

Hugues BLANCHET, Benoît GOUILLIEUX, Stéphane BUJAN,
Ludovic DEVAUX, Marie FOUET, Magali LUCIA

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 MINISTÈRE
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Contrat ifremer n° 17/5210701



Ifremer

Rapport final Décembre 2018
Contrôle de surveillance 2017
Echantillonnage DCE des Masses d'Eau de
Transition du district hydrographique Adour-
Garonne pour le paramètre « faune invertébrée
benthique »

Table des matières

Introduction	4
Méthodologie	5
METHODOLOGIE	5
Echantillonnage	5
Traitement des échantillons	8
Traitement des données	9
Résultats	13
MASSE D'EAU « ESTUAIRE ADOUR AVAL » (FRFT 07) : SITES INTERTID AUX	13
Caractéristiques des sédiments	13
Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique	15
Caractérisation de l'habitat benthique des sites échantillonnés	19
Calcul des métriques indicatrices	21
Adour aval, intertidal	21
Adour amont, intertidal	25
MASSE D'EAU « ESTUAIRE ADOUR AVAL » : SITES SUBTID AUX	28
Caractéristiques des sédiments	28
Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique	29
Caractérisation de l'habitat benthique des sites échantillonnés	33
Calcul des métriques indicatrices	34
Adour aval, subtidal	34
Adour amont, subtidal	36
MASSE D'EAU « GIRONDE CENTRALE » (FRFT 04) : SITES INTERTID AUX	40
Caractéristiques des sédiments	40
Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique	42
Caractérisation de l'habitat benthique des sites échantillonnés	44
Calcul des métriques indicatrices	45
Gironde aval, intertidal	45
Gironde amont, intertidal	49
MASSE D'EAU « GIRONDE CENTRALE » (FRFT 04) : SITES SUBTID AUX	52
Caractéristiques des sédiments	52
Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique	53
Caractérisation de l'habitat benthique des sites échantillonnés	55
Calcul des métriques indicatrices	56
Gironde aval, subtidal	56
Gironde amont, subtidal	60
MASSE D'EAU « BIDASSOA » (FRFT 81) : SITES INTERTID AUX	63
Caractéristiques des sédiments	63
Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique	64
Caractérisation de l'habitat benthique des sites échantillonnés	68
Calcul des métriques indicatrices	69
Bidassoa aval, intertidal	69
Bidassoa amont, intertidal	73
MASSE D'EAU « BIDASSOA » (FRFT 81) : SITES SUBTID AUX	76
Caractéristiques des sédiments	76
Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique	77
Caractérisation de l'habitat benthique des sites échantillonnés	81
Calcul des métriques indicatrices	81
Bidassoa aval, subtidal	81
Bidassoa amont, subtidal	84
Résumé et Conclusions	88
Références	90

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), cinq masses d'eau de transition (MET) (« Estuaire de la Charente » (FRFT 01), « Estuaire de la Seudre » (FRFT 02), « Gironde centrale » (FRFT 04), « Estuaire Adour aval » (FRFT 07) et « Bidassoa » (FRFT 81) font l'objet d'une surveillance de la faune invertébrée benthique de substrat meuble dans le cadre de la DCE. En conséquence, la faune invertébrée benthique, qui est un des éléments déterminants la qualité écologique des masses d'eau, a été échantillonnée lors de campagnes automnales de 2007 à 2009, puis en 2012 et en 2016 dans chacune de ces masses d'eau. De plus, une étude préliminaire sur la faune benthique a été réalisée sur une partie de ces masses d'eau en 2006 (Cottet *et al.*, 2007). L'ensemble des données acquises au cours du temps ont été intégrées dans l'analyse.

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

- « Gironde centrale » (FRFT 04) ;
- « Estuaire Adour aval » (FRFT 07) ;
- « Bidassoa » (FRFT 81).

Les résultats concernant les autres masses d'eau du district hydrographique Adour-Garonne : « Estuaire de la Charente » (FRFT 01) et « Estuaire de la Seudre » (FRFT 02) sont présentées dans un autre rapport réalisé par l'UMR LIENSs.

Ce rapport présente les résultats obtenus masse d'eau par masse d'eau.

METHODOLOGIE

Méthodologie

Echantillonnage

L'ensemble de l'échantillonnage a eu lieu entre le 20 septembre (Gironde, zone intertidale) et le 12 décembre 2017 (Bidassoa, station subtidale amont, sortie décalée suite à un problème de disponibilité des plongeurs). 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 (Garcia *et al.* (2014)). 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 Quadrige² 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.

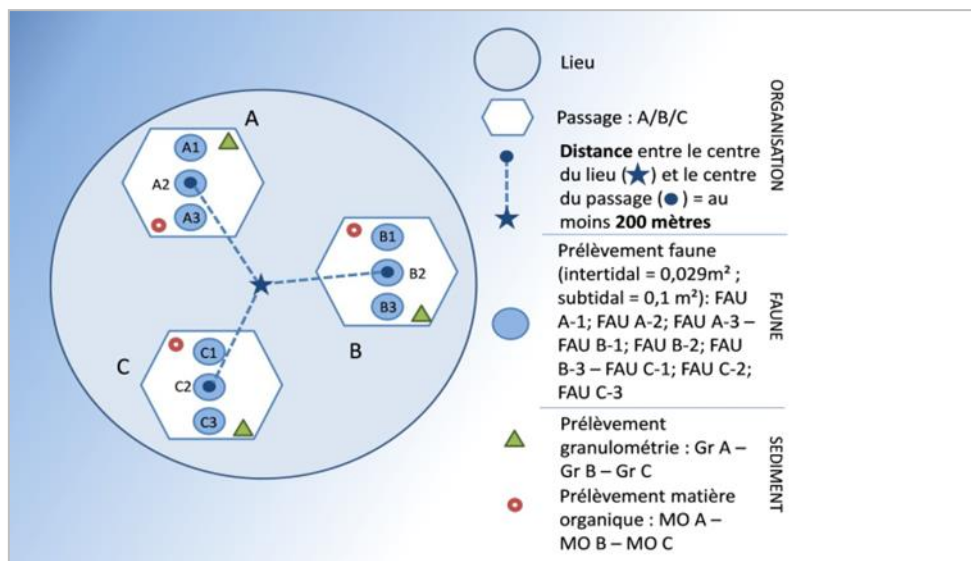


Figure 1
Représentation schématique du nouveau protocole d'échantillonnage AQUAREF
(figure issue de Garcia et al. 2014)

Table 1
Terminologie utilisée dans le rapport et équivalences
Quadriges²/AQUAREF

Termes équivalents utilisé dans le présent rapport	Termes utilisé dans la Base Quadriges ² 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) à partir de 2016. Ces carottiers prélèvent une surface unitaire de 0,028 m² 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 m². En raison des caractéristiques particulières des fonds (présence de cailloux) et l'étroitesse du lit du fleuve, une suceuse à air a été utilisée afin de réaliser l'échantillonnage de la faune benthique de la station subtidale amont de la Bidassoa. 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 droite).



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 ²)	nombre d'échantillon n	surface d'échantillonnage totale (m ²)	engin d'échantillonnage
Adour amont, intertidal				
2006	0.0064	10	0.064	Carottier PVC tube diam. 9 cm (0,064 m ²)
2007	0.0064	15	0.096	Carottier PVC tube diam. 9 cm (0,064 m ²)
2008	0.028	10	0.28	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2009	0.028	10	0.28	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2012	0.028	7	0.20	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)

Site d'échantillonnage / Année	surface unitaire d'échantillonnage (m ²)	nombre d'échantillon	surface d'échantillonnage totale (m ²)	engin d'échantillonnage
2016	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2017	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
Adour aval, intertidal				
2006	0.0064	10	0.064	Carottier PVC tube diam. 9 cm (0,064 m ²)
2007	0.0064	15	0.096	Carottier PVC tube diam. 9 cm (0,064 m ²)
2008	0.028	10	0.28	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2009	0.028	10	0.28	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2012	0.028	7	0.20	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2016	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2017	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
Adour amont, subtidal				
2006	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2007	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2008	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2009	0.1	5(2)	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2012	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2016	0.1	9 (0)	0.90	Benne Van Veen 0,1 m ²
2017	0.1	9 (0)	0.90	Benne Van Veen 0,1 m ²
Adour aval, subtidal				
2006	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2007	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2008	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2009	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2012	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2016	0.1	9	0.90	Benne Van Veen 0,1 m ²
2017	0.1	9	0.90	Benne Van Veen 0,1 m ²
Bidassoa amont, subtidal				
2006	0.0225	10	0.225	Benne Ekman 15x15cm (0.0225 m ²)
2007	0.0225	10	0.225	Benne Ekman 15x15cm (0.0225 m ²)
2008	0.0225	12	0.27	Benne Ekman 15x15cm (0.0225 m ²)
2009	0.0225	10	0.225	Benne Ekman 15x15cm (0.0225 m ²)
2012	0.0225	20	0.45	Benne Ekman 15x15cm (0.0225 m ²)
2016	0.1	9	0.90	Suceuse à air 0,1 m ²
2017	0.1	9	0.90	Suceuse à air 0,1 m ²
Bidassoa aval, subtidal				
2006	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2007	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2008	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2009	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2012	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2016	0.1	9	0.90	Benne Van Veen 0,1 m ²
2017	0.1	9	0.90	Benne Van Veen 0,1 m ²
Bidassoa amont, intertidal				
2006	0.0064	10	0.064	Carottier PVC tube diam. 9 cm (0,064 m ²)
2007	0.0064	15	0.096	Carottier PVC tube diam. 9 cm (0,064 m ²)
2008	0.028	10	0.28	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2009	0.028	10	0.28	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2012	0.028	7	0.20	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2016	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2017	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
Bidassoa aval, herbier à <i>Z. noltei</i> intertidal				
2006	0.04	5	0.20	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2007	0.04	5	0.20	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m

Site d'échantillonnage / Année	surface unitaire d'échantillonnage (m ²)	nombre d'échantillon	surface d'échantillonnage totale (m ²)	engin d'échantillonnage
2008	0.04	8	0.32	Carottier métallique carré 0,2 x 0,2m
2009	0.028	10	0.28	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
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 ²)
2017	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
Saint-Christoly, intertidal				
2006	0.0064	10	0.064	Carottier PVC tube diam. 9 cm (0,064 m ²)
2007	0.0064	15	0.096	Carottier PVC tube diam. 9 cm (0,064 m ²)
2008	0.028	10	0.28	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2009	0.028	10	0.28	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2012	0.028	7	0.20	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2016	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2017	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
Saint-Estèphe, intertidal				
2006	0.0064	10	0.064	Carottier PVC tube diam. 9 cm (0,064 m ²)
2007	0.0064	15	0.096	Carottier PVC tube diam. 9 cm (0,064 m ²)
2008	0.028	10	0.28	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2009	0.028	10	0.28	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2012	0.028	7	0.20	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2016	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
2017	0.028	9	0.25	Carottier PVC diam. 19 cm (0,028 m ²)
Saint-Christoly, subtidal				
2006	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2007	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2008	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2009	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2012	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2016	0.1	9	0.90	Benne Van Veen 0,1 m ²
2017	0.1	9	0.90	Benne Van Veen 0,1 m ²
Saint-Estèphe, subtidal				
2006	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2007	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2008	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2009	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2012	0.1	5	0.50	Benne Van Veen 0,1 m ²
2016	0.1	9	0.90	Benne Van Veen 0,1 m ²
2017	0.1	9	0.90	Benne Van Veen 0,1 m ²

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*) 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

Statut de l'indicateur DCE pour les eaux de transition estuarienne

A l'heure actuelle, le choix d'une méthode indicatrice adaptée à la faune invertébrée benthique des eaux de transition estuariennes a été réalisé grâce à un travail réalisé par Fouet *et al.* (2018) pour le compte de l'Agence Française pour la Biodiversité. Cette étude a conduit à retenir la méthode du BEQI2 pour l'évaluation de la qualité des masses d'eau de transition estuariennes. Les résultats de cette étude et l'indicateur lui-même n'est pas encore totalement valide car il nécessite encore d'être intercalibré avec les autres méthodologies. Ceci fait l'objet d'une étude et d'un rapport qui devrait être soumis dans les prochains mois aux autorités de l'Union européenne.

L'évaluation de la qualité des masses d'eau de transition estuarienne françaises à partir de la structure des communautés macrozoobenthiques prend tout d'abord en compte la nature de l'habitat estuarien dans lequel ont été collectés les échantillons. La désignation de cet habitat est basée sur la typologie EUNIS (European Union Information System, consultable sur <https://eunis.eea.europa.eu/habitats.jsp>). En ce qui concerne les estuaires, les habitats retenus, ainsi qu'une description très sommaire de leurs caractéristiques, sont indiqués dans la table suivante (Table 3).

Table 3

Liste et principales caractéristiques des habitats prise en compte dans l'étude : MEst : estrans vaseux de la partie moyenne de l'estuaire, UEst : estrans vaseux en amont de l'estuaire, MuSa : sables vaseux intertidaux, FiSa : sables fins intertidaux, SMuVS : vases sublittorales, IMuSa : sables vaseux de la zone sublittorale, SsaVS : sables sublittoraux

CODE	NOM	GRANULOMETRIE	CARACTERISTIQUES
DOMAINE INTERTIDAL			
MoSa A2.22	<i>Barren or amphipod dominated mobile sand shores.</i>	Sables moyens.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fort hydrodynamisme. ▪ Sables « propres » pratiquement dépourvus de matière organique et de particules fines (<63µm). ▪ Faible densité d'espèces + principalement des amphipodes ainsi que d'autres crustacés mobiles ou aux bonnes capacités fouisseuses et natatoires. ▪ Embouchure des estuaires/salinité souvent élevée et assez proche de celle de l'Océan.
FiSa A2.23	<i>Polychaete or amphipod-dominated fine sand shores</i>	Sables fins.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sables propres dominés par les sables fins. ▪ Teneurs en particules fines et matière organique extrêmement faibles ▪ Amphipodes et polychètes. ▪ Milieux légèrement plus abrités que MoSa ▪ Niveau de salinité élevé
MuSa A2.24	<i>Polychaete or bivalve-dominated muddy sand shores.</i>	Sables fins avec une fraction plus ou moins importante de particules fines.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Niveau de salinité élevé mais variable ▪ Sables vaseux (teneurs en particules fines typique : 3-33%, teneur typique en MO : 1-3%) ▪ Polychètes et bivalves.
MEst A2.31	<i>Polychaete/bivalves-dominated mid estuarine mud shores.</i>	Particules < 63µm et sables fins.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sédiment vaseux. Il convient cependant de faire remarquer que la nature anthropisée de nombreuses zones estuariennes entraîne une modification artificielle de la granulométrie par ajout de blocs, de gravats <i>etc.</i> Le point clés est ici l'envasement important. ▪ Dessalure marquée, en position intermédiaire dans l'estuaire. ▪ Polychètes et bivalves typiquement abondants en milieu estuarien (<i>L. balthica</i>, <i>S. plana</i>, <i>C. edule</i>, <i>H. diversicolor</i>, <i>P. elegans</i>, <i>S. shrubsolii</i>, <i>C. volutator</i>, <i>C. carinata</i>, <i>P. ulvae</i>)
UEst A2.32	<i>Polychaete/oligochaete-dominated upper estuarine mud shores.</i>	Particules fines <63µm.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ vaseux. Là aussi, il convient de faire remarquer que la nature anthropisée de nombreuses zones estuariennes entraîne une modification artificielle de la granulométrie par ajout de blocs, de gravats <i>etc.</i> Le point clés est ici l'envasement important. ▪ Forte influence de l'eau douce. ▪ Dessalure importante

			<ul style="list-style-type: none"> • Peu d'espèces + polychètes et oligochètes. • une des caractéristiques de la faune de ces zones est la disparition des bivalves (notamment <i>S. plana</i>) l'espèce invasive <i>Corbicula fluminea</i>, espèce d'eau douce, peut cependant parfois y être rencontrée. • en amont de MEst dans un estuaire.
DOMAINE SUBTIDAL			
SMuVS A5.32	<i>Sublittoral mud in variable salinity.</i>	Particules fines et sables fins.	<ul style="list-style-type: none"> • Vaseux mais avec une teneur en particules fines extrêmement variable d'une benne à l'autre. • Oligochètes et polychètes.
SSaVS A5.22	<i>Sublittoral sand in variable salinity.</i>	Sables moyens.	<ul style="list-style-type: none"> • Habitats sableux • Amphipodes, polychètes et mysidacés.
IMuSa A5.24	<i>Infralittoral muddy-sand.</i>	Sables fins.	<ul style="list-style-type: none"> • Sédiment sablo-vaseux non cohésif. • Polychètes et bivalves. • Prolongement des habitats marins en domaine à salinité variable, limité à la partie la moins dessalées des estuaires.

Pour chaque habitat, les conditions de références pour l'utilisation du BEQI2 ont été définies de la manière présentée sur la Table 4. L'indicateur BEQI2 est basé sur trois métriques : S, le nombre d'espèces sur l'ensemble de 3 échantillons ; H', l'indice de diversité de Shannon (en Log₂), également calculé à l'échelle de la somme de 3 échantillons et l'AMBI, calculé comme la valeur moyenne de l'AMBI obtenue sur 3 échantillons.

La formule de calcul du BEQI2

$$BEQI2 = \frac{\frac{S_{obs}}{S_{ref}} + \frac{H'_{obs}}{H'_{ref}} + \frac{(AMBI_{obs} - 7)}{(AMBI_{ref} - 7)}}{3}$$

Table 4

Conditions de références à utiliser pour l'indicateur BEQI2 pour chaque métrique et chaque habitat ainsi que de la formule de calcul de cet indicateur. Métriques considérées : AMBI, H' (indice de Shannon), S (nombre d'espèces).

Types d'habitat : MEst : estrans vaseux de la partie moyenne de l'estuaire, UEst : estrans vaseux en amont de l'estuaire, MuSa : sables vaseux intertidaux (en milieu à salinité variable), FiSa : sables fins intertidaux, SMuVS : vases sublittorales, IMuSa : sables vaseux de la zone subtidale, SSaVS : sables sublittoraux, référence MEC: sables plus ou moins envasés des Masses d'eaux côtières.

Les références proposées sont basées sur une surface de prélèvement de 0,087m² (3 carottiers) pour les habitats intertidaux et de 0,3m² pour les habitats subtidaux (3 bennes).

	H'	S	AMBI
INTERTIDAL			
A2.31. MEst	2,9	14	2,5
A2.32. UEst	1,6	8	2,8
A2.24 Musa	3,7	26	1,4
A2.23 FiSa	2,2	13	0,1
SUBTIDAL			
référence MEC - sables hétérogènes + ou - envasés	4,0	58	1,0
A5.24 IMuSa	3,8	33	1,0
A5.32 SMuVS	2,5	10	1,9
A5.22 SSaVS	2,7	9	0,3
Formule de calcul			
$BEQI2 = \frac{\frac{S_{obs}}{S_{ref}} + \frac{H'_{obs}}{H'_{ref}} + \frac{(AMBI_{obs} - 7)}{(AMBI_{ref} - 7)}}{3}$			

Il est important de noter que les références proposées sont basées sur la méthode d'échantillonnage utilisée pour les masses d'eau côtières et formalisées dans le rapport AQUAREF (Garcia *et al.*, 2014). En effet, les métriques S et, dans une moindre mesure, la métrique H' est sensible au changement de protocoles, notamment à la surface échantillon et au nombre d'échantillon prélevés. Plus précisément, les valeurs de ce tableau correspondent à une surface de prélèvement de 0,087m² (somme de 3 carottiers) pour les habitats intertidaux et de 0,3m² pour les habitats subtidaux (somme de 3 bennes).

Analyse des communautés

Afin de mieux comprendre la dynamique de la faune benthique telle qu'elle est observée dans chaque site, une analyse complémentaire des données est proposée, notamment en replaçant les données acquises en 2017 dans le contexte de l'ensemble du suivi, incluant les travaux préliminaires réalisés en 2006 (Cottet *et al.*, 2007b).

Pour procéder à cette étude, les données d'abondance par espèce collectés à l'échelle de chacun des Passages (A, B, ou C, somme de trois échantillons) suivis depuis le début du suivi ont été soumises à une analyse multivariée afin de dégager les éventuels patrons d'évolution de la composition faunistique au cours du suivi. Les analyses ont été réalisées en excluant l'espèce *Peringia ulvae*, en effet, ce petit mollusque peut atteindre localement des niveaux d'abondance très élevés et hautement fluctuant en fonction des marées, des vents et des conditions hydrodynamiques en raison de sa capacité à flotter au gré des courants. Etant donnée les très hauts niveaux d'abondance potentiels de cette espèce et le caractère hautement fluctuant de celle-ci, cette espèce est souvent responsable d'une grande partie des variations observées dans les analyses, pour une signification douteuse. Il a donc été décidé de retirer cette espèce des analyses multivariées. Il a ensuite été

procédé à une transformation des données en double racine carrée afin de modérer les écarts d'abondance existant entre les espèces collectées. Ces données transformées ont ensuite été utilisées pour calculer le degré de similarité faunistique entre chaque paire de Passage (A,B ou C) 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). Pour un même Passage (même année, même Lieu) Les communautés sont caractérisées au moyen du procédé SIMPER qui liste les principaux taxons contribuant à la similarité entre les différents passages d'une même date et un même lieu (ex : Adour subtidal aval 2017).

RESULTATS

Masse d'eau « estuaire Adour aval » (FRFT 07) : sites intertidaux

Caractéristiques des sédiments

La station « **Adour aval, intertidal** » (Figure 3) est située sur des graviers et sables grossiers envasés dont la médiane granulométrique varie entre 340 et plus de 1000 μm (Table 5). Même si la teneur en particules fine et la teneur en matière organique semblent faibles (en % de poids) elles restent non négligeables pour ce type de sédiment, En 2017 comme en 2016, le même type de substrat a été retrouvé dans les stations A et B ; la station C, consiste en des sédiments plus sableux. Les teneurs en particules fines sont assez faibles mais présentes. Les teneurs en matière organique sont également faibles mais non nulles.

La station « **Adour amont, intertidal** » (Figure 3) correspond à une zone d'enrochement très fortement envasée dont la médiane granulométrique varie entre 20 et 1290 μm en fonction de la présence occasionnelle de graviers. Les teneurs en matière organique sont élevées, en général supérieures à 5%. Les teneurs en particules fines varient de 35 à plus de 90% (Table 5).



A.



Figure 3
Aperçus photographiques des stations Adour intertidal aval (A.) et amont (B.)



Figure 4
Localisation des stations d'échantillonnage sur les sites « Adour aval intertidal » (en vert) et « Adour amont intertidal » (en bleu).

Table 5
Variations des caractéristiques du sédiment des sites « Adour aval intertidal » et « Adour amont intertidal »

Site	Teneur en matière organique (%)	Teneur en particules fines (<63µm) (%)	Médiane granulométrique (µm)
Adour aval, intertidal			
2007	4,5	13	490
2008	0,7	2	1270
2009	2,0	1	1000
2012	1,4 à 2,3	3 à 5	1000 à 1100
2016	0,3 à 0,8	<1 à 5	340 à 1440
2017			
A	0,5	<1	1470
B	1,8	1	2130
C	0,7	2	344
Adour amont, intertidal			
2007	6,6	93	20
2008	4,8	61	40
2009	14,0	49	60
2012	6,7 à 7,6	72 à 77	25 à 30
2016			
A	3,9 à 9,9	36 à 83	20 à 90
2017			
A	9,3	35	130
B	4,6	19	1290
C	7,8	45	70

Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique

La macrofaune benthique de la station « **Adour aval, intertidal** » est caractérisée par le gastéropode *Peringia ulvae*, la présence d'oligochètes, le bivalve *Scrobicularia plana*, les polychètes *Hediste diversicolor* et *Streblospio shrubsolii*. Le principal crustacé représenté dans les échantillons est *Cyathura carinata*. La PCO montre que la composition de la macrofaune benthique semble avoir légèrement changé entre la période 2006-2012 et la période 2016-2017. Ceci est principalement dû à l'échantillonnage de nouvelles stations (Passages A et C) (Figure 5). Ces stations A et C présentent une composition faunistique différente de celle précédemment observée en raison d'un type sédimentaire différent et d'une localisation différente. A l'avenir il sera avisé de continuer à prendre en compte cette hétérogénéité spatiale en compte dans les analyses. Il est à signaler que la localisation du Passage C a été modifiée en 2017.

La faune benthique de la station « **Adour amont, intertidal** » est caractérisée par les mêmes principales espèces que la station « Adour aval, intertidal », elle correspond à un faciès appauvri de la communauté qui est échantillonnée dans la zone aval, probablement en raison d'un niveau de salinité plus bas qu'en aval. L'année 2017 ne se distingue pas des années précédentes en termes de composition faunistique (Figure 5). Seule l'année 2007 semble se distinguer avec une composition faunistique proche de celle trouvée en aval.

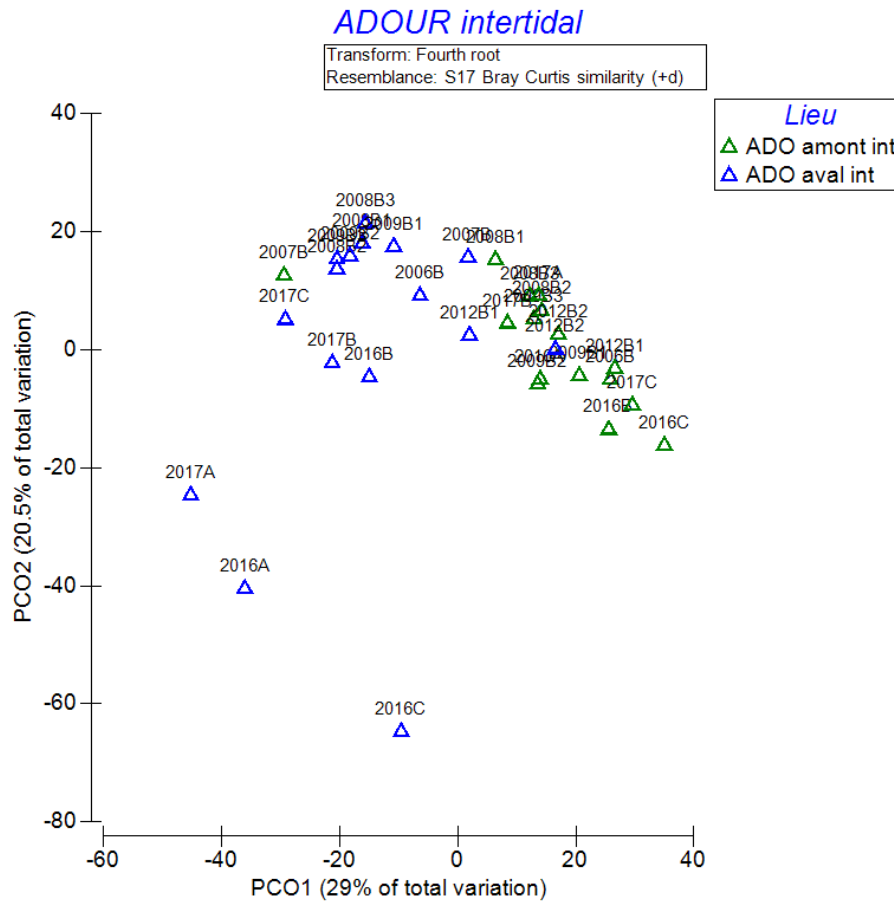


Figure 5

Analyse en coordonnées principales (PCO) présentant le niveau de similarité faunistique entre les points collectés au cours des années dans les stations intertidales de l'Adour. Les couleurs des points correspondent aux différentes stations : amont et aval. Le passage (A, B ou C) est indiqué. Le passage B est le passage suivi depuis le début de la surveillance. Les couleurs des points correspondent aux différents sites de suivis, chaque point correspond à un Passage (A, B ou C, voire B1 B2... quand davantage de données ont été collecté au Passage B (en fonction des modifications du protocole d'échantillonnage))

Table 6

Principales espèces (taxons) caractérisant la macrofaune benthique des sites « Adour aval, intertidal » et « Adour amont, intertidal » entre 2007 et 2017 et niveau d'abondance (individus par m²). Les taxons caractéristiques sont définis par l'analyse SIMPER. L'absence d'un taxon de la liste ne signifie pas que le taxon est absent.

Adour aval, intertidal		Adour amont, intertidal	
2006	n	2006	n
<i>Peringia ulvae</i>	2793	<i>Scrobicularia plana</i>	513
Oligochaeta	153	<i>Cyathura carinata</i>	14
<i>Abra tenuis</i>	18		
<i>Scrobicularia plana</i>	7		
<i>Hediste diversicolor</i>	10		
<i>Ruditapes philippinarum</i>	3		
2007	n	2007	n
<i>Peringia ulvae</i>	5419	<i>Cyathura carinata</i>	385
<i>Scrobicularia plana</i>	4477	<i>Streblospio shrubsolii</i>	361
<i>Hediste diversicolor</i>	4283	<i>Scrobicularia plana</i>	253
<i>Alkmaria romijni</i>	1688		
Oligochaeta	935		
<i>Streblospio shrubsolii</i>	831		
<i>Cyathura carinata</i>	82		
2008	n	2008	n
<i>Scrobicularia plana</i>	2512	<i>Scrobicularia plana</i>	576
<i>Peringia ulvae</i>	819	<i>Cyathura carinata</i>	138
<i>Cyathura carinata</i>	440	Oligochaeta	57
<i>Streblospio shrubsolii</i>	86	<i>Streblospio shrubsolii</i>	30
<i>Hediste diversicolor</i>	236		
Oligochaeta	150		
<i>Alkmaria romijni</i>	250		
<i>Abra tenuis</i>	392		
2009	n	2009	n
<i>Peringia ulvae</i>	5444	<i>Scrobicularia plana</i>	697
<i>Cyathura carinata</i>	1412	<i>Cyathura carinata</i>	219
Oligochaeta	243		
<i>Hediste diversicolor</i>	185		
<i>Streblospio shrubsolii</i>	6		
2012	n	2012	n
<i>Peringia ulvae</i>	12062	<i>Scrobicularia plana</i>	455
Oligochaeta	1304	Oligochaeta	15
		<i>Hediste diversicolor</i>	3
2016	n	2016	n
<i>Peringia ulvae</i>	120	Dolichopodidae	112
<i>Hediste diversicolor</i>	44	<i>Scrobicularia plana</i>	168
nemertes	1	<i>Hediste diversicolor</i>	48
oligochaeta	908		
<i>Eurydice spinigera</i>	28		
<i>Streblospio shrubsolii</i>	16		
2017	n	2017	n
<i>Peringia ulvae</i>	19120	<i>Scrobicularia plana</i>	440

<i>Streblospio shrubsolii</i>	664	<i>Cyathura carinata</i>	40
<i>Capitella</i>	276	oligochaeta	152
<i>Ruditapes</i>	272	<i>Hediste diversicolor</i>	12
<i>Cerastoderma edule</i>	28		
Aoridae	16		
<i>Hediste diversicolor</i>	652		
<i>Scrobicularia plana</i>	1100		
oligochaeta	308		
<i>Cyathura carinata</i>	28		

Caractérisation de l'habitat benthique des sites échantillonnés

La station « **Adour aval, intertidal** » est localisée à relativement faible distance de la station « Adour 2 » suivie dans le cadre de la surveillance des paramètres hydrologiques et planctoniques (Auby *et al.*, 2018). Les résultats acquis depuis 2012 montrent que la salinité au niveau de la surface est très variable avec des périodes hivernales où la salinité est inférieure à 10 voire à 5, et des périodes printano-automnales de durée variable en fonction des années où la salinité est, en général, supérieure à 25. La nature des sédiments apparaît relativement grossière bien que les teneurs en particules fines soient significatives, de plus, comme dans de nombreux estuaires fortement anthropisés, l'origine anthropique des particules des particules grossières ne peut être écartée. Dans tous les cas, ces sites n'apparaissent pas comme des zones où l'envasement est très important. Les principales espèces présentes sur les sites de cette station suggèrent que cette station correspondrait à l'habitat **EUNIS A2.31**. « estrans vaseux de la partie moyenne des estuaires dominés par polychètes et les bivalves » ou à l'habitat **EUNIS A2.24**. « estrans sablo-vaseux dominés par les polychètes et les bivalves en milieu à salinité variable », en raison de la faible quantité de vase et de la localisation de cette station très en aval de l'estuaire.

La station localisée plus en amont « **Adour amont, intertidal** » relève du type d'habitat **EUNIS A2.31** « estrans vaseux de la partie moyenne des estuaires dominés par polychètes et les bivalves ». La présence de particules grossière est en effet clairement liée à la présence d'enrochements sur cette zone, le substrat meuble présent est très fortement vaseux. La faune présente est caractérisée, entre autre, par la présence de bivalves en particulier *Scrobicularia plana* ce qui renforce la probabilité d'appartenance de cette station à cet habitat EUNIS bien qu'on ne dispose que de très peu d'informations sur le régime de salinité de cette station.

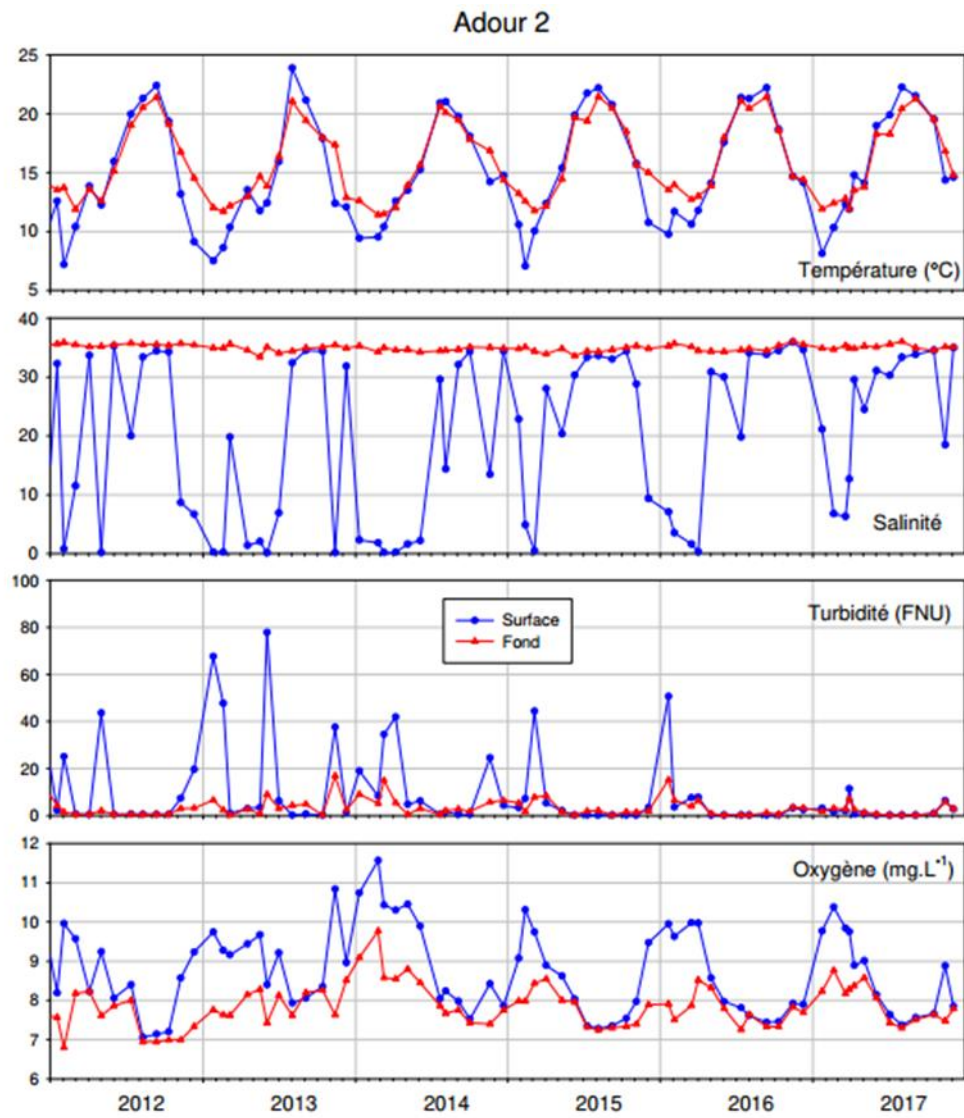


Figure 6
Conditions hydrologiques à la station « Adour 2 », extrait du rapport d'Auby *et al.* (2018)

Calcul des métriques indicatrices

Adour aval, intertidal

L'étude du seul Passage B, passage suivi depuis le début de la surveillance DCE permet d'évaluer une éventuelle modification « long terme » des métriques incluses dans le futur indicateur BEQI-FR : AMBI, nombre de taxons S et indice de diversité de Shannon H'. Les métriques indicatrices AMBI et nombre d'espèce (S,) ne montrent pas de tendance linéaire croissante ou décroissante significative au cours du suivi dans la station « **Adour aval, intertidal** ». En revanche une tendance à la décroissance de l'indice de Shannon est observée (Figure 7). Cette diminution est liée à un phénomène de dominance accrue principalement liée aux fluctuations d'abondance du gastéropode *Peringia ulvae* et ne sont donc probablement pas liées à une diminution de la qualité du milieu depuis 2006. Quelle que soit l'habitat de référence utilisé, la valeur de l'indicateur BEQI ne se trouve pas avoir significativement diminué depuis 2006 (Figure 8). Naturellement, selon l'habitat de référence utilisé, la valeur de l'indicateur est meilleure si la référence prise est l'habitat A2.31 (estran vaseux de milieu d'estuaire) que dans le cas de l'habitat A2.24 sables vaseux intertidaux). **Si ce dernier habitat (A2.24) est pris comme référence**, la valeur du BEQI-FR de 2017 correspondrait probablement (les seuls précis seront donnés à l'issue de l'exercice d'intercalibration en cours) à **un état moyen ou à la limite du bon état**, principalement en raison des valeurs faibles de H' et de S (Figure 9). Si la référence A2.31 est utilisée, les valeurs du BEQI-FR correspondraient à un état bon à très bon (Figure 9), dans ce cas de figure, seules les faibles valeurs de H' contribuent à modérer la valeur de l'indicateur.

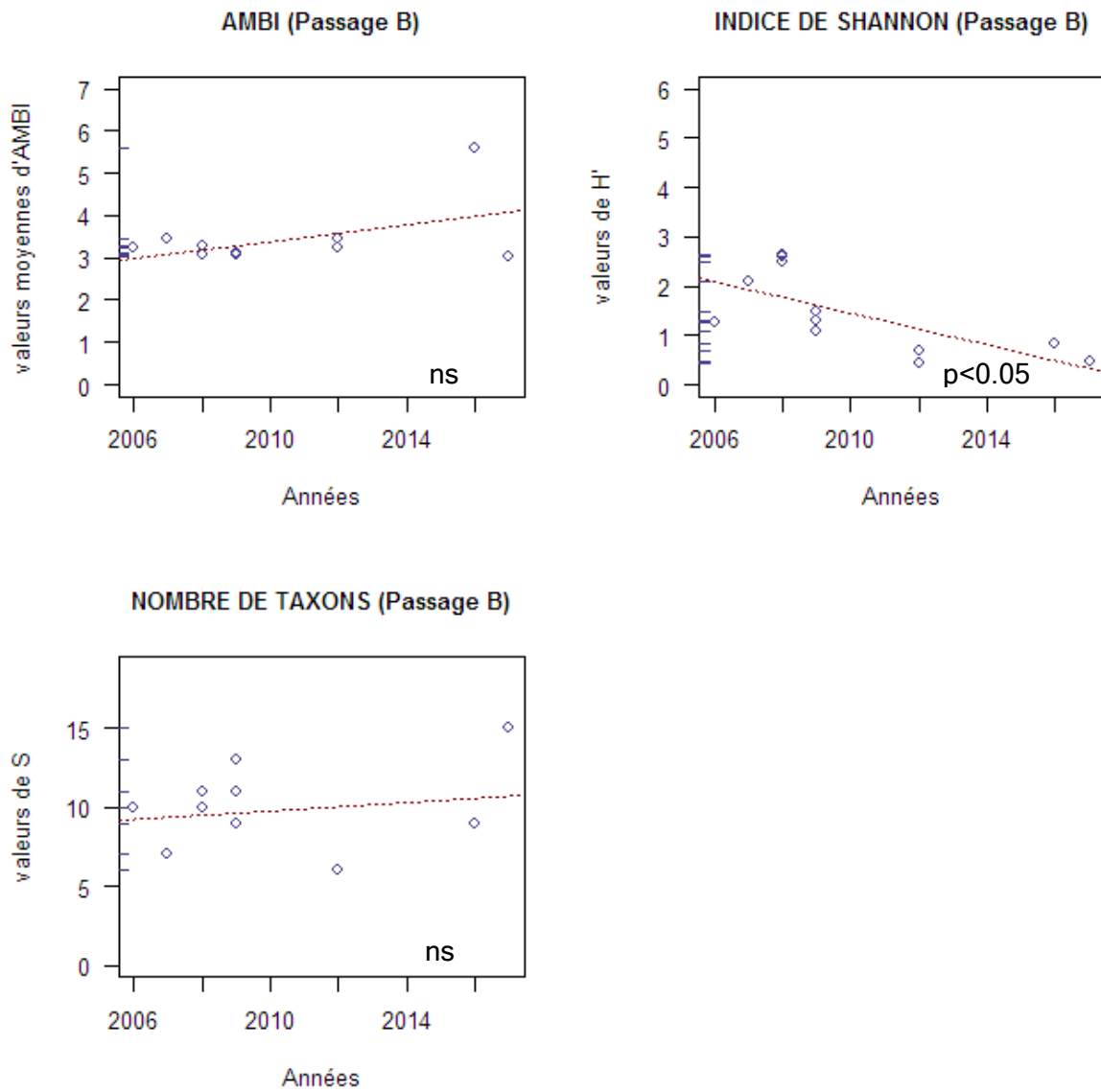
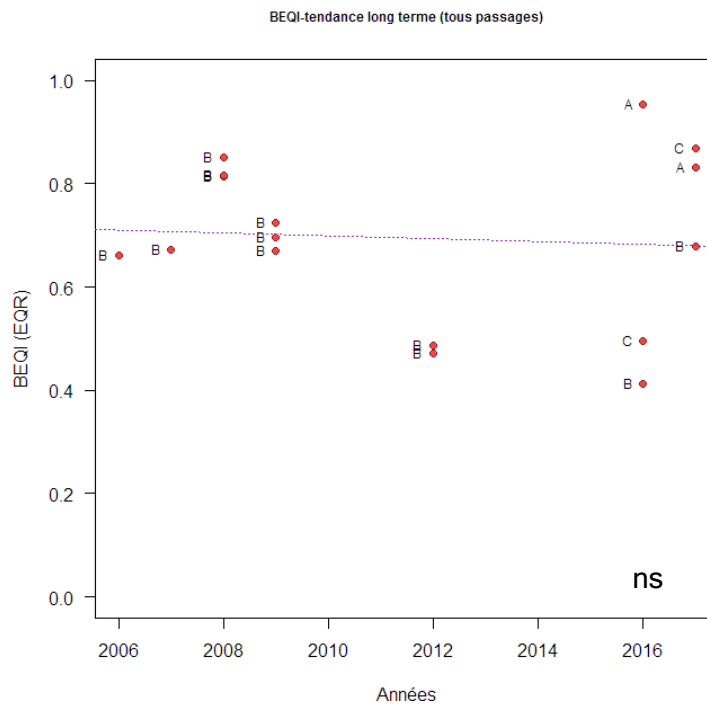


Figure 7

Variations interannuelles des métriques indicatrices au sein de la station « historique »- Adour aval, intertidal. La signification statistique de la pente de la régression linéaire est indiquée (ns : non significatif, $p>0.05$)

A. A2.31



B. A2.24

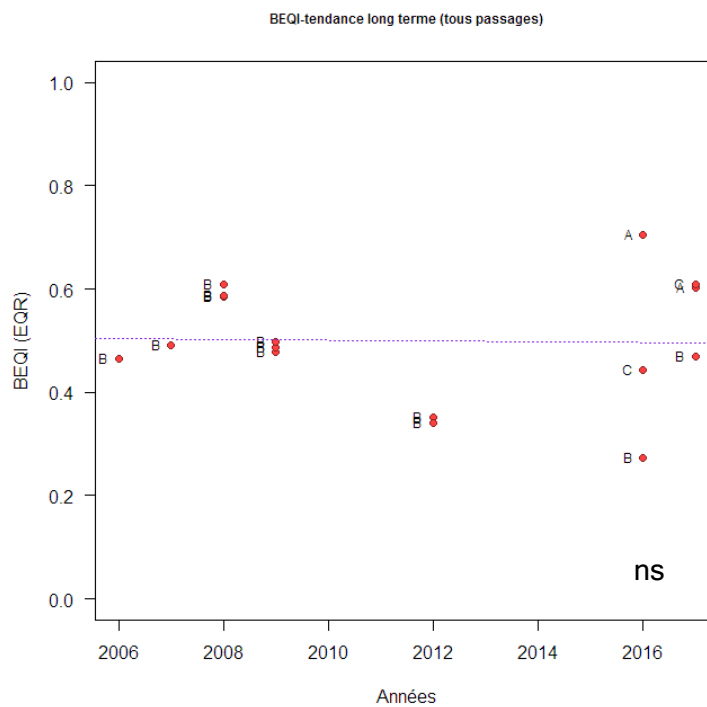
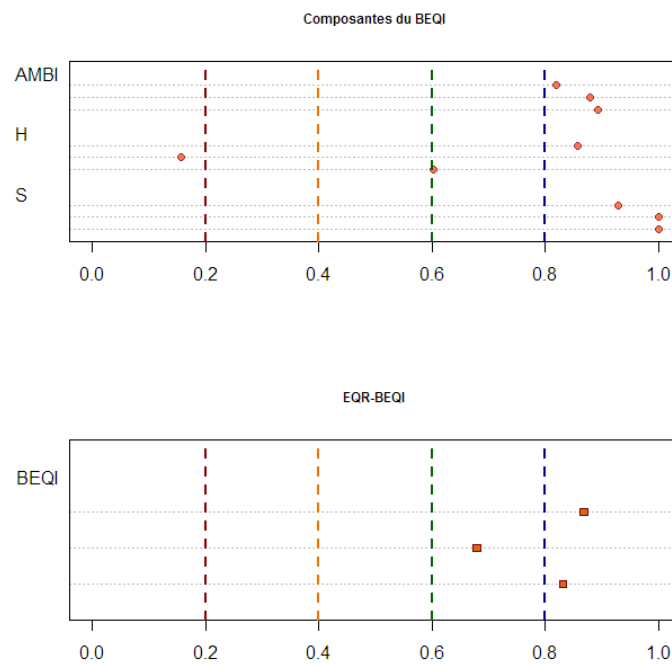


Figure 8
Variations interannuelles du BEQI-FR, station « Adour aval, intertidal », en utilisant une référence d'habitat EUNIS A2.31. (A.) et A2.24 (B.). La signification statistique de la pente de la régression linéaires est indiquée (ns=non significatif, $p > 0.05$)

A. A2.31



B. A2.24

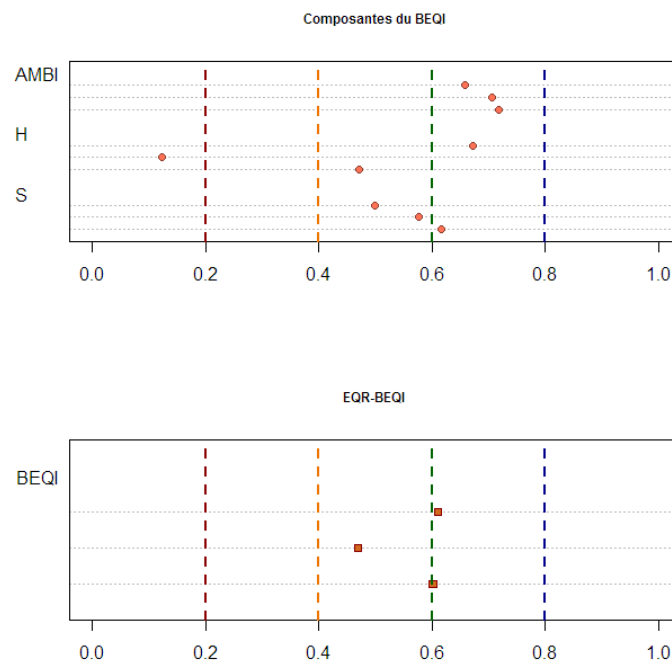


Figure 9
Valeurs de l'indicateur BEQI-FR pour la station « Adour aval, intertidal, pour une référence d'habitat EUNIS A2.31. (A.) et pour une référence A2.24 (B.)

Adour amont, intertidal

Aucune des métriques indicatrices ne montre de tendance linéaire à la croissance ou à la décroissance au cours de la surveillance de la station « **Adour amont, intertidal** » (Figure 10). De même les valeurs de l'indicateur BEQI-FR ont oscillé principalement entre 0.5 et 0.65 au cours de la surveillance de ce site, sans tendance significative entre 2007 et 2017, d'après les données disponibles (Figure 11). L'état écologique de la station Adour amont, intertidal, pour 2017 correspondrait probablement à un état moyen bien qu'il soit nécessaire d'attendre les seuils officiels issus de l'exercice d'intercalibration. Ces valeurs relativement faibles de l'indicateur sont principalement liées aux métriques de diversité (H' et S).

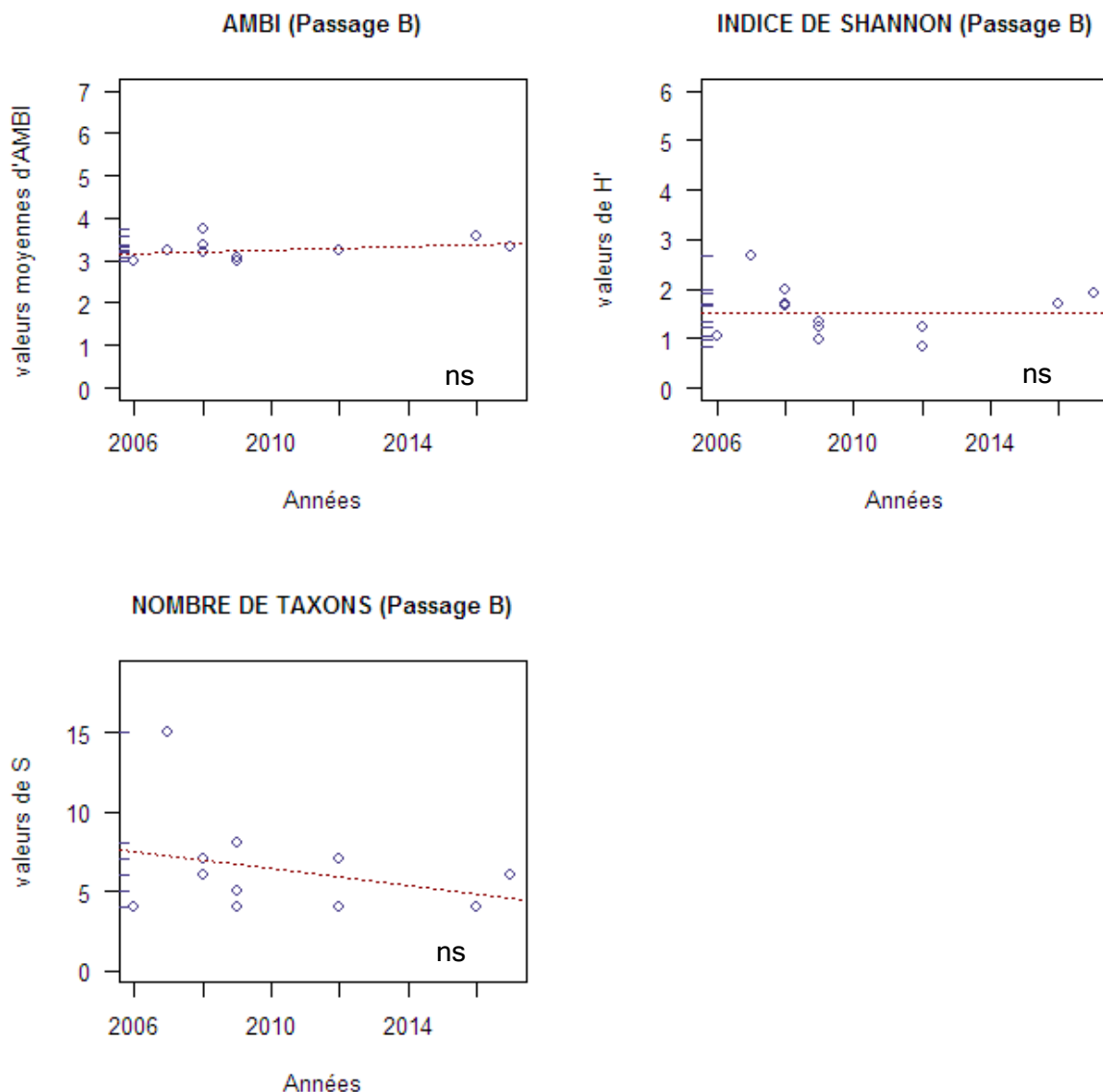


Figure 10

Variations interannuelles des métriques indicatrices au sein de la station « historique »- Adour amont, intertidal. La signification statistique de la pente de la régression linéaire est indiquée (ns : non significatif, $p > 0.05$)

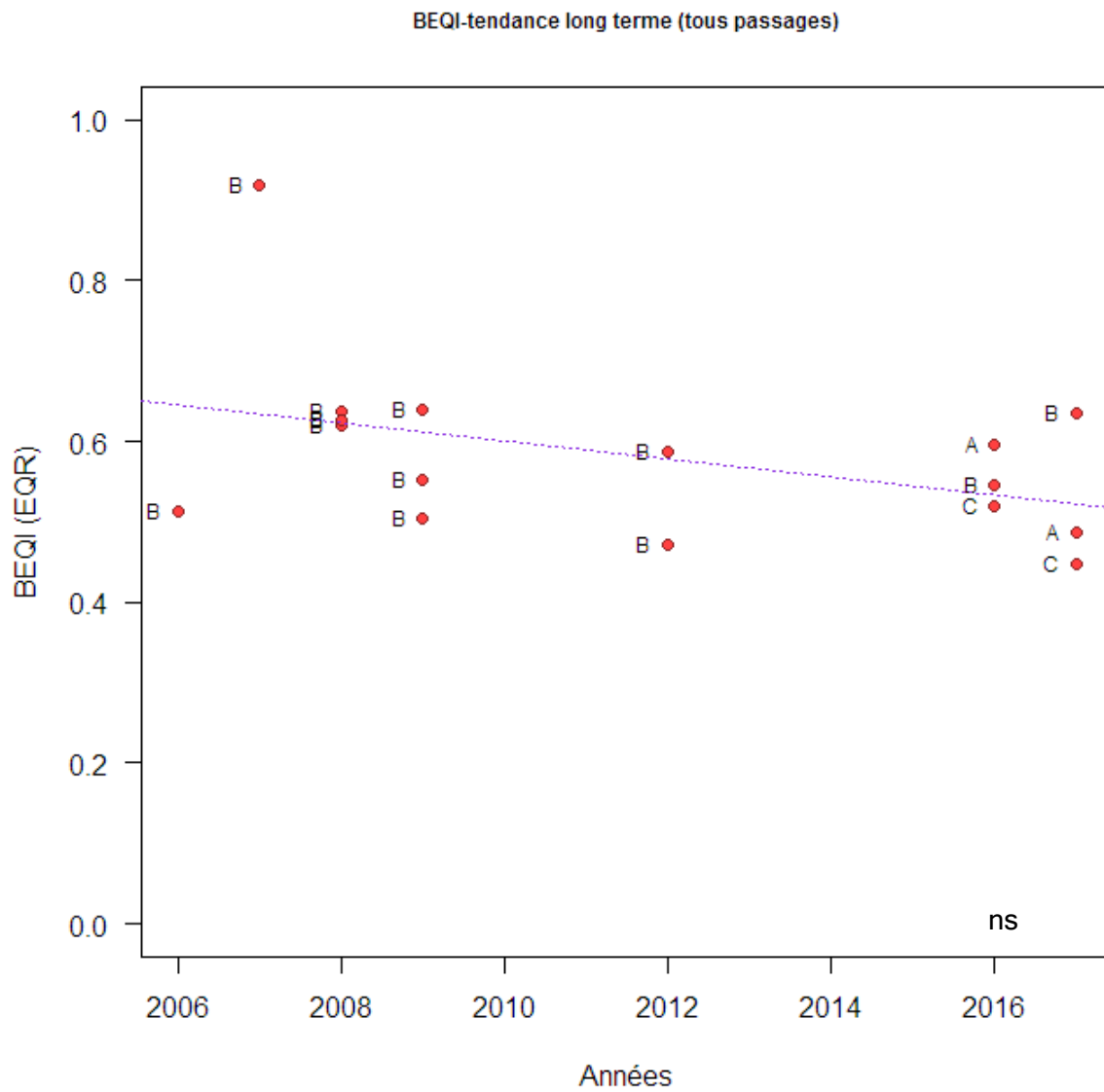


Figure 11
 Variations interannuelles du BEQI-FR, station « Adour amont, intertidal », en utilisant une référence d'habitat EUNIS A2.31. La signification statistique de la pente de la régression linéaires est indiquée (ns=non significatif, $p>0.05$)

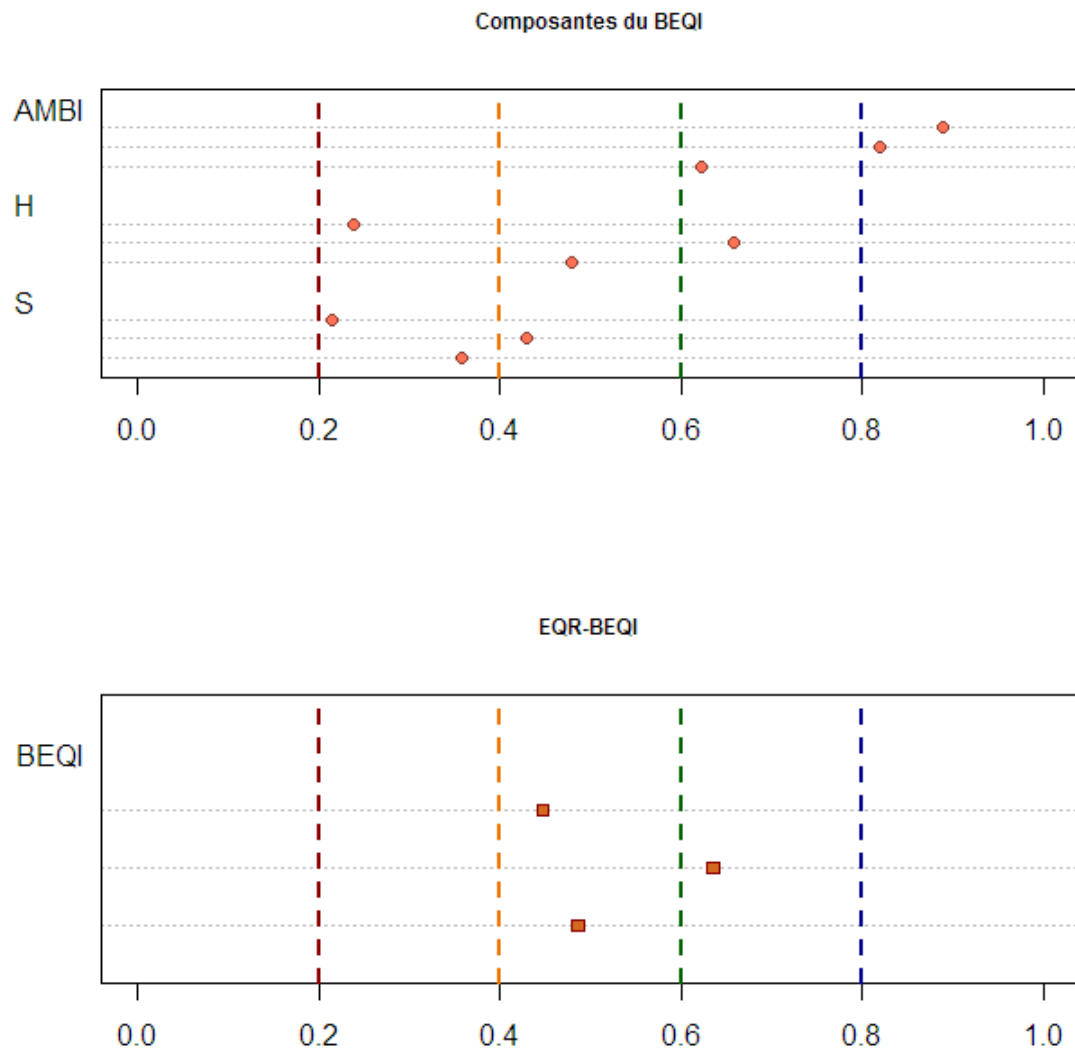


Figure 12
Valeurs de l'indicateur BEQI-FR pour la station « Adour amont, intertidal, pour une référence d'habitat EUNIS A2.31.

Masse d'eau « estuaire Adour aval » : sites subtidaux

Caractéristiques des sédiments

La station « **Adour aval, subtidal** » est située dans une zone où les sédiments varient de manière importante à petite échelle spatiale : ceci est démontré en 2009, 2012 et confirmé en 2016 et 2017. D'un échantillon à l'autre, les sédiments consistent en des vases (médiane granulométrique inférieure à $65\mu\text{m}$) riches en matière organique, à des sables plus ou moins envasés voire à des graviers. Les échantillons collectés en 2017 confirment cette variabilité des sédiments à plus large échelle spatiale. De plus, pour un même passage (A, B, ou C), les sédiments diffèrent entre 2016 et 2017 : le passage B présentait les sédiments les plus grossiers en 2016, alors que celui consistait en des vases sableuses en 2017 et que les sédiments les plus grossiers ont été observés sur le passage C en 2017 (Table 7).

La station « **Adour amont, subtidal** » n'avait pu être échantillonnée lors de la campagne 2016 : l'ensemble de la zone avait été explorée en vain à la recherche d'un substrat meuble. En 2017, l'échantillonnage s'est avéré plus fructueux : de la même manière que sur la station aval, le substrat est là-aussi extrêmement variable avec des sables plus ou moins fortement envasés et plus ou moins riches en matière organique (Table 7).



Figure 13

Localisation des stations d'échantillonnage sur les sites « Adour aval subtidal » et « Adour amont subtidal ». Les points jaunes pâles correspondent aux stations d'échantillonnage du site « Adour intertidal aval », les points verts et rouges correspondent aux sites « Adour amont subtidal » entre 2007 et 2009 (en vert) puis à la station de 2012, en rouge. Ce site n'a pu être échantillonné en 2016 en raison de l'absence de substrat meuble dans la zone.

Table 7
Variations des caractéristiques du sédiment des sites « Adour aval subtidal » et « Adour amont subtidal »

Site		Teneur en matière organique (%)	Teneur en particules fines (<63µm) (%)	Médiane granulométrique (µm)
Adour aval, subtidal				
2007		6,6	32	230
2008		1,2	6	1120
2009		0,4 à 6,0	3 à 60	40 à 410
2012		0,8 à 8,1	2 à 56	50 à 150
2016		0,6 à 8,9	<1 à 72	30 à 3470
2017	A	6,2	57	40
	B	8,1	78	20
	C	0,5	<1	350
Adour amont, subtidal				
2007		2,1	6	370
2008		0,4	<1	440
2009		1,0	1	440
2012*		0,6 à 5,1*	2 à 26*	250 à 350*
2016		nd	nd	nd
2017	A	3,7	73	30
	B	0,6	<1	400
	C	6,5	23	20

*En 2012, la station a été déplacée vers l'aval en 2012

Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique

La macrofaune benthique des deux stations « **Adour aval, subtidal** » et « **Adour amont, subtidal** » est difficile à caractériser en raison de la très forte hétérogénéité sédimentaire à petite échelle spatiale voire à l'absence de couverture sédimentaire meuble significative sur certaines zones lors de certaines campagnes d'échantillonnage (cas de l'année 2016, et de l'année 2009 à la station Adour amont).

Les espèces les plus abondantes et les plus souvent identifiées au cours du suivi étaient, d'une part, des espèces typiquement retrouvées dans les zones envasées des estuaires telles *Streblospio shrubsolii*, *Cyathura carinata*, *Heteromastus filiformis*, *Hediste diversicolor* et *Scrobicularia plana* mais aussi des espèces typiques des sables soumis à un fort hydrodynamisme : *Gastrosaccus spinifer*, *Eurydice pulchra* ou *Nephtys cirrosa*.

La dispersion des points-échantillons sur la PCO illustre la forte hétérogénéité faunistique observée entre les campagnes (Figure 14) : les deux stations aval et amont présentent en effet des communautés relativement similaires au cours d'une même année et les différences de communautés observées d'une année à l'autre sont plus importantes que les différences entre les deux stations. L'année 2017 se caractérise, par rapport aux autres années, par une abondance relativement élevée des espèces *Scrobicularia plana*, *Streblospio shrubsolii* et *Cyathura carinata*.

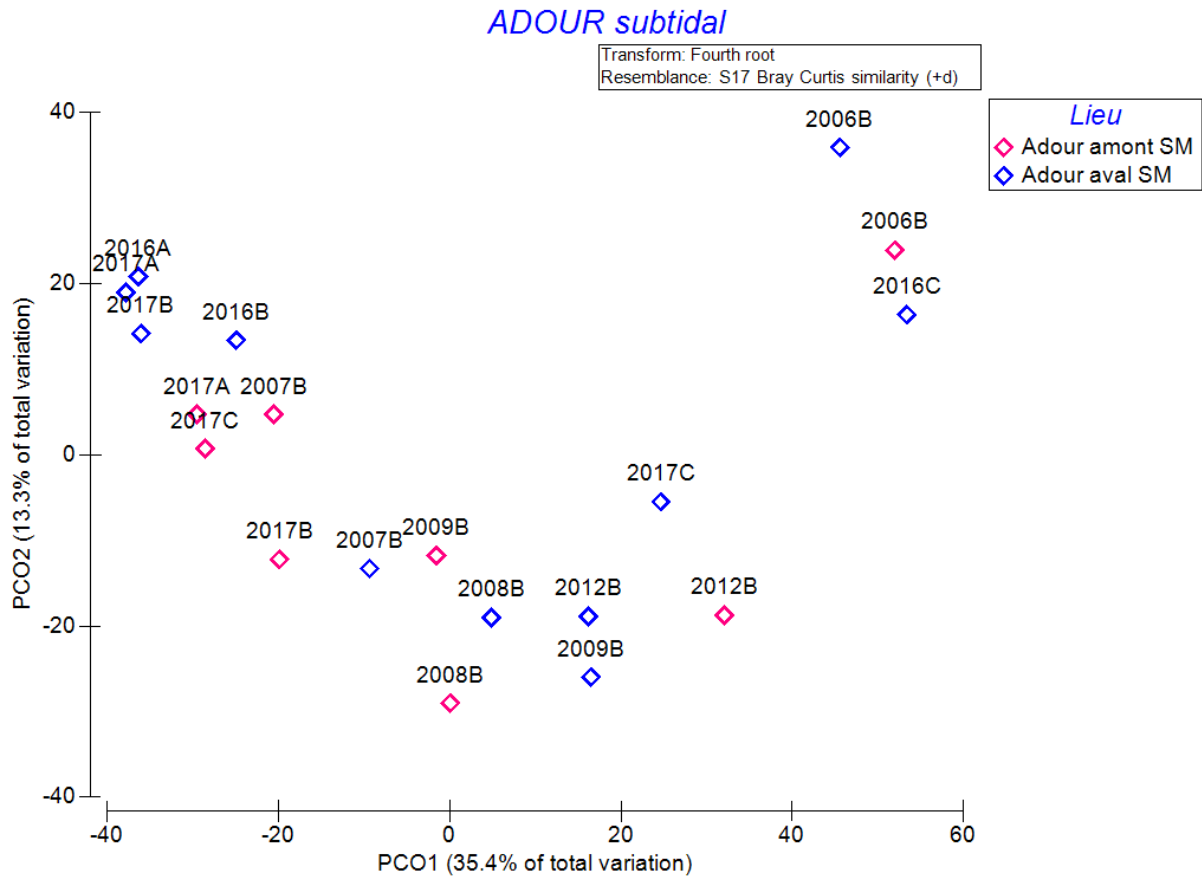


Figure 14
 Analyse en coordonnées principales (PCO) présentant le niveau de similarité faunistique entre les échantillons collectés au cours des années dans le site « Adour aval, intertidal » (A..) et la site « Adour amont intertidal » (B.).
 Les couleurs des points correspondent aux différentes années.

Table 8

Principales espèces (taxons) caractérisant la macrofaune benthique des sites « Adour aval, subtidal » et « Adour amont, subtidal » entre 2007 et 2016 et niveau d'abondance (individus par m²). Les taxons caractéristiques sont définis par l'analyse SIMPER (taxons contribuant à 90% de la similarité entre les passages d'une même date et d'un même Lieu). L'absence d'un taxon de la liste ne signifie pas que le taxon est absent.

Adour aval, subtidal		Adour amont, subtidal	
2006	n	2006	n
aucune	-	<i>Eurydice pulchra</i>	2
		<i>Nephtys cirrosa</i>	1
2007	n	2007	n
<i>Streblospio shrubsolii</i>	121	<i>Streblospio shrubsolii</i>	901
<i>Cyathura carinata</i>	6	<i>Cyathura carinata</i>	43
<i>Modiolus modiolus</i>	<1	<i>Leptocheirus pilosus</i>	95
Nemertina	<1	<i>Hemigrapsus takanoi</i>	46
		<i>Boccardiella ligERICA</i>	243
2008	n	<i>Melita pellucida</i>	47
<i>Streblospio shrubsolii</i>	26	<i>Palaemon longirostris</i>	7
<i>Cyathura carinata</i>	5	<i>Scrobicularia plana</i>	6
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	<1	2008	n
<i>Tellimya ferruginosa</i>	<1	<i>Streblospio shrubsolii</i>	94
<i>Glycera</i> sp.	<1	<i>Bathyporeia</i> sp.	118
Nemertina	<1	<i>Cyathura carinata</i>	4
<i>Modiolus barbatus</i>	<1	<i>Boccardiella ligERICA</i>	2
2009	n	2009	n
<i>Eurydice pulchra</i>	4	<i>Crassostrea gigas</i>	136
<i>Streblospio shrubsolii</i>	1	<i>Corophium multisetosum</i>	28
2012	n	<i>Modiolus modiolus</i>	10
<i>Streblospio shrubsolii</i>	53	2012	n
Astartidae	2	<i>Eurydice pulchra</i>	3
<i>Loripes lacteus</i>	1	2016	n
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	2	pas de données	
2016	n	2016	n
<i>Streblospio shrubsolii</i>	97		
<i>Heteromastus filiformis</i>	36		
Oligochaeta	74		
<i>Hediste diversicolor</i>	20		
<i>Scrobicularia plana</i>	24		
<i>Alkmaria romijni</i>	24		
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	<1		
<i>Cyathura carinata</i>	5		
<i>Melita palmata</i>	<1		
<i>Nassarius reticulatus</i>	<1		
2017	n	2017	n
<i>Streblospio shrubsolii</i>	327	<i>Cyathura carinata</i>	275

<i>Cyathura carinata</i>	245	<i>Streblospio shrebsolii</i>	95
<i>Scrobicularia plana</i>	472	<i>Scrobicularia plana</i>	113
<i>Alkmaria romijni</i>	105	Oligochaeta	39
Oligochaeta	186	<i>Alkamaria romijni</i>	35
<i>Hediste diversicolor</i>	83	Aoridae	29
Aoridae	20		
<i>Cerastoderma edule</i>	22		
<i>Carcinus maenas</i>	2		
<i>Peringia ulvae</i>	116		

Caractérisation de l'habitat benthique des sites échantillonnés

La station « **Adour aval, subtidal** » est localisée à faible distance de la station « Adour 2 » suivie dans le cadre de la surveillance des paramètres hydrologiques et planctoniques (Auby *et al.*, 2018). Les résultats acquis depuis 2012 montrent que la salinité au niveau du fond est très stable et comparable à des conditions marines côtières (Figure 15). Les sédiments sont fortement variables : d'après les résultats acquis jusqu'ici ils varient entre vases sableuses et sables. Cette station peut être classée dans l'habitat **EUNIS A5.24** « Sables Vaseux Infralittoraux » (IMuSa).

Nous ne disposons pas d'informations précises sur le niveau de salinité à la station « **Adour amont, subtidal** », qui, de plus, a changé de position en raison des difficultés rencontrées pour y collecter du sédiment meuble. La PCO met en évidence la forte similarité des communautés benthiques observées sur les deux stations amont et aval et un même type sédimentaire, il paraît donc logique d'utiliser une même référence d'habitat pour les deux stations même si cette station amont devrait présenter probablement un caractère un peu moins marin que la station aval. Malheureusement nous ne disposons pas de données permettant de vérifier cette supposition. Cette station peut être classée dans l'habitat **EUNIS A5.24** « Sables Vaseux Infralittoraux » (IMuSa).

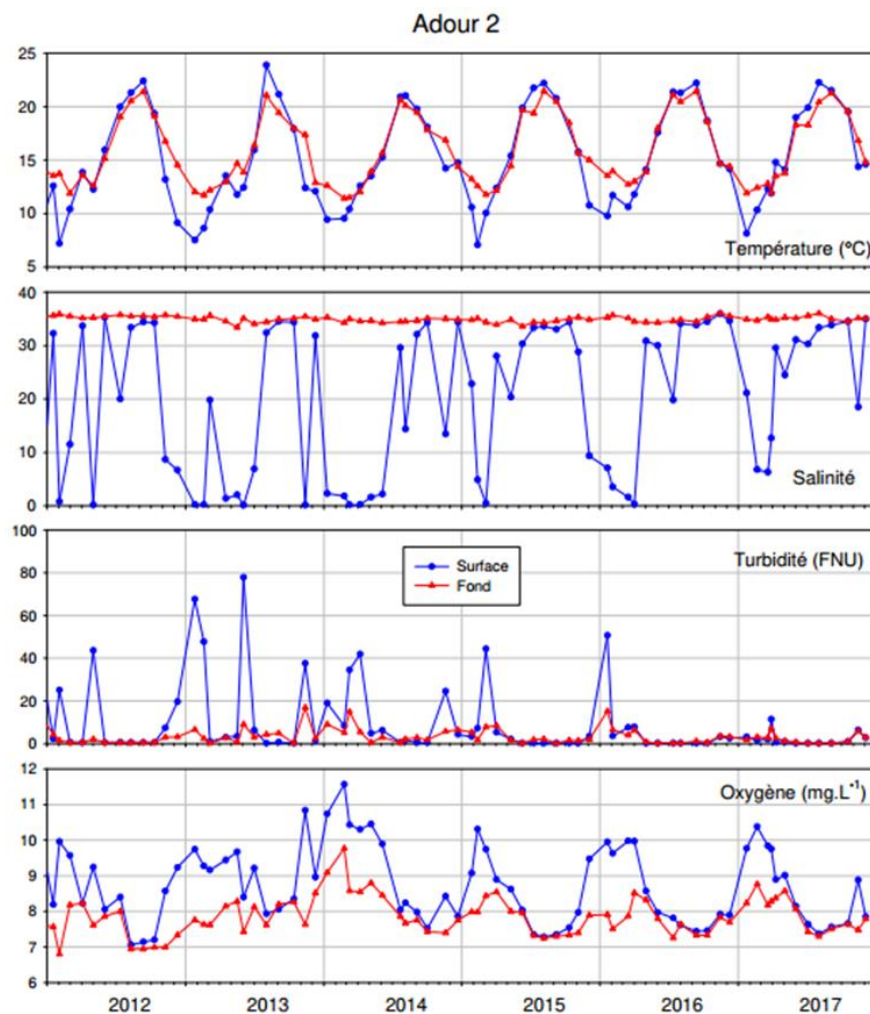


Figure 15
Conditions hydrologiques à la station « Adour 2 », extrait du rapport d'Auby *et al.* (2018)

Calcul des métriques indicatrices

Adour aval, subtidal

Aucune des métriques indicatrices ne montre de tendance linéaire significative au cours de la surveillance de la station « **Adour aval, subtidal** » entre 2006 et 2017 (Figure 16). De même la valeur de l'indicateur BEQI-FR ne montre pas de tendance significative au cours de cette période (Figure 17). En termes d'état écologique, les conditions décrites par l'indicateur BEQI-FR correspondraient probablement à un état écologique moyen à bon (Figure 18) principalement en raison de faibles valeurs du nombre de taxons (S).

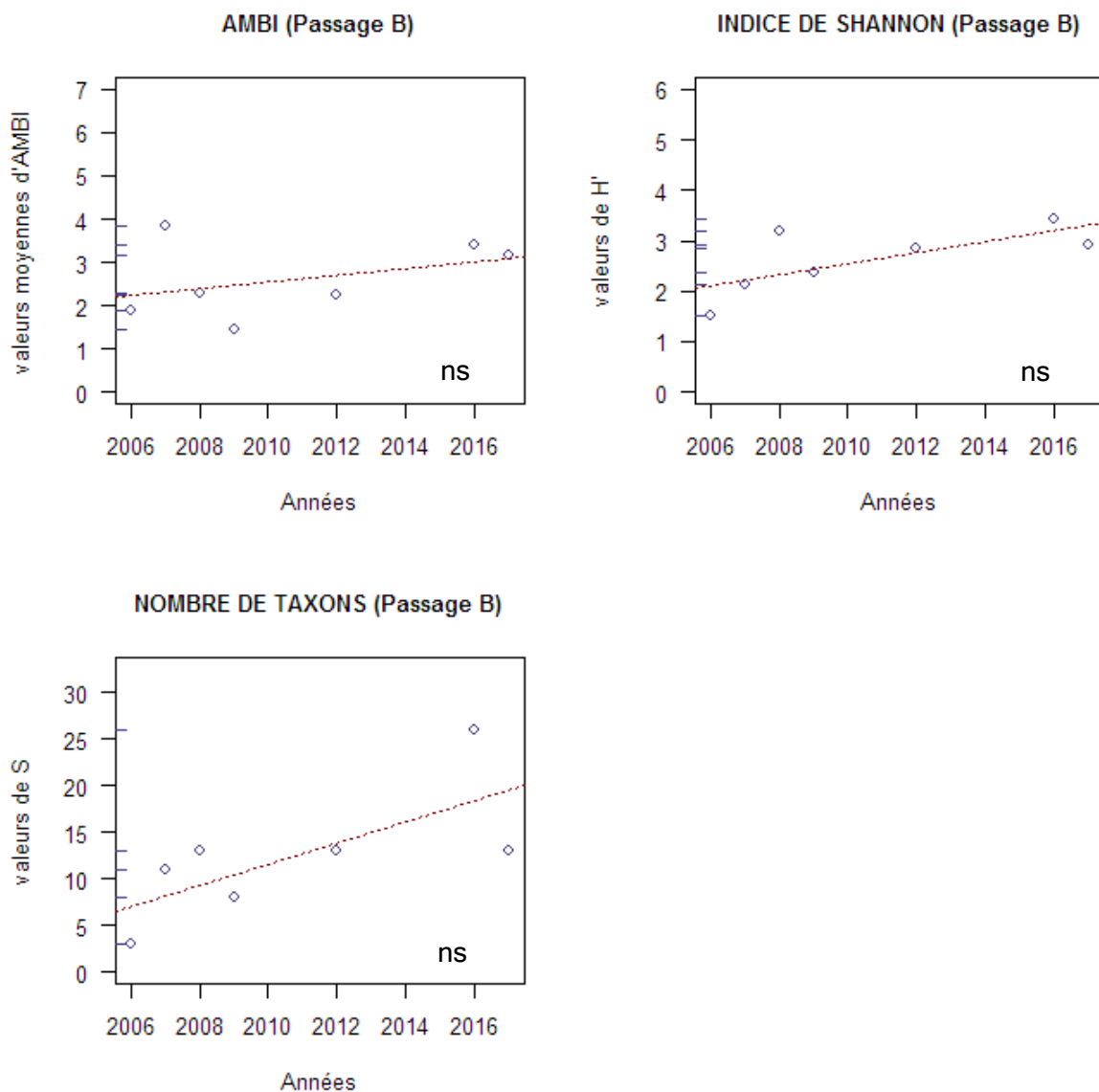


Figure 16

Variations interannuelles des métriques indicatrices au sein de la station « historique »- Adour aval, subtidal. La signification statistique de la pente de la régression linéaire est indiquée (ns : non significatif, $p > 0.05$)

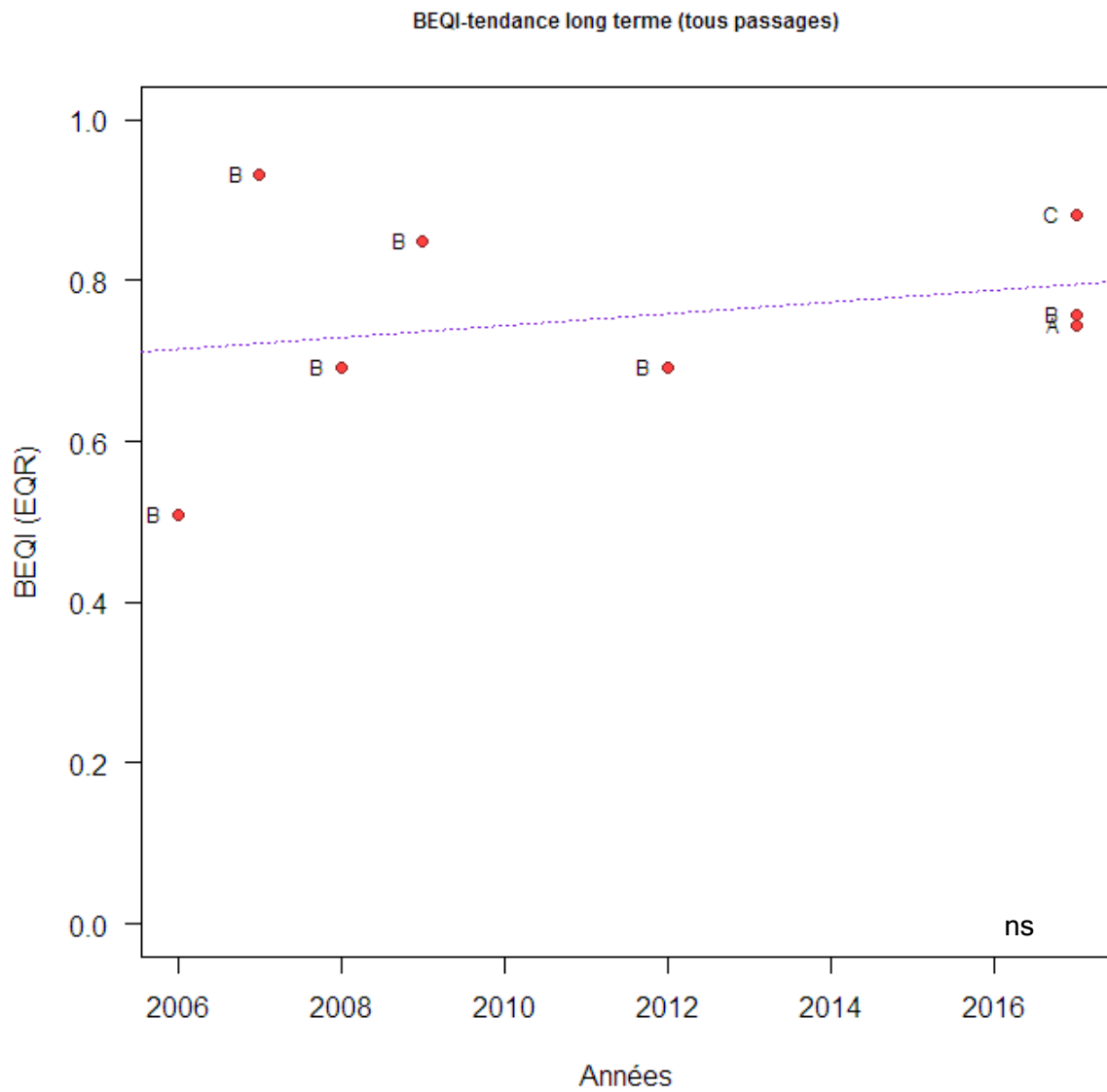


Figure 17

Variations interannuelles du BEQI-FR, station « Adour aval, subtidal », en utilisant une référence d'habitat EUNIS A5.24. La signification statistique de la pente de la régression linéaires est indiquée (ns=non significatif, $p>0.05$)

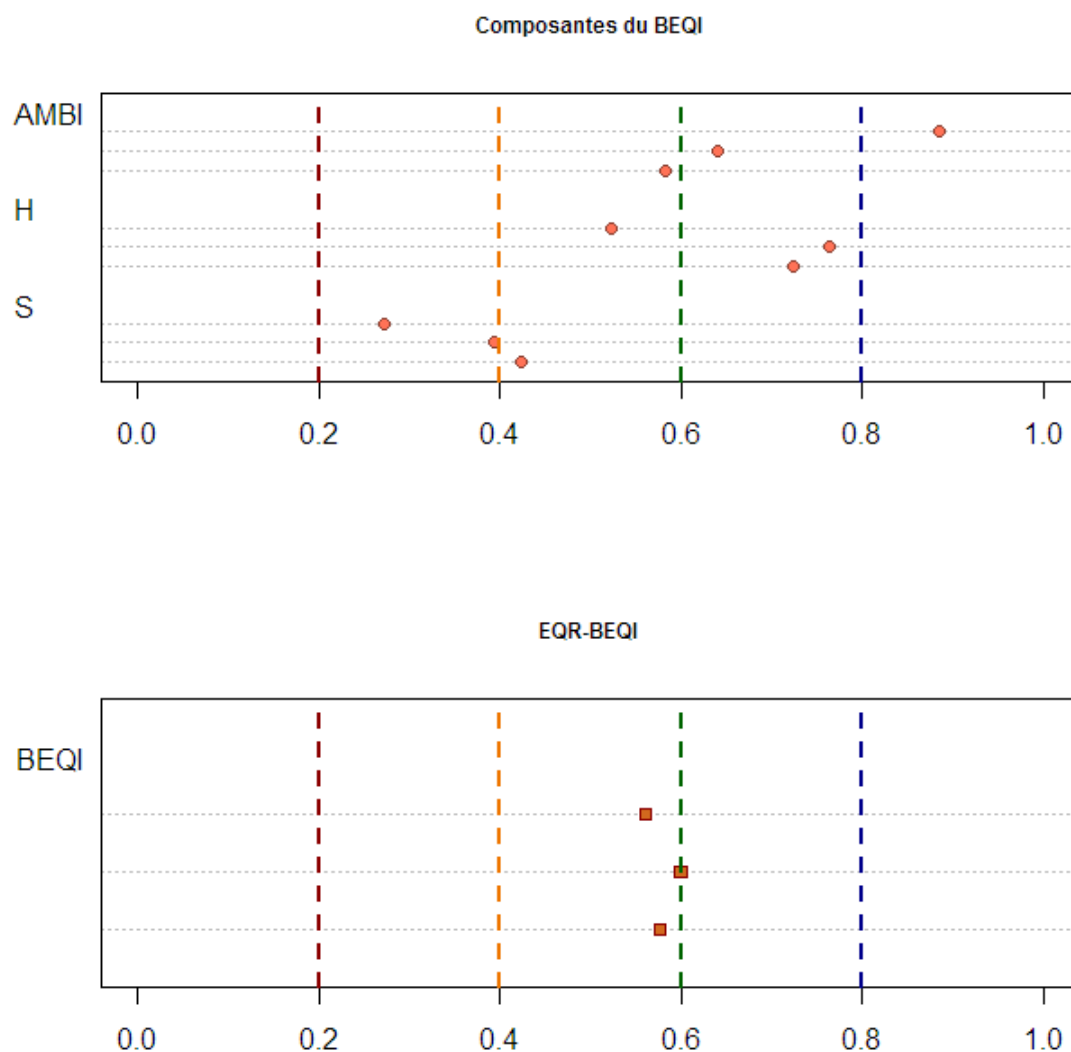


Figure 18

Valeurs de l'indicateur BEQI-FR pour la station « Adour aval, subtidal, pour une référence d'habitat EUNIS A5.24.

Adour amont, subtidal

De même qu'en aval, la surveillance ne met pas en évidence de tendance entre 2007 et 2017 d'aucune des métriques indicatrices pour la station « **Adour amont subtidal** » (Figure 19). Aucune tendance pluriannuelle n'est également détectée pour les valeurs du BEQI-FR (Figure 20). Selon cet indicateur, en se basant sur l'habitat de référence EUNIS A5.24, **la qualité écologique du milieu serait très probablement moyenne**. Les valeurs de l'indicateurs sont principalement dégradées par les faibles valeurs de S (nombre de taxons) et de H' (indice de diversité de Shannon) (Figure 21).

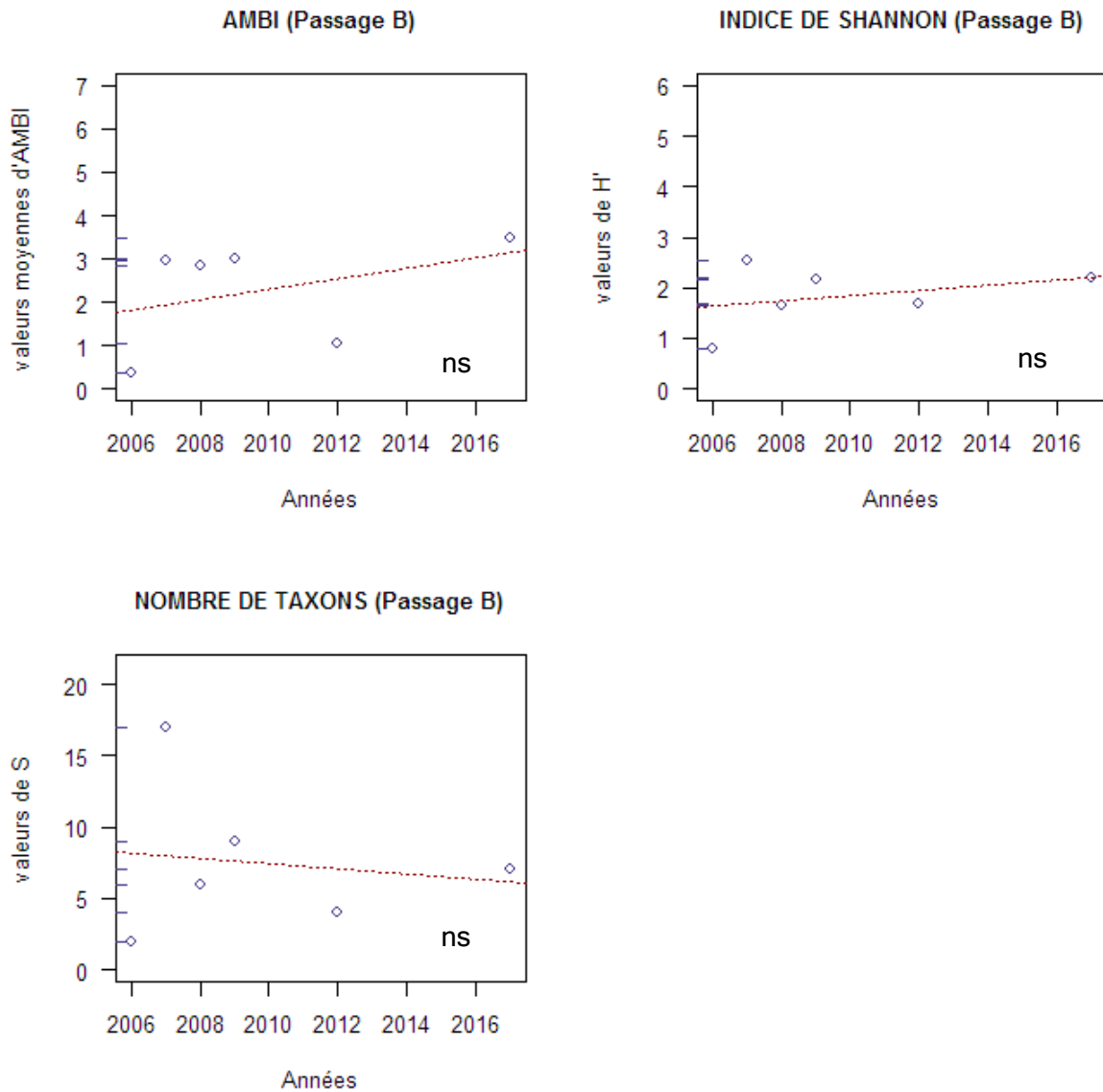


Figure 19

Variations interannuelles des métriques indicatrices au sein de la station « historique »- Adour aval, subtidal. La signification statistique de la pente de la régression linéaire est indiquée (ns : non significatif, $p > 0.05$)

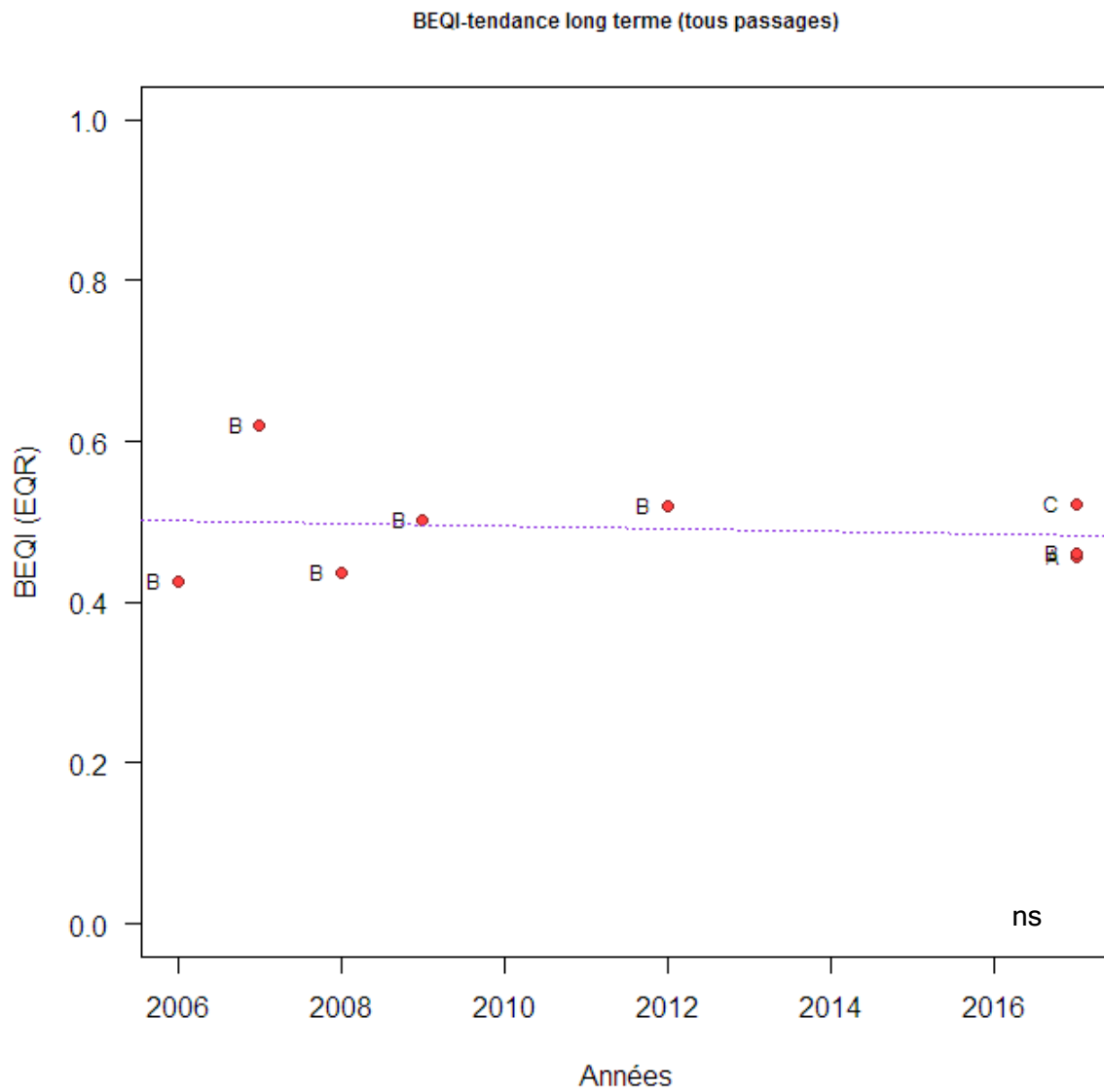


Figure 20
Variations interannuelles du BEQI-FR, station « Adour amont, subtidal », en utilisant une référence d'habitat EUNIS A5.24. La signification statistique de la pente de la régression linéaires est indiquée (ns=non significatif, $p>0.05$)

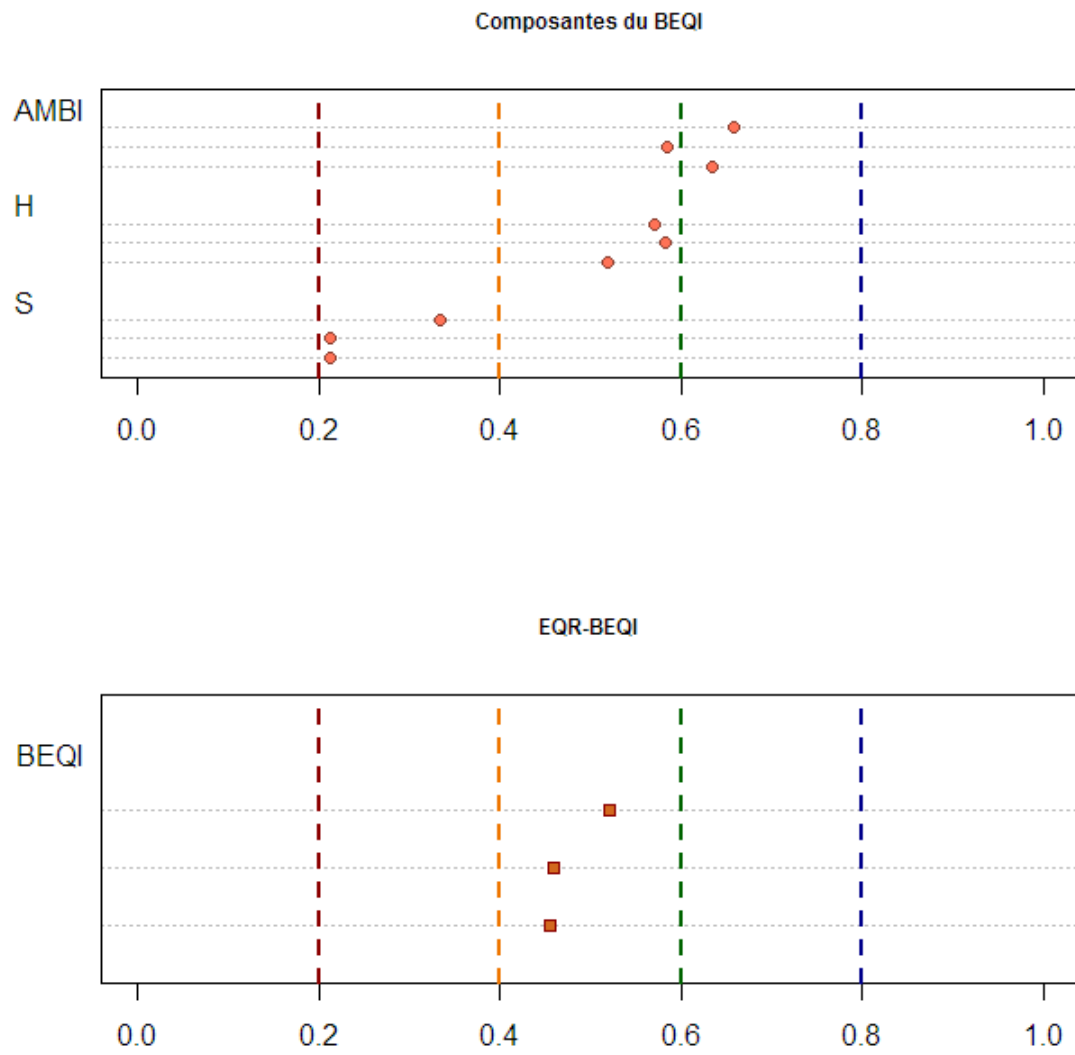


Figure 21
Valeurs de l'indicateur BEQI-FR pour la station « Adour amont, subtidal, pour une référence d'habitat EUNIS A5.24.

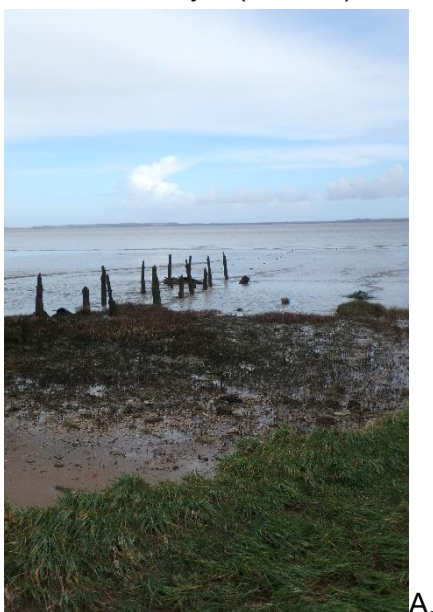
Masse d'eau « Gironde centrale » (FRFT 04) : sites intertidaux

Caractéristiques des sédiments

Les stations de surveillance se situent sur la rive gauche de l'estuaire de la Gironde, sur deux sites : le site le plus en aval est le site de « Saint Christoly » (en rose sur la Figure 23) et le site situé plus en amont est celui de « Saint Estèphe » (en beige, sur la Figure 13).

Le site de « **Saint-Christoly, intertidal** » (Figure 22) consiste en un estran vaseux dont la médiane granulométrique et la teneur en matière organique sont très stables (Table 9). La teneur en matière organique est faible pour ce type de sédiment : par comparaison, cette teneur est deux fois plus élevée dans des sédiments équivalents de l'estuaire de l'Adour (Table 5).

Le site « **Saint-Estèphe, intertidal** » (Figure 22) consiste également en des estrans très vaseux dont les caractéristiques granulométriques et teneurs en matières organiques sont très similaires à ceux du site « Saint-Christoly » (Table 9).



A.



B.

Figure 22
Aperçus photographiques des stations Gironde intertidal aval (A.) et amont (B.)



Figure 23

Localisation des stations d'échantillonnage des sites : « Saint-Christoly, intertidal » (en violet) et « Saint-Estèphe, intertidal » (en beige)

Table 9

Variations des caractéristiques des sédiments aux sites : « Saint-Christoly, intertidal » et « Saint-Estèphe, intertidal ». nd : non déterminé

Site		Teneur en matière organique (%)	Teneur en particules fines (<63µm) (%)	Médiane granulométrique (µm)
Année				
Saint-Christoly, intertidal				
2007		nd	86	30
2008		nd	84	30
2009		4,0	70	30
2012		5,2 à 6,0	91 à 94	20
2016		4,2 à 4,9	95 à 97	20
2017	A	5,0	96	20
	B	5,4	94	20
	C	4,3	97	20
Saint-Estèphe, intertidal				
2007		nd	83	40
2008		nd	80	40
2009		4,0	79	20
2012		4,0 à 4,3	80 à 82	20

2016		3,7 à 4,1	87 à 95	20
2017	A	3,6	95	20
	B	3,9	95	20
	C	3,7	91	20

Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique

La faune benthique du site « **Saint-Christoly, intertidal** » se caractérise principalement par la présence des espèces *Scrobicularia plana*, *Peringia ulvae* et *Cyathura carinata*. La faune benthique s'est avérée relativement homogène au long du suivi : Selon les résultats de la PCO (Figure 24), les échantillons collectés au cours de la surveillance de cette station sont tout à fait similaires.

La faune benthique du site « **Saint-Estèphe intertidal** » se distingue de celle de Saint-Christoly par l'absence du bivalve *Scrobicularia plana* et la présence croissante d'oligochètes. Aucune année ne semble particulièrement se distinguer des autres au cours du suivi (Figure 24).

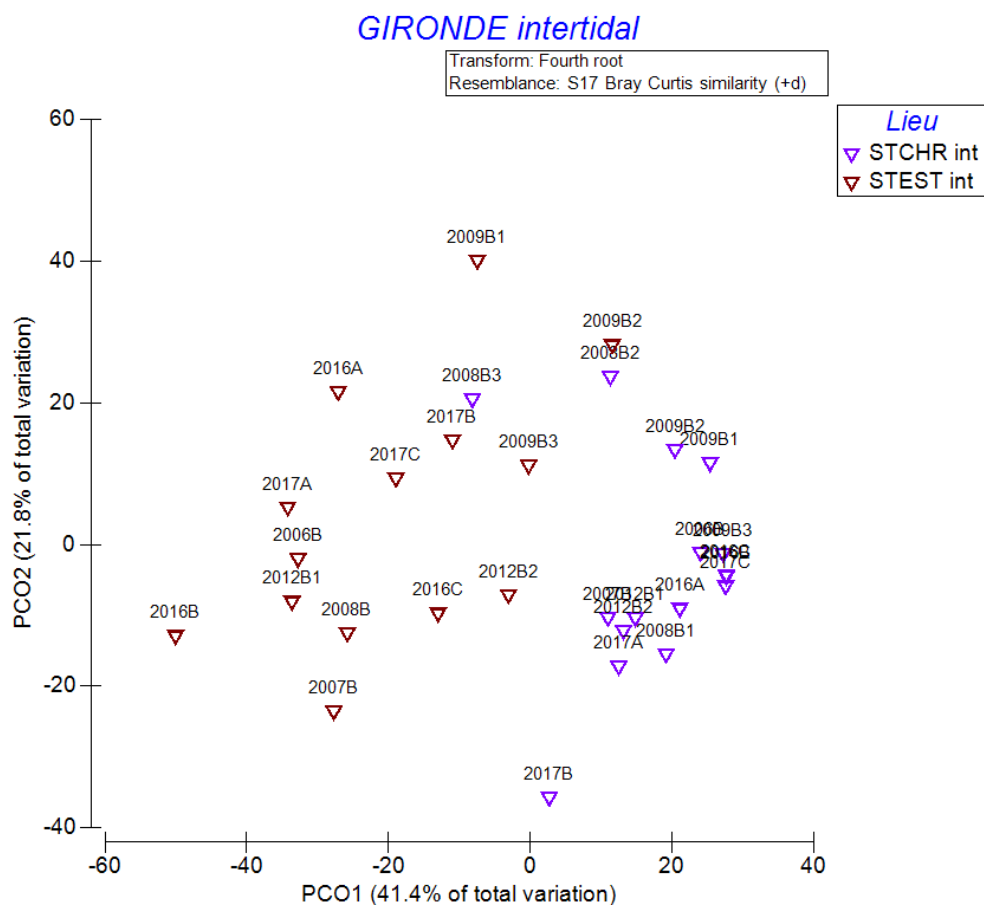


Figure 24

Analyse en coordonnées principales (PCO) présentant le niveau de similarité faunistique entre les échantillons collectés dans les sites « Saint-Christoly, intertidal » et « Saint-Estèphe, intertidal ». Le site de Saint-Christoly est le site aval, le site Saint-Estèphe est situé plus en amont. Les couleurs des points correspondent aux différents sites de suivis, chaque point correspond à un Passage (A, B ou C, voire B1 B2... quand davantage de données ont été collecté au Passage B (en fonction des modifications du protocole d'échantillonnage)).

Table 10

Principale espèces (taxons) caractérisant la macrofaune benthique des sites « Saint-Christoly, intertidal » et « Saint-Estèphe, intertidal » entre 2006 et 2016 et niveau d'abondance (individus par m²). Le site de Saint-Christoly est le site aval, le site Saint-Estèphe est situé plus en amont. Les taxons caractéristiques sont définis par l'analyse SIMPER. L'absence d'un taxon de la liste ne signifie pas que le taxon est absent.

Saint-Christoly, intertidal		Saint-Estèphe, intertidal	
2006	n	2006	n
<i>Scrobicularia plana</i>	112	<i>Cyathura carinata</i>	1
<i>Cyathura carinata</i>	1	Oligochaeta	0
		<i>Streblospio shrubsolii</i>	0
2007	n	2007	n
<i>Scrobicularia plana</i>	183	<i>Corophium volutator</i>	348
		Oligochaeta	91
2008	n	2008	n
<i>Heteromastus filiformis</i>	<1	<i>Hediste diversicolor</i>	195
<i>Scrobicularia plana</i>	<1	<i>Cyathura carinata</i>	9
<i>Cyathura carinata</i>	<1	Oligochaeta	13
<i>Corophium volutator</i>	<1		
2009	n	2009	n
<i>Peringia ulvae</i>	562	<i>Cyathura carinata</i>	61
<i>Scrobicularia plana</i>	162		
<i>Cyathura carinata</i>	47		
2012	n	2012	n
<i>Scrobicularia plana</i>	399	<i>Corophium volutator</i>	23
<i>Peringia ulvae</i>	138	<i>Cyathura carinata</i>	3
<i>Cyathura carinata</i>	44	<i>Streblospio shrubsolii</i>	12
<i>Corophium volutator</i>	21		
2016	n	2016	n
<i>Scrobicularia plana</i>	500	Oligochaeta	<1
<i>Peringia ulvae</i>	463	<i>Hediste diversicolor</i>	<1
<i>Cyathura carinata</i>	15	<i>Streblospio shrubsolii</i>	<1
		<i>Cyathura carinata</i>	<1
		<i>Peringia ulvae</i>	<1
2017	n	2017	n
<i>Scrobicularia plana</i>	408	Oligochaeta	108
<i>Peringia ulvae</i>	484	<i>Cyathura carinata</i>	68
<i>Cyathura carinata</i>	12		

Caractérisation de l'habitat benthique des sites échantillonnés

La station « **Saint Christoly, intertidal** » est localisée au même niveau de l'estuaire que la station « F » qui fait l'objet d'un suivi dans le cadre de la surveillance écologique de la centrale du Blayais. D'après ces travaux, la salinité des eaux en surface, bien que très variable en fonction des marées et des débits, est en général comprise entre environ 11 et 17 de salinité au cours de l'année (Figure 25). Les sédiments consistent en des vases et la faune est riche en bivalves (*Scrobicularia plana*) et les polychètes sont présents (Nereidae et Spionidae). L'habitat de référence de cette station est donc l'habitat **EUNIS A2.31**.

« estrans vaseux de la partie moyenne des estuaires, dominés par les bivalves et les polychètes ».

La station « **Saint Estèphe, intertidal** » est localisée au niveau du Point Kilométrique 52, ce qui correspond au Point E de la surveillance du CNPE Blayais (Rumebe-Perrière *et al.*, 2017). D'après les données existantes, la salinité oscille en général entre 7 et 12 au cours de l'année. Les sédiments consistent en des vases et on ne retrouve pas de bivalves sur ce site. L'habitat EUNIS correspondant à ce type peut être soit, de la même manière que la station St-Christoly, au type A2.31 ou au type A2.32, en raison de sa position plus en amont dans l'estuaire et l'absence de bivalves. Néanmoins, une analyse réalisée par Fouet (com. pers.) dans le cadre du travail réalisé sur les indicateurs en estuaire a montré qu'à régime de salinité similaire, les bivalves étaient présents en estuaire de Seine. Il convient donc plus probablement de rattacher la station St-Estèphe à l'habitat A2.31.

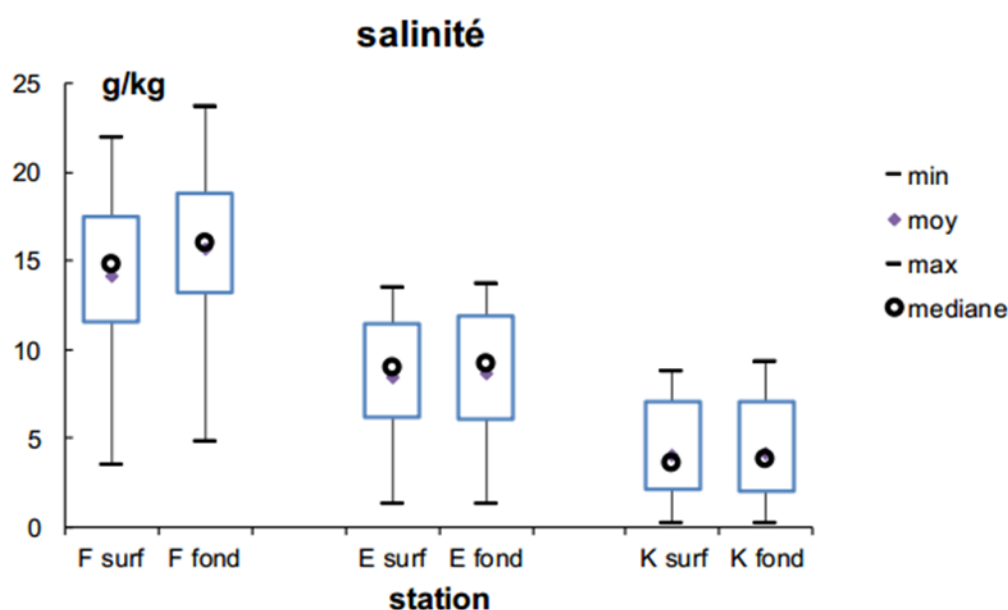


Figure 25

Salinités mesurées en 2017 dans le cadre de la surveillance écologique du CNPE Blayais (issu de Perrière-Rumebe *et al.*, 2018). Le Point F, correspond aux stations St-Christoly et le Point E correspond aux stations St-Estèphe.

Calcul des métriques indicatrices

Gironde aval, intertidal

Au niveau du site « **Saint-Christoly, intertidal** » la surveillance réalisée depuis 2007 ne met pas en évidence de tendance globale linéaire à la croissance ou à la décroissance d'aucune des trois métriques utilisées par l'indicateur (Figure 26). L'indicateur BEQI-FR ne montre pas non plus de tendance d'évolution particulière (Figure 27). Les valeurs de l'indicateur en 2017 correspondent à un état écologique moyen à bon, à affiner une fois l'exercice d'intercalibration terminé. Cette note est surtout liée aux faibles valeurs de S et d'H'.

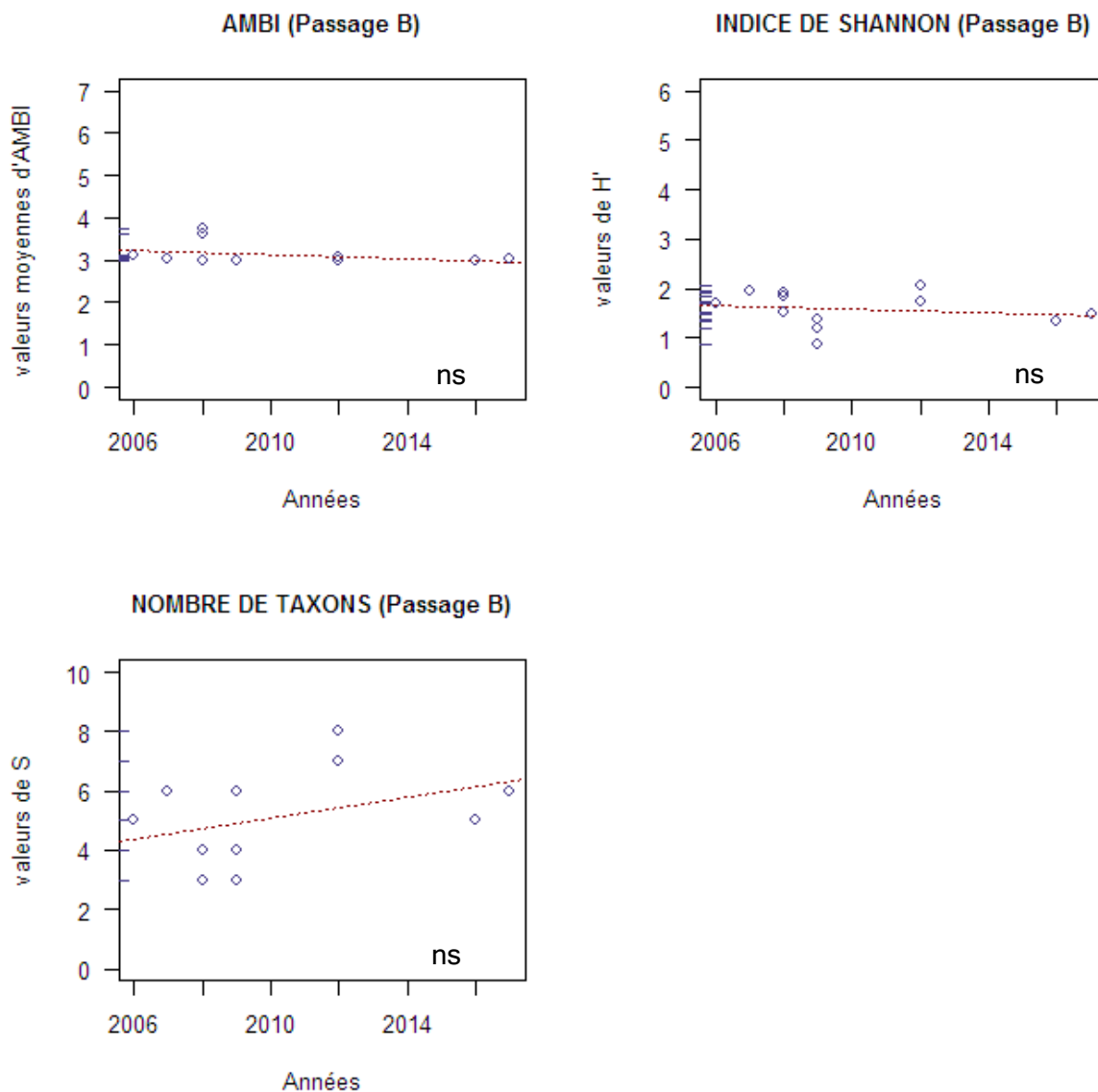


Figure 26

Variations interannuelles des métriques indicatrices au sein de la station « historique »- St-Christoly, intertidal. La signification statistique de la pente de la régression linéaire est indiquée (ns : non significatif, $p > 0.05$)

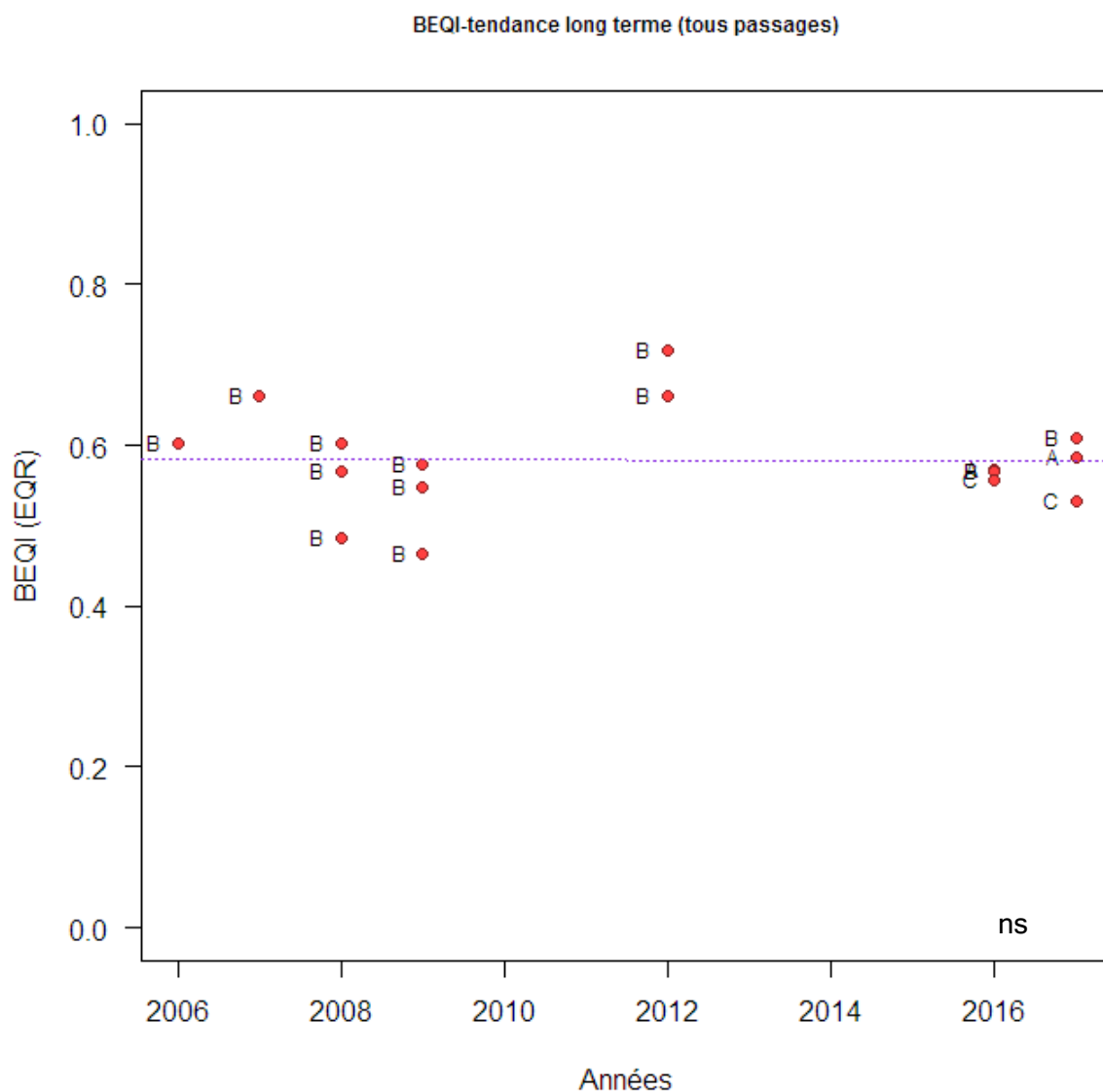


Figure 27
 Variations interannuelles du BEQI-FR, station « St-Christoly, intertidal », en utilisant une référence d'habitat EUNIS A2.31. La signification statistique de la pente de la régression linéaires est indiquée (ns=non significatif, $p>0.05$)

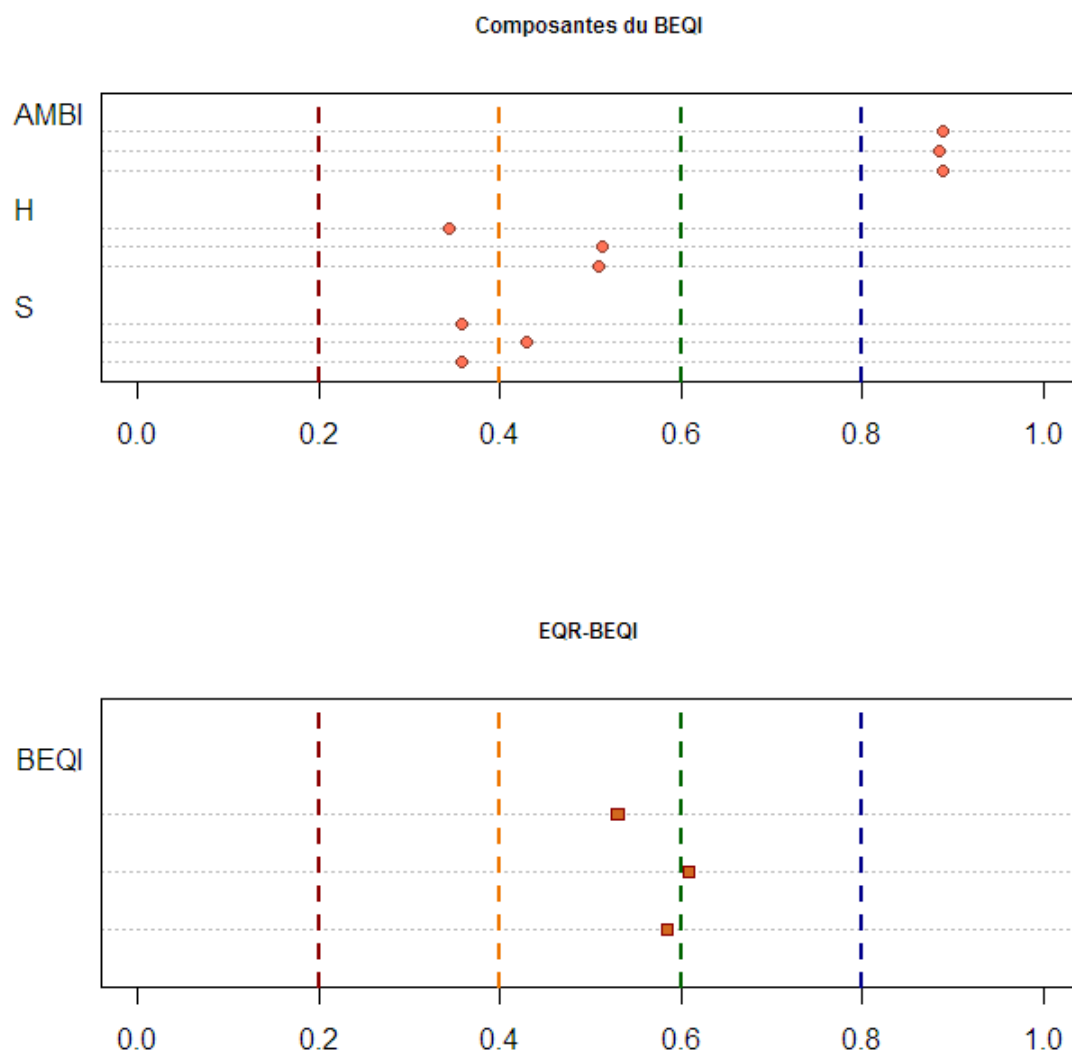


Figure 28
Valeurs de l'indicateur BEQI-FR pour la station « S-Christoly, intertidal », pour une référence d'habitat EUNIS A2.31.

Gironde amont, intertidal

De même qu'en aval, le suivi ne met pas en évidence de tendance forte à l'augmentation ou à la diminution des valeurs des métriques indicatrices utilisées par le BEQI-FR (Figure 29) ni du BEQI-FR lui-même (Figure 30) au niveau du site « **Saint-Estèphe, intertidal** ». Les valeurs 2017 de l'indicateur correspondraient à un état moyen voire médiocre en raison d'un faible nombre d'espèces, d'une diversité faible à modérée et, dans une moindre mesure par la présence quasi-exclusive d'oligochètes, considérés comme indicateur de pollution organique par l'AMBI (Figure 31).

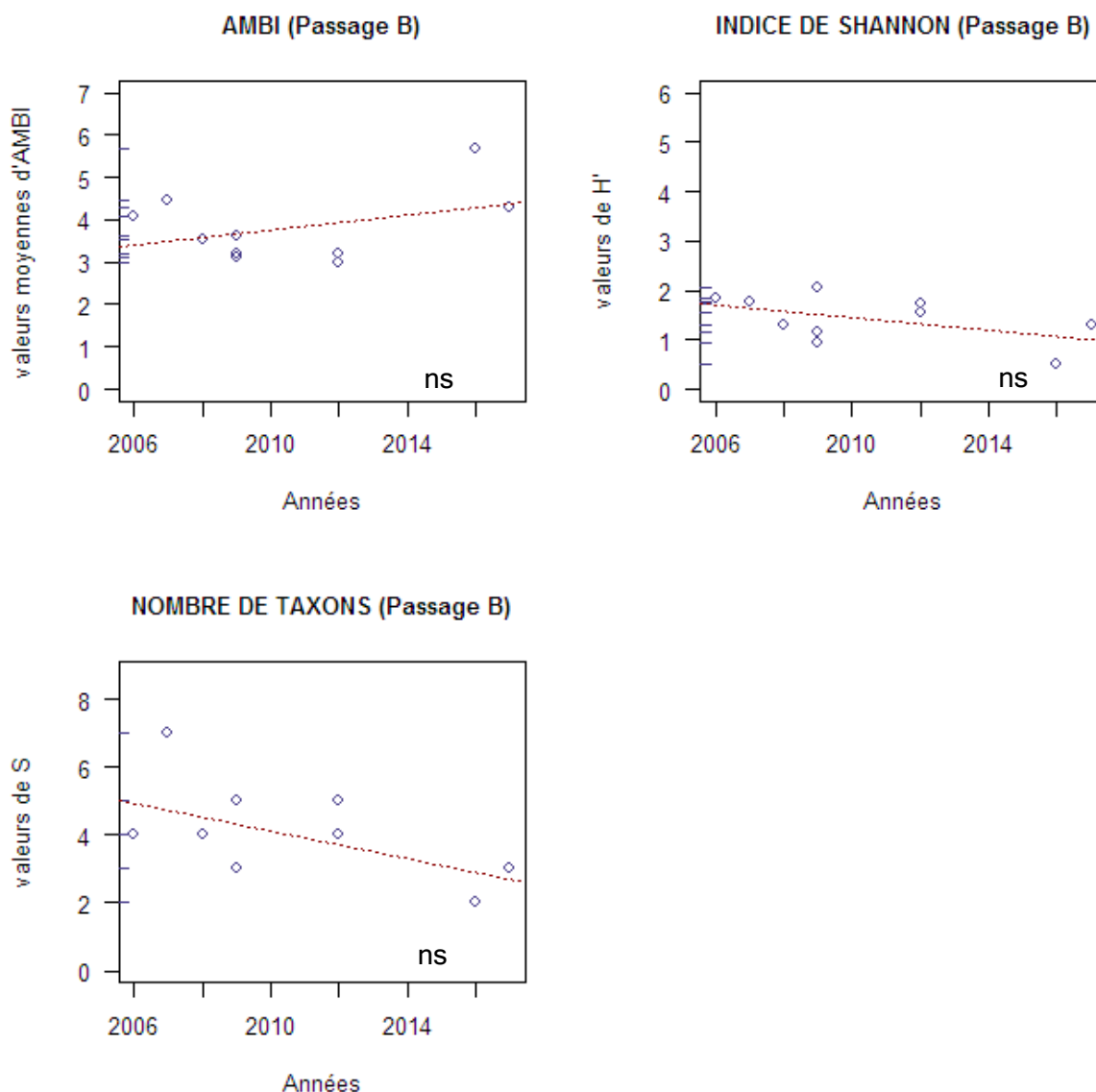


Figure 29

Variations interannuelles des métriques indicatrices au sein de la station « historique »- St-Estèphe, intertidal. La signification statistique de la pente de la régression linéaire est indiquée (ns : non significatif, $p > 0.05$)

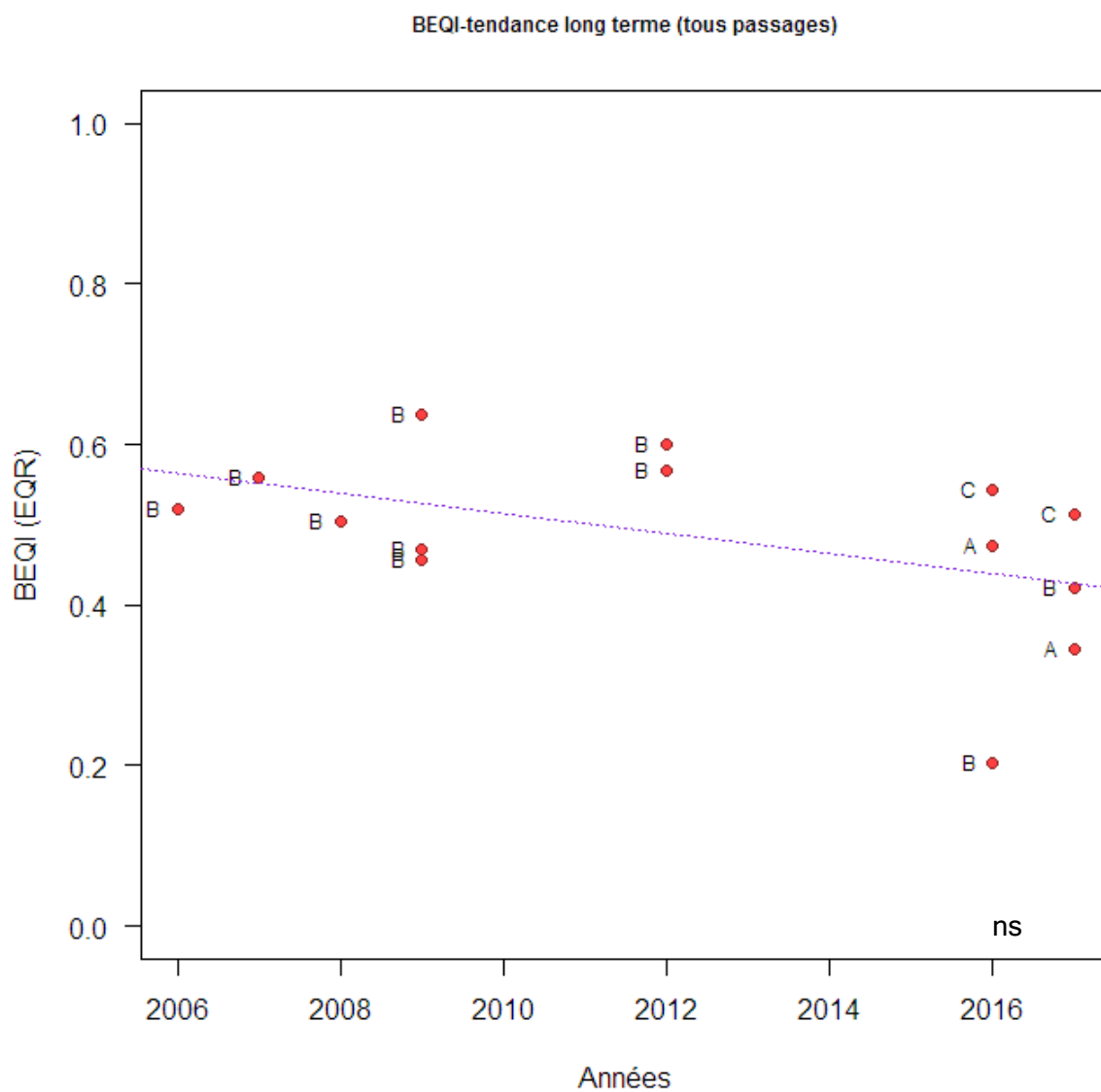


Figure 30

Variations interannuelles du BEQI-FR, station « St-Estèphe intertidal », en utilisant une référence d'habitat EUNIS A2.31. La signification statistique de la pente de la régression linéaires est indiquée (ns=non significatif, $p>0.05$)

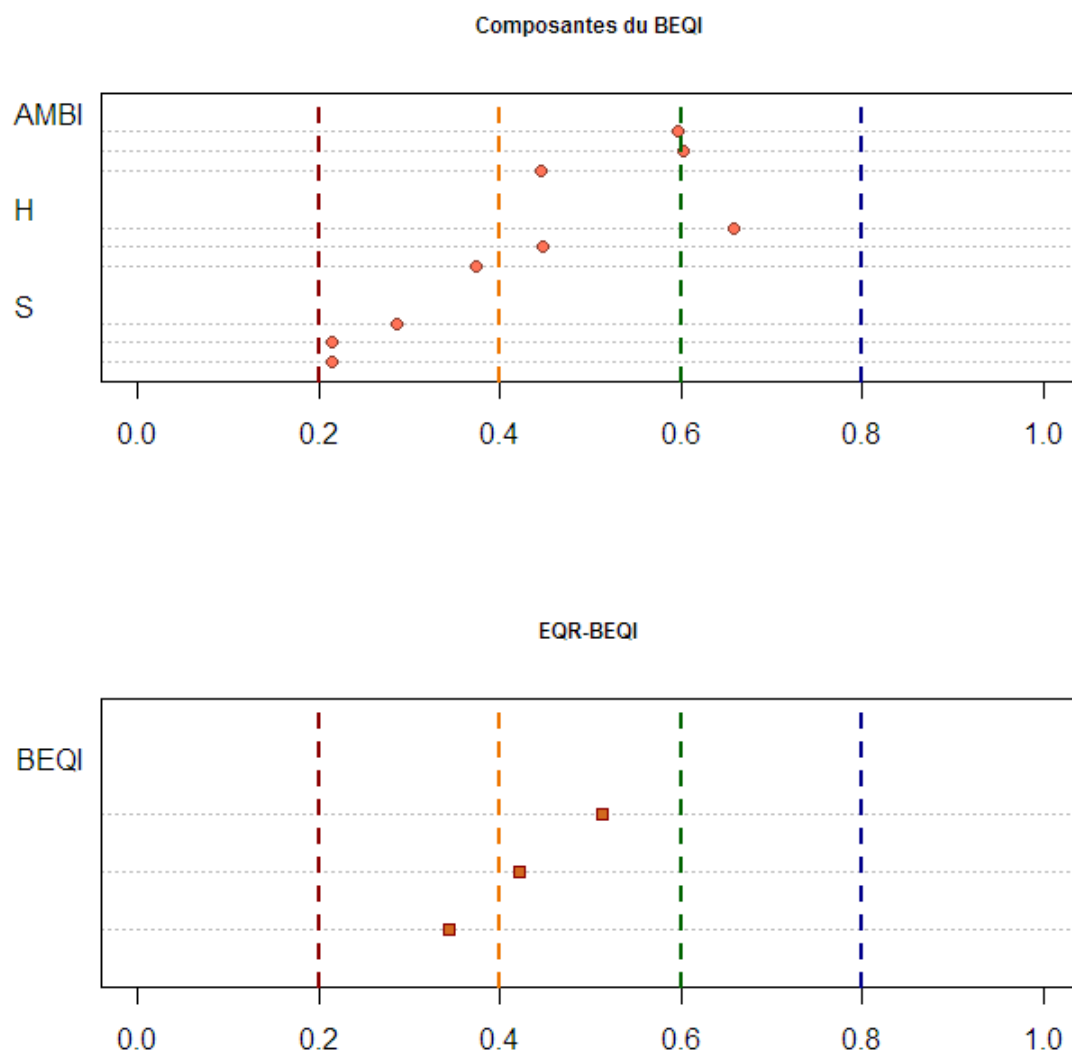


Figure 31
Valeurs de l'indicateur BEQI-FR pour la station « St-Estèphe, intertidal », pour une référence d'habitat EUNIS A2.31.

Masse d'eau « Gironde centrale » (FRFT 04) : sites subtidaux

Caractéristiques des sédiments

La station « **Saint-Christoly, subtidal** » est située au point kilométrique (PK) 67 (Figure 32). Le sédiment y est variable au cours du temps, alternant entre des vases (depuis 2009) et des graviers envasés en 2007 et 2008 (Table 11). En 2017, les sédiments sur ce site consistaient en des vases (Table 11).

La station « **Saint-Estèphe, subtidal** » est située au point kilométrique (PK) 52 (Figure 32). Les sédiments consistaient en des vases depuis le début du suivi (Table 11). En 2017, le site est apparu moins envasé (teneurs en particules fines inférieures à 20%) au niveau des passages A et B (Table 11).



Figure 32

Localisation des stations d'échantillonnage des sites : « Saint-Christoly, subtidal » (en bleu) et « Saint-Estèphe, subtidal » (en rouge)

Table 11
Variations des caractéristiques des sédiments aux sites : « Saint-Christoly, intertidal » et « Saint-Estèphe, intertidal ». nd : non déterminé

Site Année	Teneur en matière organique (%)	Teneur en particules fines ($<63\mu\text{m}$) (%)	Médiane granulométrique (μm)
Saint-Christoly, subtidal			
2007	nd	38	550
2008	nd	36	500
2009	nd	91	20
2012	nd	85	20
2016	4,5 à 6,4	74 à 95	20 à 30
2017			
	A	6,5	94
	B	5,5	85
	C	5,6	83
Saint-Estèphe, subtidal			
2007	nd	94	30
2008	nd	90	30
2009	nd	91	20
2012	nd	84	20
2016	4,2 à 5,8	93 à 98	20
2017			
	A	3,8	16
	B	1,1	17
	C	5,0	88

Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique

Les taxons les plus communs dans les échantillons de faune benthique du site « **Saint-Christoly, subtidal** » sont le mysidacé *Mesopodopsis slaberry* et les annélides polychètes *Heteromastus filiformis* et *Streblospio shrubsolii*. Ces espèces sont cependant présentes à de très faibles niveaux de densité, parfois absentes des échantillons, ce qui génère une apparente hétérogénéité entre échantillons. En 2008, tous les échantillons prélevés à cette station se sont révélés « azoïques » (absence de macrofaune sur le refus de tamis de 1 mm de vide de maille).

La station « **Saint-Estèphe, subtidal** » présente une faune extrêmement clairsemée, où on ne retrouve en général que quelques individus des espèces *Gammarus salinus* et *Mesopodopsis slaberry*. De nombreux échantillons se trouvent dépourvus de faune après un tamisage sur 1 mm de vide de maille. Certaines années (2007, 2008 et 2016), l'ensemble des échantillons sont dépourvus de macrofaune sur 1 mm de vide de maille. La dispersion des points-échantillon sur la figure 16 n'est en général due qu'à la présence d'un individu dans l'échantillon considéré.

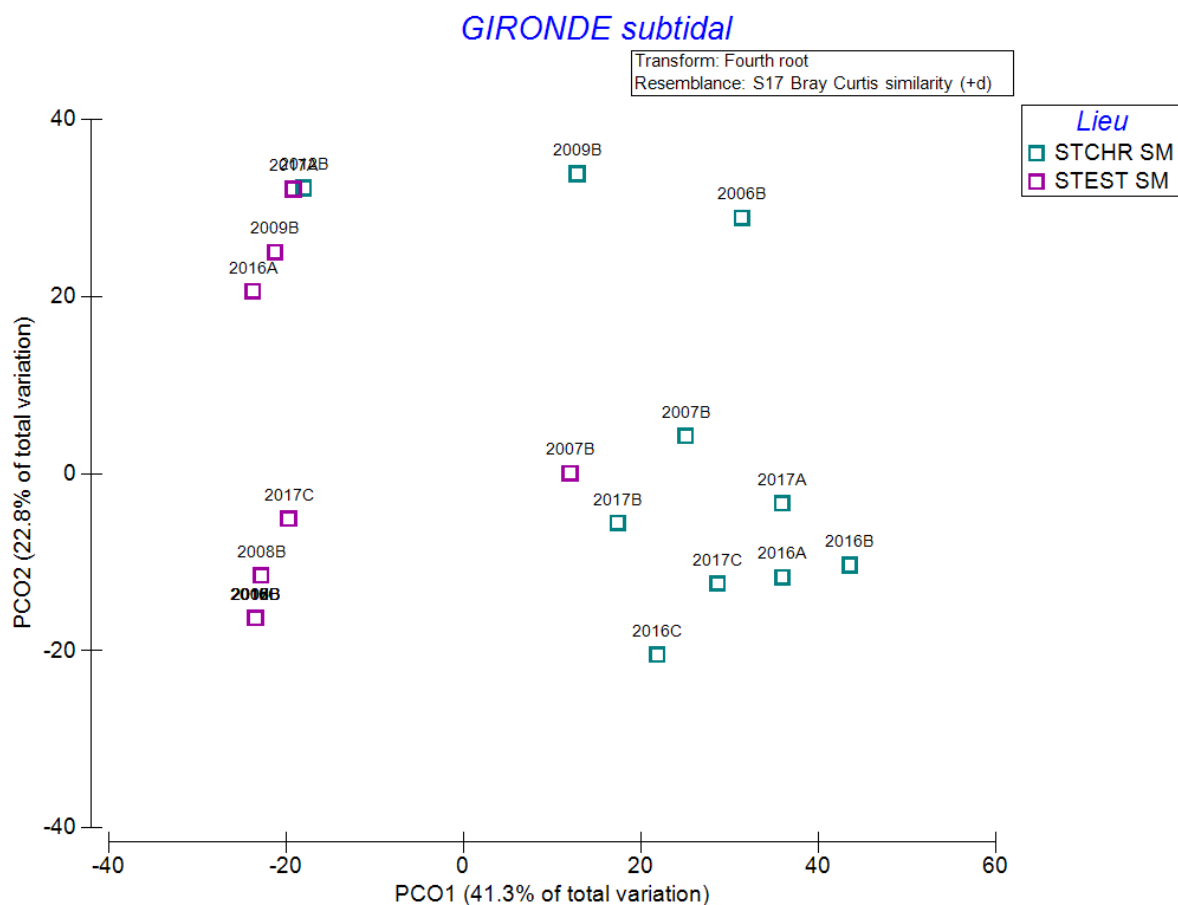


Figure 33

Analyse en coordonnées principales (PCO) présentant le niveau de similarité faunistique entre les échantillons collectés dans les sites « Saint-Christoly, subtidal » (A.) et « Saint-Estèphe, subtidal » (B.). Le site de Saint Christoly est le site aval, le site Saint-Estèphe est situé plus en amont. Les couleurs des points correspondent aux différentes années. Le passage B est le passage suivi depuis le début de la surveillance. Les couleurs des points correspondent aux différents sites de suivis, chaque point correspond à un Passage (A, B ou C, voire B1 B2... quand davantage de données ont été collecté au Passage B (en fonction des modifications du protocole d'échantillonnage))

Table 12

Principales espèces (taxons) caractérisant la macrofaune benthique des sites « Saint-Christoly, subtidal » et « Saint-Estèphe, subtidal » entre 2006 et 2016 et niveau d'abondance (individus par m²). Le site de Saint-Christoly est le site aval, le site Saint-Estèphe est situé plus en amont. Les taxons caractéristiques sont définis par l'analyse SIMPER. L'absence d'un taxon de la liste ne signifie pas que le taxon est absent.

Saint-Christoly, subtidal			Saint-Estèphe, subtidal		
	2006	n		2006	n
<i>Heteromastus filiformis</i>		53	pas de faune		0
	2007	n		2007	n
<i>Heteromastus filiformis</i>		<1	aucune		
	2008	n		2008	n
pas de faune		0	aucune		
	2009	n		2009	n
<i>Mesopodopsis slabberi</i>		4	<i>Gammarus salinus</i>		<1
<i>Heteromastus filiformis</i>		1			
	2012	n		2012	n
<i>Mesopodopsis slabberi</i>		10	pas de faune		0
	2016	n		2016	n
<i>Corophium volutator</i>		<1	aucune		
<i>Streblospio shrubsolii</i>		<1			
autre mysidacé		<1			
	2017	n		2017	n
<i>Heteromastus filiformis</i>		9	<i>Gammarus</i>		2

Caractérisation de l'habitat benthique des sites échantillonnés

La station « **Saint Christoly, subtidal** » est localisée au même niveau de l'estuaire que la station « F » qui fait l'objet d'un suivi dans le cadre de la surveillance écologique de la centrale du Blayais. D'après ces travaux, la salinité des eaux au fond, bien que très variable en fonction des marées et des débits, est en général comprise entre environ 12 et 18 de salinité au cours de l'année (Figure 34). Les sédiments sont hautement variables, mais en général plus ou moins envasés. L'habitat de référence de cette station est donc l'habitat **EUNIS A5.32**. « vases subtidales en milieu à salinité variable ».

La station « **Saint Estèphe, subtidal** » est localisée au niveau du Point Kilométrique 52, ce qui correspond au Point E de la surveillance du CNPE Blayais (Rumebe-Perrière *et al.*, 2017). D'après les données existantes, la salinité au fond oscille en général entre 7 et 13 au cours de l'année. Les sédiments sont, là aussi, très variables avec un niveau d'envasement (teneur en particules fines inférieures à 63µm) de 16 à 98 %. L'habitat EUNIS correspondant à cette station est l'habitat **EUNIS A5.32**. « vases subtidales en milieu à salinité variable ».

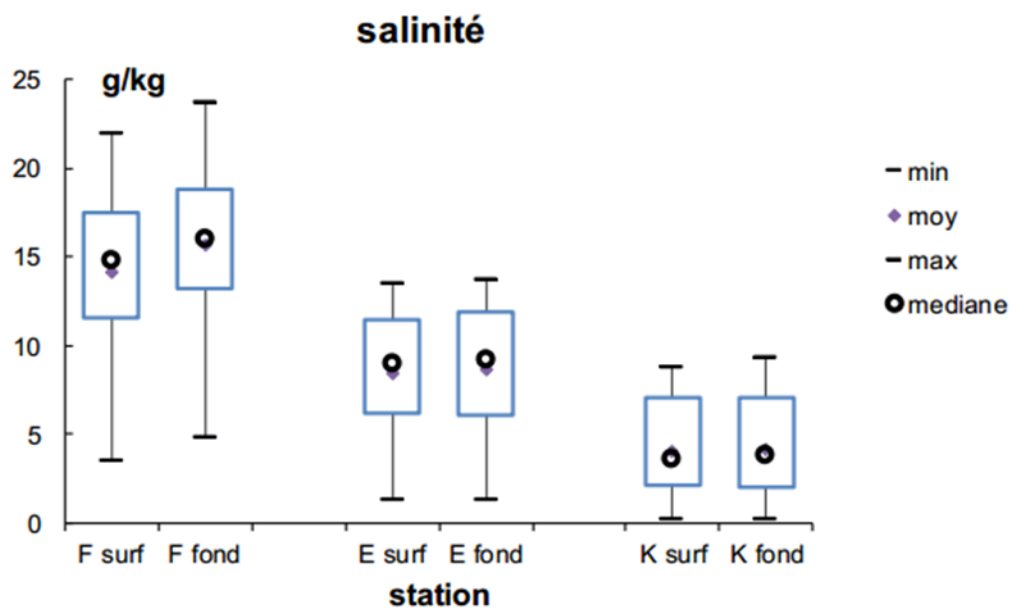


Figure 34

Salinités mesurées en 2017 dans le cadre de la surveillance écologique du CNPE Blayais (issu de Perrière-Rumebe *et al.*, 2018). Le Point F, correspond aux stations St-Christoly et le Point E correspond aux stations St-Estèphe.

Calcul des métriques indicatrices

Gironde aval, subtidal

Il n'existe aucune tendance pluriannuelle remarquable pour les trois métriques indicatrices utilisées par l'indicateur BEQI-FR pour le site « **Saint-Christoly, subtidal** » (Figure 35). Les valeurs du BEQI-FR ne montrent également aucune tendance pluriannuelle (Figure 36). Les valeurs du BQI-FR pour 2017 correspondraient à un état entre mauvais et moyen à bon () en raison des faibles valeurs du nombre de taxons (S), de la diversité H' et, dans une moindre mesure de l'AMBI (Figure 37).

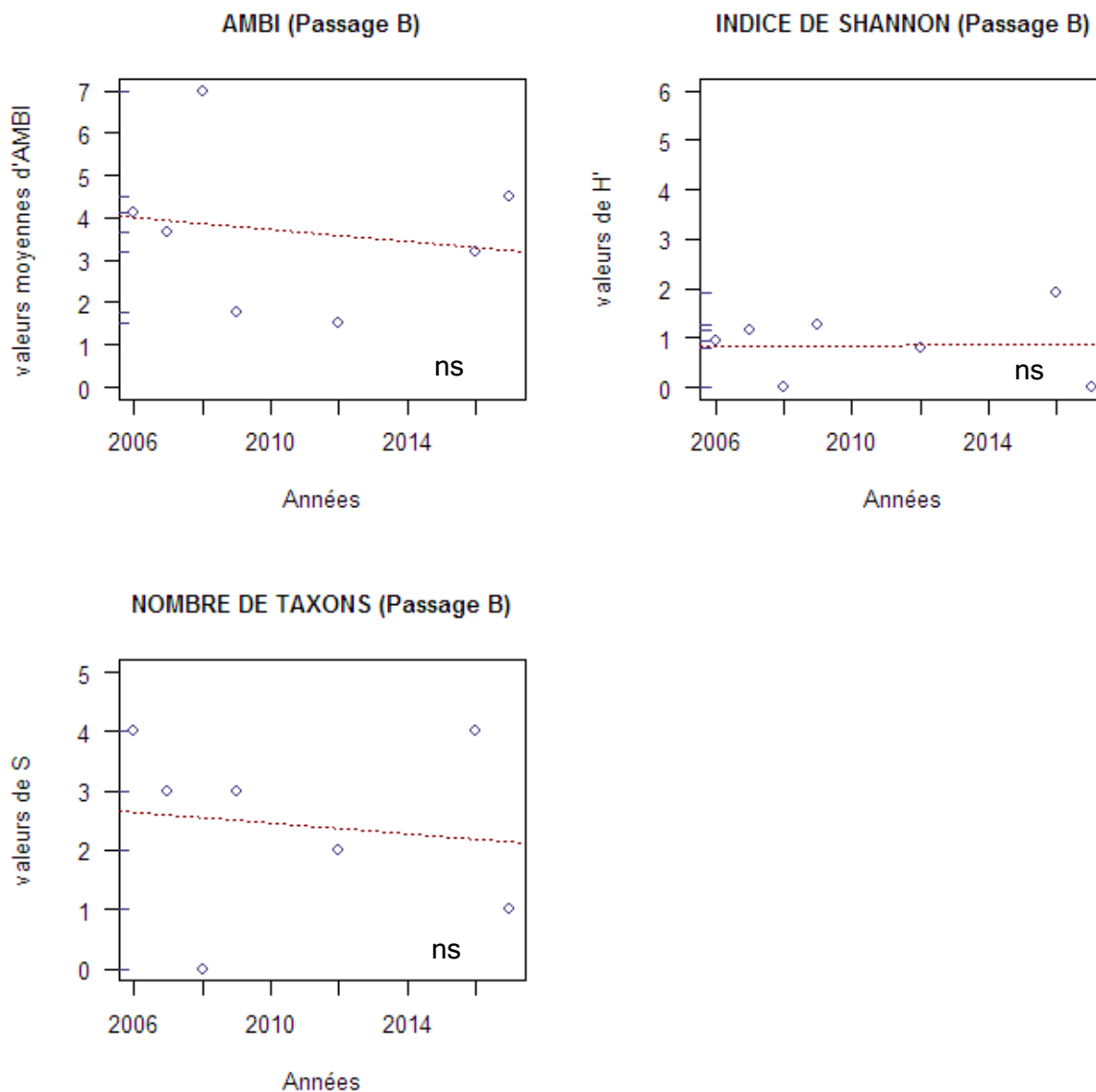


Figure 35

Variations interannuelles des métriques indicatrices au sein de la station « historique »- St-Christoly, subtidal. La signification statistique de la pente de la régression linéaire est indiquée (ns : non significatif, $p > 0.05$)

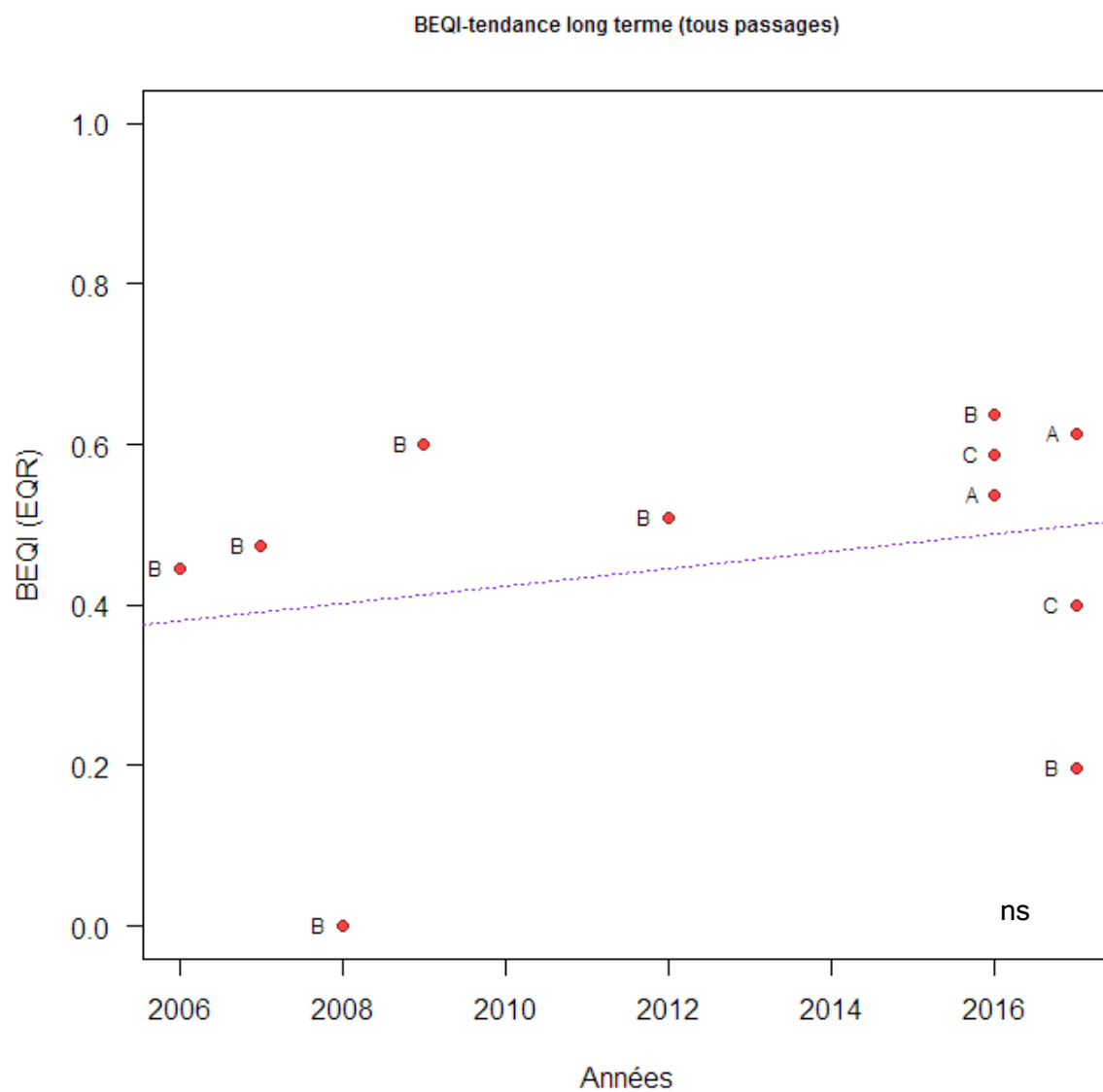


Figure 36
Variations interannuelles du BEQI-FR, station « St-Christoly, subtidal », en utilisant une référence d'habitat EUNIS A5.32. La signification statistique de la pente de la régression linéaires est indiquée (ns=non significatif, $p>0.05$)

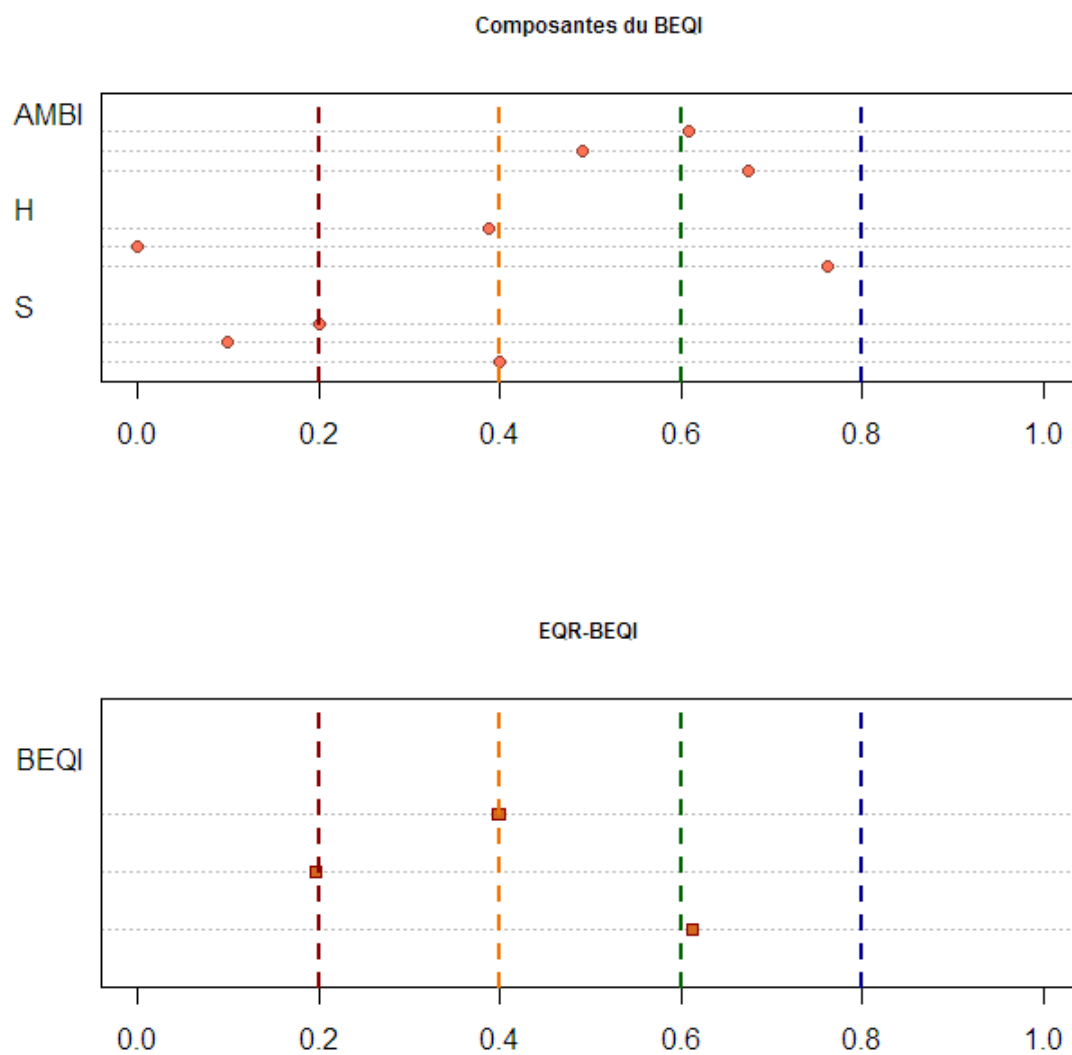


Figure 37
Valeurs de l'indicateur BEQI-FR pour la station « S-Christoly, subtidal », pour une référence d'habitat EUNIS A5.32.

Gironde amont, subtidal

La faune échantillonnée sur le site « **Saint-Estèphe, subtidal** » état encore plus clairsemée que sur le site subtidal aval, l'ensemble des métriques liées à la richesse spécifiques présentent des valeurs basses sans qu'aucune tendance pluriannuelle ne se dégage (Figure 38). Les valeurs du BEQI-FR sont stables depuis le début de la surveillance avec des valeurs minimales en l'absence de faune sur 1 mm (Figure 39). En 2017, la situation décrite par l'indicateur correspondrait à un état écologique médiocre à moyen-bon (Figure 40). Là aussi, ce sont surtout les métriques incluant la richesse spécifique qui dégradent la valeur de l'indicateur.

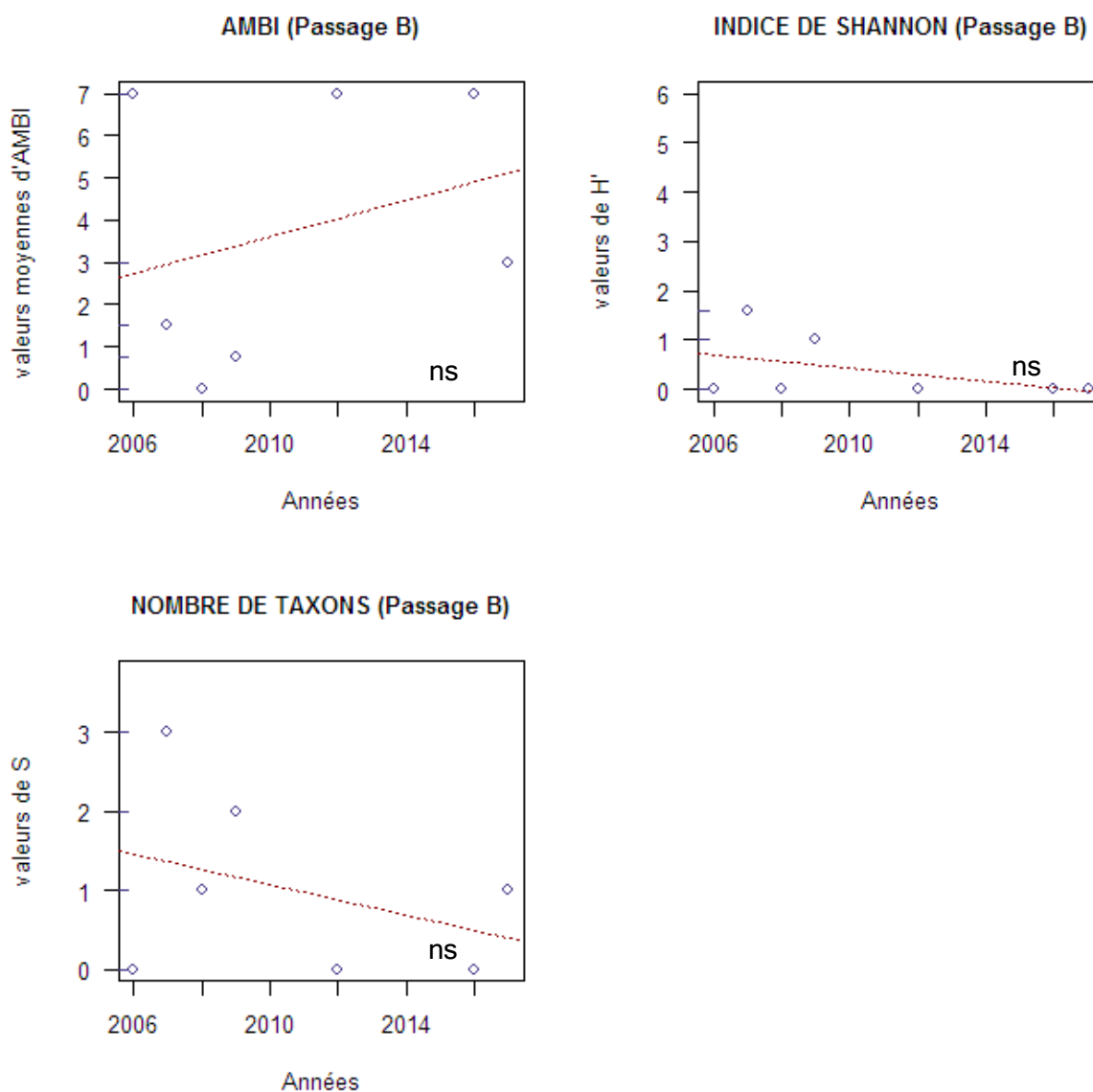


Figure 38

Variations interannuelles des métriques indicatrices au sein de la station « historique »- St-Estèphe, subtidal. La signification statistique de la pente de la régression linéaire est indiquée (ns : non significatif, $p > 0.05$)

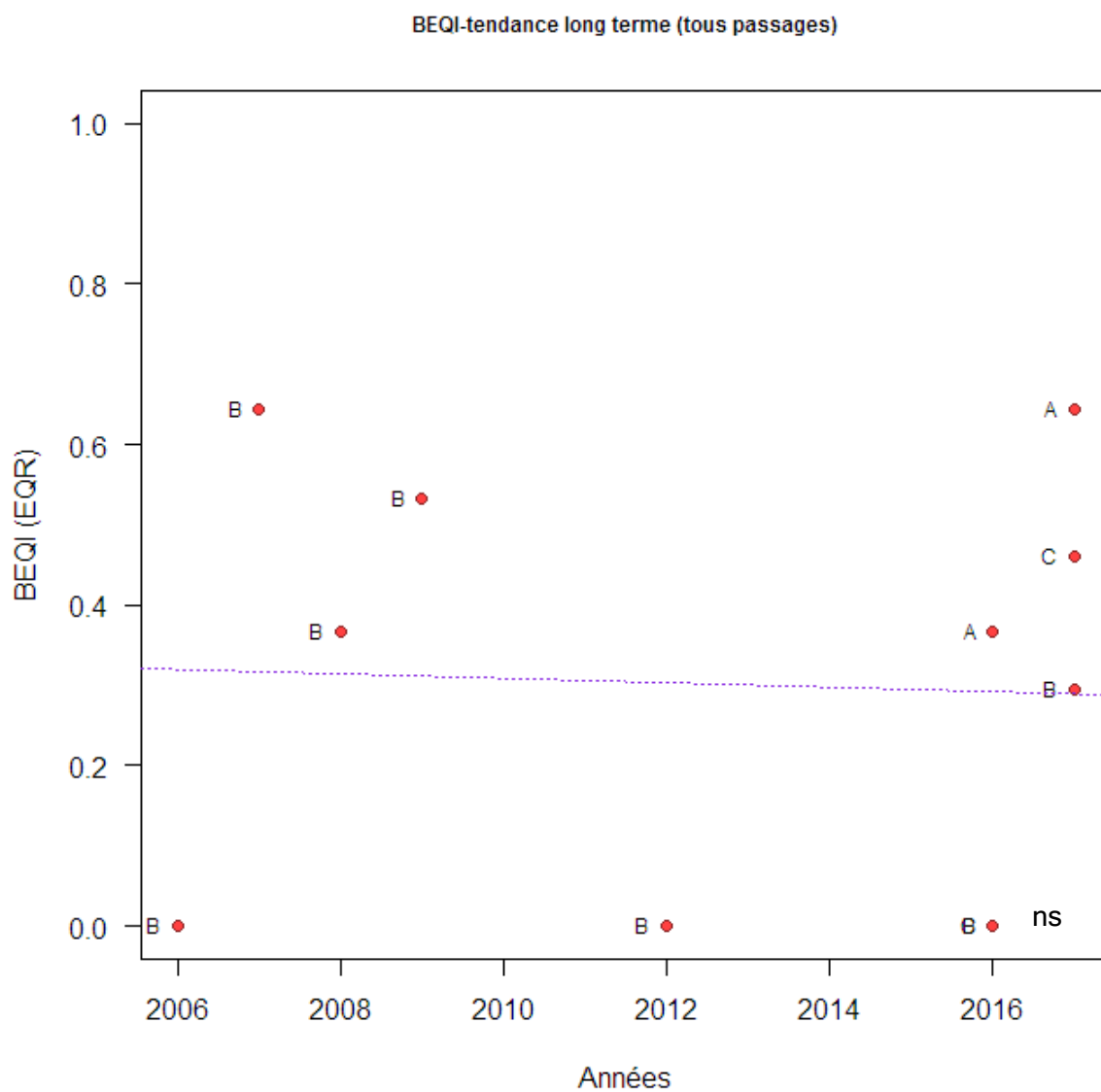


Figure 39

Variations interannuelles du BEQI-FR, station « St-Estèphe, subtidal », en utilisant une référence d'habitat EUNIS A5.32. La signification statistique de la pente de la régression linéaires est indiquée (ns=non significatif, $p>0.05$)

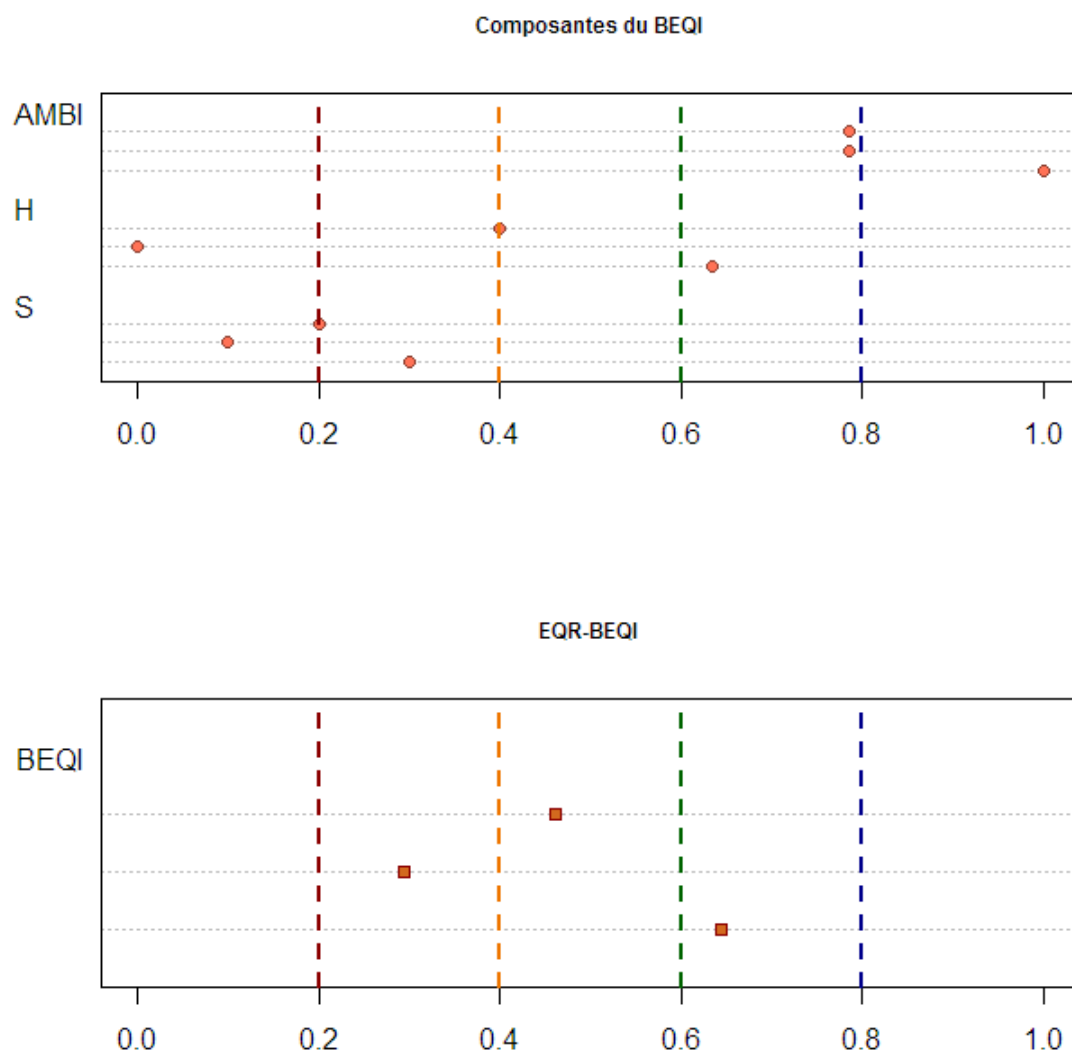


Figure 40
Valeurs de l'indicateur BEQI-FR pour la station « S-Estèphe, subtidal », pour une référence d'habitat EUNIS A5.32.

Masse d'eau « Bidassoa » (FRFT 81) : sites intertidaux

Caractéristiques des sédiments

Le site « **Bidassoa aval, herbier à *Zostera noltei* intertidal** » est localisé dans la baie de Txingudi, au niveau d'un estran dont une partie présente un herbier à *Zostera noltei* (Figure 41). Seul le passage B est échantillonné dans l'herbier, le passage A est situé sur un estran sableux et le passage C est localisé sur un estran sablonneux proche de récifs d'huîtres. Le sédiment consiste en des sables fins abrités légèrement envasés (teneurs en particules fines comprises en général entre 4 et 18 %, elles étaient plus élevées en 2007 et 2008 au niveau de l'herbier) (Table 13).

Le site, plus en amont « **Bidassoa, amont, intertidal** » est situé en rive droite, sur une étroite frange intertidale consistant en des graviers et cailloux envasés (teneur en particules fines supérieure à 3%, jusqu'à 40% ; Table 13).



Figure 41

Localisation des stations d'échantillonnage des sites : « Bidassoa aval, herbier à *Zostera noltei* intertidal » (en bleu) et « Bidassoa amont, intertidal » (en rouge)

Table 13

Variations des caractéristiques des sédiments aux sites : « Bidassoa aval, herbier à *Zostera noltei* intertidal » et « Bidassoa amont, intertidal ». nd : non déterminé

Site Année	Teneur en matière organique (%)	Teneur en particules fines ($<63\mu\text{m}$) (%)	Médiane granulométrique (μm)
Bidassoa aval, herbier à <i>Zostera noltei</i> intertidal			
2007	10,6	48	70
2008	7,9	35	100
2009	1,0	5	190
2012	2,1 à 2,4	10 à 12	150 à 150
2016	1,3 à 2,1	4 à 11	160 à 270

Site		Teneur en matière organique (%)	Teneur en particules fines (<63µm) (%)	Médiane granulométrique (µm)
2017	A	1,8	18	160
	B	1,3	4	190
	C	1,6	7	210
Bidassoa amont, intertidal				
2007		2,6	8	190
2008		<1	11	190
2009		7	40	80
2012		2,1 à 7,8	3 à 11	2150 à 2250
2016		3,7 à 4,9	6 à 23	140 à 3520
2017	A	11,2	16	590
	B	4,2	7	3350
	C	6,3	28	120

Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique

La faune benthique du site « **Bidassoa herbier à *Z. noltei* intertidal** » est principalement caractérisée par le gastéropode *Peringia ulvae*, les bivalves *Scrobicularia plana* et *Ruditapes*, les annélides polychètes de la famille des Capitellidae : *Heteromastus filiformis* et *Capitella* accompagnées d'*Hediste diversicolor*, *Streblospio shrubsolii* et *Alkmaria romijni*. Les oligochètes sont également très présents sur le site ainsi que les crustacés *Cyathura carinata* et *Idotea chelipes*. Au cours du suivi réalisé depuis 2006, les années 2009 et 2016 se démarquent en termes de composition faunistique (Table 14). Les années 2016 et 2017, en particulier se distinguent des autres par la forte réduction de l'abondance des oligochètes, l'abondance de *Pseudopolydora* et *Nephtys hombergii* ainsi que la raréfaction de *Capitella*, *A. romijni* et *H. diversicolor*. Ces différences par rapport aux années antérieures sont notamment observées dans les stations A et C. Les échantillons de la station B, qui correspondent à la station historique, présentent une faune plus proche des échantillons collectés précédemment (Figure 42).

La faune invertébrée benthique du site « **Bidassoa amont, intertidal** » est dominée par des annélides oligochètes. L'annélide polychète *Hediste diversicolor*, le gastéropode *Peringia ulvae*, le bivalve *Scrobicularia plana* ainsi que les crustacés *Cyathura carinata* et *Corophium multisetosum* font partie des autres espèces caractéristiques du site. La PCO ne met pas en évidence de changement important de composition de la faune benthique sur cette zone en 2017 (Table 14, Figure 42).

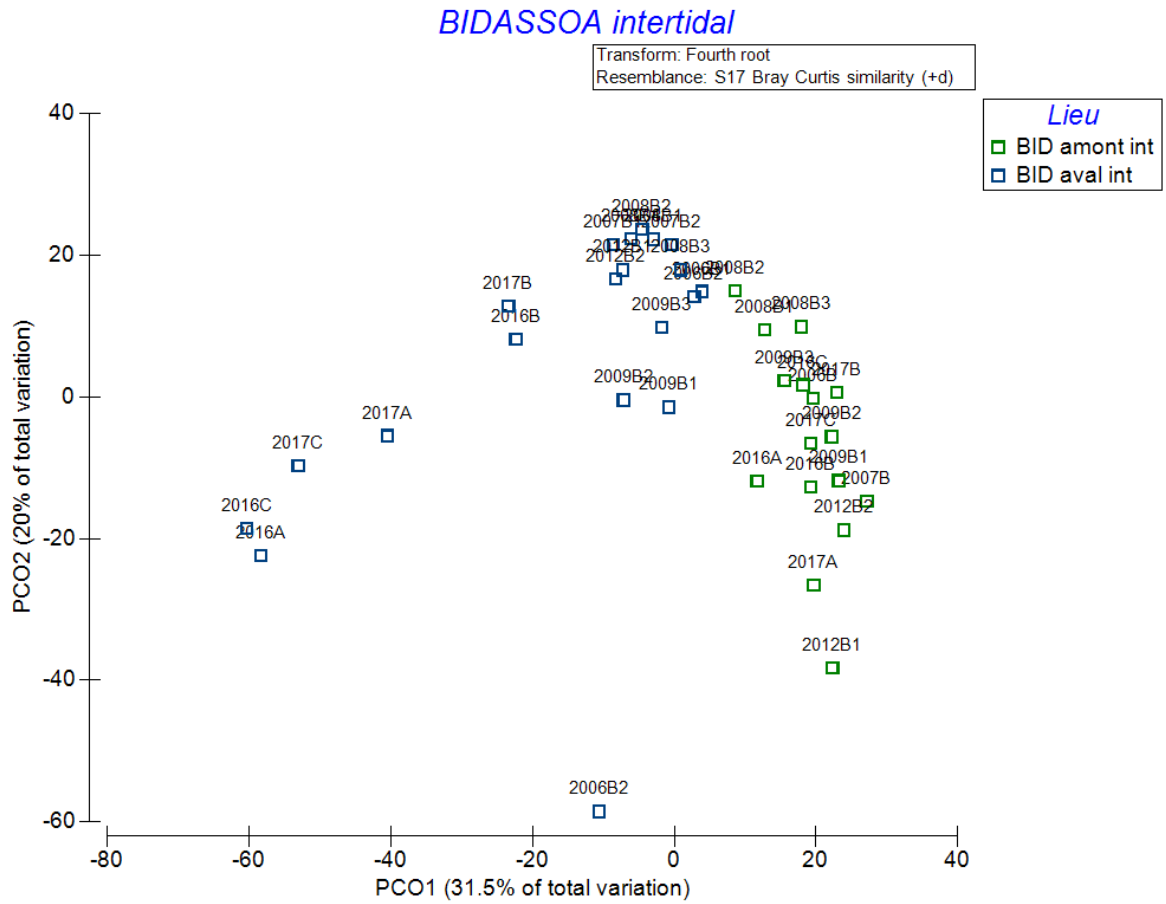


Figure 42

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

Table 14

Principales espèces (taxons) caractérisant la macrofaune benthique des sites « Bidassoa aval, herbier à *Zostera noltei*/intertidal » et « Bidassoa amont, intertidal » entre 2006 et 2016 et niveau d'abondance de la faune (individus par m²). Les taxons caractéristiques sont définis par l'analyse SIMPER. L'absence d'un taxon de la liste ne signifie pas que le taxon est absent.

Bidassoa, herbier à <i>Z. noltei</i> , intertidal		Bidassoa amont, intertidal	
	2006	n	
<i>Peringia ulvae</i>		447	<i>Peringia ulvae</i>
<i>Hediste diversicolor</i>		345	<i>Scrobicularia plana</i>
<i>Heteromastus filiformis</i>		266	oligochaeta
oligochaeta		215	<i>Streblospio shrubsolii</i>
<i>Abra segmentum</i>		150	
<i>Scrobicularia plana</i>		103	
<i>Capitella</i> sp.		74	
<i>Ruditapes</i>		64	
<i>Upogebia</i> sp.		58	
<i>Cyathura carinata</i>		65	
<i>Streblospio shrubsolii</i>		73	
	2007	n	
<i>Peringia ulvae</i>		1155	oligochaeta
<i>Hediste diversicolor</i>		1063	<i>Corophium multisetosum</i>
<i>Heteromastus filiformis</i>		517	<i>Hediste diversicolor</i>
<i>Streblospio shrubsolii</i>		567	
<i>Alkmaria romijni</i>		585	
<i>Capitella</i> sp.		455	
<i>Scrobicularia plana</i>		160	
<i>Polydora cornuta</i>		143	
oligochaeta		153	
<i>Cyathura carinata</i>		117	
<i>Idotea chelipes</i>		78	
<i>Abra tenuis</i>		138	
	2008	n	
<i>Cyathura carinata</i>		1011	oligochaeta
<i>Peringia ulvae</i>		888	<i>Scrobicularia plana</i>
<i>Heteromastus filiformis</i>		557	<i>Hediste diversicolor</i>
oligochaeta		581	<i>Streblospio shrubsolii</i>
<i>Scrobicularia plana</i>		329	<i>Alkmaria romijni</i>
<i>Hediste diversicolor</i>		245	<i>Cyathura carinata</i>
<i>Polydora cornuta</i>		202	<i>Peringia ulvae</i>
<i>Streblospio shrubsolii</i>		191	<i>Abra tenuis</i>
<i>Capitella</i> sp.		293	
<i>Alkmaria romijni</i>		133	
<i>Ruditapes</i>		65	
<i>Idotea chelipes</i>		32	

Bidassoa, herbier à <i>Z. noltei</i> , intertidal		Bidassoa amont, intertidal	
	2009 n		2009 n
<i>Peringia ulvae</i>	7320	<i>Cyathura carinata</i>	708
<i>Cyathura carinata</i>	248	<i>Peringia ulvae</i>	1116
<i>Scrobicularia plana</i>	140	<i>Corophium multisetosum</i>	576
oligochaeta	55	oligochaeta	122
<i>Heteromastus filiformis</i>	20	<i>Hediste diversicolor</i>	78
<i>Capitella</i> sp.	4		
	2012 n		2012 n
<i>Peringia ulvae</i>	915	<i>Hediste diversicolor</i>	67
oligochaeta	625	<i>Cyathura carinata</i>	17
<i>Capitella</i> sp.	364	oligochaeta	27
<i>Heteromastus filiformis</i>	374	<i>Peringia ulvae</i>	8
<i>Scrobicularia plana</i>	261		
<i>Streblospio shrubsolii</i>	110		
<i>Alkmaria romijni</i>	103		
<i>Hediste diversicolor</i>	47		
	2016 n		2016 n
<i>Peringia ulvae</i>	513	<i>Cyathura carinata</i>	368
<i>Heteromastus filiformis</i>	195	<i>Scrobicularia plana</i>	71
<i>Pseudopolydora</i> sp.	269	<i>Hediste diversicolor</i>	32
<i>Paramysis</i>	26	<i>Peringia ulvae</i>	26
<i>Nephtys hombergii</i>	28	oligochaeta	9
<i>Scrobicularia plana</i>	55		
<i>Cerastoderma</i>	27		
<i>Callianassa subterranea</i>	23		
<i>Ruditapes</i>	19		
<i>Loripes lacteus</i>	4		
<i>Microspio mecznikowianus</i>	1		
oligochaeta	2		
	2017 n		2017 n
<i>Scrobicularia plana</i>	432	<i>Hediste diversicolor</i>	380
<i>Heteromastus filiformis</i>	224	<i>Cyathura carinata</i>	232
<i>Nephtys hombergii</i>	120	<i>Scrobicularia plana</i>	504
<i>Cerastoderma</i>	52	oligochaeta	364
nemertea	36	<i>Alkmaria romijni</i>	120
<i>Ruditapes</i>	48	<i>Peringia ulvae</i>	1910
<i>Streblospio shrubsolii</i>	16		
<i>Phoronis</i>	52		
<i>Cyathura carinata</i>	48		
<i>Peringia ulvae</i>	9790		

Caractérisation de l'habitat benthique des sites échantillonnés

La station « **Bidassoa herbier à *Z. noltei*, intertidal** » se situe dans la baie de Txingudi, à proximité de la station hydrologique du même nom (Auby *et al.*, 2018). La salinité des eaux de surface dans cette zone est susceptible de varier entre 35 et presque 0 en fonction des crues très brusques de la Bidassoa. Ces épisodes de crue sont en général brefs et se traduisent par des conditions de salinités inférieures à 20 pendant environ 1 mois (Figure 43). Comparé à la station « Adour aval, intertidal », les dessalures sont cependant nettement moins fréquentes et moins longues. Les sédiments sont des sables envasés. L'habitat EUNIS correspondant est **A2.24 ou A2.31**.

La station « **Bidassoa amont, intertidal** », se situe dans la partie située en amont du pont ferroviaire, partie dont la morphologie est nettement plus proche de celle d'une rivière. Les mesures de salinité dans cette zone sont rares, lors de l'échantillonnage 2017, réalisé à basse mer, les salinités mesurées variaient entre 1 et 6,6 (21/09/2017). En raison de sa situation en amont, l'habitat EUNIS de référence le plus probable est l'**habitat EUNIS A2.31**.

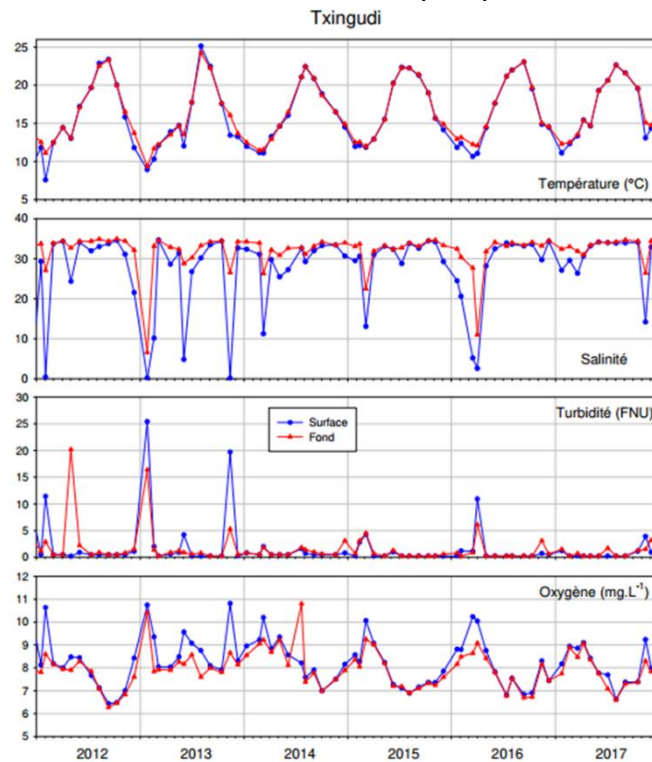


Figure 43

Résultats des mesures hydrologiques DCE réalisées à la station Txingudi (issu de Auby *et al.*, 2018)

Calcul des métriques indicatrices

Bidassoa aval, intertidal

Au niveau du site « **Bidassoa aval (herbier à *Zostera nolte*), intertidal** » aucune tendance significative des trois métriques constituant l'indicateur BEQI-FR n'est mise en évidence au cours du suivi pluriannuel (Figure 44). Les valeurs de l'indicateur ne montrent pas non plus de tendance pluriannuelle significative (Figure 45). Les notes de l'indicateur varient de manière non négligeable selon les passages, le passage B, station de suivi « historique » présentant les valeurs les plus faibles de BEQI-FR. Pour l'année 2017, l'évaluation réalisée au moyen du BEQI-FR indiquerait un état écologique Moyen à Bon si l'habitat de référence A2.24 est sélectionné et Bon à Très Bon si c'est la référence d'habitat A2.31. qui est considérée (Figure 46). Dans les deux cas, la valeur de la note est modérée par l'indice de diversité de Shannon, probablement en raison de la dominance exercée par *Peringia ulvae*.

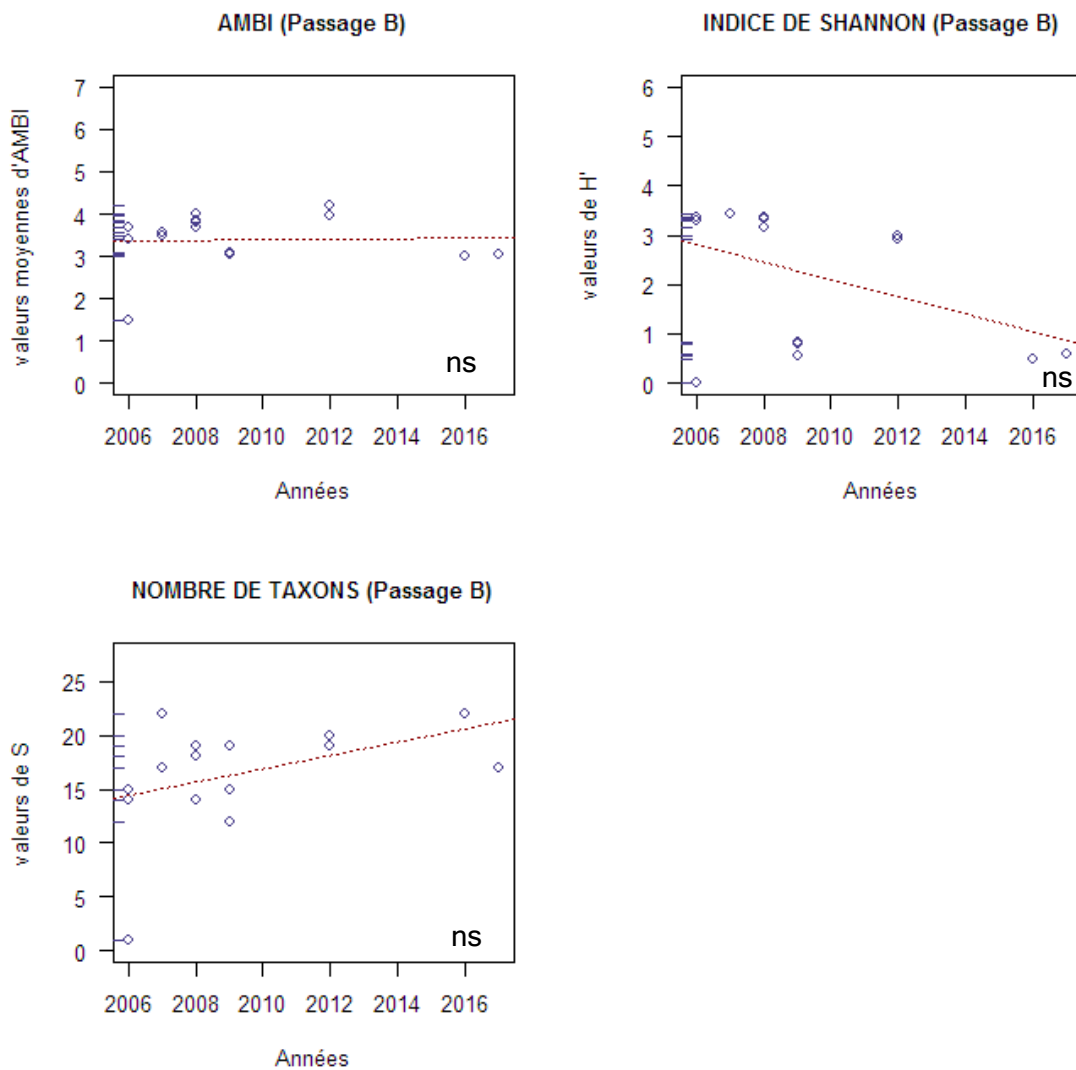
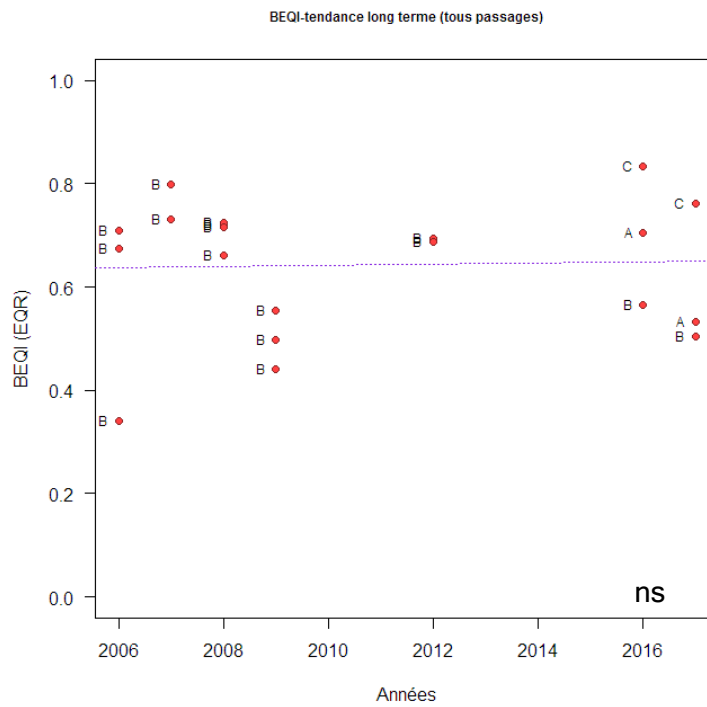


Figure 44

Variations interannuelles des métriques indicatrices au sein de la station « historique »- Bidassoa aval, herbier à *Z. noltei*, intertidal. La signification statistique de la pente de la régression linéaire est indiquée (ns : non significatif, $p > 0.05$)

A. A2.24.



B. A2.31.

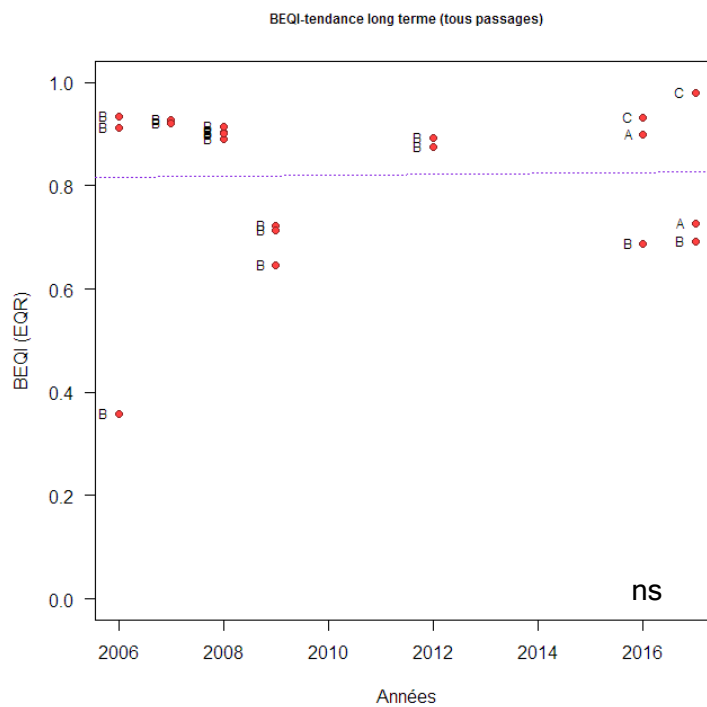
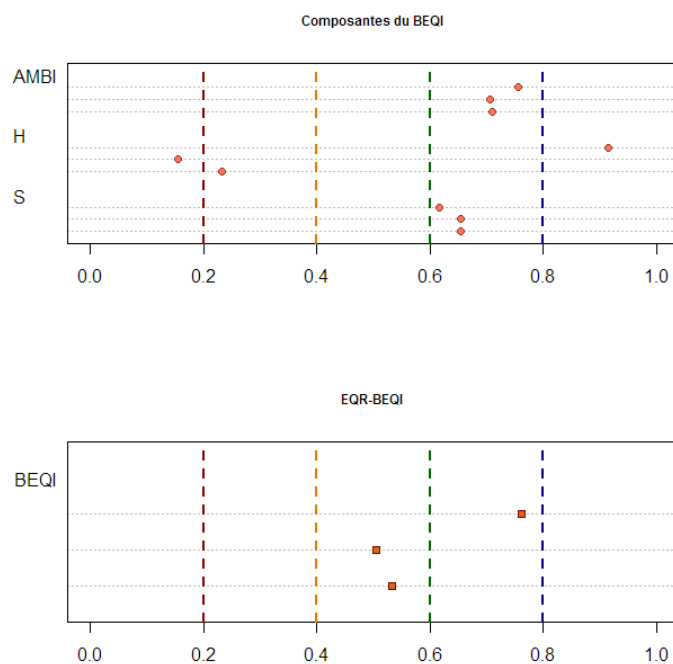


Figure 45

Variations interannuelles du BEQI-FR, station « Bidassoa aval, herbier à *Z. noltei*, intertidal », en utilisant une référence d'habitat EUNIS A2.24 (A.) ou A2.31 (B.). La signification statistique de la pente de la régression linéaires est indiquée (ns=non significatif, $p > 0.05$)

A. A2.24.



B. A2.31.

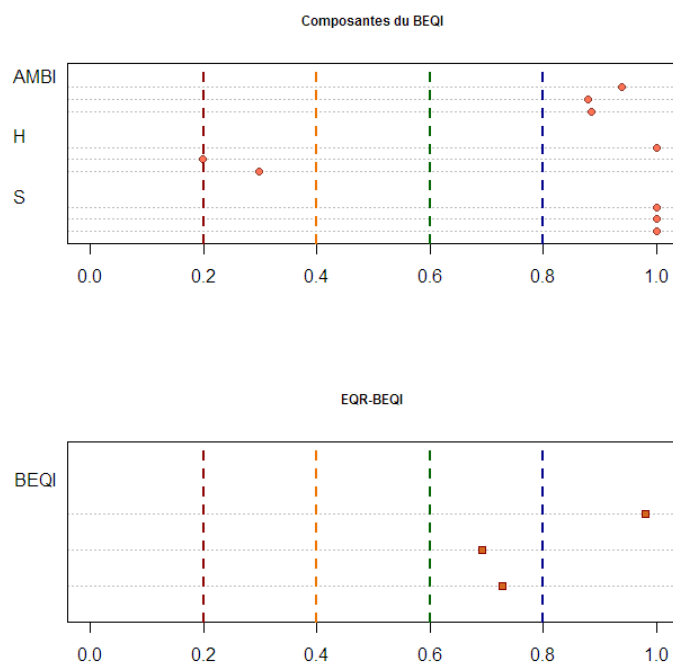


Figure 46
 Valeurs 2017 de l'indicateur BEQI-FR pour la station « Bidassoa aval, herbier à *Z. noltei*, intertidal », pour une référence d'habitat EUNIS A2.24 (A.) ou A2.31 (B.).

Bidassoa amont, intertidal

Il n'existe pas de tendance pluriannuelle pour les métriques indicatrices calculées à partir des données acquises entre 2007 et 2017 sur le site « **Bidassoa amont, intertidal** » (Figure 47). Les valeurs de l'indicateur BEQI-FR sont également relativement stables tout au long du suivi (Figure 48). En 2017, les valeurs du BEQI-FR indiqueraient un Bon état écologique du point de vue du paramètre « faune d'invertébrés benthiques » (Figure 49).

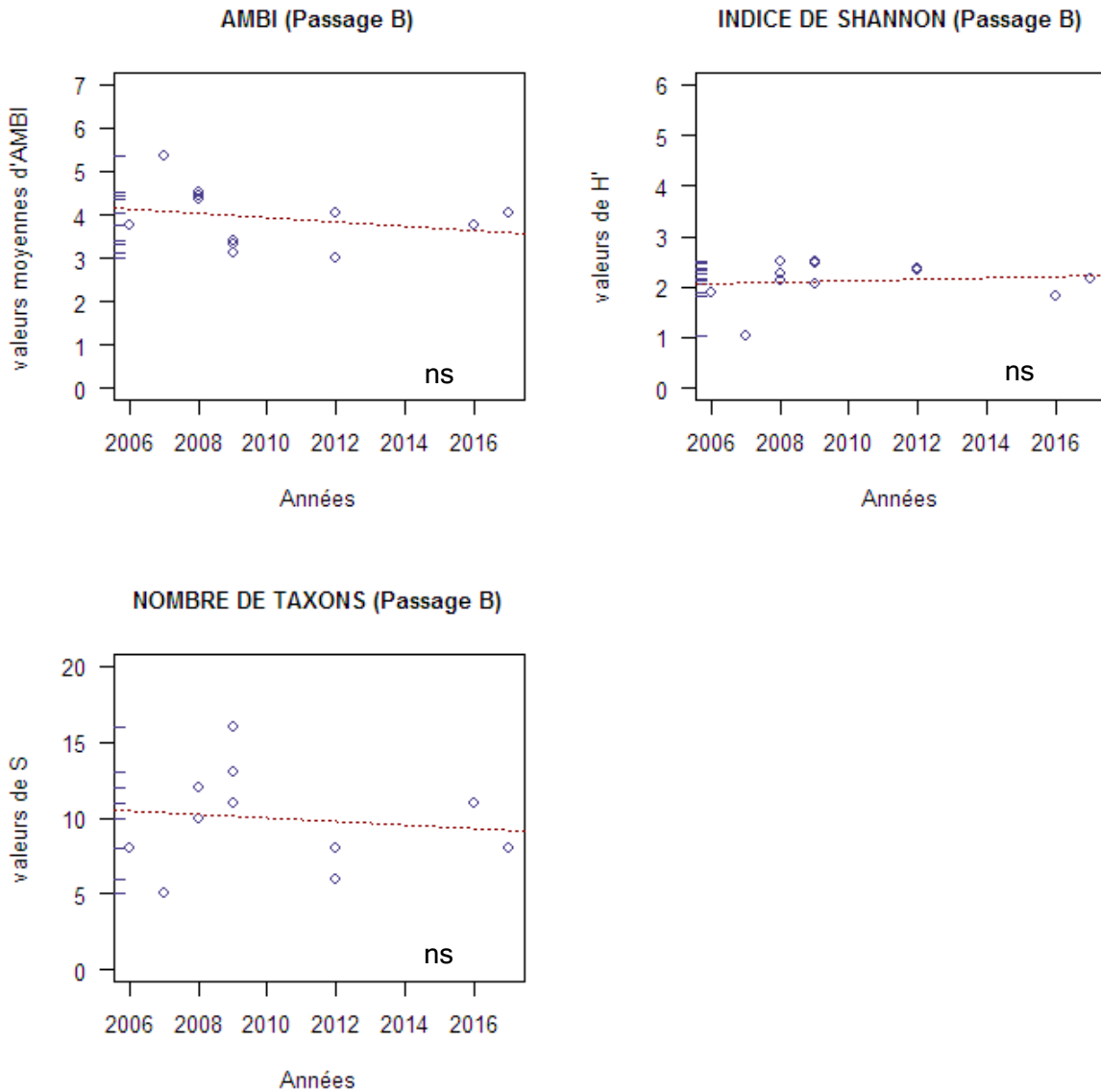
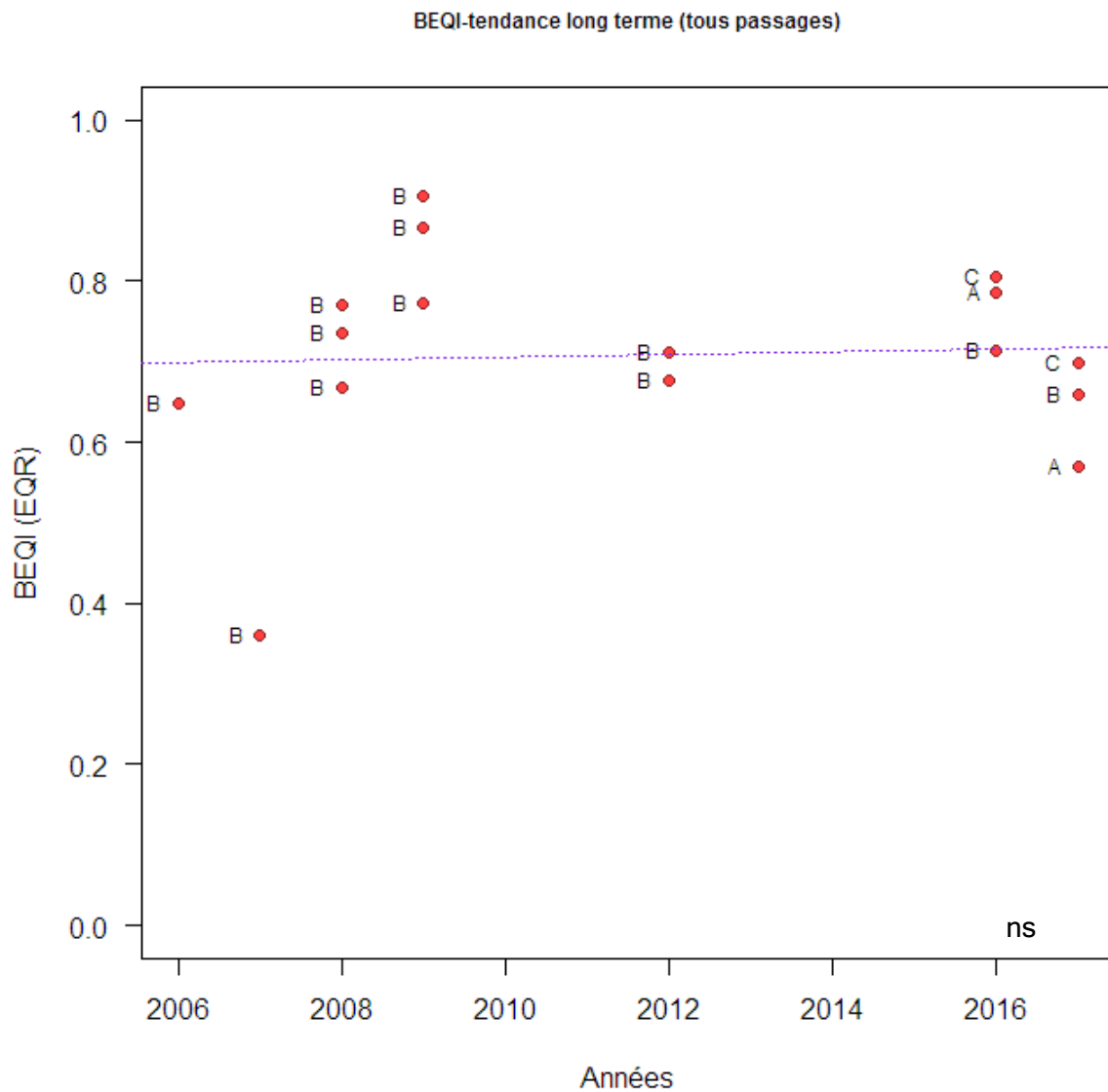
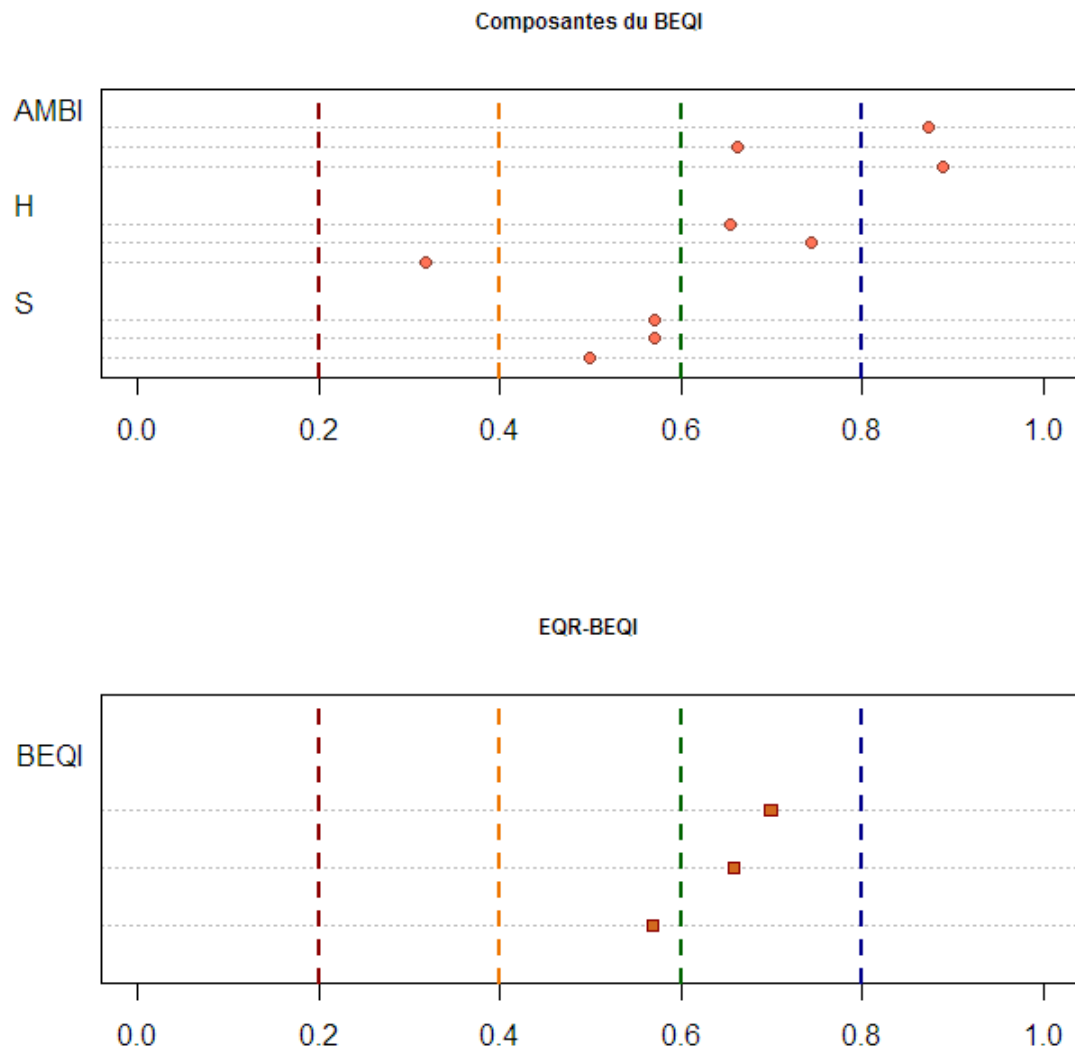


Figure 47

Variations interannuelles des métriques indicatrices au sein de la station « historique »- Bidassoa amont, intertidal. La signification statistique de la pente de la régression linéaire est indiquée (ns : non significatif, $p > 0.05$)



Variations interannuelles du BEQI-FR, station « Bidassoa amont, intertidal », en utilisant une référence d'habitat EUNIS A2.31. La signification statistique de la pente de la régression linéaires est indiquée (ns=non significatif, $p>0.05$)



Valeurs 2017 de l'indicateur BEQI-FR pour la station « Bidassoa amont intertidal », pour une référence d'habitat EUNIS A2.31.

Masse d'eau « Bidassoa » (FRFT 81) : sites subtidaux

Caractéristiques des sédiments

Le site « **Bidassoa aval, subtidal** » se situe dans la baie de Txingudi, à proximité de l'extrémité nord-est de la piste aéroporuaire (Figure 48). Le sédiment sur cette zone consiste en des sables fins à très fins plus ou moins envasés (Table 15). Le passage B, station échantillonnée depuis le début de la surveillance DCE sur la Bidassoa, se distingue par de très fortes teneurs des sédiments en matière organique (avec des teneurs en général supérieures à 10%, Table 15). Les observations montrent que cette matière organique est sans doute en grande partie liée à l'accumulation de feuilles de végétaux terrestres qui s'accumulent sur ce site. Les autres passages présentent des teneurs en matière organique plus faibles et consistent en des sables envasés.

Le site amont « **Bidassoa amont, subtidal** » se situe entre l'île aux faisans, en amont et *l'isla Santiagoaurra*, en aval. Les sédiments sont des graviers et des sables grossiers présentant malgré tout une fraction fine riche en matière organique bien qu'elle ne soit pas dominante en raison de l'abondance de particules grossières, essentiellement de fins graviers (Table 15).



Figure 48

Localisation des stations d'échantillonnage des sites : « Bidassoa aval, subtidal » et « Bidassoa amont, subtidal »

Table 15
Variations des caractéristiques des sédiments aux sites : « Bidassoa aval, subtidal » et « Bidassoa amont, subtidal ». nd : non déterminé

Site Année	Teneur en matière organique (%)	Teneur en particules fines ($<63\mu\text{m}$) (%)	Médiane granulométrique (μm)	
Bidassoa aval, subtidal				
2007	16,5	47	130	
2008	20,4	35	120	
2009	14,0	49	60	
2012	6,4 à 9,8	16 à 28	100 à 150	
2016	1,4 à 15,4	3 à 56	50 à 250	
2017				
	A	3,4	4	300
	B	10,5	38	80
	C	8,3	13	120
Bidassoa amont, subtidal				
2007	3,3	2	560	
2008	2,0	3	600	
2009	2,0	2	900	
2012	1,3 à 2,9	2	300 à 1000	
2016	1,2 à 2,6	<1 à 1	800 à 2720	
2017				
	A	1,3	<1	2200
	B	1,6	<1	880
	C	1,5	<1	1680

Caractéristiques et évolution de la faune invertébrée benthique

La faune benthique du site « **Bidassoa aval, subtidal** » peut être caractérisée par les annélides polychètes *Heteromastus filiformis*, *Nephtys hombergii*, ainsi que les genres *Pseudopolydora*, *Phyllodoce*, *Prionospio*, *Glycera* et *Capitella* et la famille des Hesionidae. Les oligochètes sont également abondants sur ce site ainsi que les mollusques *Loripes lacteus*, *Nassarius* spp., *Corbula gibba* et *Ruditapes*. Les crustacés du genre *Iphinoe* sont également communs sur le site. Au cours du suivi réalisé sur ce site, les années 2017 et, dans une moindre mesure, 2016 présentent une composition faunistique qui se distingue légèrement de celle des autres années, (Figure 49).

Les espèces les plus communément retrouvées sur le site « **Bidassoa amont, subtidal** » sont les mollusques *Peringia ulvae*, *Scrobicularia plana* et *Ruditapes*, les annélides polychètes du genre *Capitella*, *Streblospio shrubsolii*, *Hediste diversicolor* et *Alkmaria romijni* ainsi que des annélides oligochètes. La composition faunistique de 2016 est proche de ce qu'elle était de 2006 à 2008. Au cours du suivi, les années 2009 et 2012 se sont distinguées par la raréfaction d'*Alkmaria romijni*, des oligochètes et de *Cyathura carinata* (Table 16). L'année 2017 se caractérise par l'abondance de *Capitella*, genre de polychète qui tend à proliférer

en présence de grandes quantités de matière organique mais aussi par l'abondance d'*Alkmaria romijni*, un polychète de la famille des Ampharetidae.

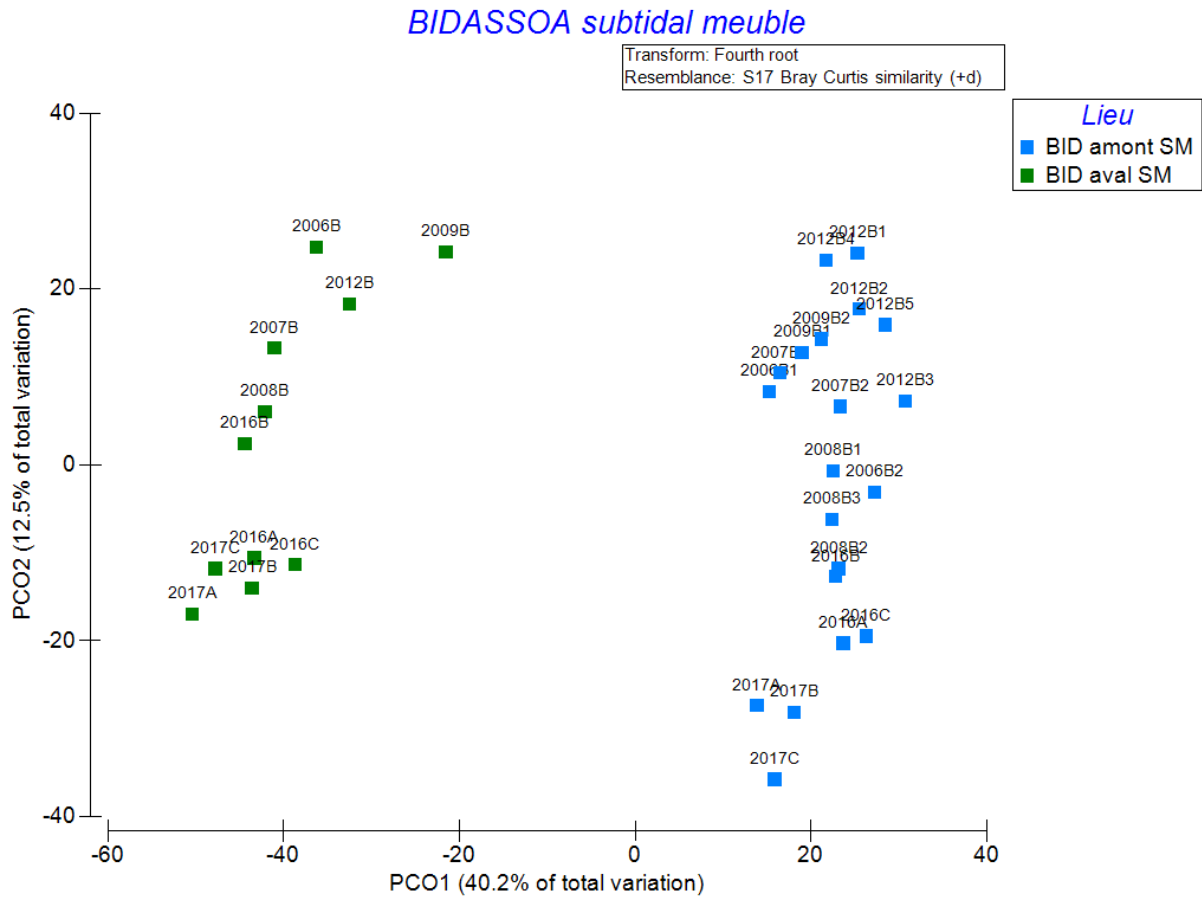


Figure 49

Analyse en coordonnées principales (PCO) présentant le niveau de similarité faunistique entre les échantillons collectés dans les sites « Bidassoa aval, subtidal » (A.) et « Bidassoa amont, subtidal » (B.). Les couleurs des points correspondent aux différentes années.

Table 16

Principales espèces (taxons) caractérisant la macrofaune benthique des sites « Bidassoa aval, subtidal » et « Bidassoa amont, subtidal » entre 2006 et 2016 .et niveau d'abondance (individus par m²). Les taxons caractéristiques sont définis par l'analyse SIMPER. L'absence d'un taxon de la liste ne signifie pas que le taxon est absent.

Bidassoa aval, subtidal		Bidassoa amont, subtidal	
2006	n	2006	n
<i>Upogebia</i>	19	<i>Peringia ulvae</i>	571
<i>Nassarius incrassatus</i>	16	<i>Capitella</i>	240
<i>Corbula gibba</i>	1	<i>Ruditapes</i>	144
<i>Ruditapes</i>	1	<i>Streblospio shrubsolii</i>	146
<i>Nephtys hombergii</i>	1	<i>Scrobicularia plana</i>	82
Hesionidae	2	<i>Alkmaria romijni</i>	33
<i>Hediste diversicolor</i>	<1	<i>Cyathura carinata</i>	16
2007	n	2007	n
<i>Phoronis</i> sp.	143	<i>Hediste diversicolor</i>	428
<i>Pseudopolydora</i>	118	<i>Alkmaria romijni</i>	402
<i>Nephtys hombergii</i>	72	<i>Streblospio shrubsolii</i>	60
<i>Heteromastus filiformis</i>	53	<i>Peringia ulvae</i>	24
<i>Exogone</i>	2	oligochaeta	31
<i>Iphinoe</i>	1	<i>Capitella</i>	33
<i>Prionospio</i>	1	<i>Ruditapes</i>	9
<i>Corbula gibba</i>	1		
2008	n	2008	n
<i>Nephtys hombergii</i>	81	<i>Polydora cornuta</i>	2306
oligochaeta	61	<i>Alkmaria romijni</i>	1063
nemertina	37	<i>Ruditapes decussatus</i>	640
<i>Armandia cirrhosa</i>	39	<i>Scrobicularia plana</i>	660
<i>Pectinaria koreni</i>	14	<i>Peringia ulvae</i>	395
<i>Pseudopolydora</i> sp.	6	<i>Capitella</i>	671
<i>Nassarius incrassatus</i>	5	<i>Pseudopolydora</i> sp.	217
Hesionidae	2	<i>Streblospio shrubsolii</i>	311
<i>Capitella</i>	1	oligochaeta	144
<i>Corbula gibba</i>	1	<i>Hediste diversicolor</i>	115
<i>Iphinoe</i>	2		
2009	n	2009	n
nemertina	18	<i>Peringia ulvae</i>	2702
<i>Heteromastus filiformis</i>	14	<i>Capitella</i>	48
<i>Nephtys hombergii</i>	11	<i>Corophium multisetosum</i>	16
		<i>Ruditapes</i>	6

Bidassoa aval, subtidal		Bidassoa amont, subtidal	
	2012	n	
<i>Heteromastus filiformis</i>	164		<i>Peringia ulvae</i>
<i>Nephtys hombergii</i>	27		<i>Ruditapes</i>
nemertina	31		<i>Capitella</i>
oligochaeta	14		<i>Streblospio shrubsolii</i>
Hesionidae	12		<i>Hediste diversicolor</i>
<i>Loripes lacteus</i>	11		<i>Scrobicularia plana</i>
<i>Glycera</i>	3		
	2016	n	2016
<i>Heteromastus filiformis</i>	553		<i>Capitella</i>
<i>Loripes lacteus</i>	195		<i>Hediste diversicolor</i>
<i>Glycera</i>	45		<i>Streblospio shrubsolii</i>
nemertina	29		<i>Peringia ulvae</i>
<i>Nassarius reticulatus</i>	21		<i>Alkmaria romijni</i>
<i>Iphinoe</i>	47		oligochaeta
<i>Phyllodoce</i>	20		<i>Cyathura carinata</i>
oligochaeta	23		<i>Corophium multisetosum</i>
<i>Spisula subtruncata</i>	10		<i>Scrobicularia plana</i>
<i>Scoloplos armiger</i>	14		
<i>Corophium acherusicum</i>	33		
<i>Cerastoderma</i>	13		
<i>Nephtys hombergii</i>	6		
<i>Dosinia exoleta</i>	2		
<i>Ruditapes</i>	1		
Paraonidae	2		
	2017	n	2017
<i>Loripes lacteus</i>	68		<i>Capitella</i>
<i>Heteromastus filiformis</i>	70		<i>Scrobicularia plana</i>
<i>Glycera</i>	106		<i>Alkmaria romijni</i>
<i>Spisula subtruncata</i>	24		<i>Hediste diversicolor</i>
<i>Dosinia exoleta</i>	24		<i>Cerastoderma</i>
<i>Iphinoe</i>	106		<i>Cyathura carinata</i>
<i>Thracia</i>	40		<i>Streblospio shrubsolii</i>
<i>Nephtys hombergii</i>	23		<i>Xenostrobus securis</i>
<i>Corbula gibba</i>	14		<i>Lekanesphaera</i>
<i>Diogenes pugilator</i>	13		<i>Ruditapes</i>
<i>Ruditapes</i>	2		oligochaeta
<i>Nassarius reticulatus</i>	25		<i>Carcinus maenas</i>
<i>Tritia neritea</i>	6		<i>Musculista senhousia</i>
oligochaeta	196		<i>Peringia ulvae</i>
<i>Corophim acherusicum</i>	61		
nemertina	21		
opisthobranchia	10		
Paraonidae	15		

Caractérisation de l'habitat benthique des sites échantillonnés

La station « **Bidassoa aval, subtidal** » se situe dans la baie de Txingudi, à proximité de la station hydrologique du même nom (Auby *et al.*, 2018). La salinité des eaux de fond dans cette zone varie entre 35 et 20 en fonction des crues de la Bidassoa. Ces épisodes de crue sont en général brefs et peuvent se traduire de manière très ponctuelle par des conditions de salinités inférieures à 20 (Figure 43). Ces conditions de salinité élevées sont comparables à celles observées dans la masse d'eau côtière « Arcachon amont », notamment sur la station de surveillance Comprian. Etant donné ces conditions de salinité sur cette station, sa localisation dans la baie de Txingudi et la nature des sédiments sables plus ou moins envasés nous proposons d'attribuer une référence identique à celle de la station Comprian, c'est-à-dire **la référence Masses d'eaux côtières « sables hétérogènes plus ou moins envasés subtidaux »** (Table 3).

La station « **Bidassoa amont, subtidal** », située en amont du pont ferroviaire, est soumise à des variations de salinités plus importantes que la station « Bidassoa aval, subtidal ». Les quelques mesures de salinité dont nous disposons dans ce secteur montre des niveaux de salinités fluctuant entre environ 20 (en condition automnale, à PM) et 3 (en condition automnale, à BM). L'habitat EUNIS de référence le plus probable est **l'habitat EUNIS A5.24**.

Calcul des métriques indicatrices

Bidassoa aval, subtidal

Au niveau de la station « **Bidassoa aval, subtidal** », aucun des métriques indicatrices ne montre de tendance pluriannuelle significative (Figure 50). Les valeurs de l'indicateur BEQI-FR ne montrent pas non plus de tendance pluriannuelle (Figure 51). En termes de qualité écologique, l'indicateur BEQI-FR suggère un Bon état pour cette station malgré un niveau de richesse spécifique (S) modéré (Figure 52).

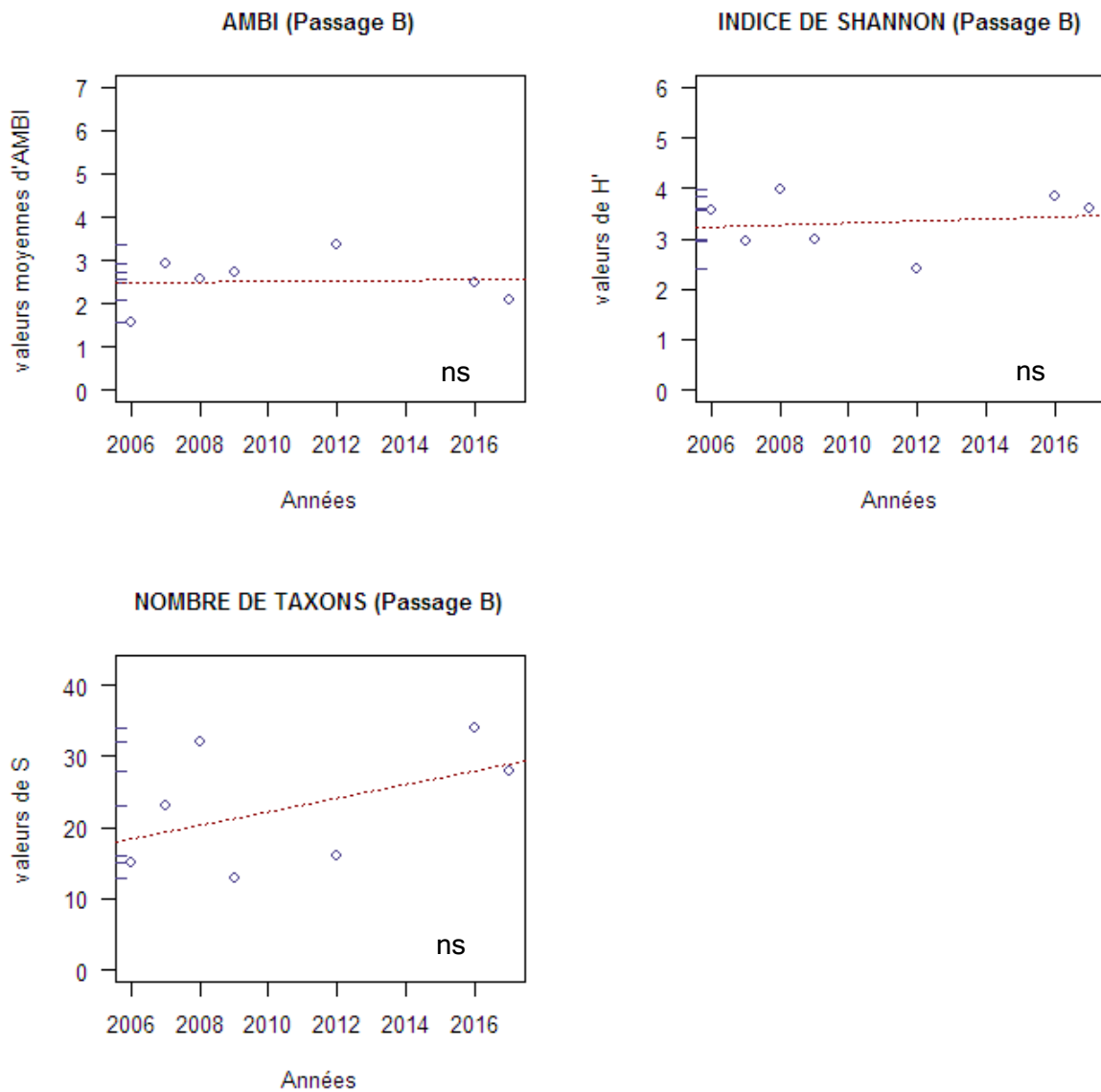


Figure 50

Variations interannuelles des métriques indicatrices au sein de la station « historique »- Bidassoa aval, subtidal. La signification statistique de la pente de la régression linéaire est indiquée (ns : non significatif, $p > 0.05$)

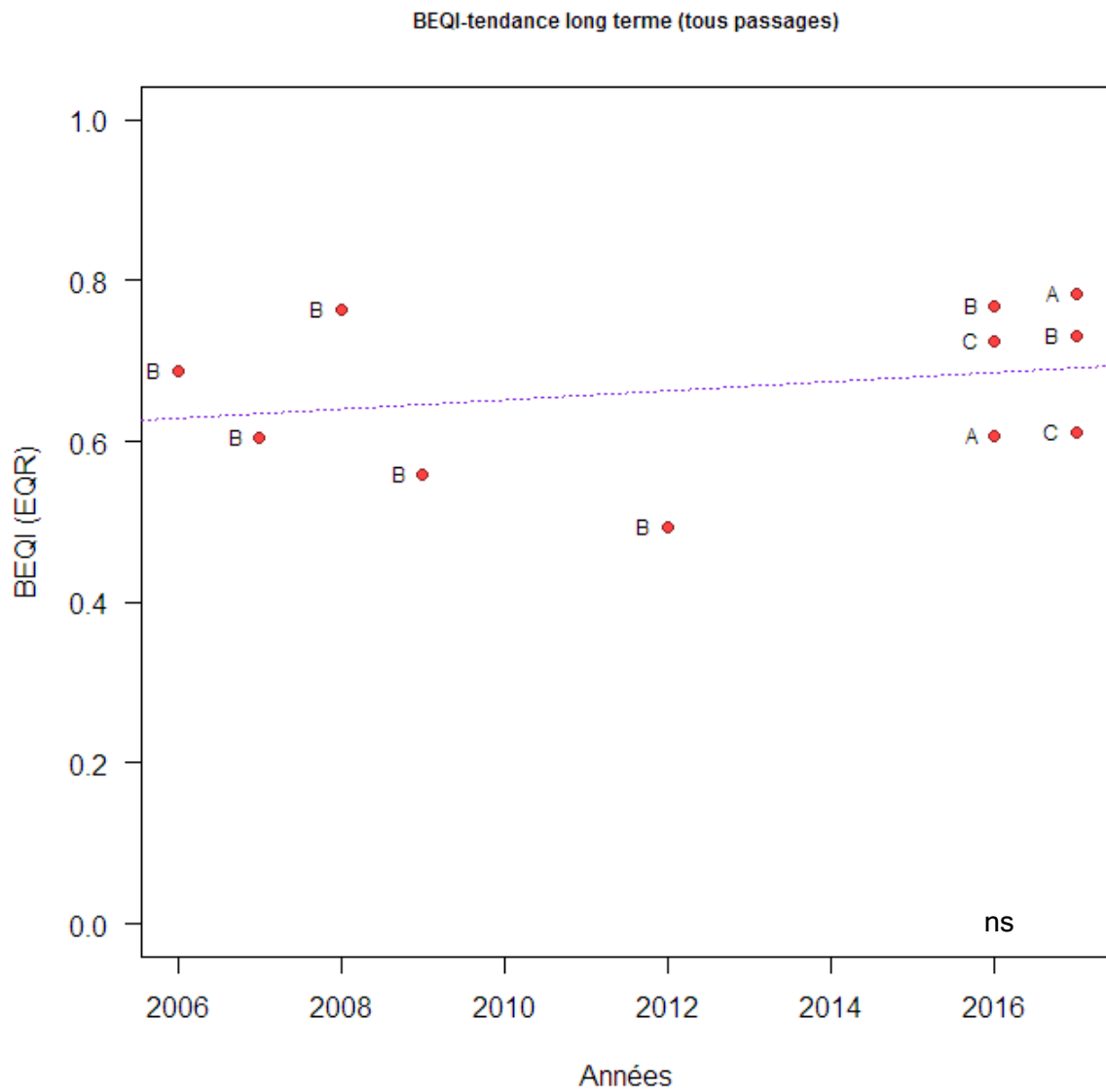


Figure 51
Variations interannuelles du BEQI-FR, station « Bidassoa aval, subtidal », en utilisant une référence d'habitat MEC « sables hétérogènes plus ou moins envasés ». La signification statistique de la pente de la régression linéaires est indiquée (ns=non significatif, $p>0.05$)

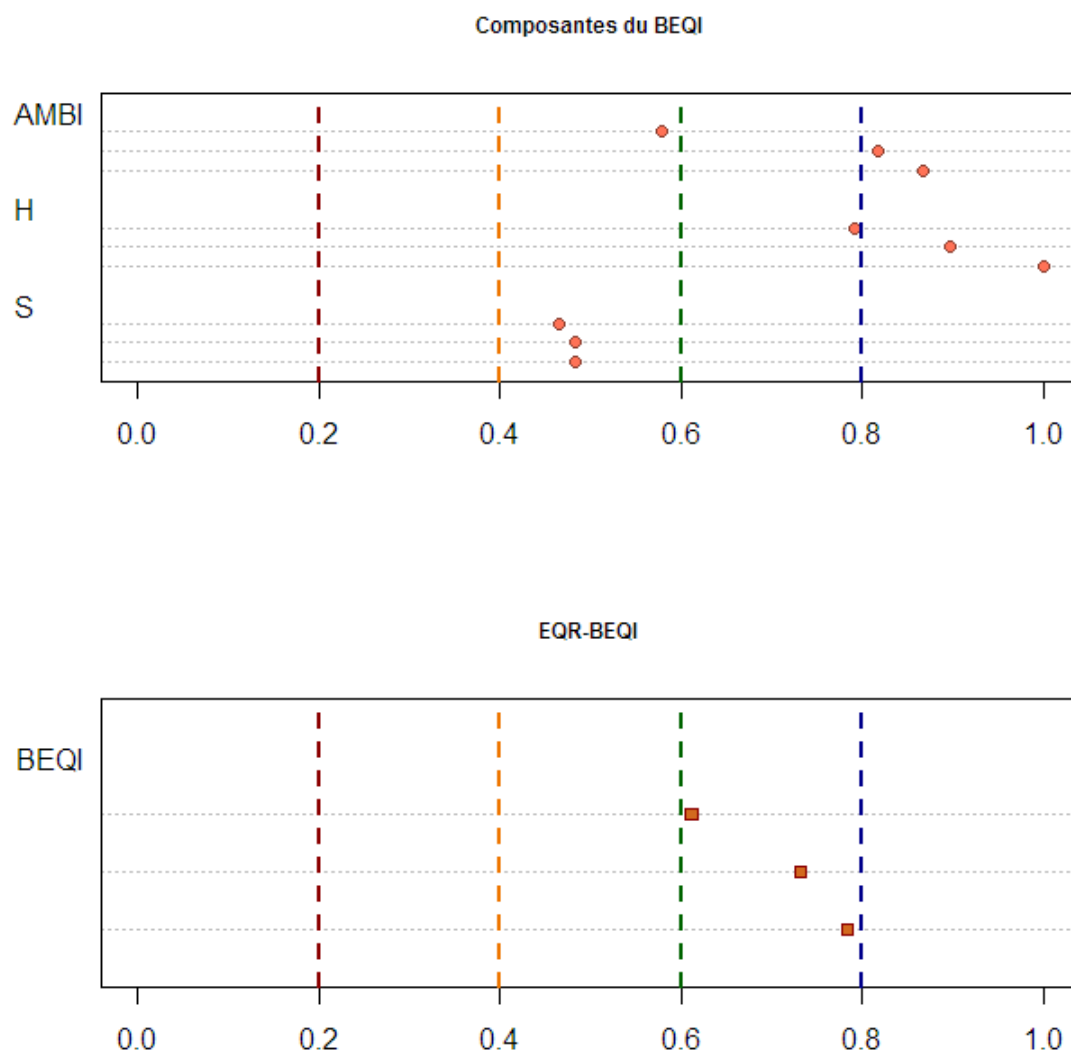


Figure 52

Valeurs de l'indicateur BEQI-FR pour la station « Bidassoa aval, subtidal », pour une référence d'habitat MEC « sables hétérogènes plus ou moins envasés ».

Bidassoa amont, subtidal

L'indice de Shannon a tendance à diminuer depuis le début de la surveillance au niveau de la station « **Bidassoa amont, subtidal** » alors que les deux autres métriques indicatrices (S et AMBI) ne montrent pas de tendance pluriannuelle identifiable (Figure 53). La valeur de l'indicateur BEQI-FR ne montre pas de tendance linéaire significative depuis le début de la surveillance (Figure 54). Pour l'année 2017, l'indicateur BEQI-FR classerait la station « **Bidassoa amont, subtidal** » en état « Moyen » si la référence d'habitat choisie est le A5.24. (Sables vaseux subtidaux). La valeur de l'indicateur est principalement due aux faibles valeurs d'H' et, dans une moindre mesure à certaines valeurs d'AMBI ou de S modérées (Figure 55).

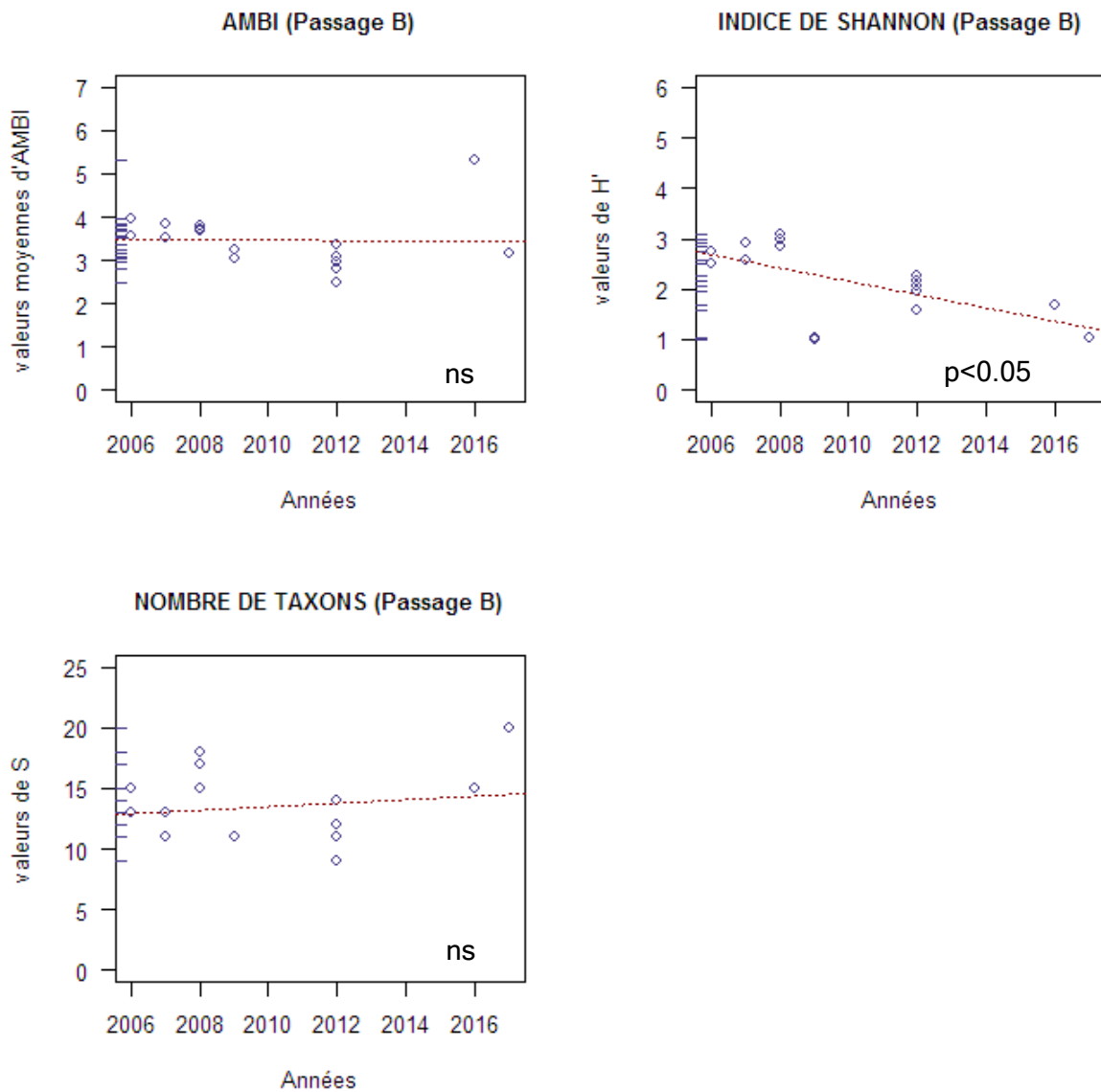


Figure 53

Variations interannuelles des métriques indicatrices au sein de la station « historique »- Bidassoa amont, subtidal. La signification statistique de la pente de la régression linéaire est indiquée (ns : non significatif, $p > 0.05$)

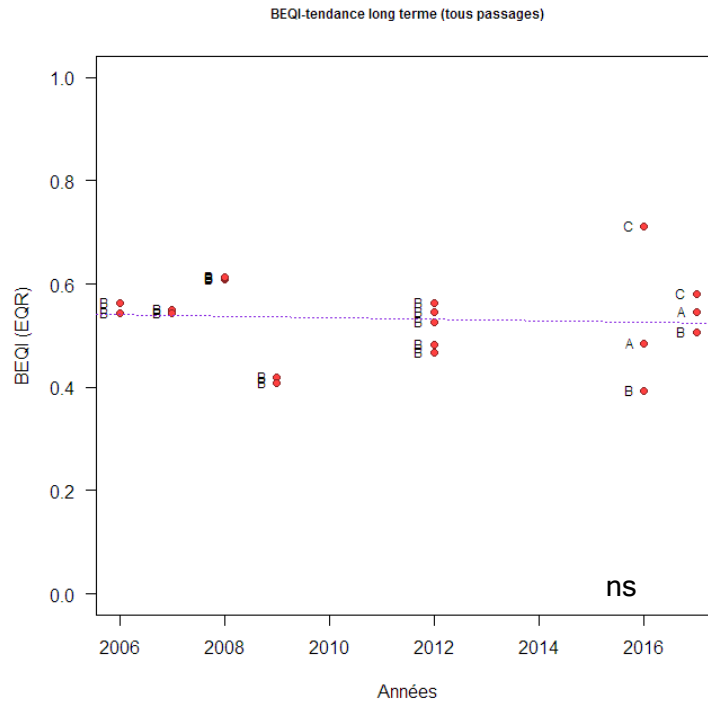


Figure 54
Variations interannuelles du BEQI-FR, station « Bidassoa amont, subtidal », en utilisant une référence d'habitat EUNIS A5.24. La signification statistique de la pente de la régression linéaires est indiquée (ns=non significatif, $p>0.05$)

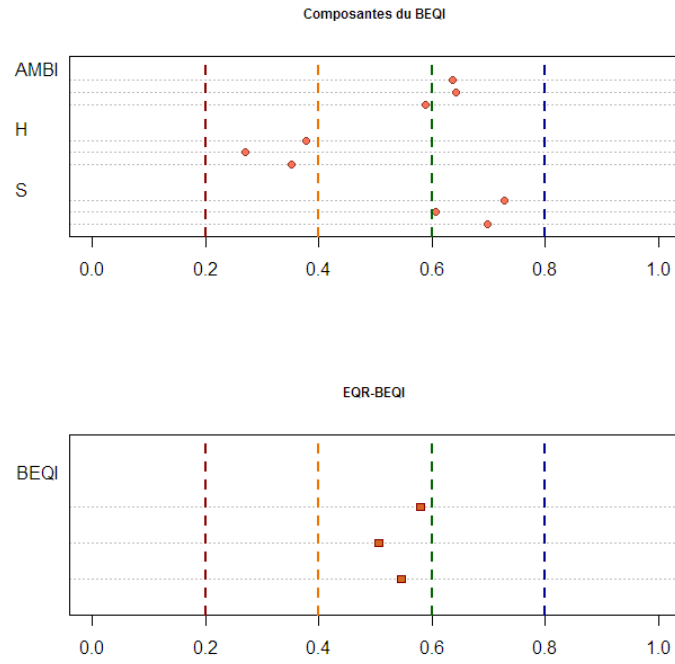


Figure 55
Valeurs de l'indicateur BEQI-FR pour la station « Bidassoa amont, subtidal », pour une référence d'habitat EUNIS A5.24.

RESUME ET CONCLUSIONS

Les **résultats** d'indicateurs présenté dans ce rapport sont **préliminaires**, en effet, il est tout d'abord nécessaire **d'intercalibrer la méthode retenue** (BEQI) avec les autres méthodes européennes ce travail est actuellement en cours et le rapport d'intercalibration devrait être soumis au cours du premier trimestre 2019. Il est également nécessaire d'entamer **un travail d'attribution du type d'habitat EUNIS** pour les stations du réseau de surveillance non incluses dans le rapport d'intercalibration. Pour cela, il est nécessaire de réaliser une analyse des conditions de l'habitat, et notamment des conditions de salinité à l'échelle des sites surveillés afin de déterminer la relation entre régime de salinité et faune benthique avec pour objectif de fournir un guide aux opérateurs pour déterminer à quel habitat EUNIS rattaché les stations (lieux) de surveillances.

Les observations préliminaires qui peuvent être faites sont les suivantes

- En ce qui concerne la masse d'eau « **Gironde centrale** », aucune tendance majeure ne se dégage en 2017 par rapport aux années précédentes. La rareté de la faune aux deux stations subtidales est responsable du classement de la zone subtidale en état moyen voire pire. Les raisons de la rareté de la faune sont sans doute à chercher dans les contraintes physico-chimiques qui pèsent sur les organismes benthiques dans cet estuaire, notamment les très forts niveaux de matière en suspension. Si la présence d'une zone de turbidité maximum est naturelle dans un estuaire, la relation entre teneur en MES et débits des rivières suggère que la situation actuelle n'est peut-être pas entièrement naturelle (réduction des débits des fleuves en raison des prises d'eau, réchauffement climatique, aménagement/érosion des berges).

Aperçu synoptique de l'état écologique des stations de surveillance dans l'estuaire de la Gironde. Les couleurs correspondent aux états écologiques selon le code couleur DCE.

SUBTIDAL		INTERTIDAL	
AVAL		AVAL	
AMONT		AMONT	

- En ce qui concerne la masse d'eau « **Estuaire Adour aval** », les sites d'échantillonnage de cette masse d'eau se caractérisent par une assez forte variabilité à petite échelle spatiale et temporelle sur une même station, particulièrement en domaine subtidal. Du point de vue des communautés benthiques, les deux stations subtidales suivies présentent une certaine similarité bien qu'elles soient probablement sujettes à des variations de salinités légèrement différentes. Il est ici nécessaire de disposer de mesures de salinités dans la partie aval afin d'être en capacité d'interpréter correctement les conditions de l'habitat benthique dans cette zone. La partie aval de l'estuaire de l'Adour est soumise à des pratiques de dragages importantes et il est possible que l'état globalement moyen attribué a priori par l'indicateur soit justifiée.

Aperçu synoptique de l'état écologique des stations de surveillance dans l'estuaire de l'Adour. Les couleurs correspondent aux états écologiques selon le code couleur DCE.

SUBTIDAL		INTERTIDAL	
AVAL		AVAL	
AMONT		AMONT	

• En ce qui concerne la masse d'eau « **Bidassoa** » : les résultats obtenus en 2016 et en 201 sur les stations aval subtidales et intertidales semblent indiquer des variations de la composition de la faune invertébrée benthique par rapport aux années précédentes, mais ces différences peuvent être liées à la modification de la stratégie d'échantillonnage sur ces sites, qui résultent en l'inclusion d'une plus grande variabilité liée à une dispersion spatiale plus large des échantillons. Malgré les variations observées, la Bidassoa se distingue par des contenus en matière organique des sédiments très élevés par rapport à ce qui est observé dans les autres estuaires suivis. Cette matière organique semble en grande partie naturelle (dépôts très importants de feuilles issues de la végétation du bassin versant) mais elle s'accompagne d'une abondance non négligeable de taxons indicateurs d'enrichissement en matière organique tels *Capitella* spp. Les résultats donnés par l'indicateur BEQI-FR sont pour le moment difficiles à interpréter en raison de l'hétérogénéité spatiale entre les passages intertidaux en aval, les incertitudes sur les conditions d'habitat à prendre en compte pour l'évaluation et l'importance du gastéropode *Peringia ulvae* qui influence de manière importante les métriques H' et AMBI de l'indicateur.

Cette dernière observation est généralisable à la plupart des zones semi-fermées et estuariennes qui sont suivies dans le cadre de la DCE, aussi bien en MEC qu'en MET.

[Aperçu synoptique de l'état écologique des stations de surveillance dans l'estuaire de la Bidassoa. Les couleurs correspondent aux états écologiques selon le code couleur DCE.](#)

SUBTIDAL		INTERTIDAL	
AVAL		AVAL	
AMONT		AMONT	

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/Anglet - LER Pertuis charentais - DYNECO-VIGIE, DDTM 64, DDTM 33, Arcachon. ODE/LITTORAL/LER/AR/18.014. 107 pages
- Auby I. *et al.* (2018)- Suivi hydrologie et phytoplancton des masses d'eau du bassin hydrographique Adour-Garonne sur la période 2012- 2017. Rapport Ifremer - LER Arcachon
- Bachelet, G. et Lconte, M. (2016). Surveillance écologique du CNPE du Blayais - Année 2015 - Suivi de la macrofaune benthique. Rapport Station Marine d'Arcachon.
- 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., Gouillieux, 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.
- Fouet, M., Blanchet, H., Leconte M., David, V., Lepage, M. (2018). Sélection d'un indicateur "faune benthique invertébrée" adapté aux estuaires. Rapport final UMR EPOC/AFB. 69 pages..
- 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 subtidaux 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.
- 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.
- Perriere-Rumebe M. *et al.* (2018). Surveillance Ecologique du site du "Blayais" - année 2017. Rapport Ifremer, 189 pages.

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 abstract shape in the bottom right corner of the page. The background is white.

CONTACT

Hugues Blanchet – UMR EPOC
hugues.blanchet@u-bordeaux.fr
T. 05 56 22 39 35