

Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN – 14-012

Coordination : Nicolas Desroy (Ifremer), Aurélie Garcia (MNHN),
Patrick Le Mao (Ifremer)

Participant :



Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2013

> District Artois-Picardie

Décembre 2014



Coordination

Ifremer



Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/>		date de publication : Décembre 2014
Validé par : Adresse électronique :		nombre de pages : 17 p. + annexes bibliographie : oui illustration(s) : oui langue du rapport : français
Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2013 – District Artois-Picardie		
Contrat n° Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>		
Auteur(s) principal(aux) : Desroy Nicolas Aurélie Garcia Le Mao Patrick		Ifremer/ODE/UNITE LITTORAL/LERBN – 14-012
Cadre de la recherche : Soutien à la Directive Cadre Eau		
Destinataires : Agence de l'eau Artois-Picardie, DIREN Nord-Pas de Calais et Picardie, Rebent		
Résumé Ce rapport présente les résultats des opérations menées en 2013, sur l'ensemble des masses d'eau côtières et de transition rattachées au district Artois-Picardie.		
Abstract This report deals with results of monitoring carried out in 2013 for the area concerned by the Artois-Picardie water district.		
Mots-clés Directive Cadre Eau, Benthos, Réseau de surveillance, Manche		
Keys words European Water Framework Directive, Benthos, Monitoring Network, English Channel		

SOMMAIRE

1	Rappel du contexte et des obligations imposées par la Directive Européenne Cadre sur l'Eau.....	1
	1.1 Rappel des attendus relatifs aux éléments de qualité biologique du benthos marin pour la DCE (Guillaumont et al., 2005).....	1
	1.2 Rappel des caractéristiques des masses d'eau du District Artois-Picardie.....	2
	1.3 Partenaire de la mise en œuvre de la surveillance du compartiment benthique en Artois-Picardie.....	2
2	Suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques des sites d'appui.....	4
	2.1 Objectifs de l'étude.....	4
	2.2 Stratégie générale	4
	2.2.1 Prélèvements et analyses biologiques.....	5
	2.2.2 Prélèvements et analyses sédimentaires	5
	2.2.3 Traitement des données	6
	2.3 Qualification biologique des masses d'eau côtières	7
	2.3.1 Conditions d'utilisation du M-AMBI	9
	2.3.2 Traitement de la base de données	9
	2.4 Résultats.....	10
	2.4.1 Caractéristiques sédimentaires.....	10
	2.4.2 Caractéristiques biologiques générales des stations	12
	2.5 Conclusion	15
3	Operations programmées en 2014 et 2015	16
4	Références bibliographiques	17

1 RAPPEL DU CONTEXTE ET DES OBLIGATIONS IMPOSEES PAR LA DIRECTIVE EUROPEENNE CADRE SUR L'EAU

1.1 RAPPEL DES ATTENDUS RELATIFS AUX ELEMENTS DE QUALITE BIOLOGIQUE DU BENTHOS MARIN POUR LA DCE (GUILLAUMONT ET AL., 2005)

L'application de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) nécessite la mise en place de contrôles pour évaluer l'état écologique des Masses d'eau côtières et de transition avec comme objectif l'atteinte du bon état en 2015. L'ensemble des eaux côtières, dont la limite extérieure s'établit à 1 mille de la ligne de base, et des eaux de transition, correspondant aux eaux de surface situées près des embouchures de rivières/fleuves et partiellement salines mais influencées par les eaux douces, a fait l'objet d'un découpage en Masses d'Eau. Ces Masses d'Eau ont été définies en fonction de leurs caractéristiques physiques ainsi que des pressions qui s'y exercent.

Sur ces Masses d'Eau, différents types de contrôle peuvent être exercés :

- le **contrôle de surveillance**, appliqué sur une sélection de Masses d'Eau considérées comme représentatives en se référant à la typologie préétablie. Les objectifs de cette surveillance sont de « (...) *concevoir de manière efficace et valable les futurs programmes de surveillance, évaluer les changements à long terme des conditions naturelles, évaluer les changements à long terme résultant d'une importante activité anthropique.* » (Annexe V – art. 1.3.1) ;
- le **contrôle opérationnel**, appliqué sur les Masses d'Eau présentant un Risque de Non Atteinte du Bon Etat Ecologique (RNABE) d'ici 2015, afin d'en établir l'état et d'en évaluer les changements dus aux programmes de mesure mis en place ;
- le **contrôle additionnel**, requis pour les zones protégées (notamment les zones de protection d'habitat et/ou d'espèces résultant des directives européennes "Oiseaux" et "Habitats", risquant de ne pas répondre à leurs objectifs environnementaux) ;
- le **contrôle d'enquête**, appliqué aux Masses d'Eau présentant un RNABE pour des raisons inconnues, ainsi qu'aux zones touchées par des pollutions accidentelles, pour lesquelles le benthos est un indicateur privilégié de l'ampleur et de l'incidence des contaminations.

L'article 1.1.4 de l'annexe V de la DCE précise les paramètres biologiques qui participent à l'évaluation de l'état écologique des Masses d'eau côtières. Ces derniers se réfèrent à la composition, l'abondance et la biomasse du phytoplancton, à la composition et l'abondance de la flore aquatique (autre que le phytoplancton) et à la composition et l'abondance de la faune benthique invertébrée.

Dans le cadre du contrôle de surveillance du compartiment benthique, la végétation benthique (macroalgues et angiospermes), ainsi que les macroinvertébrés benthiques, doivent obligatoirement être pris en considération.

Pour les contrôles opérationnels, on retiendra les éléments les plus sensibles "(...) *afin d'évaluer l'ampleur des pressions auxquelles les masses d'eau de surface sont soumises, les États membres contrôlent les éléments de qualité qui permettent de déterminer les pressions auxquelles la ou les masses sont soumises. Afin d'évaluer l'incidence de ces pressions, les États membres contrôlent (...) les paramètres permettant de déterminer l'élément de qualité biologique ou les éléments qui sont les plus sensibles aux pressions auxquelles les masses d'eau sont soumises (...)*".

A partir du texte de la DCE, des travaux de réflexion ont été conduits au niveau européen (travaux du groupe COAST, aboutissant notamment à des recommandations générales consignées dans le rapport *Guidance on monitoring* destiné à guider les stratégies à mettre en œuvre dans chaque pays, travaux des groupes informels d'intercalibration NEA GIG), chaque pays restant libre de définir la stratégie de surveillance la plus adaptée, avec toutefois un impératif d'intercalibration sur le classement relatif à l'état écologique des Masses d'Eau défini selon 5 niveaux (très bon, bon, moyen, médiocre, mauvais - Art. 1.2. de l'annexe V de la DCE).

1.2 RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DES MASSES D'EAU DU DISTRICT ARTOIS-PICARDIE

Le district côtier Artois-Picardie est composé de cinq masses d'eau côtières et de quatre masses d'eau de transition (Figure 1). Au total, quatre masses d'eau côtières ont été retenues pour le contrôle de surveillance ainsi que deux masses d'eau de transition (cf. Guérin *et al.*, 2007 pour la présentation des caractéristiques générales et biologiques des masses d'eau).

1.3 PARTENAIRE DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA SURVEILLANCE DU COMPARTIMENT BENTHIQUE EN ARTOIS-PICARDIE

Afin d'assurer la bonne réalisation du suivi des sites d'appui en 2013, le Laboratoire d'Océanographie et de Géosciences (LOG) de Wimereux a été sollicité (Tableau 1).

Tableau 1: Partenaire des éléments de qualité et stations de prélèvements.

Partenaires	Paramètres	Stations
LOG (Vincent BOUCHET)	Invertébrés benthiques – domaine subtidal	SSMF15 SSMF16 SSMF17 SSMF17bis SSMF18
	Invertébrés benthiques – domaine intertidal	SIMF18 SIMF19

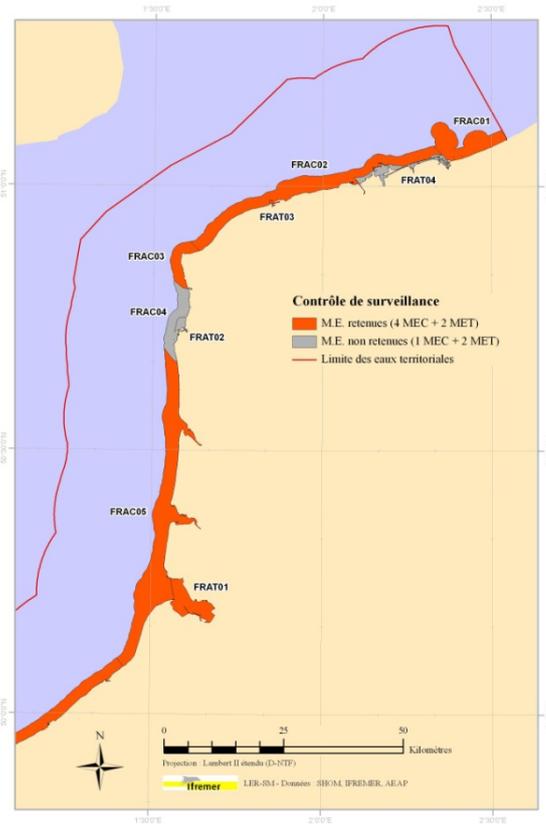


Figure 1: Masses d'eau retenues pour le contrôle de surveillance.

2 SUIVI STATIONNEL DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES DES SITES D'APPUI

2.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'étude porte sur le suivi des communautés d'invertébrés benthiques des masses d'eau du district Artois-Picardie et l'évaluation de leur qualité biologique. Les macroinvertébrés benthiques constituent en effet d'excellents intégrateurs et indicateurs de l'état général du milieu et peuvent permettre notamment, grâce à certains organismes sensibles, d'identifier et de quantifier les pressions d'origine anthropique qui s'exercent sur ces masses d'eau. Les paramètres de l'élément de qualité "invertébrés benthiques" permettant de définir l'état écologique sont :

- le niveau de diversité et d'abondance des taxa (...);
- les taxa sensibles aux perturbations (...).

Afin de compléter le contrôle de surveillance des communautés d'invertébrés benthiques ayant lieu une fois tous les trois ans, un réseau de stations appelées "sites d'appui" a été mis en place avec une fréquence annuelle d'échantillonnage. Ces prélèvements intermédiaires sur un nombre limité de stations distribuées le long des côtes de la Manche et de l'Atlantique ont pour but de fournir une information quant à la variabilité spatio-temporelle des communautés benthiques. A cette échelle d'espace, il sera possible de savoir si une divergence observée par rapport à un état initial est de cause naturelle ou non.

2.2 STRATEGIE GENERALE

En 2013, la totalité des sites identifiés sur la façade Artois-Picardie a fait l'objet d'un suivi. Ainsi, cinq stations subtidales et deux stations intertidales ont été échantillonnées (au printemps pour les stations situées dans les masses d'eau côtières et à l'automne pour les stations situées dans les masses d'eau de transition). Les coordonnées des stations sont présentées en annexe 1. Parmi les sept stations de macroinvertébrés de substrats meubles suivies en Artois-Picardie, le site du port de Calais est l'unique site d'appui suivi annuellement depuis 2007, la station SSMF16 n'étant considérée comme site d'appui qu'à partir de 2013.

Dans un souci de calibration des méthodes d'acquisition et de qualité de la donnée, le LOG a utilisé les protocoles pour l'observation de la macrofaune benthique et l'analyse sédimentologique, conduites par la fiche n°10 des « Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE » (Guillaumont & Gauthier, 2005), les circulaires de surveillance (Guérin et Desroy, 2008) et de la norme ISO/FDIS 16665 : 2005.

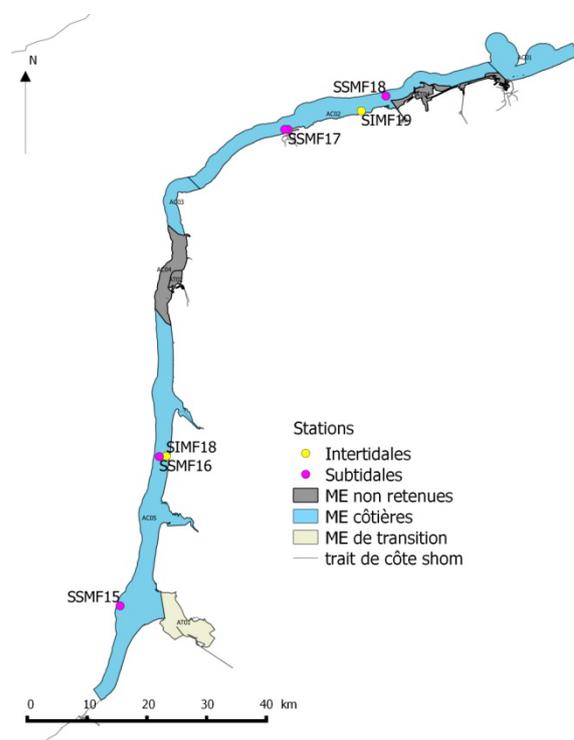


Figure 2 : Localisation des stations échantillonnées en 2013.

Tableau 2 : Précision sur l'échantillonnage des sites d'appui en 2013

	Station	Code Masse d'eau	Date	Engin d'échantillonnage	Nombre de prélèvements
SUB	SSMF15 – baie de Somme SM	AC05	15/07/2013	Benne Van Veen (0,1 m ²)	5
	SSMF16 – Merlimont SM	AC05			
	SSMF 17 – Calais SM	AT03M	13/11/2013		
	SSMF 17 bis – Calais SM	AT03M			
	SSMF18 – Graveline SM	AC02			
INT	SIMF18 – Merlimont IM	AC05	29/05/2013	Carottier à main (0,031)	8
	SIMF19 – Oye IM	AC02			

2.2.1 Prélèvements et analyses biologiques

La macrofaune benthique a été échantillonnée en domaine subtidal à l'aide d'une benne Van Veen (0,1m²) à raison de cinq répliquats. En domaine intertidal, les prélèvements ont été effectués à l'aide d'un carottier à main, à raison de huit répliquats. Le nombre de répliquats et les dates de prélèvement sont résumés dans le Tableau 2.

Les prélèvements ont été tamisés sur une maille ronde de 1 mm, puis les refus ont été fixés et conservés dans une solution de formaldéhyde (de 4 à 10%). Les organismes ont ensuite été déterminés et dénombrés spécifiquement. Certains groupes peuvent faire exception (Bryozoa, Chaetognatha, Copepoda, Ctenophora, Echiura, Hemichordata, Hydrozoa, Insecta, Nemertea, Nematoda, Oligochaeta, Ostracoda, Phoronida, Platyhelminthes, Pogonophora, Priapulida). Les noms d'espèces déterminées ont été actualisés selon le référentiel officiel international : Word Register of Marine Species (WoRMS).

2.2.2 Prélèvements et analyses sédimentaires

Un prélèvement supplémentaire de sédiment a été effectué au sein de chaque station afin de déterminer la distribution granulométrique du sédiment. Il a été réalisé par échantillonnage vertical avec un tube de 3 à 5 cm de diamètre sur 5 cm de profondeur en domaine intertidal. En domaine subtidal, le prélèvement est réalisé par sous-échantillonnage dans une benne additionnelle dédiée aux analyses sédimentaires.

Après désalinisation, le sédiment a été séché dans une étuve à 60°C pendant 48 heures. Pour les échantillons présentant une fraction fine (<63 µm) importante, le sédiment a été rincé sur un tamis AFNOR 63 µm ; la partie fine récupérée a été mise à sécher (60°C pendant 48h) pour obtenir le poids sec. Le refus de sédiment (> 63 µm) a ensuite été tamisé à sec sur une colonne vibrante de 26 tamis de maille décroissante (de 20 à 0,063 mm). Les refus de tamis ont été pesés au centième de gramme près.

Un second prélèvement de sédiment a également été réalisé dans chaque station selon le même procédé pour quantifier la teneur totale en matière organique. Il a été conservé à l'abri de la lumière au congélateur -20°C. Après décongélation, la teneur en matière organique des sédiments a été déterminée par la méthode de perte au feu (1 heures à 550°C) sur la fraction inférieure à 63 µm. La différence de poids, exprimée en pourcentage, indique la teneur en matière organique de la fraction inférieure à 63 µm de l'échantillon.

2.2.3 Traitement des données

Analyses sédimentaires

Les indices et paramètres granulométriques permettant de caractériser le sédiment ont été calculés grâce au package G2Sd développé par Gallon et Fournier (2014) :

- la texture du sédiment et les histogrammes de distributions des fréquences de classes granulométriques (classification de Blott et Pye, 2001)

Tableau 3 : Classification de Blott et Pye (GRADISTAT Program, 2001) comparée à celle utilisée par Udden (1914), Wentworth (1922) et Friedman et Sanders (1978).

Grain size		Descriptive terminology		
phi	mm/ μ m	Udden (1914) and Wentworth (1922)	Friedman and Sanders (1978)	GRADISTAT program
			Very large boulders	
-11	2048 mm		Large boulders	Very large
-10	1024		Medium boulders	Large
-9	512	Cobbles	Small boulders	Medium
-8	256		Large cobbles	Small
-7	128		Small cobbles	Very small
-6	64			
-5	32		Very coarse pebbles	Very coarse
-4	16	Pebbles	Coarse pebbles	Coarse
-3	8		Medium pebbles	Medium
-2	4		Fine pebbles	Fine
-1	2	Granules	Very fine pebbles	Very fine
0	1	Very coarse sand	Very coarse sand	Very coarse
1	500 μ m	Coarse sand	Coarse sand	Coarse
2	250	Medium sand	Medium sand	Medium
3	125	Fine sand	Fine sand	Fine
4	63	Very fine sand	Very fine sand	Very fine
5	31		Very coarse silt	Very coarse
6	16	Silt	Coarse silt	Coarse
7	8		Medium silt	Medium
8	4		Fine silt	Fine
9	2	Clay	Very fine silt	Very fine
			Clay	Clay

- la médiane ou Q_{50} (paramètre de position) donne une estimation de la taille moyenne des grains,
- l'indice de Trask ou Sorting-Index : So (paramètre de dispersion) où Q_{25} et Q_{75} sont les quartiles.

Équation 1: indice de Trask

$$So(mm) = \sqrt{\frac{Q_{25}(mm)}{Q_{75}(mm)}}$$

Le sédiment est homogène pour un indice de 1. Le Tableau 4 issu de Fournier *et al.* (2012) récapitule les classements.

Tableau 4: Classement du sédiment en fonction de l'indice de Trask (So) (Fournier *et al.*, 2012).

So	Classement
1 à 1,17	Très bien classé
1,17 à 1,20	Bien classé
1,20 à 1,35	Assez bien classé
1,35 à 1,87	Moyennement classé
1,87 à 2,75	Mal classé
> 2,75	Très mal classé

Caractéristiques biologiques générales.

Grâce à la mise en place, depuis 2007, du réseau des sites d'appui, il est maintenant possible de commencer à analyser de manière plus pertinente l'évolution de la composition des communautés benthiques au court du temps.

Chaque stations échantillonnée en 2013 a été caractérisée par :

- sa richesse spécifique (S) moyenne par unité de surface de prélèvement (0,031 m² en domaine intertidal et 0,1 m² en domaine subtidal ; Tableau 2)
- son indice d'équitabilité de Pielou moyen (J') qui permet de mesurer la répartition de l'abondance au sein des espèces indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une espèce) à 1 (équirépartition des abondances par espèce).

Équation 2 : indice d'équitabilité de Pielou

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Avec H' (Équation 4) l'indice de Shannon moyen qui permet d'exprimer la diversité en prenant compte du nombre d'espèces et de l'abondance individuelle d'un taxon. Sa valeur varie de 0 (1 espèce) à ln S (H' max, homogénéité de l'ensemble des espèces).

- son abondance moyenne par 0,1 m²

2.3 QUALIFICATION BIOLOGIQUE DES MASSES D'EAU COTIÈRES

L'indice idéal, qui résume en une valeur unique représentative d'une somme importante d'informations écologiques sur les communautés benthiques, doit répondre à deux conditions :

- être indépendant des facteurs externes : il doit être indépendant de la surface totale de l'échantillonnage, du type d'habitat, du degré d'identification taxonomique ;
- être capable de refléter les différences entre les communautés, en relation avec les facteurs de perturbation, qu'il s'agisse de la richesse spécifique, de l'équitabilité de la distribution des espèces ou du caractère sensible ou tolérant des espèces. C'est ce qui définit son pouvoir discriminant.

De nombreux outils ont été développés afin de répondre aux exigences de la Directive européenne Cadre sur l'Eau pour l'évaluation de la qualité des eaux côtières.

L'indicateur retenu par la France, à l'issue de sa participation à l'exercice européen d'intercalibration au sein du GIG NEA, est le M-AMBI.

Cet indice, version améliorée de l'AMBI développé par A. Borja et son équipe (Borja *et al.*, 2004, Muxika *et al.*, 2007), repose :

- sur la reconnaissance dans la communauté de cinq groupes écologiques de polluo-sensibilités différentes, comme proposé par Hily (1984, Tableau 5). Cet indice est basé sur la pondération de chaque groupe écologique par une constante qui représente le niveau de perturbation auquel les espèces sont associées, selon la formule :

Équation 3 : Marine Biotic Index - AMBI

$$AMBI = \{(0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)\}$$

Tableau 5 : Groupes écologiques de polluo-sensibilités différentes (d'après Hily, 1984).

Groupe	Type d'espèces	Caractéristiques	Groupes trophiques
I	sensibles à une hypertrophisation	- largement dominantes en conditions normales - disparaissent les premières lors de l'enrichissement en matière organique du milieu - dernières à se réinstaller	- suspensivores, carnivores sélectifs, quelques dépositives tubicoles de subsurface
II	Indifférentes à une hypertrophisation	- espèces peu influencées par une augmentation de la quantité de MO	- carnivores et nécrophages peu sélectifs
III	Tolérantes à une hypertrophisation	- naturellement présentes dans les vases, mais, leur prolifération étant stimulée par l'enrichissement du milieu, elles sont le signe d'un déséquilibre du système	- dépositives tubicoles de surface profitant du film superficiel chargé en MO
IV	Opportunistes de second ordre	- cycle de vie court (souvent <1 an) proliférant dans les sédiments réduits	- dépositives de subsurface
V	Opportunistes de premier ordre	- prolifèrent dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface	- dépositives

- sur la richesse spécifique (S), ou nombre d'espèces présentant au moins un individu pour la station ;

- sur l'indice de diversité de Shannon-Weaver,

Équation 4 : indice de Shannon-Weaver

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \log p_i$$

Où : p_i est la proportion de l'espèce i dans le nombre total d'individus du milieu d'étude. i allant de 1 à S

Ces paramètres sont calculés pour toutes les stations. Avec le jeu de données résultant, une Analyse Factorielle des Correspondances est réalisée, déterminant trois axes perpendiculaires minimisant le critère des moindres carrés. La projection dans ce nouveau repère des deux points de référence correspondant à l'état le plus dégradé et l'état le meilleur, permet de définir un nouvel axe sur lequel est projeté l'ensemble des points des stations (Figure 3). Pour chacun d'eux est calculée la distance qui le sépare du point le plus dégradé, en considérant que le segment de droite du point le plus dégradé à celui du meilleur état, a une longueur de 1. Cette distance bornée par 0 et 1 est le M-AMBI.

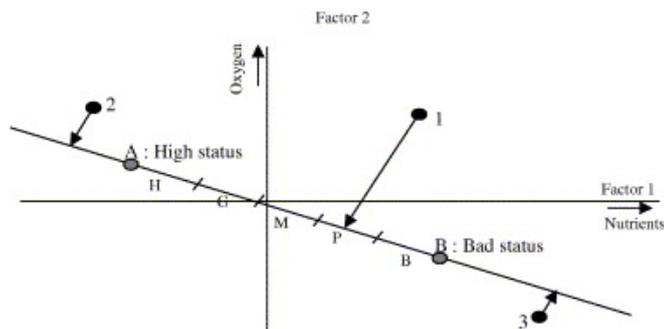


Figure 3 : Définition du statut des stations échantillonnées par projection sur l'axe factoriel défini par les conditions de référence (d'après Bald *et al.*, 2005).

Les stations échantillonnées se réfèrent à deux types d'environnements hydrosédimentaires i) sables fins plus ou moins envasés subtidaux, ii) sables fins plus ou moins envasés intertidaux, auxquelles correspondent deux conditions de référence distinctes (Tableau 6).

Tableau 6 : Conditions de référence retenues pour le calcul de la valeur de M-AMBI dans les eaux côtières.

Environnement hydrosédimentaire	Etat	S	H'	AMBI
Sables fins plus ou moins envasés subtidaux	Très bon	58	4	1
	Mauvais	1	0	6
Sables fins plus ou moins envasés intertidaux	Très bon	35	4	1
	Mauvais	1	0	6

La grille de lecture du M-AMBI, telle qu'adoptée par la France au sein du GIG NEA, est la suivante :

Classes	[0 ;0,2]]0,2 ;0,39]]0,39 ;0,53]]0,53 ;0,77]]0,77 ;1]
Etat écologique	Mauvais	Médiocre	Moyen	Bon	Très bon

2.3.1 Conditions d'utilisation du M-AMBI

Malgré le fait qu'il soit parlant pour tous, simple d'utilisation (logiciel AMBI) et déjà testé et validé sur un large spectre de données, le M-AMBI doit être manipulé et interprété avec précautions.

D'après Borja (2013) :

- la richesse spécifique (S) doit être supérieure à 4 ;
- l'abondance (N) doit être supérieure à 6 ;
- le pourcentage de taxa Non-Assignés (% NA) à un groupe écologique doit être inférieur à 20% ;
- les taxa doivent être actualisés et les synonymes identifiés avant l'assignation à un groupe écologique ;
- la surface d'échantillonnage doit être identique pour tous les prélèvements ;
- un minimum 50 stations est recommandé pour optimiser la robustesse du M-AMBI.

2.3.2 Traitement de la base de données

D'après Borja et Muxika (2005), la robustesse de l'AMBI et donc du M-AMBI, peut être réduite par des événements locaux (faible salinité, stress naturel, impact physique) qui génèrent une augmentation des espèces opportunistes et par la suite, une augmentation des valeurs de AMBI, entraînant à une mauvaise classification.

L'analyse structurale des communautés est là pour minimiser ce type de confusion mais afin que l'indice soit le plus réaliste possible, la base de données a subi quelques aménagements. Ainsi les taxa qui n'appartiennent pas aux invertébrés benthiques de substrats meubles des eaux côtières ont été exclus de la base. La norme ISO/FDIS 1666 :2005 (F) et le protocole de Guérin et Desroy (2008), préconisent d'identifier jusqu'au niveau spécifique les organismes prélevés, en tenant compte du fait que certains taxa ne peuvent être identifiés qu'à un niveau supérieur. Hormis s'ils sont référencés dans la liste d'espèces actualisée en 2012, les hauts niveaux taxonomiques n'ont pas été pris en compte.

2.4 RESULTATS

Dans cette partie, seuls les résultats synthétiques sont présentés. Les données brutes sont disponibles dans la base de données Quadrigé².

2.4.1 Caractéristiques sédimentaires

La Figure 4 présente la granulométrie globale des sites échantillonnés en 2013. A l'exception des sites situés dans le port de Calais, les sédiments sont constitués de sables fins à moyens propres. Dans le port de Calais, la contribution de la fraction vaseuse est importante : supérieure à 20% et 60% respectivement aux stations SSMF17b et SSMF17. Les résultats plus détaillés sont présentés en annexe 2.

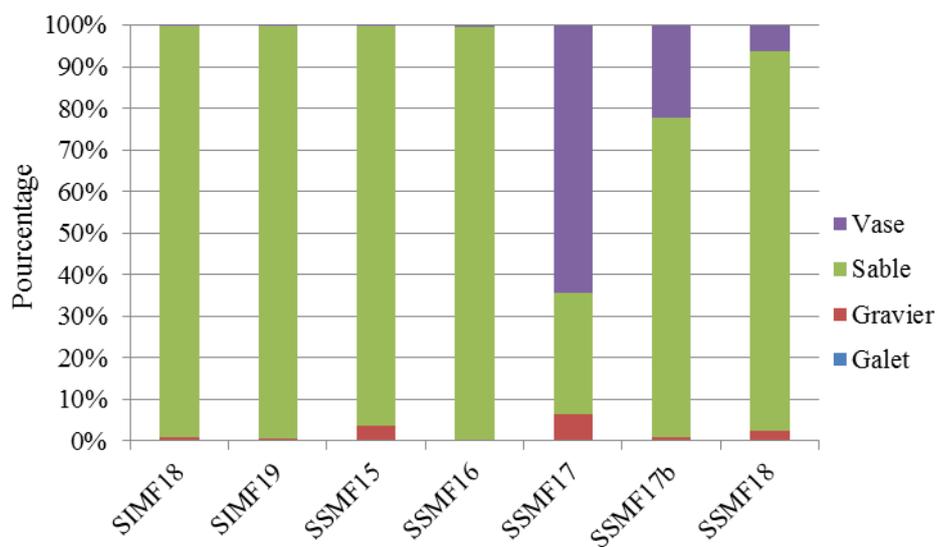


Figure 4 : Histogramme de distribution des fréquences des fractions granulométriques des sites échantillonnés en 2013.

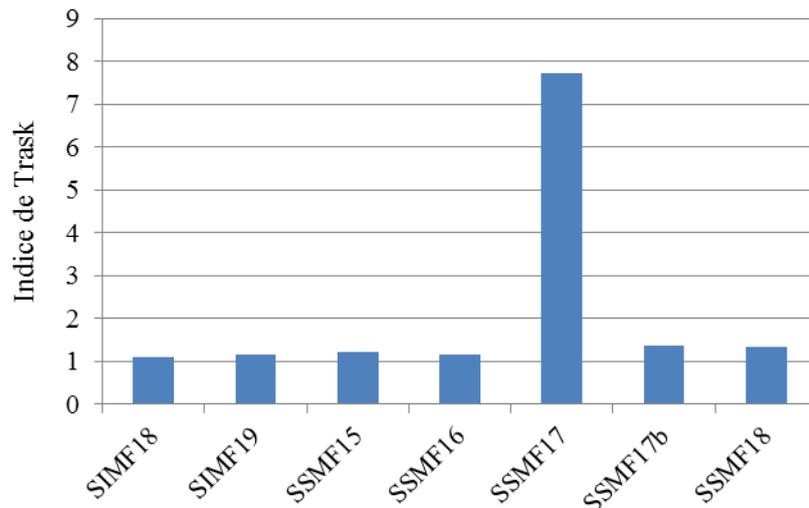


Figure 5 : Indice de trask calculé sur les stations échantillonnées en 2013.

A l'exception de la station SSMF17, le sédiment est homogène et bien classé sur l'ensemble des stations échantillonnées (Figure 5). Les valeurs de l'indice de Trask (S_o) sont inférieures à 1,2. La valeur observée à la station SSMF17 révèle la présence d'un sédiment hétérogène. Celui-ci est en effet un mélange de pélites, de sables et de graviers. Alors que l'indice de Trask observé aux stations SSMF17 et SSMF17b étaient comparables, celui-ci a divergé fortement en 2013 (Figure 6). La poursuite du suivi permettra de juger si cette variation est ponctuelle ou non.

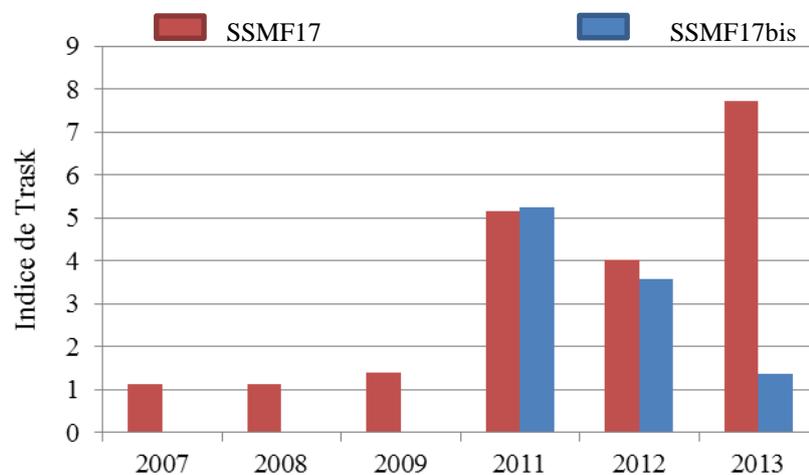


Figure 6 : Evolution de l'indice de Trask aux stations SSMF17 et SSMF17b

Si la teneur en matière organique est négligeable aux stations SIMF18 et 19 du domaine intertidal et SSMF15 et 18 du domaine subtidal, tel n'est pas le cas aux stations SSMF16, 17 et 17b (Figure 7). En ce qui concerne les stations situées dans le port de Calais, ce résultat n'est pas surprenant, compte tenu de la forte teneur en vase observée et est comparable aux valeurs observées les années précédentes. En revanche, la forte valeur observée à la station SSMF16 est plus surprenante, même si elle reste dans la gamme des valeurs normalement observables.

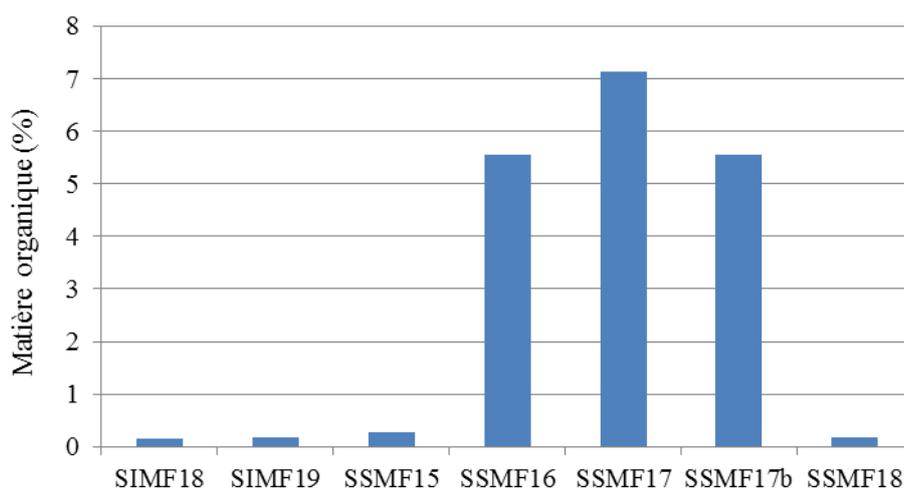


Figure 7 : Evolution de la teneur en matière organique de la fraction inférieure à 63 µm aux stations échantillonnées en 2013.

2.4.2 Caractéristiques biologiques générales des stations

2.4.2.1 Indices de richesse spécifique et d'équitabilité

Un total de 157 taxa a été identifié sur l'ensemble des sites échantillonnés en 2013. Les richesses spécifiques moyennes maximales (comprises entre $24,8 \pm 4,3$ et $31,8 \pm 2,4$ espèces) ont été observées aux stations SSMF15, 16 et 17b (Figure 8). *A contrario*, les valeurs recensées aux stations SIMF18 et ainsi qu'à la station SSMF17 sont faibles (>5 espèces). A l'exception de la station SSMF17, largement influencée par les activités menées dans le port de Calais, ces résultats reflètent une dichotomie entre domaines intertidal et subtidal.

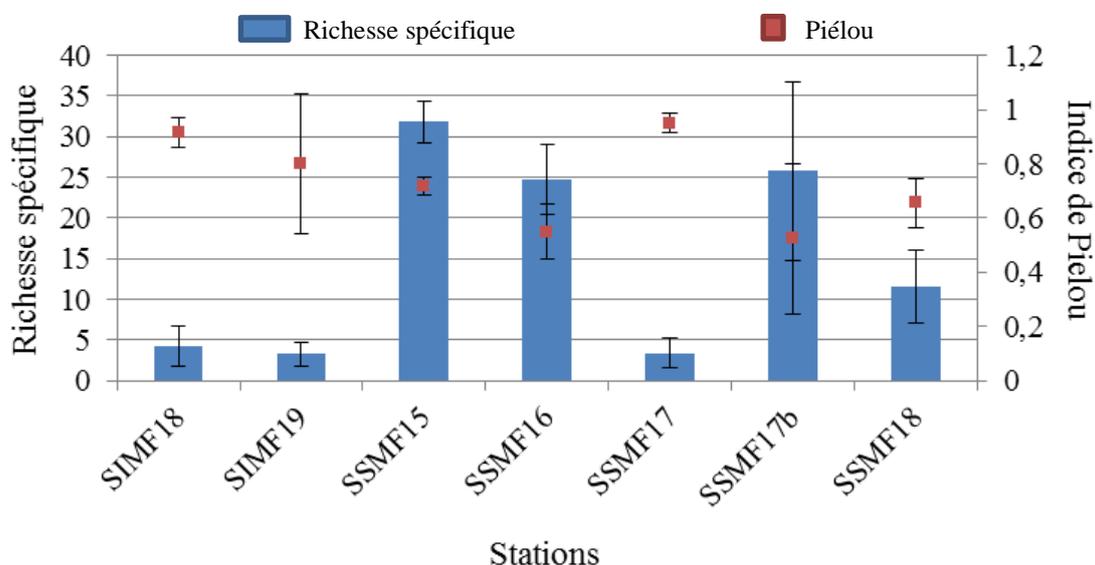


Figure 8 : Richesse spécifique moyenne et indice de Pielou (J') moyen (\pm ET) observés aux différents sites échantillonnés en 2013.

Les valeurs d'indice de Pielou fluctuent entre $0,52 \pm 0,03$ et $0,95 \pm 0,27$ (Figure 8). Les valeurs les plus élevées sont observées au sein des stations intertidales et témoignent d'une répartition équilibrée des organismes entre les quelques taxa présents. Les valeurs plus faibles

observées au sein des stations subtidales reflètent la dominance d'un petit nombre d'espèces telles l'annélide polychète *Eumida sanguinea* ou le mollusque bivalve *Abra alba*.

2.4.2.2 Abondances

A l'instar des résultats relatifs à la richesse spécifique, les valeurs d'abondance moyenne reflètent une nette ségrégation entre les assemblages intertidaux et subtidaux (Figure 9). En domaine intertidal (ainsi qu'à la station SSMF17 située dans l'enceinte du port de Calais), les valeurs fluctuent entre $5,4 \pm 4,9$ et $31,0 \pm 36,4$ ind.m⁻². En domaine subtidal, les valeurs sont plus élevées (de $198,0 \pm 42,3$ à $580,6 \pm 495,2$ ind.m⁻²). La forte variabilité observée à la station SSMF17b est due à une forte variabilité de l'abondance de l'annélide polychète *Eumida sanguinea*. Les espèces dominantes (sur l'ensemble des stations échantillonnées) sont l'annélide polychète *Eumida sanguinea* et les mollusques bivalves *Tellimya ferruginosa*, *Ensis directus* et *Abra alba*.

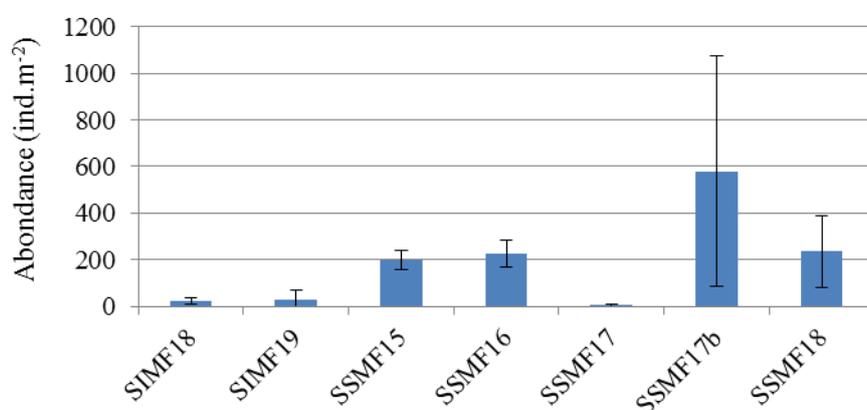


Figure 9 : Abondances moyennes observées aux différents sites en 2013.

2.4.2.3 Groupes Ecologiques

L'indice non calibré au niveau européen mais utilisé en France pour évaluer la qualité écologique des masses d'eau côtières grâce à l'élément de qualité « macro-invertébrés benthiques » est le M-AMBI. En eaux de transition, il n'existe pas encore d'indice validé par l'ONEMA permettant d'évaluer la qualité écologique des masses d'eau.

Le M-AMBI est calculé sur l'ensemble des façades Manche et Atlantique. Les sites de contrôle localisés sur ces deux façades appartiennent au réseau d'interécalonnage géographique nord-est atlantique. **Les résultats ne sont pas encore disponibles** mais la valorisation des données des contrôles de surveillance de 2007 et 2010, intégrant les mises à jour (liste d'espèce, conditions d'application, mises en garde...) est en cours et devrait être disponible au cours du premier semestre 2015.

Cependant l'analyse des proportions des espèces appartenant aux groupes de pollu-sensibilité (Figure 10) peut toutefois apporter quelques informations.

A l'exception de la station SSMF17, les espèces se répartissent principalement au sein des groupes écologiques 1, 2 et 3, ce qui ne traduit pas de déséquilibre majeur au sein des stations échantillonnées. A la station SSMF17, on note la présence d'espèces appartenant aux groupes 4 et 5 (notamment des Capitellidae et Cirratulidae). Compte tenu des très faibles effectifs observés dans les différents réplicats, ces résultats sont à relativiser et ne reflètent la présence que de quelques individus.

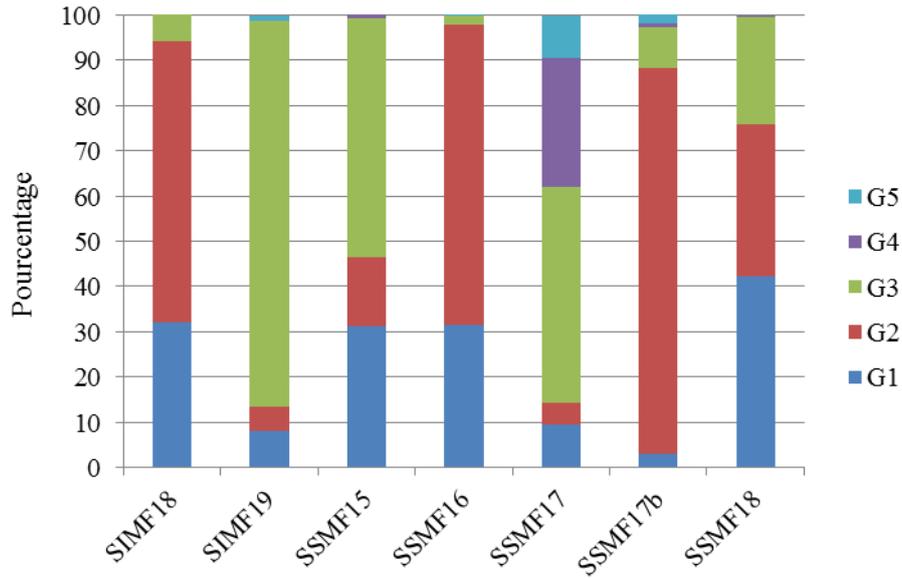


Figure 10 : Répartition de la proportion des groupes écologiques de polluo-sensibilité par station en 2013. (GI : espèces sensibles à une hypertrophisation, GII : espèces indifférentes à une hypertrophisation, GIII : espèces tolérantes à une hypertrophisation, GIV : espèces opportunistes de second ordre, GV : espèces opportunistes de premier ordre).

On note une certaine variabilité de la contribution des groupes écologiques entre les années 2013 et 2010 (Figure 11). En terme de polluo-sensibilité, la contribution des différents groupes reste relativement similaire aux stations SIMF18, SSMF15 et SSMF18. En revanche, la contribution des espèces sensibles (groupe 1) a régressée au profit des espèces plus tolérantes à la surcharge en matière organique et au développement de conditions anoxiques aux stations SIMF19 et SSMF16.

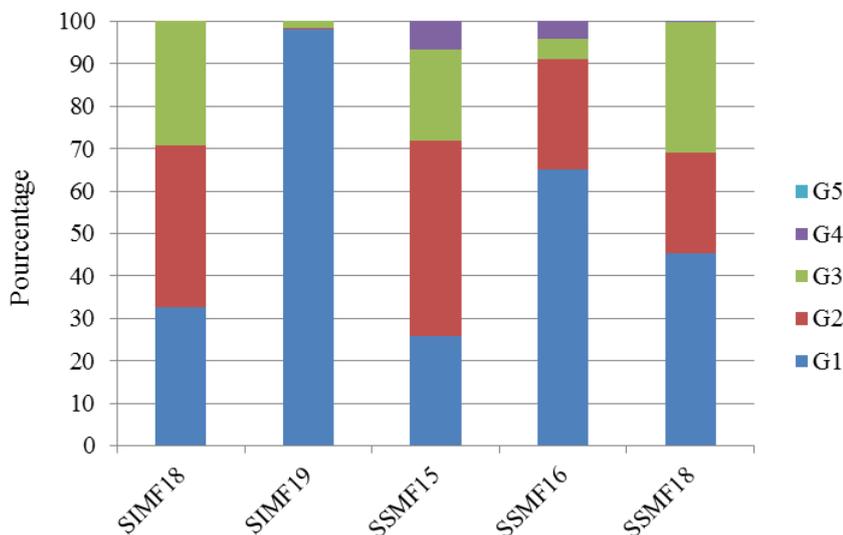


Figure 11 : Répartition de la proportion des groupes écologiques de polluo-sensibilité par station en 2010. (GI : espèces sensibles à une hypertrophisation, GII : espèces indifférentes à une hypertrophisation, GIII : espèces tolérantes à une hypertrophisation, GIV : espèces opportunistes de second ordre, GV : espèces opportunistes de premier ordre).

2.5 CONCLUSION

A l'exception de la station SSMF17 située dans le port de Calais et très largement sous influence des activités anthropiques, la dichotomie marquée entre les stations intertidales et subtidales reste très marquée, tant du point de vue de la richesse spécifique que des abondances. Elle est le reflet des conditions hydrodynamiques fortes existant sur la zone de l'estran (exposition des plages aux vagues et aux courants). A l'exception de la station SSMF17, la faune observée aux différentes stations est composée quasi-exclusivement d'espèces appartenant aux groupes écologiques 1, 2 ou 3, ce qui ne permet pas de relever de déséquilibre majeur. L'évaluation de la qualité des masses d'eau côtières, à partir des données acquises en 2013 sera réalisée au cours de l'année 2015. Elle nécessite que l'ensemble des données récoltées sur les façades Manche et Atlantique soient bancarisées et validées.

3 OPERATIONS PROGRAMMEES EN 2014 ET 2015

En 2014, les actions en cours de réalisation sont les suivantes :

- Le suivi **stationnel des macroinvertébrés** de substrats meubles dans les **masses d'eau de transition** et le suivi des **sites d'appui dans les masses d'eau côtières**.

Un total de 9 stations a été échantillonné :

- 8 stations (dont 2 sites d'appui) en eaux de transition dans le cadre du contrôle de surveillance.
- 1 station en eaux côtières dans le cadre du suivi annuel des sites d'appui.
- Le suivi **stationnel des macroalgues de substrats durs** dans les masses d'eau côtières.

3 stations ont été échantillonnées :

- 2 stations subtidales.
- 1 station intertidale.

En 2015 les actions proposées sont les suivantes :

- Le suivi **stationnel des macroinvertébrés** de substrats meubles des **sites d'appui dans les masses d'eau côtières et de transition**.

Trois stations seront échantillonnées dans le cadre du suivi annuel des sites d'appui.

- 2 stations en eaux de transition dans le port de Calais.
- 1 station en eaux côtières

4 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bald J., Borja A., Muxika I., Franco J., Valencia V., 2005. Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: a case-study from the Basque Country (Northern Spain). *Marine Pollution Bulletin* 50: 1508–1522.
- Borja, A., J. Franco, V. Valencia, J. Bald, I. Muxika, M.J. Belzunce, O. Solaun, 2004. Implementation of the European Water Framework Directive from the Basque Country (northern Spain): a methodological approach, *Marine Pollution Bulletin*, 48(3-4): 209-218.
- Borja A., Muxika I., 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Marine Pollution Bulletin* 50: 787–789.
- Borja A., 2013. Ecological indices based on macrobenthos: the case of AMBI and M-AMBI in assessing seafloor integrity status, PERSEUS Summer School “The contribution of environmental indices in meeting objectives and principles of Marine Strategy Framework Directive. 3-7 June 2013, Costanta, Romania.
- Blott, S., Pye, K. 2001. Gradistat: grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediment. *Earth, Surface Processes and Landforms* 26, 1237-1248.
- Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l’eau. *Journal officiel des Communautés européennes*, FR, 22.12.2000, L 327/1.
- Fournier J., Bonnot-Courtois C., Paris R., Voltaire O., Le Vot M., 2012. Analyses granulométriques, principes et méthodes. CNRS, Dinard, 99 p.
- Fournier J., Gallon R.K., Paris R., 2014. G2Sd: a new R package for the statistical analysis of unconsolidated sediments, *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 1/2014 | 2014, 73-78.
- Guérin L., Le Mao P., Desroy N., 2007. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Carde sur l’Eau (2000/60/CE) – Etat des lieux et propositions – District Seine-Normandie. *Rapport Ifremer*, 82 p.
- Guérin L., Desroy N., 2008. Protocole d’observation pour le suivi de la macrofaune benthique subtidale et intertidale des sédiments meubles côtiers dans le cadre DCE.
- Guillaumont B., Gauthier E., 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE – Recommandations concernant le benthos marin. *Rapport Ifremer*, 27 p.
- Hily C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la Rade de Brest. Doctorat d’Etat, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 696 p.
- ISO/FDIS 16665, 2005. Qualité de l'eau — Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles.
- Muxika, I., Á. Borja, J. Bald, 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive, *Marine Pollution Bulletin*, 55: 16-29.

ANNEXES

Annexe 1 : Coordonnées des stations échantillonnées en 2013.

Stations	Latitude (degré décimaux)	Longitude (degré décimaux)
SIMF18	50,4658479	1,5653656
SIMF9	51,000008	2,021024
SSMF15	50,2346802	1,4620202
SSMF16	50,4650165	1,5488612
SSMF17	50,9700115	1,8450279
SSMF17b	50,9700051	1,8366928
SSMF18	51,0233456	2,080022

Annexe 2 : Données granulométriques des sédiments des sites échantillonnés en 2013.

	Texture	Boulder	Gravel	Sand	Mud					
SIMF18	Sable légèrement graveleux	0	0,789	99,158	0,053					
SIMF18	Sable légèrement graveleux	0	0,663	99,295	0,042					
SSMF15	Sable légèrement graveleux	0	3,79	96,082	0,128					
SSMF16	Sable légèrement graveleux	0	0,082	99,506	0,411					
SSMF17	Vase et graviers	0	6,278	29,445	64,277					
SSMF17b	Sables envasés légèrement graveleux	0	0,829	76,793	22,378					
SSMF18	Sable légèrement graveleux	0	2,51	91,175	6,315					
	D10(um)	D50(um)	D90(um)	D90/D10	D90-D10	D75/D25	D75-D25	Trask(So)		
SIMF18	154,988	183,983	266,002	1,716	111,014	1,221	37,212	1,105		
SIMF19	166,495	207,699	301,671	1,812	135,176	1,332	59,927	1,154		
SSMF15	171,674	232,397	493,045	2,872	321,372	1,476	95,897	1,215		
SMF16	140,419	189,782	246,08	1,752	105,661	1,327	54,619	1,152		
SSMF17	1,74	17,536	984,341	565,72	982,601	59,554	242,306	7,717		
SSMF17b	5,131	162,244	234,336	45,669	229,205	1,85	87,883	1,36		
SSMF18	116,729	217,486	421,932	3,615	305,203	1,767	123,103	1,329		