

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



H. Blanchet, B. Gouillieux, C. Peyran.

Station Marine d'Arcachon

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



Contrôle de surveillance DCE 2014

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

Masses d'eau côtières :

- FRFC 06 Arcachon Amont

Contrat ifremer n° 14/5210288



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



Rapport final 5 juin 2015

Réf. AST 2014-344

- Sommaire -

Introduction	1
Méthodologie	1
Echantillonnage	1
Traitement des échantillons	2
Echantillons de faune	2
Granulométrie et teneur en matière organique	2
Traitement des données : calcul du M-AMBI	3
Résultats	5
Contexte environnemental	5
Abondance de la faune	5
Nombre d'espèces	6
Indice de diversité de Shannon et indice d'équitabilité	7
Valeurs de l'AMBI	8
Valeurs de l'indicateur M-AMBI	9
Peuplement benthique à la station Comprian	10
Conclusions	13

Introduction -

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

Dans le cadre du réseau de surveillance DCE du paramètre « faune invertébrée benthique » mis en place sur les masses d'eaux côtière et de transition françaises, la station Comprian fait partie du groupe de stations d'appuis. Ces stations font partie du contrôle de surveillance DCE mais elles font l'objet d'un suivi plus intense qui a lieu tous les ans, au lieu d'un suivi tous les 3 ans pour la majorité des autres stations du contrôle de surveillance DCE.

L'objectif du suivi de ces stations d'appuis est (1) de disposer d'une évaluation de la variabilité temporelle de la faune benthique dans un nombre restreint de stations du contrôle de surveillance et (2) de mettre en évidence d'éventuelles variations pouvant avoir lieu dans certaines masses d'eau à une échelle de temps plus fine que le contrôle de surveillance.

Le présent rapport présente les principaux résultats obtenus pour la station Comprian en 2014 en regard des données acquises précédemment.

L'ensemble des données a été saisi dans Quadrigé².

Méthodologie

Echantillonnage

L'échantillonnage a eu lieu au Printemps 2014. Les échantillons ont été collectés à l'aide d'une benne de type van Veen. Cette benne prélève une surface unitaire de 0,1 m². Pour chaque date, 5 échantillons unitaires ont été prélevés à la station « Comprian ».

Trois stations sont incluses dans le contrôle de surveillance pour cette masse d'eau mais seule la station Comprian a été échantillonnée dans le présent cadre d'échantillonnage des sites d'appuis.

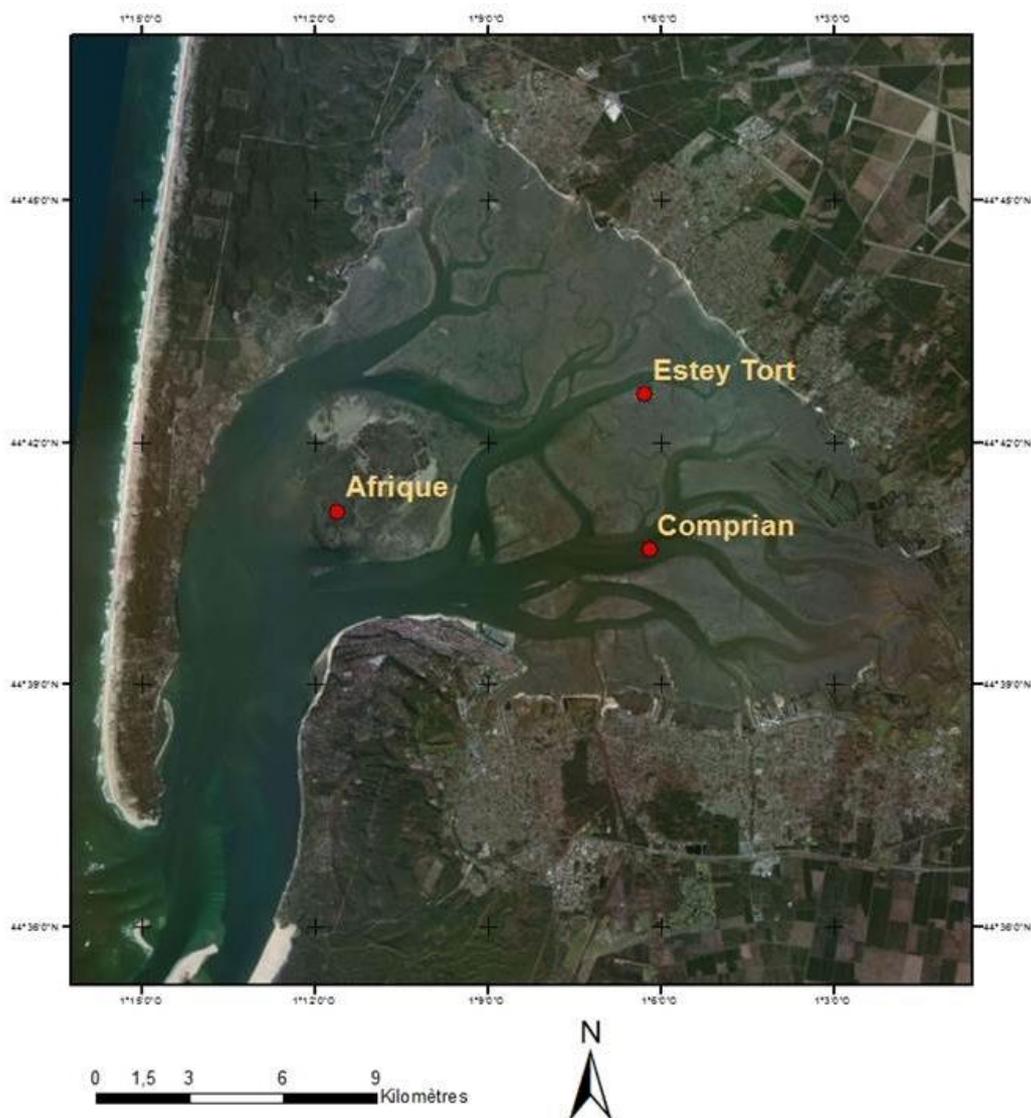


Figure 1 : Position des stations du contrôle de surveillance dans la masse d'eau «Arcachon Amont». Seule la station « Comprian », en tant que station d'appuis, a été échantillonnée en 2014.

Traitement des échantillons

Echantillons de faune

Les sédiments 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 plus petit taxon possible et dénombrée sous loupe binoculaire. L'abondance des espèces de l'épifaune fixée de petite taille (comme les polychètes du genre *Spirorbis*) n'a pas été prise en compte dans l'abondance totale 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.

Station subtidale : Station Comprian subtidal

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

Granulométrie et teneur en matière organique

Depuis 2011, trois échantillons de sédiments ont été prélevés afin de mieux cerner les variations sédimentaires d'une année sur l'autre. La granulométrie du sédiment a été mesurée sur colonne humide. Cette colonne humide consiste en une colonne de tamis de maille décroissante empilés (2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm et 0,063 mm). Le sédiment préalablement séché à l'étuve (60°C pendant au moins 48H) et pesé, est passé au travers de la colonne humide. Chaque fraction est récupérée, séchée et pesée (60°C pendant au moins 48H). La médiane granulométrique a été déterminée en utilisant le *package G2sd* sous R (Gallon & Fournier, 2015). La teneur en matière organique des sédiments a été déterminée par perte au feu. Trois échantillons de sédiment préalablement séchés (poids sec : 60°C pendant au moins 48H) et pesés sont placés dans un four à 450°C pendant 6H. Après calcination, le sédiment calciné est pesé (poids sec de cendres). La teneur en matière organique est exprimée comme le pourcentage représenté par la différence entre poids sec et poids sec de cendres sur le poids sec de sédiment.

Granulométrie

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

Matière organique

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

Traitement des données : calcul du M-AMBI

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

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

- La richesse spécifique S^1 qui correspond au nombre total d'espèce récoltées dans la station.
- L'indice de diversité de Shannon H' selon la formule :

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

Avec

S , le nombre d'espèce ;

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

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

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

Avec

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

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

GE 1 : espèces sensibles aux perturbations ;

GE 2 : espèces indifférentes aux perturbations ;

GE 3 : espèces tolérantes aux perturbations ;

GE 4 : espèces opportunistes de second ordre ;

GE 5 : espèces opportunistes de premier ordre.

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

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

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

La valeur du M-AMBI pour chaque station est obtenue en fonction de la position de la projection du point-station par rapport au segment reliant les point-références « Très Bon » et « Mauvais » dans l'espace des deux premières dimensions d'une analyse factorielle (Muxika *et al.*, 2004). La distance de la projection du point-station par rapport aux extrémités (les points-référence « Très Bon » et « Mauvais ») du segment est interprétée comme un Ecological Quality Ratio (EQR) et convertis en état écologique selon une échelle d'EQR prédéfinie.

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

Résultats

Contexte environnemental

La station Comprian correspond à des sables fins à moyens plus ou moins envasés (médiane granulométrique de 90 et 290 μm) avec un taux de particules fines ayant varié entre 3 et 49 % et une teneur en MO de 0,3 à 4,7 %. On note un envasement important de cette station en 2009 et 2010 (MO > 4 %, teneur en particules fines > 30%). A partir de 2011, le sédiment présente une tendance à un envasement moindre que sur la période 2009-2010. Cette tendance se confirme au cours de la période 2012 à 2014 avec une diminution du taux de particules fines, du taux de matière organique et une augmentation de la médiane granulométrique. Globalement, d'un point de vue sédimentaire, la situation 2009-2010 correspond à une période d'envasement important du site suivi d'un retour à un environnement sédimentaire caractérisé par des sables envasés dont la teneur en particules fines est inférieure à 15%.

Station Comprian subtidal	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
% MO	0,6	1,4	4,7	4,1	0,3 à 0,5	1,2 à 2,6	0,7 à 1,1	0,7 à 0,8
% < 63 μm	6	7	32	49	8 à 11	5 à 13	3 à 6	4 à 7
Médiane granulométrique	200 μm	290 μm	110 μm	100 μm	90 à 130 μm	150 à 150 μm	170 à 210 μm	130 à 150 μm

Abondance de la faune

Depuis le début de la surveillance en 2007, l'abondance de la faune invertébrée benthique avait fortement augmenté jusqu'à atteindre des valeurs maximales sur la période 2011 – 2012. Sur la période 2007-2008 les abondances étaient de l'ordre d'une cinquantaine d'individus par échantillons, puis de l'ordre de 250 individus par échantillons en 2009-2010 et supérieures à 400 individus par échantillon sur la période 2011-2012. En 2013, on observe une diminution très importante des abondances par rapport à la période précédente, avec des abondances de l'ordre de 300 individus par échantillon. En 2014, le nombre d'individus par échantillon était le plus faible observé depuis le début de la surveillance DCE (Figure 2).

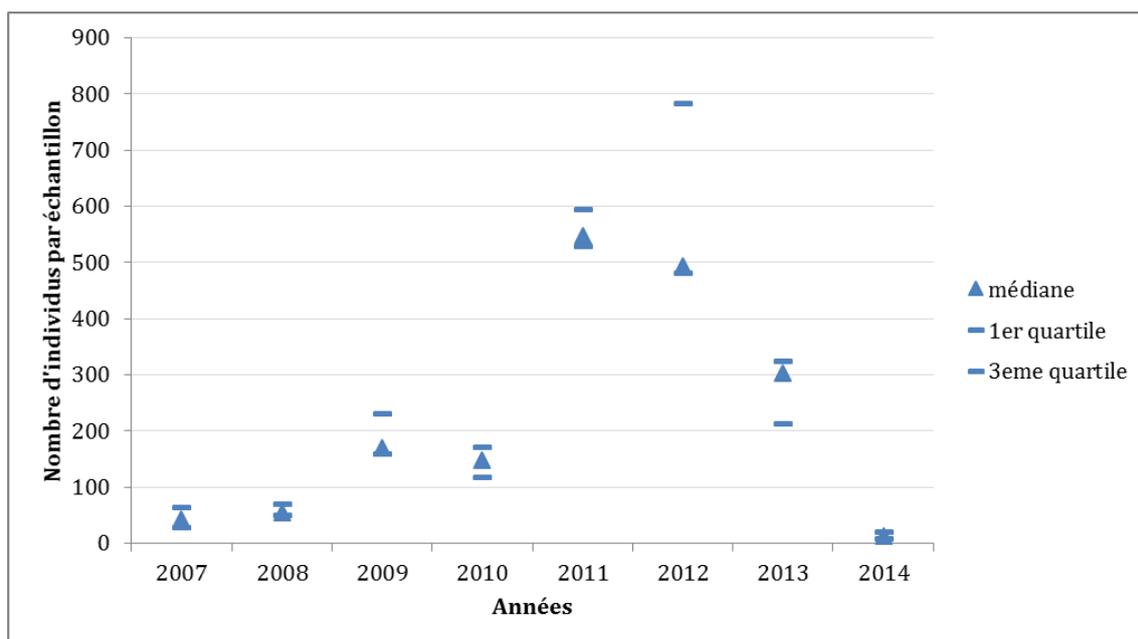


Figure 2 : Evolution des niveaux d'abondance (abondance médianes, en nombre d'individus par échantillon) entre 2007 et 2014 à la station Comprian.

Nombre d'espèces

Depuis le début de la surveillance, le nombre de taxon a connu une forte augmentation entre 2010 et 2011, passant d'un nombre de taxons compris entre 15 et 25 sur la période 2007 à 2010 à un niveau de l'ordre de 40 à 45 taxons en 2011. A partir de cette période, le nombre de taxons tend à diminuer pour atteindre un niveau médian de l'ordre de 25 taxons par échantillon en 2013 et un niveau notoirement faible en 2014 (médiane de 10 taxa par échantillon).

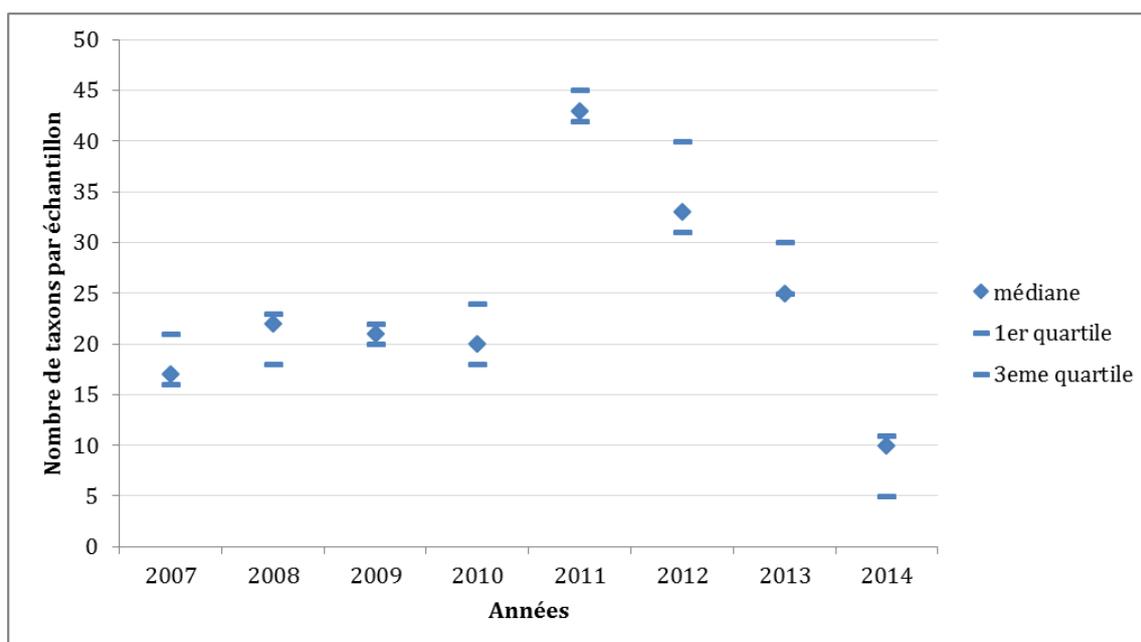


Figure 3 : Evolution de la diversité taxonomique (nombre de taxons médian par échantillon) entre 2007 et 2014 à la station Comprian.

Indice de diversité de Shannon et indice d'équitabilité

Les valeurs moyennes de l'indice de diversité de Shannon sont relativement stables depuis le début du contrôle de surveillance. Ces valeurs sont par ailleurs relativement élevées ($>3.0 \text{ bit.ind}^{-1}$) pour ce type de peuplement (Figure 4). En 2014, la valeur de l'indice semble en moyenne plus faible mais avec une assez forte variabilité entre échantillons. L'équitabilité, telle que mesurée par l'indice d'équitabilité J' , est élevée ($>0,8$) en 2007, 2008 et 2014. Des valeurs légèrement plus faibles ont été mesurées entre 2009 et 2013 montrant une dominance un peu plus forte du peuplement sur cette période 2009-2013.

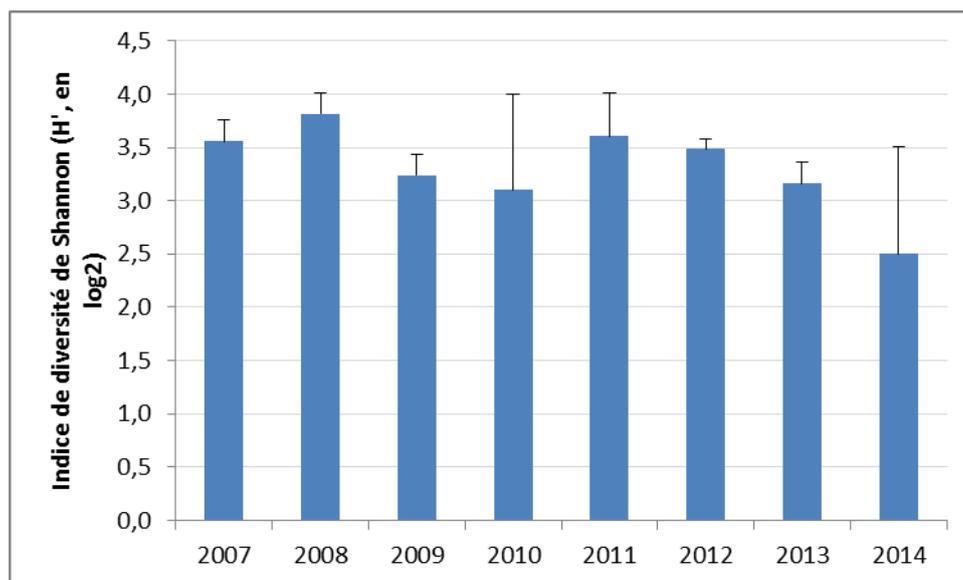


Figure 4 : Evolution de l'indice de diversité de Shannon (H' , calculé à partir du Log_2 , bit.ind^{-1}) entre 2007 et 2014 à la station Comprian.

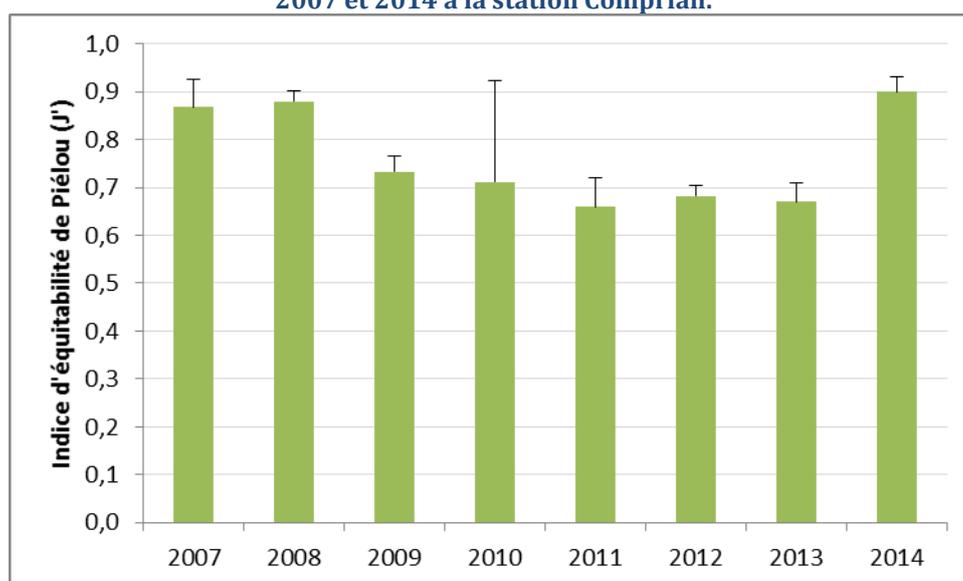


Figure 5 : Evolution de l'indice d'équitabilité de Pielou (J') entre 2007 et 2014 à la station Comprian.

Valeurs de l'AMBI

Les valeurs de l'AMBI ont été peu modifiées dans cette station au cours de la période de surveillance. On note cependant que les années 2010 et 2011 se caractérisaient par les valeurs d'AMBI les plus basses en raison d'une importante proportion relative de taxons du groupe écologique I. Ces fortes proportions relatives ont diminuées en 2012 et 2013, au profit des taxons des groupes écologiques III et V, principalement. En 2014, la valeur de l'AMBI est comparable à celle de la période 2007-2009. A noter, la disparition des taxons des espèces du groupe écologique V en 2014.

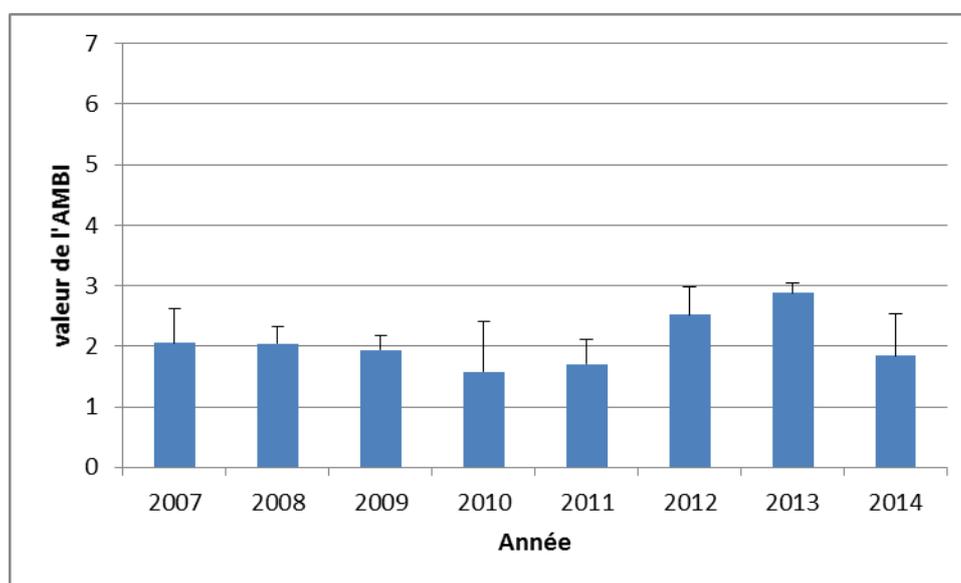


Figure 4 : Evolution de la valeur moyenne de l'AZTI marine Biotic Index (AMBI) entre 2007 et 2014 à la station Comprian.

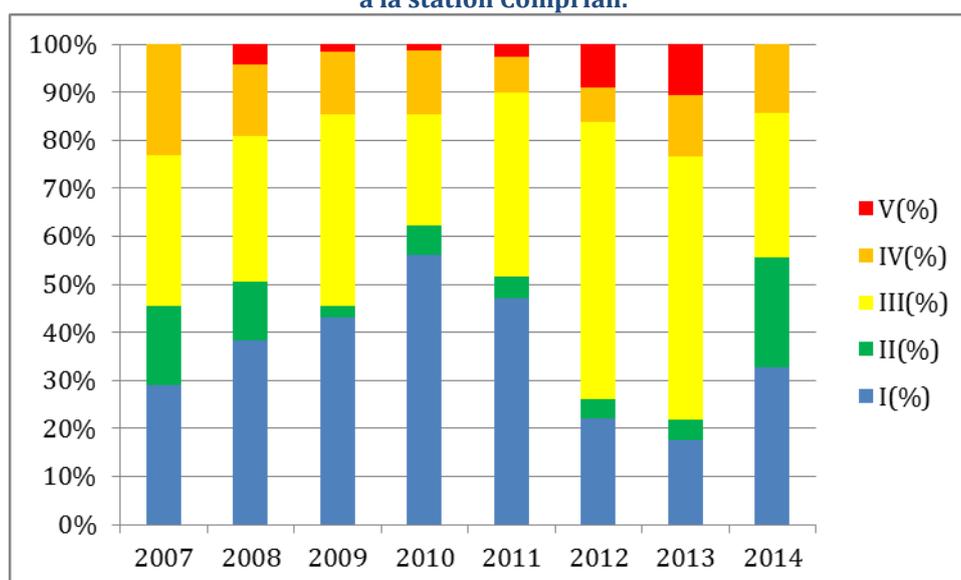


Figure 5 : Evolution de l'importance relative des groupes écologiques I à V définies par l'AMBI entre 2007 et 2013 à la station Comprian.

Valeurs de l'indicateur M-AMBI

En 2013 et 2014, la station de Comprian indique un statut écologique « Bon » au lieu d'un statut écologique « Très Bon » sur toute la période précédente. Selon cet indicateur, la masse d'eau perdrait un niveau de qualité écologique en 2013 et 2014. Cette perte d'une classe de qualité écologique est principalement liée à des valeurs plus faibles de l'indice de diversité de Shannon et à la diminution du nombre d'espèces, ces deux grandeurs étant partiellement corrélées.

Table 1 : Valeurs de l'indicateur M-AMBI et de ses composantes univariées (AMBI, Diversity : indice de diversité de Shannon par station, Richness : nombre d'espèces par station). Le statut écologique (Très bon à mauvais) est indiqué.

Stations	AMBI	Diversity	Richness	EQR (M-AMBI)	Statut
Bad (référence)	6	0	0	0	Bad
High (référence)	1	4	58	1	High
2007	2.0	4.2	43	0.87	High
2008	2.0	4.5	46	0.90	High
2009	1.9	3.3	39	0.78	High
2010	1.6	3.8	52	0.91	High
2011	1.7	3.9	78	1.02	High
2012	2.5	3.6	62	0.87	High
2013	2.9	3.3	41	0.72	Good
2014	1.8	3.9	22	0.76	Good

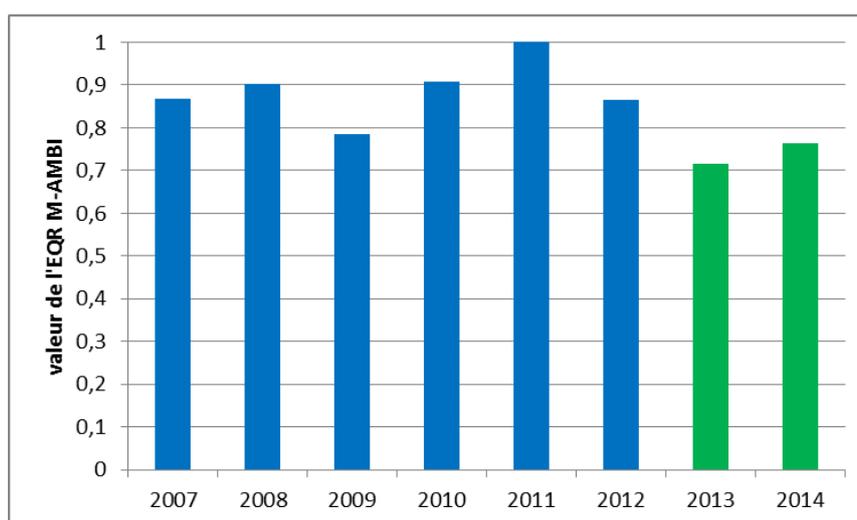


Figure 6 : Evolution de l'indicateur M-AMBI entre 2007 et 2014 à la station Comprian. La couleur indique la classe de qualité écologique selon le code DCE (bleu : « très bon », vert : « bon », jaune : « moyen », orange : « médiocre », rouge : « mauvais »).

Peuplement benthique à la station Comprian

En 2014, le peuplement benthique de cette station est apparu nettement moins dense qu'au cours des années précédentes, notamment par rapport à la période 2011-2013. Du point de vue de sa composition, le peuplement de cette station en 2014 se distingue de ceux de la période 2008 à 2013 sans pour autant être parfaitement similaire à celui de 2007. Les échantillons collectés confirment la disparition, amorcée en 2013, des moules du site d'échantillonnage.

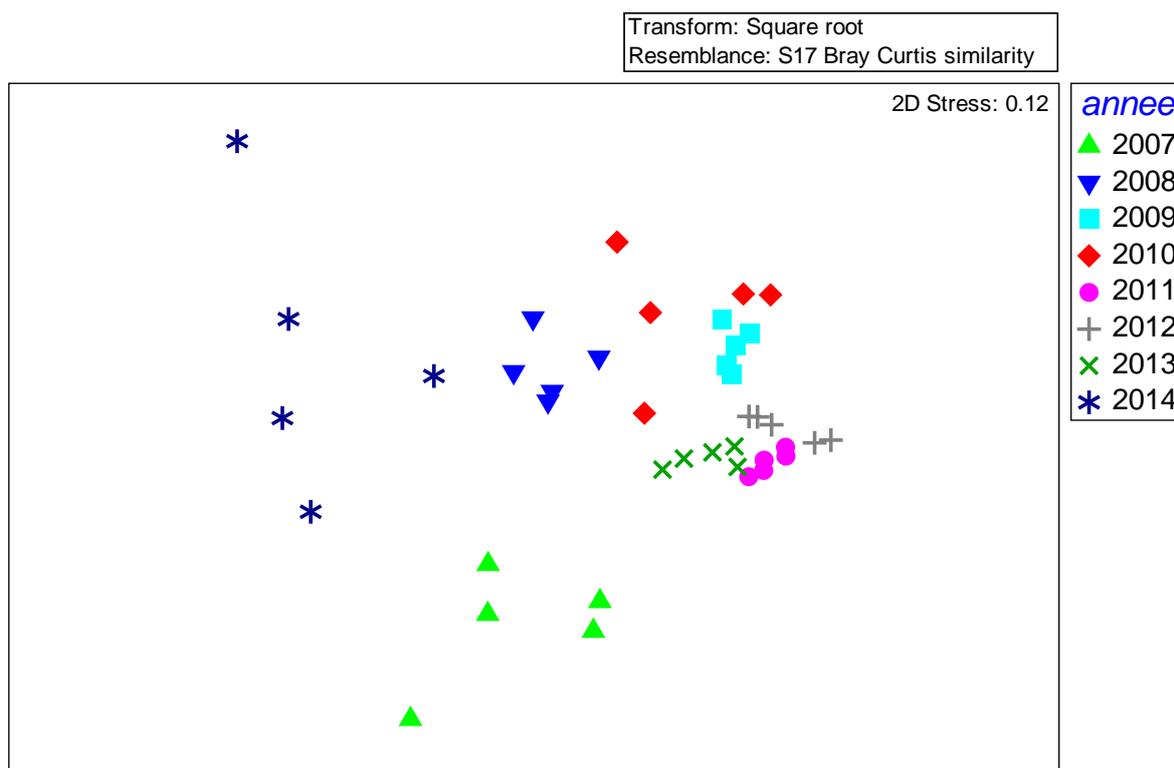


Figure 7 : Cadrage multidimensionnel non métrique (nMDS) montrant le degré de similarité faunistique entre échantillons (basé sur le coefficient de Bray-Curtis, données transformées en racine carrée).

Table 2 : Niveau d'abondance moyen (individus par m²) des différentes familles d'invertébrés benthiques de la station Comprian SM depuis 2007 jusqu'à 2014.

		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Annelida	Clitellata	0	22	28	18	136	554	284	0	
	Ampharetidae	0	2	8	4	2	0	0	0	
	Capitellidae	126	84	392	212	1312	1704	1296	28	
	Chaetopteridae	0	0	0	6	0	0	0	0	
	Cirratulidae	2	80	26	32	26	98	204	14	
	Cossuridae	0	0	2	0	0	2	0	0	
	Eunicidae	0	0	0	0	0	2	0	0	
	Glyceridae	14	22	52	24	64	28	40	14	
	Hesionidae	2	2	0	0	6	2	0	0	
	Magelonidae	4	26	54	52	116	54	124	26	
	Maldanidae	26	100	22	26	294	232	96	0	
	Nephtyidae	6	12	10	4	34	2	2	2	
	Nereididae	0	0	0	4	2	2	0	0	
	Onuphidae	2	6	174	80	38	64	6	0	
	Orbiniidae	40	24	2	8	90	66	78	8	
	Oweniidae	20	10	14	0	26	48	12	0	
	Paraonidae	20	0	2	8	42	272	60	6	
	Pectinariidae	0	2	0	0	0	0	0	0	
	Phyllodocidae	4	0	0	2	4	2	0	0	
	Poecilochaetidae	36	44	566	510	1592	892	156	0	
	Spionidae	66	20	146	66	336	220	82	4	
	Syllidae	0	2	0	0	0	82	2	0	
	Terebellidae	6	0	0	2	2	0	0	0	
	Arthropoda	Alpheidae	0	0	0	6	0	4	0	0
		Ampeliscidae	2	4	2	10	18	50	4	0
Amphilocheidae		0	0	0	8	4	18	0	0	
Anthuridae		0	0	0	0	0	2	0	0	
Aoridae		2	4	0	0	4	2	0	0	
Atelecyclidae		0	0	0	0	2	2	0	0	
Bathyporeiidae		2	2	0	0	2	2	0	4	
Calliopiidae		0	16	2	10	4	4	6	0	
Caprellidae		0	0	2	20	366	0	0	0	
Corophiidae		2	2	0	0	26	0	14	0	
Crangonidae		0	0	0	0	0	0	0	2	
Diastylidae		0	0	4	0	8	0	0	0	
Diogenidae		4	10	0	2	6	0	2	8	
Haustoriidae		0	0	0	0	0	0	0	2	
Idoteidae		0	2	0	0	0	0	0	0	
Inachidae		0	2	0	2	2	0	0	0	
Ischyroceridae		2	6	0	0	18	10	2	0	
Leucothoidae		0	0	0	0	2	0	0	0	
Maeridae		0	0	0	0	2	0	0	0	
Megaluropidae		2	0	0	0	2	0	0	0	
Melitidae		36	36	22	36	116	46	20	0	

	Mysida	2	2	0	2	0	0	0	6
	Oedicerotidae	8	4	0	4	14	28	20	0
	Paranthuridae	0	0	0	0	0	0	2	0
	Photidae	0	0	0	2	38	0	0	0
	Pilumnidae	0	0	0	2	2	0	0	0
	Pinnotheridae	2	0	2	16	0	0	0	2
	Polybiidae	0	0	0	0	2	2	2	0
	Porcellanidae	0	0	0	2	0	0	0	0
	Portunidae	0	2	4	0	2	0	0	0
	Tanaididae	0	0	0	0	0	2	0	0
	Urothoidae	46	0	2	0	12	2	4	10
	Varunidae	0	0	0	0	2	0	0	0
	Ammotheidae	0	2	0	0	0	0	0	0
Cnidaria	Anthozoa	0	0	2	6	60	78	28	0
Echinodermata	Holothuroidea	0	0	2	0	2	0	0	0
	Amphiuridae	0	0	2	2	2	0	0	0
	Ophiotrichidae	0	16	6	22	12	8	0	0
	Ophiuroidea	0	0	2	0	0	0	0	0
Mollusca	Cardiidae	10	0	2	12	0	0	0	0
	Mactridae	2	0	0	0	6	0	2	0
	Montacutidae	2	0	0	0	6	0	2	0
	Mytilidae	0	2	320	114	348	1306	20	0
	Nuculidae	0	2	0	0	0	0	0	0
	Pharidae	0	0	0	0	6	0	0	0
	Semelidae	4	8	2	2	126	108	30	0
	Solenidae	2	4	0	2	2	2	0	0
	Tellinidae	16	0	0	0	48	38	78	0
	Veneridae	6	0	0	0	0	2	0	0
	Calyptraeidae	0	0	0	4	28	8	0	0
	Cerithiidae	0	0	2	0	0	0	0	0
	Cylichnidae	0	0	0	0	0	2	0	0
	Hydrobiidae	0	0	0	0	2	0	2	0
	Mangeliidae	2	0	0	0	0	0	0	0
	Nassariidae	14	8	0	18	38	6	6	2
Nemertina	Nemertina	4	14	66	8	76	86	22	4
Sipuncula	Sipuncula	0	0	0	0	0	2	0	0

Conclusions

En 2014, la station Comprian présente une faune benthique caractérisée par une diminution très importante de la densité des organismes benthique par rapport aux années précédentes. Cette diminution des densités avait été amorcée en 2013 où elle a été mise en corrélation avec la disparition des moules s'étant installée sur le site dans les années précédentes. En 2013, le peuplement, dans sa composition restait proche de celui observé en 2011 et 2012. En 2014, le peuplement benthique présente un aspect distinct de celui de 2011-2012 et 2013 avec une densité très faible par rapport à ce qui avait été observé jusqu'à présent. La poursuite de la diminution des densités se traduit par une diminution du nombre d'espèces présentes qui se traduit par des valeurs (relativement) faibles pour S et pour H'. Néanmoins, aucune espèce n'apparaît dominante et les taxons du roupe écologique V (opportunistes de 1^{er} ordre) ont disparu du site, cela se traduit par une baisse de la valeur de la composante AMBI du M-AMBI. Finalement, cet état du peuplement se traduit par un « **Bon** » état seulement. Il est à noter que les années 2013 et 2014 ont été marquées par des débits d'années très pluvieux entraînant des dessalures marquées à la station Comprian (Ifremer /Quadrige LER AR, données ENVLIT/SURVAL). Ces dessalures ont pu avoir un effet déterminant sur l'état du peuplement benthique à cette station (Figure 8).

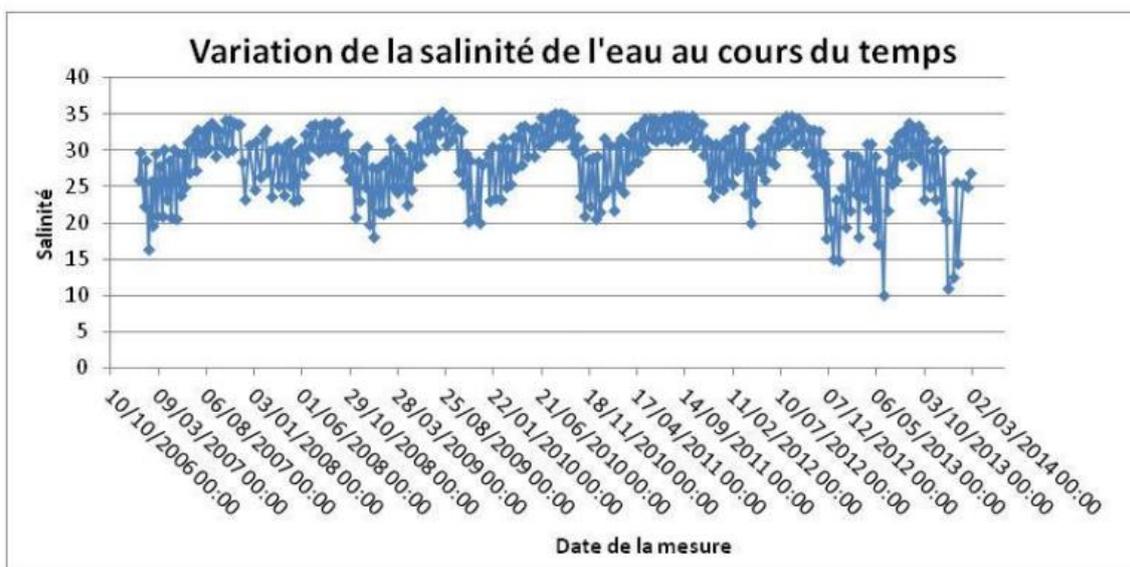


Figure 8 : Représentation des données de salinité de l'eau mesurée en surface (0-1 m) à la station Comprian. Données issues du site ENVLIT/SURVAL. Fournies par Ifremer/Quadrige et produite par Ifremer LER ARCACHON.

Références

- Auby I, Trut G, Blanchet H, Gouillieux B, Lavesque N, Pothier A (2008) Echantillonnage des sites de référence DCE pour les paramètres "faune invertébrée benthique" et "végétation". Rapport Ifremer - LER Arcachon - UMR 5805 - Station Marine d'Arcachon, Arcachon.
- Cottet M, Gouillieux B, Bachelet G, Blanchet H, De Montaudouin X, Lavesque N, Leconte M, Sauriau PG (2007) Etude préliminaire de la macrofaune benthique des masses d'eau côtières et de transition du District Hydrographique Adour-Garonne - Rapport Final - Novembre 2007-. Rapport Agence de l'Eau Adour-Garonne - Station Marine d'Arcachon - Centre de Recherche sur les Ecosystèmes Littoraux Anthropisés, Arcachon
- 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>
- Guillaumont B, Gauthier E (2005) Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE - Recommandations concernant le benthos marin. Rapport Ifremer – Centre de Brest, Brest. Ifremer/Quadrige, LER-ARCACHON. Site internet ENVLIT SURVAL http://envlit.ifremer.fr/resultats/acces_aux_donnees/presentation
- Muxika I, Borja A, Bald J (2006) Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. Marine Pollution Bulletin 55: 16-29