,0	2	140
	C	0,9	2	160

## Caractéristique et évolution de la faune invertébrée benthique

La macrofaune benthique de la station « côte basque, subtidal » est principalement caractérisée par les polychètes du genre *Magelona* accompagnée d'*Owenia fusiformis*, principalement. *Mactra stultorum* est la principale espèce de bivalve présente sur le site. Les principaux crustacés incluent *Diogenes pugilator*, ainsi que des amphipodes des genres *Ampelisca* et *Bathyporeia*, qui montrent rarement des effectifs importants. L'oursin *Echinocyamus pusillus* peut être également relativement commun sur le site (Table 16). Le niveau d'abondance de ces organismes s'est avéré assez variable au cours du suivi pluriannuel (Table 16). La composition du peuplement en 2017 est tout à fait similaire à ce qui a été observé depuis le début de la surveillance de cette station (Figure 38).

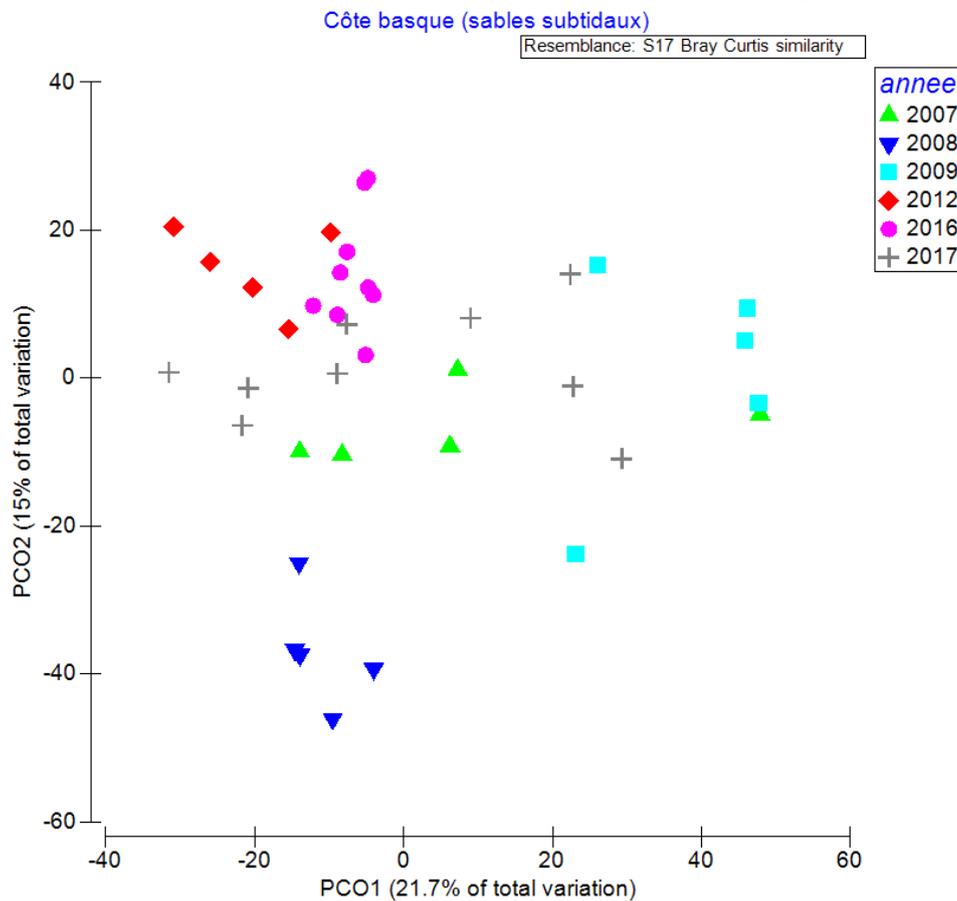


Figure 37

Analyse en coordonnées principales (PCO) présentant le niveau de similarité faunistique entre les échantillons collectés sur le site « côte basque, subtidal ». Les couleurs des points correspondent aux différentes années.

Table 16

Principales espèces (taxons) caractérisant la macrofaune benthique de la station « Biscarosse intertidal » entre 2007 et 2017 et niveaux moyens d'abondance (individus par m<sup>2</sup>).  
L'absence d'un taxon de la liste ne signifie pas nécessairement que le taxon est totalement absent mais les niveaux d'abondances mesurés sont considérés comme faibles pour l'espèce considérée. ●●● espèce « Abondante », ●● espèce « Commune », ● espèce « Fréquente » selon l'échelle SACFOR.

Côte basque, subtidal		2007	2008	2009	2012	2016	2017
ANNELIDA	<i>Magelona</i>	●●●	●●		●●	●●	●
	<i>Owenia fusiformis</i>	●	●		●●	●●	●
	<i>Glycera</i>	●			●		
	<i>Nephtys assimilis</i>	●					
	<i>Nephtys cirrosa</i>		●				
	<i>Mediomastus fragilis</i>	●					
	Paraonidae	●					
MOLLUSCA	<i>Mactra stultorum</i>	●		●●		●●	●
	<i>Phaxas pellucidus</i>					●	
	<i>Donax vittatus</i>				●		
CRUSTACEA	<i>Diogenes pugilator</i>	●	●		●	●	
	<i>Ampelisca</i>	●					
	<i>Bathyporeia</i>	●					
AUTRES CLADES	<i>Echinocardium cordatum</i>		●●●				
	<i>Echinocyamus pusillus</i>				●●●	●●	
	Nemertina	●●	●	●	●	●	

## Abondance et niveau de diversité de la faune benthique invertébrée

L'abondance de la macrofaune invertébrée benthique sur le site « côte basque, subtidal » est en général modérée ( $< 1000 \text{ ind.m}^{-2}$ ) sauf en 2007 où de fortes abondances de *Magelona* ont été mesurées. Le nombre d'espèces collectées par échantillon a varié de 20 (en 2007) à moins de 10 en 2009. L'année 2017 présente un niveau de diversité moyen, du même ordre qu'en 2012-2016 (Figure 38) et un niveau d'abondance plus faible que ce qui a été mesuré précédemment sur cette station (Figure 39).

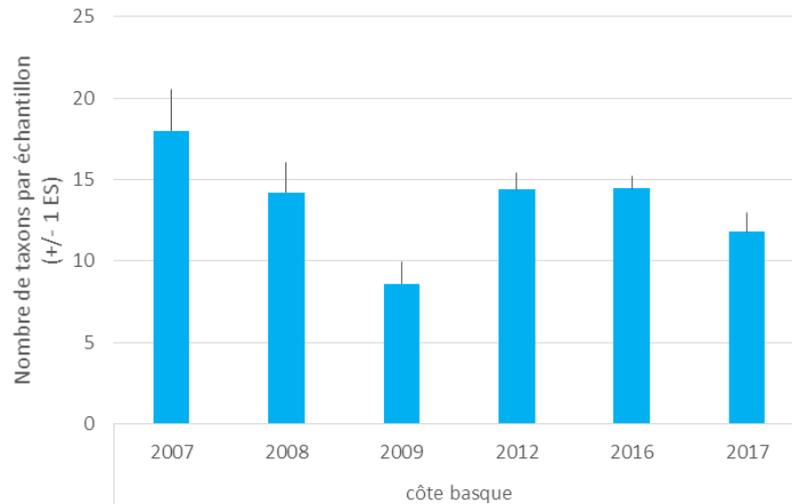


Figure 38

Evolution du nombre moyen d'espèces (nombre de taxons +/- 1ES) par échantillon au cours des années pour le site : « côte basque, subtidal ».

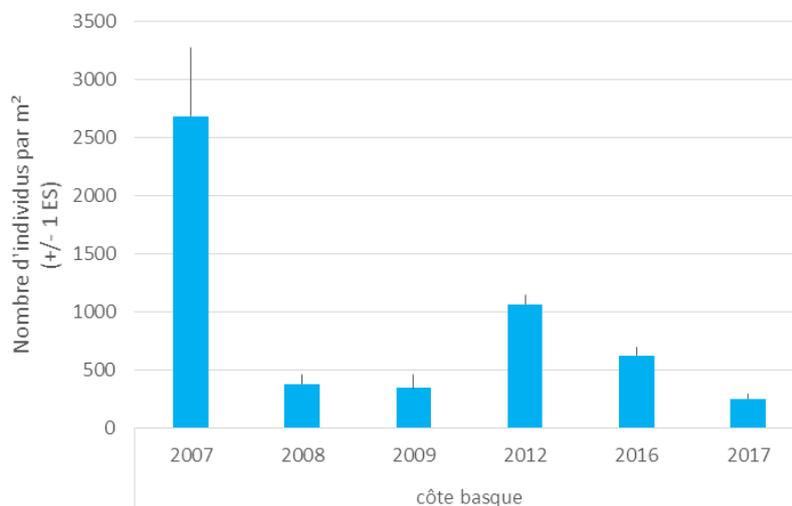


Figure 39

Evolution de l'abondance moyenne de la macrofaune benthique (nombre d'individus par m² +/- 1ES) pour le site : « côte basque, subtidal ».

## Indicateurs de qualité écologique du milieu

Il est rappelé que les valeurs présentées dans ce paragraphe ne sont que des estimations ponctuelles et provisoires de l'état du milieu. Le lecteur intéressé est invité à consulter l'Atlas DCE et les rapports de l'Ifremer qui procède au calcul de cet indicateur à l'échelle nationale.

La faune benthique du site « **côte basque** » est, tout au long du suivi réalisé, largement dominée par des espèces des groupes écologiques I et II de l'AMBI (Figure 40). En conséquence, les valeurs de l'indice AMBI sont basses et proches de 1.

L'indice de diversité de Shannon peut être élevé sur ce site, comme c'est le cas cette année, mais il présente des niveaux nettement plus faibles les années où le peuplement est dominé par une prolifération de *Magelona* (2007) ou *d'Echinicyamus pusillus* (2012). Il était également plus faible en 2009 en raison d'un nombre d'espèces collectées plus faible cette année-là (Figure 41). Globalement, le site est considéré comme d'une « très bonne » à « bonne » qualité écologique selon le M-AMBI (Figure 41).

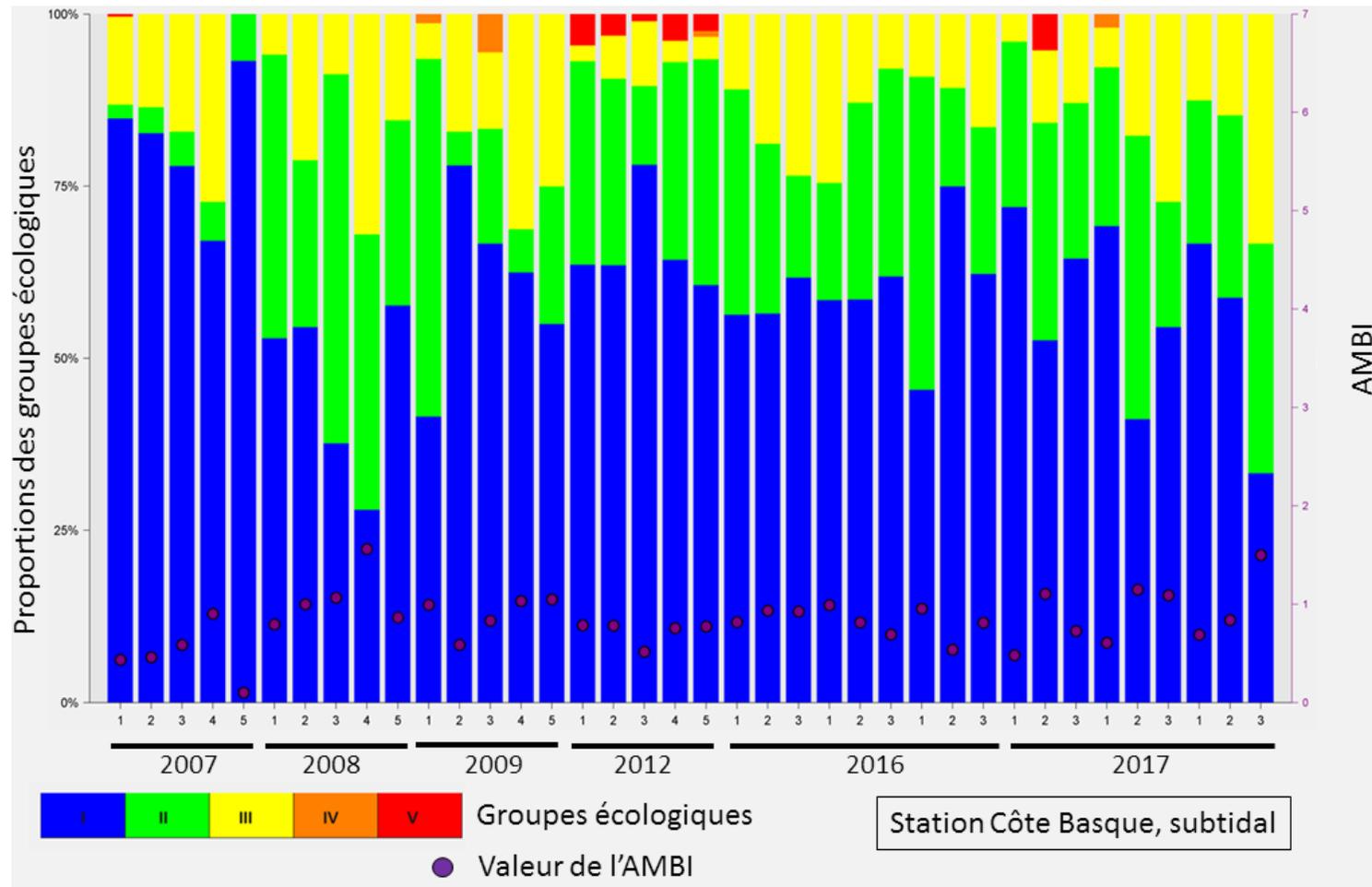


Figure 40

Evolution de la proportion des différents groupes écologiques (I à V) de l'AMBI sur le site « côte basque, subtidal ».

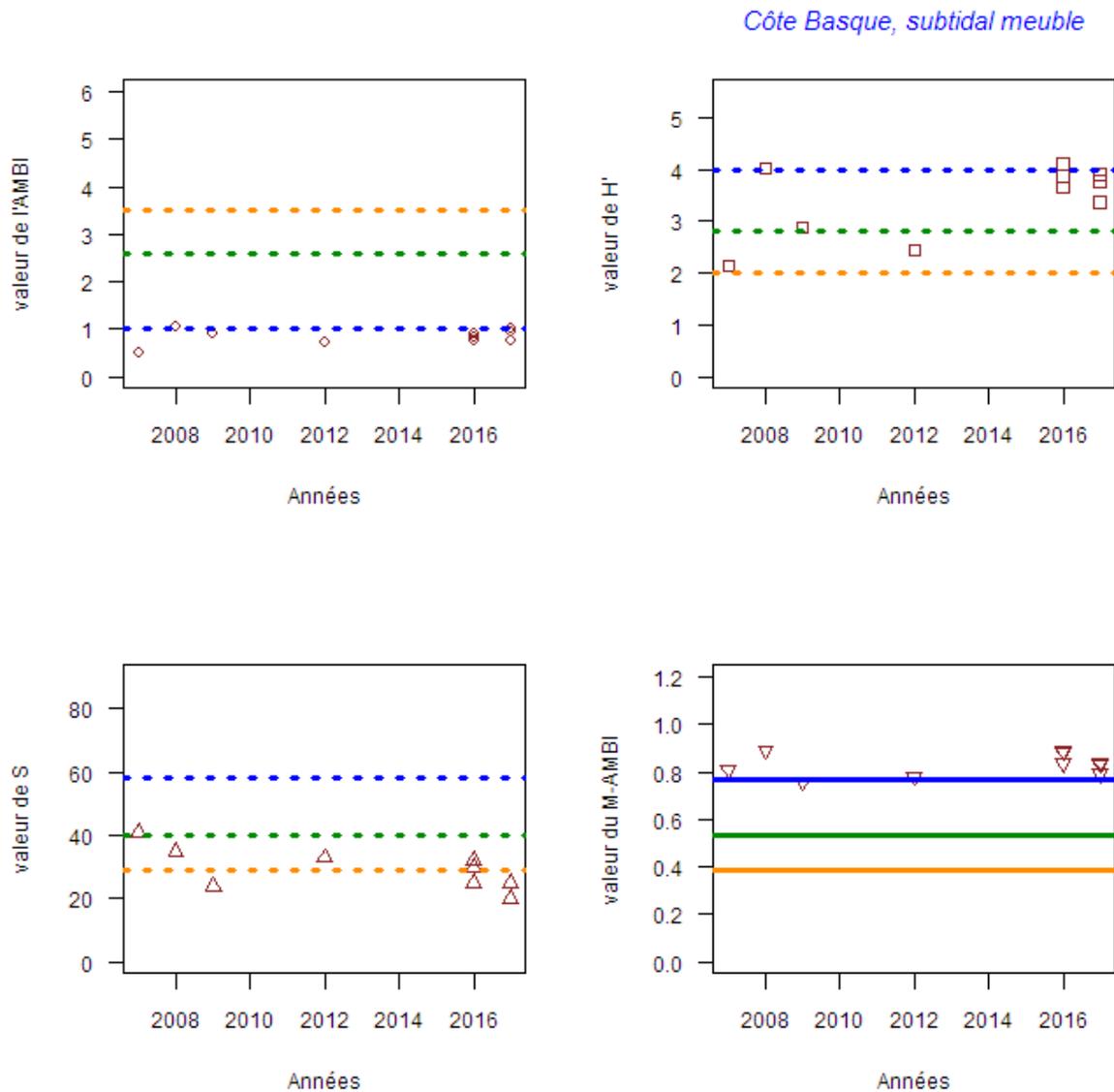


Figure 41

Evaluation des métriques (AMBI, H', S) composantes de l'indicateur M-AMBI entre 2007 et 2017 à la station « Côte basque, subtidal ». Les segments tracés indiquent la limite entre les états « Très Bon » et « Bon » (en bleu), « Bon » et « Moyen » (en vert), « Moyen » et « Médiocre » (en orange). Ces segments sont figurés en pointillés lorsqu'il s'agit uniquement de limites estimées. Les segments sont en traits pleins lorsqu'il s'agit de limites déterminées officiellement. Les traits en pointillés ont pour but d'évaluer si la métrique en question tend à dégrader la note finale (en tendant vers l'état « Moyen » ou pire) ou tend à l'améliorer (en tendant vers l'état « Bon » ou mieux)

## RESUME ET CONCLUSIONS

Le présent rapport expose les résultats de la surveillance DCE réalisée en 2017 sur l'ensemble des masses d'eau côtières faisant l'objet d'un contrôle de surveillance.

Les résultats obtenus sur la faune invertébrée benthique ne suggèrent pas de changements majeurs de la qualité écologique des différentes masses d'eau surveillées.

Selon le M-AMBI, la masse d'eau « **Arcachon amont** » présenterait, en 2017 un **état écologique entre bon et très bon, sauf peut-être sur la station « Estey Tort »**. Etant donné le changement de méthodologie survenu en 2015 et la façon dont son impact sera reporté sur le mode de calcul de cet indicateur par l'Ifremer, il est possible que cette évaluation, à la limite entre « moyen » et « bon » puisse être fortement influencé par les choix méthodologiques qui seront réalisés.

La masse d'eau « **côte landaise** » peut être considérée comme en **bon état écologique** quelle que soit les indications du M-AMBI qui est, dans le cas des zones intertidales sableuse exposée à la houle, à la limite de sa pertinence.

Concernant la masse d'eau « **lac d'Hossegor** », **les valeurs de l'EQR de cette masse d'eau sont très proches de la limite entre bon état et état moyen**, ce qui est en accord avec les résultats obtenus jusqu'ici sur le paramètre « algues opportunistes » (Blanchet & Gouilieux, 2016).

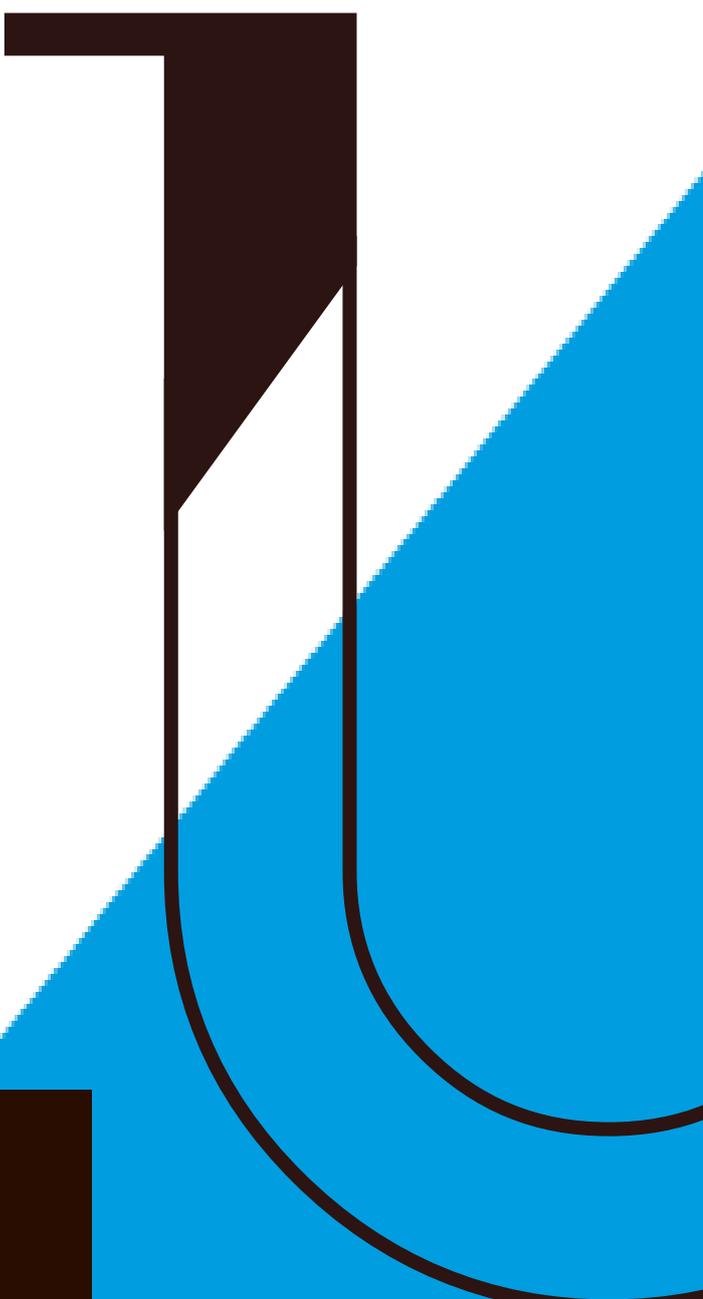
D'après l'indicateur M-AMBI, la masse d'eau « **côte basque** » présenterait un **très bon état écologique** en 2017.

## RÉFÉRENCES

- Anderson, M. J., Gorley, R. N., and Clarke, K. R. (2008). *PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods*. Plymouth, United Kingdom: PRIMER-E Ltd.
- 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.
- Bachelet, G., and Montaudouin, X. De (1996). The Quantitative Distribution of Subtidal Macrozoobenthic Assemblages in Arcachon Bay in Relation to Environmental Factors: a Multivariate Analysis. 371-391.
- Blanchet, H., and Gouillieux, B. (2014). Contrôle de surveillance DCE 2013 Echantillonnage DCE des Masses d'Eau Côtières du district hydrographique Adour-Garonne pour le paramètre «faune invertébrée benthique». Rapport Station marine d'Arcachon.
- Blanchet, H., and Gouillieux, B. (2016). Contrôle de surveillance 2015 Evaluation de l'amplitude des blooms de macroalgues opportunistes dans la masse d'eau "lac d'Hossegor". Rapport Station marine d'Arcachon.
- Blanchet, H., Gouilleux, B., Bachelet, G., Leconte, M., Lavesque, N., Lebleu, P., et al. (2011). Contrôle de surveillance DCE 2009 Echantillonnage DCE des Masses d'Eau Côtières du district hydrographique Adour-Garonne pour le paramètre "faune invertébrée benthique." Rapport Station marine d'Arcachon.
- Blanchet, H., Gouillieux, B., Bachelet, G., Leconte, M., Lavesque, N., Villedieu, A., et al. (2013). Contrôle de surveillance DCE 2012 Echantillonnage DCE des Masses d'Eau Côtières du district hydrographique Adour-Garonne pour le paramètre «faune invertébrée benthique». Rapport Station marine d'Arcachon.
- Blanchet, H., Gouillieux, B., and Peyran, C. (2015). Contrôle de surveillance DCE 2014 Echantillonnage DCE des Masses d'Eau Côtières du district hydrographique Adour-Garonne pour le paramètre «faune invertébrée benthique». Rapport Station marine d'Arcachon.
- Blanchet, H., De Montaudouin, X., Chardy, P., and Bachelet, G. (2005). Structuring factors and recent changes in subtidal macrozoobenthic communities of a coastal lagoon, Arcachon Bay (France). *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 64, 561-576.
- Borja, A., and Muxika, I. (2005). Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Mar. Pollut. Bull.* 50, 787-789. doi:10.1016/j.marpolbul.2005.04.040.
- Clarke, K. R., and Gorley, R. N. (2006). *PRIMER v6: user manual/tutorial*. Plymouth, United Kingdom: PRIMER-E Ltd.
- Clarke, K. R., and Warwick, R. M. (2001). *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth, United Kingdom: PRIMER-E Ltd.
- Cottet, M., Bachelet, G., Blanchet, H., de Montaudouin, X., Leconte, M., and Sauriau, P. G. (2007a). Etude préliminaire sur la macrofaune benthique pour des masses d'eau côtières et de transition Rapport préliminaire: Analyse bibliographique Proposition de protocole d'échantillonnage de la macrofaune. Rapport Station marine d'Arcachon et CRELA de L'Houmeau.
- Cottet, M., Gouillieux, B., Bachelet, G., Blanchet, H., Montaudouin, X. De, Lavesque, N., et al. (2007b). Etude préliminaire de la macrofaune benthique des masses d'eau côtières et de transition du District Hydrographique Adour-Garonne. Rapport Station marine d'Arcachon et CRELA de L'Houmeau.
- Gallon, R K, Fournier J (2015) Package G2sd "Grain-Size Statistics and Description of Sediment". Package R. <http://cran.r-project.org/web/packages/G2Sd/index.html>
- Garcia, A., Blanchet, H., Gouillieux, B., Bachelet, G., Leconte, M., Lavesque, N., et al.

- (2009). Echantillonnage DCE des Masses d'eau côtières pour le paramètre "faune invertébrée benthique». Rapport Station marine d'Arcachon.
- Garcia, A., Desroy, N., Le Mao, P., and Miossec, L. (2014). Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidiaux et intertidaux dans le cadre de la DCE. Façades Manche et Atlantique. Dinard.
- 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.
- Ifremer. ODE/LITTORAL/LERAR (2015). Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2014. Départements : Gironde, Landes, Pyrénées Atlantiques. ODE/LITTORAL/LER/AR/15-001, 140 pages.
- Muxika, I., Borja, A., and 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. *Mar. Pollut. Bull.* 55, 16-29. doi:10.1016/j.marpolbul.2006.05.025.



A large, stylized letter 'U' graphic in dark brown, positioned on the right side of the page. The 'U' is partially filled with a bright blue color, which also forms a large triangular shape extending from the bottom right towards the center of the page. The background is white.

## CONTACT

Hugues Blanchet – UMR EPOC  
[hugues.blanchet@u-bordeaux.fr](mailto:hugues.blanchet@u-bordeaux.fr)  
T. 05 56 22 39 35