



Contrat de prestation Ifremer

n° 2010 5 50528207

Contrôle de surveillance DCE 2010 faune masse d'eau côtière FRGC53 Pertuis Breton : macrofaune invertébrée benthique

SAURIAU P.-G.¹, LEGUAY D.², PINEAU Ph.¹ & CAJERI P.¹

© CNRS SAURIAU P.-G. 23-03-2010

¹ LIENSs, CNRS, Université de la Rochelle, 2 rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle

² IFREMER, Place Gaby Coll, BP 5, 17137

avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne



**Mai 2011
révisé juin 2012**

Sommaire

1	INTRODUCTION.....	- 1 -
1.1	INTERTIDAL : PLAGE DE LA CHARGE NEUVE.....	- 1 -
1.2	SUBTIDAL : LA FLOTTE & ARCAY.....	- 2 -
2	OPÉRATIONS À LA MER	- 4 -
2.1	CALENDRIER DES OPÉRATIONS À LA MER	- 4 -
2.2	CONTRÔLE DE QUALITÉ SUR LES PRÉLÈVEMENTS	6
2.2.1	<i>Plage Charge Neuve</i>	6
2.2.2	<i>La Flotte</i>	7
2.2.3	<i>Arcay</i>	8
3	MATÉRIELS & MÉTHODES	9
3.1	ANALYSE DES SÉDIMENTS	9
3.2	ANALYSE DES ÉCHANTILLONS FAUNISTIQUES	12
3.3	DÉTERMINATION DES ESPÈCES	14
3.4	ANALYSE DE LA QUALITÉ ÉCOLOGIQUE : INDICE M-AMBI.....	15
4	RÉSULTATS.....	20
4.1	PLAGE CHARGE NEUVE.....	20
4.1.1	<i>Analyse des sédiments</i>	20
4.1.2	<i>Analyse faunistique</i>	21
4.1.3	<i>Analyse statut écologique selon M-AMBI</i>	26
4.2	LA FLOTTE	28
4.2.1	<i>Analyse des sédiments</i>	28
4.2.2	<i>Analyse faunistique</i>	29
4.2.3	<i>Analyse statut écologique selon M-AMBI</i>	36
4.3	ARCAY	38
4.3.1	<i>Analyse des sédiments</i>	38
4.3.2	<i>Analyse faunistique</i>	39
4.3.3	<i>Analyse statut écologique selon M-AMBI</i>	- 44 -
5	BILAN DU TEMPS PASSÉ AUX PRÉLÈVEMENTS ET ANALYSES	- 46 -
6	BIBLIOGRAPHIE.....	- 47 -
7	ANNEXES : MÉTADONNÉES DES STATIONS.....	- 51 -

1 Introduction

Parmi les opérations de surveillance retenues en 2010 pour la Masse d'Eau Côtière FRGC53 Pertuis Breton (Figure 1) étaient prévus au contrat de prestations 2010 5 50528207 les échantillonnages stationnels 1) des macroalgues intertidales de substrat dur de la pointe du Grouin au Nord-Est de Loix , 2) des invertébrés de substrat meuble intertidal de l'herbier à *Zostera (Zosterella) noltei* de la plage de la Charge Neuve et 3) des invertébrés de substrat meuble subtidal des stations Arcay et La Flotte. L'échantillonnage des macroalgues intertidales de substrat dur de la pointe du Grouin au Nord-Est de Loix a fait l'objet d'une remise de résultats montrant une qualité écologique bonne pour cet élément de qualité (Sauriau & Bréret, 2011). Un résultat similaire a été obtenu en 2007 (Sauriau & Bréret, 2009).

Les échantillonnages portant sur la macrofaune des invertébrés de substrat meuble intertidal et subtidal font l'objet de ce présent document.

1.1 Intertidal : Plage de la Charge Neuve

L'échantillonnage stationnel et quantitatif des invertébrés de substrat meuble intertidal de l'herbier (Tableau 1) est réalisé selon le protocole DCE (Anonymes, 2005).

Tableau 1 : Calendrier des opérations à la mer sur le site échantillonné.

Lieu de surveillance	Plage de la Charge Neuve
Regroupement	Non
Moyens à la mer	<i>Pedibus Jambi</i>
Paramètres	Macrofaune benthique (détermination) 1 granulométrie + 1 matière organique
Fréquence	mars-avril, tous les 3 ans du plan de gestion
Opérateur prélèvement	LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle
Opérateur tri et détermination	LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle
Opérateur mesure granulométrie	LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle
Opérateur mesure matière organique	LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle
Début prélèvements	2006 (prospection) et 2007 (surveillance)

1.2 Subtidal : La Flotte & Arcay

L'échantillonnage stationnel et quantitatif de la macrofaune invertébrée benthique de substrat meuble subtidal (Tableau 1 suite) a été réalisée selon le protocole DCE (Anonymes, 2005).

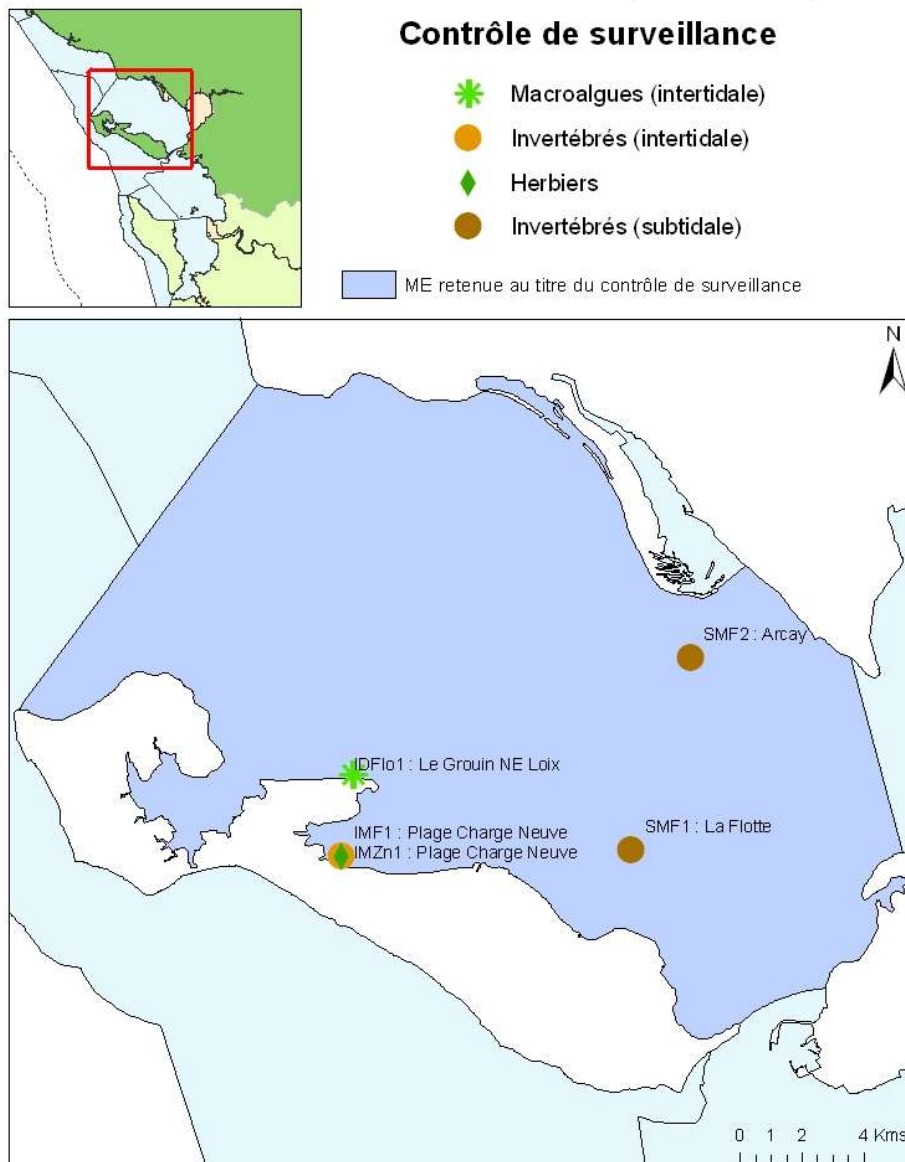
Tableau 1 (suite) : Calendrier des opérations à la mer sur le site échantillonné.

Lieu de surveillance	La Flotte
Regroupement	Arcay
Moyens à la mer	Embarcation côtière (ESTRAN de l'ULR)
Paramètres	Macrofaune benthique (détermination) 1 granulométrie + 1 matière organique
Fréquence	mars-avril, tous les 3 ans du plan de gestion
Opérateur prélèvement	LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle
Opérateur tri et détermination	LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle
Opérateur mesure granulométrie	LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle
Opérateur mesure matière organique	LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle
Début prélèvements	2006 (prospection) et 2007 (surveillance)

Tableau 1 (suite) : Calendrier des opérations à la mer sur le site échantillonné.

Lieu de surveillance	Arcay
Regroupement	La Flotte
Moyens à la mer	Embarcation côtière (ESTRAN de l'ULR)
Paramètres	Macrofaune benthique (détermination) 1 granulométrie + 1 matière organique
Fréquence	mars-avril, tous les 3 ans du plan de gestion
Opérateur prélèvement	LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle
Opérateur tri et détermination	LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle
Opérateur mesure granulométrie	LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle
Opérateur mesure matière organique	LIENSs, CNRS, Université de La Rochelle
Début prélèvements	2006 (prospection) et 2007 (surveillance)

Masse d'eau : Pertuis Breton (FRGC53)



Masse d'Eau FRGC53

Contrôle de surveillance :	OUI	NON
Contrôle opérationnel :	OUI	NON
Site de référence :	OUI	NON
Site d'intercalibration :	OUI	NON

Classement RNROE :
(atteinte du bon état écologique en 2015)

Respect	Doute	Risque
---------	-------	--------

causes du risque : micropolluants

Figure 1 : Situation des lieux de surveillance macrofaune invertébrée benthique Plage de la Charge Neuve en domaine intertidal et Arcay et La Flotte en domaine subtidal dans la Masse d'Eau Côtière FRGC53 Pertuis Breton. Source Ifremer.

2 Opérations à la mer

2.1 Calendrier des opérations à la mer

Les opérations à la mer se sont déroulées sur 2 jours le 23/03/2010 en domaine subtidal et le 24/03/2010 en domaine intertidal avec un regroupement des opérations à la mer en domaine subtidal avec la Masse d'Eau Côtière FRFC02 Pertuis Charentais. Le travail à la mer a mobilisé 5 personnes jour-mer le 23/03/2010 y compris le pilote du navire océanographique ESTRAN (Figure 2) et 2 personnes jour-mer le 24/03/2010 (Tableau 2). Ces durées chiffrées ne comprennent pas ni le temps nécessaire à la préparation des opérations à la mer ni le temps de dépouillement des informations collectées.

Tableau 2 : Calendrier des opérations à la mer sur les sites échantillonnés.

Code point	Nom point (toponymie)	Code masse d'eau	Longitude (Lamb IIe)	Latitude (Lamb IIe)	Type de suivi	Type de station	Dates	Nombre personnes jour-mer	Opérateurs
RB131	Plage de la Charge Neuve	FRGC53	309871	2141077	Intertidal Meuble Faune des Invertébrés	Point	24/03/2010	2	LIENSs (CNRS)
RB132	La Flotte	FRGC53	319165	2141192	Subtidal Meuble Faune des Invertébrés	Point	23/03/2010	5	LIENSs (CNRS) ESTRAN

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

RB148	Arcay	FRGC53	321059	2147379	Subtidal Meuble Faune des Invertébrés	Point	23/03/2010	-	LIENSs (CNRS) ESTRAN
Total	-	-	-	-	-	-	2 jours	7	-



Figure 2 : Navire ESTRAN de l'Université de La Rochelle. Photo © CNRS / Sauriau P.-G. 2008.

2.2 Contrôle de qualité sur les prélèvements

2.2.1 Plage Charge Neuve

Les répliquats prélevés à la main en accès pédestre sur la Plage de la Charge Neuve ne posent pas de difficulté à part le tamisage long et parfois difficile lorsque des flaques d'eau sont peu nombreuses ou peu profondes (Figure 3).

Lieu Plage Charge Neuve

Intertidal meuble faune : 5 répliquats validés



Figure 3 : Situation du lieu Plage de la Charge Neuve et détails des prélèvements en domaine intertidal pour la Masse d'Eau Côtière FRGC53 Pertuis Breton.

2.2.2 La Flotte

Deux répliquats ont nécessité de refaire une mise à l'eau de la benne Van Veen qui est remontée vide. Au final, il y a eu deux essais manqués sur les 8 mises à l'eau, chaque benne étant validée car remplie à 100% (Figure 4).

Lieu La Flotte



Subtidal meuble faune : 5 répliquats validés



Figure 4 : Situation du lieu La Flotte et détail des prélèvements en domaine subtidal pour la Masse d'Eau Côtière FRGC53 Pertuis Breton.

Photo © CNRS / Sauriau P.-G. 2010.

2.2.3 Arcay

Trois répliquats ont nécessité de refaire une mise à l'eau de la benne Van Veen car elle était soit vide (remplie d'eau) soit ne contenait pas assez de sédiments. Il est probable que la benne soit tombée sur le haut d'une dune hydraulique ou de travers par rapport à la surface de la dune. Au final, il y a eu trois essais manqués sur les 9 mises à l'eau, chaque benne étant validée car remplie entre 75 et 100% (Figure 5).

Lieu Arcay

Subtidal meuble faune : 5 répliquats validés



Figure 5 : Situation du lieu Arcay et détail des prélèvements en domaine subtidal pour la Masse d'Eau Côtière FRGC53 Pertuis Breton. Notez *Echinocardium cordatum* dans les sables fins d'Arcay. Photo © CNRS / Sauriau P.-G. 2010.

3 Matériels & Méthodes

3.1 Analyse des sédiments

Le principe général de l'analyse granulométrique à visée biosédimentaire (Chassé & Glémarec, 1976) est d'obtenir une estimation du type sédimentaire à partir des 3 principales fractions de sédiments que sont les pélites (< 63 µm), les sables (63 µm < X < 2 mm) et les graviers (> 2 mm) selon les coupures en unités communément admises (Figure 6).

MOYEN D'ÉTUDE	AFNOR α	UNITÉS Φ	CLASSIFICATION Wentworth	CLASSIFICATION Cailleux	
mesure directe	-24	250-256	-8	BLOCS (BOULDERS)	BLOCS
	-18	63-32	-5	GRAVE (COBBLE)	GALETS
	-6	4	-	CAILLOUX (PEBBLE)	GRAVILLONS
	-3	2	1	GRANULES	
	-2	1,6-		TRÈS GROSSIER	
	-1	1,25-			
	0	1	0		
	1	0,8-		GROSSIER	SABLES
	2	0,63-			
	3	0,5-	1	MOYEN	
microscope binoculaire tube de sédimentation	5	0,315-	2	FIN	
	9	0,125-	3	TRÈS FIN	
	12	0,625-1/16	4		SABLONS
	14	0,04-	5	GROSSIER	
pipette microscope électronique	17	0,02-0,031-1/64	6	MOYEN	
	20	0,01-1/128	7	FIN	
	24	0,004-1/256	8	TRÈS FIN	LIMONS
		14		PRE COLLOIDES	

Figure 6 : Echelle granulométrique AFNOR, unité Φ et classifications communes utilisées (Cojan & Renard, 1999).

Pour l'analyse, chaque prélèvement est vidé dans un bol identifié pour être séché à l'étuve à 80°C pendant 72h. Un sous-échantillon de 100g (200g pour les sables) est remouillé dans un défloculant (métaphosphate de sodium à 40 g/l), et malaxé avec une spatule voire éventuellement passé aux ultrasons 20 mn pour désagréger les amas les plus petits. Le lendemain l'échantillon est tamisé à l'eau sur maille de 63 µm jusqu'à obtenir un filtrat clair,

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

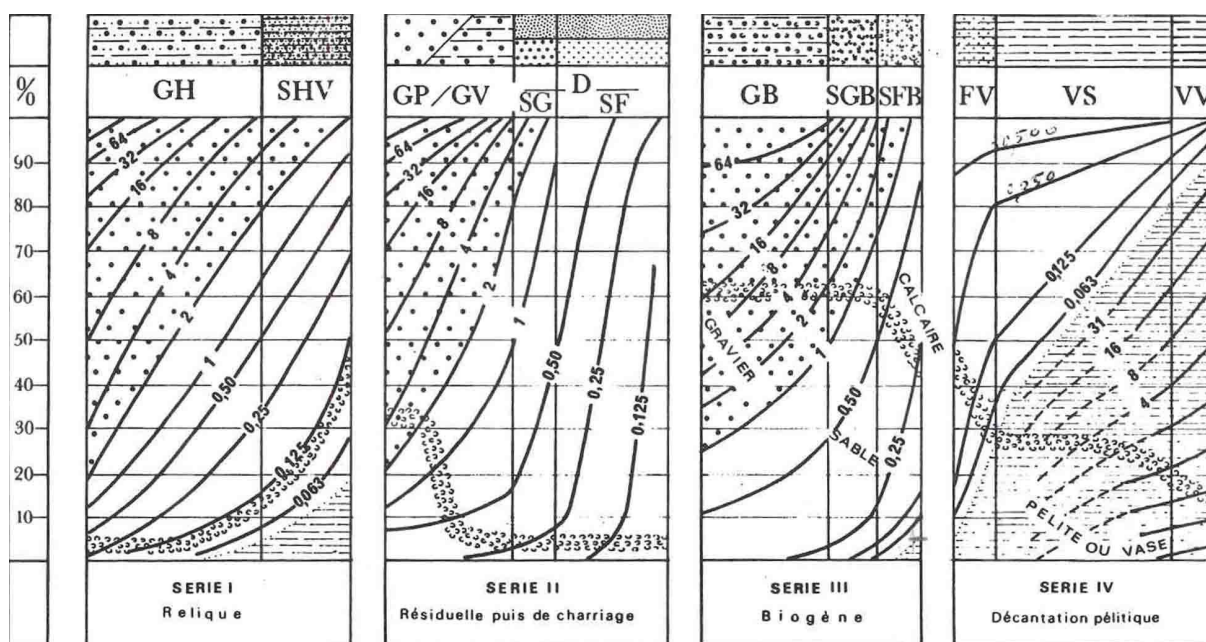
le but étant d'éliminer les pélites. Le refus de tamis est récupéré et mis à l'étuve à 80°C pendant 72h.

L'échantillon est ensuite passé sur une colonne de tamis normalisés (Figure 7). La colonne contient 17 tamis (4000 μm , 2000 μm , 1600 μm , 1250 μm , 1000 μm , 800 μm , 630 μm , 500 μm , 400 μm , 315 μm , 250 μm , 200 μm , 160 μm , 125 μm , 100 μm , 80 μm , 63 μm), répartis en deux passages successifs (4000 à 400 et 315 à 63 μm). Chaque tamis est pesé vide au préalable puis plein avec sa fraction de sédiment après tamisage avec une balance Sartorius FB12CCE-S afin de déterminer le type et la quantité de sédiments dans chaque échantillon. Une précision à 0,01 g est utilisée pour les pesées. La tamiseuse Retsch est mise en marche 15 minutes à 2000 vibrations par secondes avec une amplitude verticale de 1,5 mm.



Figure 7 : Colonne de tamis normalisés AFNOR sur tamiseuse Retsch et balance Sartorius à 0,01 g. Photo © CNRS / Sauriau P.-G. 2008.

Les tamis sont ultérieurement débarrassés de leurs impuretés grâce à un appareil de nettoyage aux ultrasons Elma. Cette méthode est considérée aujourd'hui comme la méthode la plus efficace dans les procédés de nettoyage de précision sans influence néfaste sur le maillage des tamis. Les résultats des différentes pesées sont ensuite analysés par la macro-procédure GRADISTAT (Blott & Pye, 2001), permettant d'obtenir des paramètres de forme et le type de sédiment. Le type de sédiment est alors interprété vis-à-vis de la classification de Chassé & Glémarec (1976) reprise par Hily (1976) dans les Pertuis Charentais (Figure 8).



— Légende : A toute verticale du graphique correspond un sédiment déterminé dont on lit, aux intersections avec les courbes d'isodimension, la composition granulométrique en pourcentage pondéral sur l'axe des ordonnées. L'évolution de la teneur moyenne en calcaire est également précisée.

GH graviers hétérogènes sableux, SHV sables hétérogènes plus ou moins envasés
 GP graviers propres, GV graviers vaseux, SG sables grossiers, SF sables fins
 GB graviers biogènes, SGB sables grossiers biogènes, SFB sables fins biogènes
 FV sables fins vaseux, VS vases sableuses, VV vases franches, D sédiments dunaires

Figure 8 : Type biosédimentaire (Chassé & Glémarec, 1976).

L'analyse de la teneur en matière organique suit le principe de la perte au feu à 450 °C. Chaque sédiment est référencé par son numéro de station puis mis à l'étuve à 100°C 72 h afin d'obtenir un échantillon totalement sec. Les masses des coupelles numérotées sont mesurées ainsi que la masse des coupelles + le sédiment sec (environ 1g) par pesée sur une balance Mettler AE 240 avec une précision à 0,0001 g. Les échantillons sont ensuite placés dans un four à mouffles 450°C pendant 5h permettant une crémation effective sur 4h compte tenue du temps de montée en température du four pendant 1h. Des cendres minérales sont ainsi obtenues et sont également pesées sur la même balance après refroidissement à température ambiante dans un dessiccateur. La formule suivante permet de déterminer la teneur en matières organiques :

$$\% \text{ matières organiques} = \frac{\text{Matière sèche (g)} - \text{matière minérale (g)}}{\text{Matière sèche (g)}}$$

La perte au feu est une méthode simple et peu coûteuse mais elle n'est pas très précise vis-à-vis d'une mesure de carbone ou d'azote organique particulière. Elle peut aussi être biaisée lorsque le sédiment renferme une proportion significative d'argile dont l'eau constitutive des

feuillet est évaporée à 450°C (Barillé-Boyer et al., 2003). Elle permet cependant d'avoir une estimation en première approximation des teneurs en matières organiques des sédiments.

3.2 Analyse des échantillons faunistiques

L'analyse des échantillons faunistiques commence par un lavage sur tamis afin de récupérer leurs eaux de fixation formolée, eaux qui sont récupérées dans des bidons normalisés afin d'être traitées par une entreprise spécialisée. Ce rinçage s'effectue dans un évier spécialement aménagé en extérieur ou sous sorbonne avec connexion directe au bidon de récupération des eaux formolées. Le lavage se termine par un rinçage soigneux afin d'éliminer le maximum de sédiments fins et les résidus formolés (Figure 9). Ce rinçage nécessite généralement d'utiliser une série de tamis parmi les suivants de 10 mm, 5 mm, 1 mm et 0,5 mm pour le dernier de façon à récupérer des refus homogènes en taille.

L'opération de tri des refus s'effectue en deux étapes successives chacune d'elle réalisée si possible par un opérateur différent :

- Etape 1 : tri à vue par un premier opérateur. Le tri est facilité lorsque la forme des débris coquilliers est homogène (cf. le lavage sur la série de tamis) ou bien lorsque leur faible quantité permet un étalement monocouche dans la bassine de tri. En cas de refus de tamis hétérogène en taille, un tamisage successif sur trois ou quatre mailles de tamis a été effectué (10 mm, 5 mm, 1 mm et 0,5 mm) afin d'homogénéiser la taille des débris coquilliers. Le tri à vue est aussi facilité après un rinçage hydraulique des éléments faunistiques les plus légers, récupération dans un tamis de 0,5 mm, coloration au rose Bengale du refus puis rinçage (Figure 9).
- Etape 2 : tri de vérification à la loupe binoculaire des refus de tamis les plus fins (1 et 0,5 mm) par un opérateur différent de celui ayant réalisé le premier tri. La détection des organismes de la macrofaune (annélides, crustacés, juvéniles de mollusques) est facilitée par la coloration au rose Bengale. Elle est de courte durée de façon à contrôler l'intensité de coloration (Figure 9). Ce procédé a l'avantage de faciliter la détection des plus petits organismes tout en n'altérant pas ou peu leur coloration d'origine. Le temps de coloration est de l'ordre de quelques dizaines de secondes à moins d'une demi-minute.

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

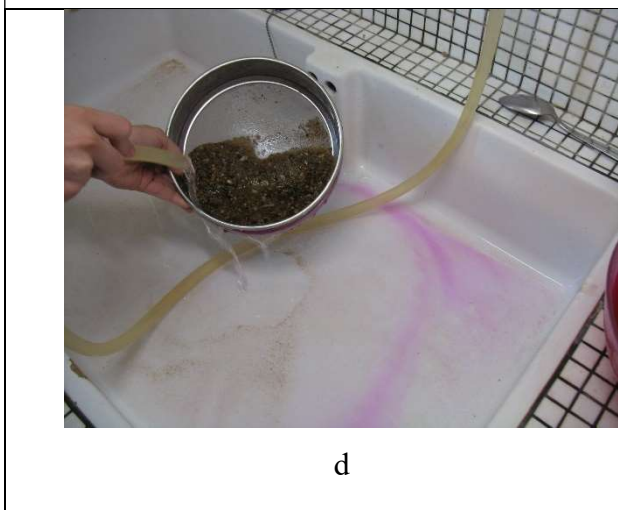
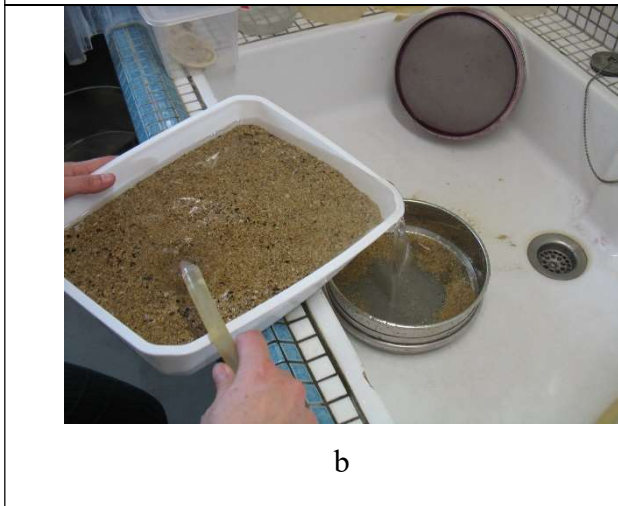


Figure 9 : Opérations de rinçage des eaux de fixation puis de lavage (a), de tri hydraulique (b), de coloration des refus (c) puis rinçage (d) et de tri à la binoculaire des éléments les plus fins. Photos Photo © CNRS / Chenoun M. Sauriau M. & Cajeri P.

3.3 Détermination des espèces

Les espèces déterminées font partie de la faune macroscopique (macrofaune > 1 mm). Ces espèces peuvent appartenir à :

- l'endofaune (faune vivant dans les sédiments) et vivre isolement ou en association,
- l'épifaune (faune vivant au-dessus des sédiments), être libre de leur mouvement (épifaune vagile) ou bien fixée (épifaune fixée). Dans chacun de ces deux cas, les espèces peuvent vivre isolement ou en colonie.

La nomenclature de la faune suit celle donnée par l'European Register of Marine Species (ERMS) disponible sur le site MarBef (<http://www.marbef.org/>) et incluse dans le World Register of Marine Species (WoRMS) (<http://www.marinespecies.org/index.php>) :

- Chaque espèce est nommée par son non latin binomial de genre et d'espèce suivi du nom de l'auteur l'ayant initialement décrite et de la date de publication de la description, par exemple *Spisula subtruncata* (da Costa, 1778).
- Lorsque un spécimen est abîmé ou lorsqu'un ou des appendices permettant de caractériser l'espèce de ce spécimen est ou sont absents, par exemples palpes, branchies, élytres, tâches oculaires, etc., l'analyse taxinomique ne peut être menée à son terme et seul le nom de genre est utilisé, par exemple le Némerte *Lineus*.
- En cas d'incertitude sur le genre, seul de nom de la famille est utilisé, par exemple **HESIONIDAE** et, en cas d'incertitude sur la famille ou sur les niveaux supérieurs de la taxinomie, seul le nom de l'embranchement, par exemple **NEMERTEA**, est utilisé.

Les déterminations faunistiques s'appuient en particulier sur les ouvrages listés en Tableau 3. Les ouvrages généraux de Hayward & Ryland (1990a, 1990b) sont utilisés avec parcimonie, leur analyse révélant que ne sont listées que 75% de la faune des Pertuis Charentais (de Montaudouin & Sauriau, 2000), ce chiffre descendant à 60% pour les polychètes. La validation des fichiers de saisies et la qualification des données taxinomiques ont été assurées par P.-G. Sauriau (CNRS) et certains spécimens ont été revus par J. Jourde (ULR). La participation du laboratoire LIENSs depuis 2011 aux tests de taxinomie benthique

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

organisés par Unicomarine (rings tests NMBAQC semestriels) ou le RESOMAR (Exercice annuel) a favorisé une mise à jour générale des connaissances sur des groupes faunistiques ou taxons reconnus difficiles comme les familles des Ampharetidae, Cirratulidae, Glyceridae, Goniadidae, Hesionidae, Lumbrineridae, Opheliidae, Maldanidae, Nephtidae ou le genre *Bathyporea*.

Tableau 3 : Ouvrages principaux utilisés pour les déterminations taxinomiques.

Embranchement	Ouvrage
Annelida	Fauvel (1923, 1927), Hartmann-Schröder (1971), George & Hartmann-Schröder (1985), Pleijel (1988), Westheide (1990), Pleijel & Dales (1991), Chambers & Muir (1997), Rouse & Pleijel (2001), Dauvin et al. (2006) + documents NMBAQC
Arthropoda	Naylor (1972), Lincoln (1979), Mauchline (1984), Smaldon et al. (1993), Ingle (1996), Dauvin & Bellan-Santini (1988), Bellan-Santini & Dauvin (1988), Dauvin & Bellan-Santini (1996, 2002), Ingle & Christiansen (2004), Martin (2011) + documents NMBAQC
Chordata	Millar (1969, 1970), Degraer <i>et al.</i> (2006);
Cnidaria	Manuel (1988), Wood (2005)
Echinodermata	Southward & Campbell (2006), Martin (2011)
Mollusca	Tebble (1966), Glémarec (1968), Jones & Baxter (1987), Graham (1988), Thompson (1988), Poppe & Goto (1991, 1993), Houart (2001), Degraer et al. (2006), Martin (2011)
Nemertea	Gibson (1994)
Phoronida	Emig (1979)
Sipunculida	Gibbs (2001)

3.4 Analyse de la qualité écologique : indice M-AMBI

La méthode d'analyse de la qualité écologique est basée sur le concept d'indice biotique :

- Un indice biotique permet de statuer sur l'état écologique d'un fond sédimentaire à partir de la composition faunistique des peuplements qu'il héberge.
- La méthode repose sur la reconnaissance parmi les espèces constitutives du peuplement de cinq groupes écologiques de polluo-sensibilités différentes (Hily,

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

1984) en relation avec la réponse de chaque espèce à la teneur en matière organique des sédiments, que celle-ci soit d'origine pétrolière, anthropique (rejets urbains) ou industrielle comme les résidus de traitement de bois (Tableau 4).

Tableau 4 : Groupes écologiques de polluo-sensibilités différentes (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 du milieu. - dernières à se réinstaller	suspensivores, carnivores sélectifs, quelques dépositives tubicoles de sub-surface
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 matière organique
IV	Opportunistes de second ordre	cycle de vie court (souvent <1 an) proliférant dans les sédiments réduits	dépositives de sub-surface
V	Opportunistes de premier ordre	prolifèrent dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface	dépositives

- Différents indices ont été proposés (Grall & Glémarec, 2003) mais l'un des plus utilisés aujourd'hui est l'AZTI Marine Benthic Index ou AMBI disponible sur le site de l'AZTI (<http://ambi.azti.es/>). Les réflexions menées depuis la proposition initiale de l'AMBI par Borja *et al.* (2000, 2003, 2004) et les difficultés d'interprétation de cet indice comme explicitées par Borja & Muxika (2005) ont abouti à la proposition d'un indice multivarié ou M-AMBI (Muxika *et al.*, 2007).
- Cet indice est retenu et utilisé par la France dans le cadre de la DCE à l'issue de sa participation au GIG NEA. Il est basé sur les métriques suivantes :
 - **Richesse spécifique** : la richesse spécifique (RS) se définit classiquement comme le nombre d'espèces recensées à une échelle d'espace déterminée, ici la station ponctuelle.

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

- **Diversité spécifique** : la diversité (H'), intégrant d'une part la richesse spécifique et d'autre part l'abondance relative des espèces, reflète l'équilibre dynamique de la biocénose et permet d'estimer le degré d'évolution entre les stades pionnier et mature d'un peuplement. L'indice le plus couramment utilisé en écologie est celui de Shannon (1948) ; par analogie avec la théorie de l'information, ce dernier exprime la diversité d'une communauté en fonction du nombre d'espèces récoltées et du nombre d'individus de chaque espèce (Frontier & Pichod-Viale, 1991) :

$$H' = - \sum_{i=1}^n (p_i \log_2 p_i)$$

Avec n : nombre d'espèces et p_i : fréquence relative de l'espèce i dans le prélèvement.

- **AMBI** : cet indice se base sur la reconnaissance parmi les espèces constitutives des peuplements benthiques de cinq groupes écologiques de polluo-sensibilités différentes (Tableau 4) et une pondération particulière de chaque groupe écologique par une constante qui représente le niveau de perturbation auquel les espèces sont associées :

$$AMBI = \{(0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)\} / 100$$

Avec GI, GII, GIII, GIV et GV : proportion d'individus de chacun des groupes écologiques

- Cet indice est calculé pour chaque station à partir d'une analyse factorielle des correspondances, déterminant trois axes perpendiculaires minimisant le critère des moindres carrés (Bald *et al.*, 2005). 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 sont projetés l'ensemble des points des stations (Figure 10). 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.

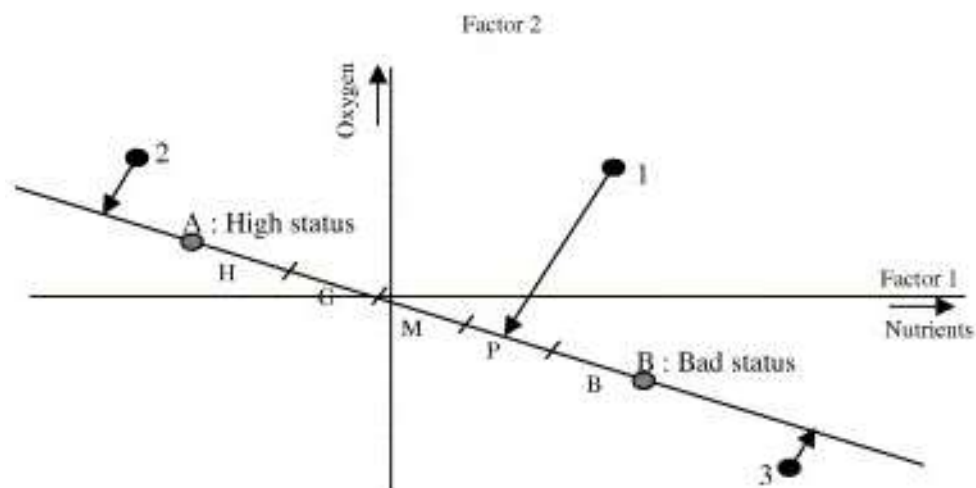


Figure 10 : Définition du statut des stations échantillonnées par projection sur l'axe factoriel défini par les conditions de référence (Bald *et al.*, 2005).

- Les stations échantillonnées lors du contrôle de surveillance se réfèrent à trois types d'environnement hydro-sédimentaires (sables fins plus ou moins envasés subtidaux, sables fins plus ou moins envasés intertidaux, sables fins à moyens exposés) et, conséquemment, à trois conditions de référence distinctes (Tableau 6).

Tableau 5 : Conditions de référence retenues pour le calcul de la valeur de M-AMBI dans les eaux côtières par la France.

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

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

- Les indices AMBI et M-AMBI sont calculés à partir du logiciel AMBI 4.1 (<http://ambi.azti.es/>).
- La grille de lecture du M-AMBI, telle qu'adoptée par la France au sein du GIG NEA, est exposée dans le suivant (Tableau 5 suite). Elle permet par exemple à partir d'une valeur de l'indice M-AMBI de 0,78 de classer le statut écologique en TRES BON.

Tableau 5 (suite) : Valeurs définissant les cinq états écologiques de l'indice M-AMBI dans les masses d'eaux côtières françaises.

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

4 Résultats

4.1 Plage Charge Neuve

4.1.1 Analyse des sédiments

L'analyse granulométrique indique que ce sont des sédiments vaso-sableux composés à 64 % de sables fins de taille de grains jusqu'à 250 µm (Tableau 6). Ce sédiment avec 35 % de pélites est envasé à la limite des vases sableuses (Figure 8). Le taux de matière organique de 2,31 % est peu élevé (Tableau 7).

Tableau 6 : Résultats de l'analyse granulométrique.

Information	Maille de tamis	Pesée tamis vide	Pesée tamis+sédiment	Commentaire	Sédiment
DATE_ANALYSE	4000	603,27	603,77		0,50
24/06/2010	2000	494,61	495,04		0,43
OPERATEUR_ANALYSE	1600	454,42	454,63		0,21
M_Chenoun	1250	422,15	422,25		0,10
SED_ANALYSE	1000	416,91	417,01		0,10
100	800	384,69	384,78		0,09
NOM_ME	630	402,72	402,82		0,10
Pertuis_Breton	500	363,69	363,81		0,12
NOM_STATION	400	348,65	348,81		0,16
Plage Charge Neuve	315	343,25	343,45		0,20
MOIS_STA	250	330,29	330,67		0,38
Avril	200	328,84	329,6		0,76
CODE_ME	160	315,72	317,39		1,67
FRGC53	125	312,16	326,1		13,94
CODE_STA	100	309,45	332,56		23,11
IMFZno1	80	298,92	315,59		16,67
CODE_ANNEE	63	298,96	305,63		6,67
2010	0				34,79

Tableau 7 : Résultats de l'analyse de la teneur en matières organiques.

CODE_ME	CODE_ANNEE	NOM_STA	BATHY_STA	MOIS_STA	TYPE ANALYSE	DATE ANALYSE	OPERATEUR ANALYSE	CODE_POINT	TAUX_MO_SED
FRGC53	2010	Plage Charge Neuve	Intertidal	avril	MO perte au feu	13/07/2010	PG_Sauriau	IMFZno1	2.31

4.1.2 Analyse faunistique

Pour la station échantillonnée, un ensemble de 49 taxons a été déterminé (Tableau 8).

Tableau 8 : Composition taxinomique de la station.

Taxon	Auteur	Embranchement	Classe	Sous-Classe	Ordre	Famille
<i>Abra segmentum</i>	(Récluz, 1843)	Mollusca	Bivalvia	Heterodonta - Euheterodonta	Veneroida	Semelidae
<i>Abra tenuis</i>	(Montagu, 1803)	Mollusca	Bivalvia	Heterodonta - Euheterodonta	Veneroida	Semelidae
<i>Alitta succinea</i>	(Leuckart, 1847)	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Nereididae
<i>Aphelochaeta marioni</i>	(de Saint Joseph, 1894)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Terebellida	Cirratulidae
<i>Boccardiella hamata</i>	(Webster, 1879)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Spionida	Spionidae
<i>Capitella capitata</i>	(Fabricius, 1780)	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Capitellidae
<i>Capitella minima</i>	Langerhans, 1881	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Capitellidae
<i>Carcinus maenas</i>	(Linnaeus, 1758)	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Eucarida	Decapoda	Portunidae
<i>Cerastoderma edule</i>	(Linnaeus, 1758)	Mollusca	Bivalvia	Heterodonta - Euheterodonta	Veneroida	Cardiidae
<i>Cereus pedunculatus</i>	(Pennant, 1777)	Cnidaria	Anthozoa	Hexacorallia	Actiniaria	Sagartiidae
CHIRONOMIDAE	-	Arthropoda	Insecta	-	Diptera	Chironomidae
<i>Cossura pygodactylata</i>	Jones, 1956	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Cossuridae
<i>Crangon crangon</i>	(Linnaeus, 1758)	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Eucarida	Decapoda	Crangonidae
<i>Cumopsis sp.</i>	G.O. Sars, 1865	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Peracarida	Cumacea	Bodotriidae
<i>Cyclope neritea</i>	(Linnaeus, 1758)	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Neogastropoda	Nassariidae
<i>Euclymene sp.</i>	Verrill, 1900	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Maldanidae
<i>Exogone (Exogone) naidina</i>	Örsted, 1845	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Syllidae
GASTROPODA	Cuvier, 1795	Mollusca	Gastropoda	-	-	-
<i>Glycera capitata</i>	Örsted, 1843	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Glyceridae
<i>Glycera lapidum</i>	Quatrefages, 1866	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Glyceridae
<i>Glycera unicornis</i>	Savigny in Lamarck, 1818	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Glyceridae
<i>Hediste diversicolor</i>	(O.F. Müller, 1776)	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Nereididae
<i>Hemigrapsus takanoi</i>	Asakura & Watanabe, 2005	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Eucarida	Decapoda	Varunidae
<i>Heteromastus filiformis</i>	(Claparède, 1864)	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Capitellidae
<i>Idotea chelipes</i>	(Pallas, 1766)	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Peracarida	Isopoda	Idoteidae

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

<i>Kurtiella bidentata</i>	(Montagu, 1803)	Mollusca	Bivalvia	Heterodonta - Euheterodonta	Veneroida	Montacutidae
<i>Leiochone tricirrata</i>	Bellan & Reys, 1967	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Maldanidae
<i>Lepidochitona (Lepidochitona) cinerea</i>	(Linnaeus, 1767)	Mollusca	Polyplacophora	Neoloricata	Chitonida	Lepidochitonidae
<i>Limapontia depressa</i>	Alder & Hancock, 1862	Mollusca	Gastropoda	Heterobranchia - Opisthobranchia	Sacoglossa	Limapontiidae
<i>Littorina littorea</i>	(Linnaeus, 1758)	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Littorinimorpha	Littorinidae
<i>Loripes lucinalis</i>	(Lamarck, 1818)	Mollusca	Bivalvia	Heterodonta - Euheterodonta	Lucinoida	Lucinidae
<i>Malmgreniella arenicolae</i>	(de Saint Joseph, 1888)	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Polynoidae
<i>Microdeutopus chelifera</i>	(Bate, 1862)	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Peracarida	Amphipoda	Aoridae
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	Costa, 1853	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Peracarida	Amphipoda	Aoridae
<i>Microdeutopus versiculatus</i>	(Bate, 1856)	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Peracarida	Amphipoda	Aoridae
<i>Mytilus edulis</i>	Linnaeus, 1758	Mollusca	Bivalvia	Pteriomorphia	Mytiloida	Mytilidae
NEMERTEA	-	Nemertea	-	-	-	-
<i>Nephtys hombergii</i>	Savigny in Lamarck, 1818	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Nephtyidae
<i>Notomastus latericeus</i>	Sars, 1851	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Capitellidae
OLIGOCHAETA	-	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	-	-
<i>Peringia ulvae</i>	(Pennant, 1777)	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Littorinimorpha	Hydrobiidae
<i>Phyllodoce laminosa</i>	Savigny in Lamarck, 1818	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Phyllodocidae
<i>Polydora cornuta</i>	Bosc, 1802	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Spionida	Spionidae
<i>Pseudopolydora antennata</i>	(Claparède, 1869)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Spionida	Spionidae
<i>Scrobicularia plana</i>	(da Costa, 1778)	Mollusca	Bivalvia	Heterodonta - Euheterodonta	Veneroida	Semelidae
<i>Streblospio shrubsolii</i>	(Buchanan, 1890)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Spionida	Spionidae
<i>Tubificoides benedii</i>	(Udekem, 1855)	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae
<i>Turbonilla lactea</i>	(Linnaeus, 1758)	Mollusca	Gastropoda	Heterobranchia	-	Pyramidellidae
<i>Venerupis philippinarum</i>	(A. Adams & Reeve, 1850)	Mollusca	Bivalvia	Heterodonta - Euheterodonta	Veneroida	Veneridae

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

La richesse spécifique totale obtenue en sommant les 5 réplicats est de 49 taxons et se répartie en 5 embranchements dominants avec 47 % d'annélides, 31 % de mollusques et 18 % d'arthropodes (Figure 11). Cependant, les mollusques sont les plus abondants avec en moyenne 86 % des abondances suivis des annélides avec 14 % des abondances (Figure 12).

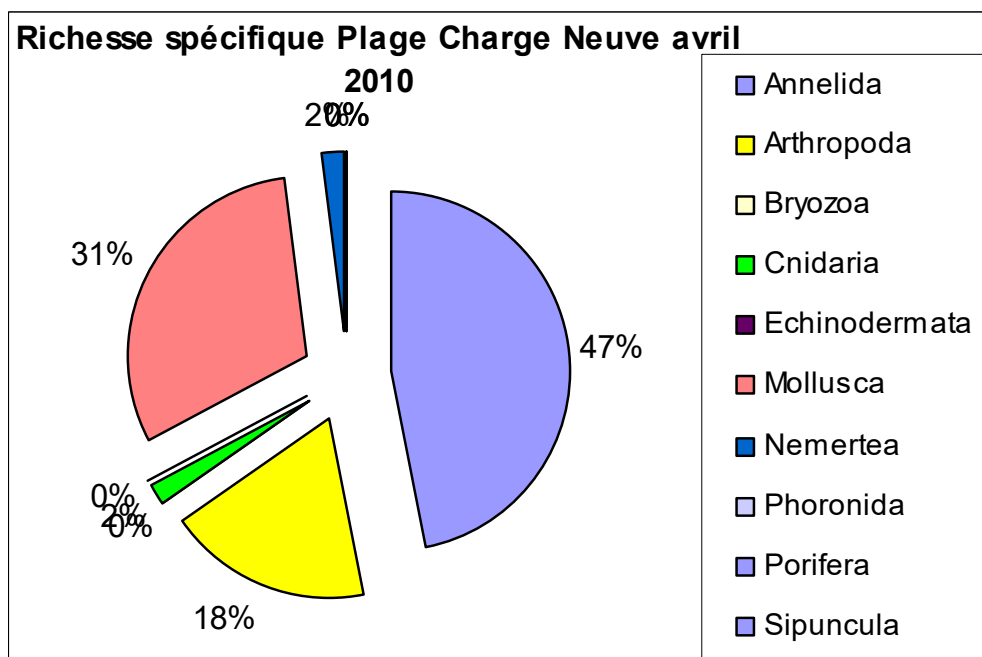


Figure 11 : Répartition des taxons par embranchement selon le nombre d'espèces.

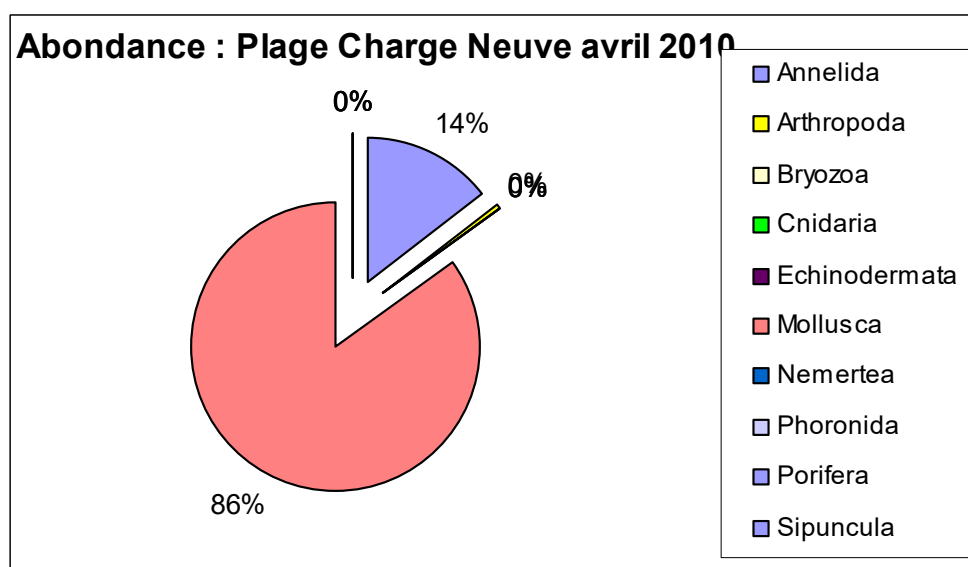


Figure 12 : Répartition des taxons par embranchement selon les abondances.

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

Tableau 9 : Richesse et abondances spécifiques.

Richesse spécifique		(par réplikat et au 0,5 m ²)					49		
Abondance au m ²		(par réplikat et moyenne ± EC)					19188	±	1391
Plage Charge Neuve									
Embranchement	Espèce	1	2	3	4	5	Total	%	
Annelida	<i>Alitta succinea</i>	0	0	0	0	2	2	0,0%	
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	67	37	100	13	38	255	2,7%	
	<i>Boccardiella hamata</i>	0	0	0	1	0	1	0,0%	
	<i>Capitella capitata</i>	82	41	80	14	45	262	2,7%	
	<i>Capitella minima</i>	5	0	0	3	0	8	0,1%	
	<i>Cossura pygodactylata</i>	0	3	1	0	0	4	0,0%	
	<i>Euclymene sp.</i>	0	0	1	0	0	1	0,0%	
	<i>Exogone (Exogone) naidina</i>	1	0	1	1	0	3	0,0%	
	<i>Glycera capitata</i>	0	0	0	0	1	1	0,0%	
	<i>Glycera lapidum</i>	0	0	0	1	0	1	0,0%	
	<i>Glycera unicornis</i>	1	1	0	1	0	3	0,0%	
	<i>Hediste diversicolor</i>	2	0	0	0	0	2	0,0%	
	<i>Heteromastus filiformis</i>	15	33	19	12	33	112	1,2%	
	<i>Leiochone tricirrata</i>	3	2	6	3	2	16	0,2%	
	<i>Malmgreniella arenicolae</i>	0	0	0	1	0	1	0,0%	
	<i>Nephtys hombergii</i>	0	0	1	0	0	1	0,0%	
	<i>Notomastus latericeus</i>	10	14	20	10	8	62	0,6%	
	OLIGOCHAETA		114	92	110	44	35	395	4,1%
	<i>Phyllodoce laminosa</i>	0	1	0	0	0	1	0,0%	
	<i>Polydora cornuta</i>	1	0	0	1	2	4	0,0%	
<i>Pseudopolydora antennata</i>	1	5	3	9	0	18	0,2%		
<i>Streblospio shrubsolii</i>	12	44	6	8	36	106	1,1%		
<i>Tubificoides benedii</i>	13	50	34	12	18	127	1,3%		
Arthropoda	<i>Carcinus maenas</i>	0	0	1	0	0	1	0,0%	
	CHIRONOMIDAE	0	2	1	2	0	5	0,1%	
	<i>Crangon crangon</i>	2	2	2	3	3	12	0,1%	
	<i>Cumopsis sp.</i>	0	0	0	1	0	1	0,0%	

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

	<i>Hemigrapsus takanoi</i>	0	0	0	1	0	1	0,0%
	<i>Idotea chelipes</i>	3	3	1	0	0	7	0,1%
	<i>Microdeutopus chelifer</i>	1	0	0	0	0	1	0,0%
	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	2	2	1	2	0	7	0,1%
	<i>Microdeutopus versiculatus</i>	6	0	6	0	0	12	0,1%
Cnidaria	<i>Cereus pedunculatus</i>	1	0	1	0	0	2	0,0%
Mollusca	<i>Abra segmentum</i>	0	0	2	1	1	4	0,0%
	<i>Abra tenuis</i>	17	12	28	20	8	85	0,9%
	<i>Cerastoderma edule</i>	4	1	13	12	0	30	0,3%
	<i>Cyclope neritea</i>	1	0	0	0	0	1	0,0%
	GASTROPODA	0	2	0	0	0	2	0,0%
	<i>Kurtiella bidentata</i>	0	1	0	0	0	1	0,0%
	<i>Lepidochitona (Lepidochitona) cinerea</i>	0	0	0	0	1	1	0,0%
	<i>Limapontia depressa</i>	2	3	8	5	0	18	0,2%
	<i>Littorina littorea</i>	7	3	5	30	5	50	0,5%
	<i>Loripes lucinalis</i>	2	1	3	5	0	11	0,1%
	<i>Mytilus edulis</i>	0	0	2	1	0	3	0,0%
	<i>Peringia ulvae</i>	1096	1480	2762	1060	1500	7898	82,3%
	<i>Scrobicularia plana</i>	2	4	0	0	3	9	0,1%
	<i>Turbonilla lactea</i>	0	0	2	0	0	2	0,0%
	<i>Venerupis philippinarum</i>	10	5	4	9	6	34	0,4%
Nemertea	NEMERTEA	5	0	3	0	2	10	0,1%

La richesse spécifique par répliquat varie entre 20 et 31 espèces (Tableau 9).

Les abondances par répliquat varient d'environ 13000 à plus de 3200 individus par m² pour une valeur moyenne avec son intervalle de confiance à 95 % de 1900 ± 1400 individus par m².

Les deux espèces les plus abondantes sont l'hydrobie *Peringia ulvae* avec 82 % des abondances et le groupe des Oligochètes avec 4% des abondances. Les deux polychètes *Aphelochoaeta marioni* et *Capitella capitata* représentent chacune environ 3 % des abondances. Au moins 14 espèces sont rares avec un seul individu collecté sur la station parmi lesquels 7 polychètes avec *Boccardiella hamata* (Webster, 1879), 4 arthropodes et 3 mollusques.

4.1.3 Analyse statut écologique selon M-AMBI

Parmi les individus recensés, plus de 85 % appartiennent au groupe écologique III des espèces tolérantes. Tous les réplicats présente des Capitellidae du groupe V des espèces opportunistes de premier ordre (Figure 13).

L'indice AMBI est de 3,29 avec 48 taxons retenus et une diversité de 1,32.

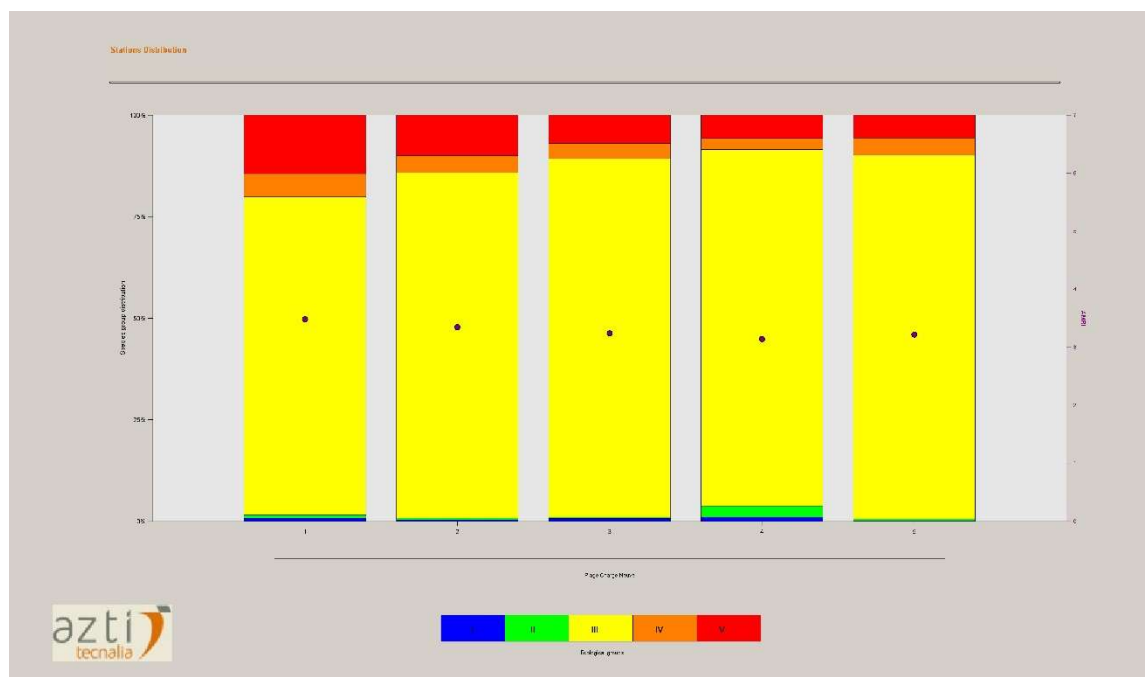


Figure 13 : Proportion des groupes écologiques dans les 5 réplicats.

Le calcul de l'indice M-AMBI réalisé sur le regroupement des 5 réplicats par station fournit une valeur de 0,65 mais il a été reconnu que d'utiliser un jeu de données trop restreint conduit à des surestimations du M-AMBI (Ruellet & Dauvin, 2008). Cette valeur ne devrait donc pas être retenue pour estimer le statut écologique de la station. Ce problème de surestimation est lié à l'utilisation d'une analyse factorielle dans le calcul de l'indice M-AMBI, analyse qui est sensible au nombre d'observations soumise à l'analyse (Muxika *et al.*, 2007, Borja *et al.*, 2008). De fait il est recommandé d'utiliser au moins 50 stations afin d'en stabiliser les résultats (Borja & Mader, 2008).

La procédure est donc d'utiliser le jeu de données sur l'ensemble du littoral atlantique pour estimer le statut écologique de cette station (Desroy, 2010 com. pers.).

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

Cependant, une procédure alternative peut être proposée à partir des résultats obtenus sur cette station. Un bootstrap (Efron & Tibshirani, 1993, Palm, 2002) permet en effet, à partir des 126 combinaisons possibles issues de tous les tirages aléatoires avec remise de 5 réplicats parmi 5, de réaliser 1) le calcul de l'indice M-AMBI sur ces 126 combinaisons en respectant cette contrainte ; 2) d'estimer un intervalle de confiance autour de la valeur moyenne du M-AMBI à partir d'un tirage ultérieur de 1000 combinaisons et 3) de présenter un histogramme des valeurs obtenues.

La valeur moyenne de l'indice M-AMBI est de $0,52 \pm 0,01$ avec un intervalle de confiance à 95 % entre 0,51 et 0,53 (Figure 14). La dispersion des valeurs se fait sur deux classes de statut écologique, le statut écologique MOYEN et le statut écologique BON avec une répartition en 69 - 31 % (simulations par test de Chi² sur proportions théoriques pour obtenir un test non-significatif, $p > 0,05$). Le statut écologique de plus grande probabilité est le statut MOYEN sans qu'il soit possible d'écarter l'hypothèse d'un statut BON qui peut se réaliser significativement dans plus de 5% des cas.

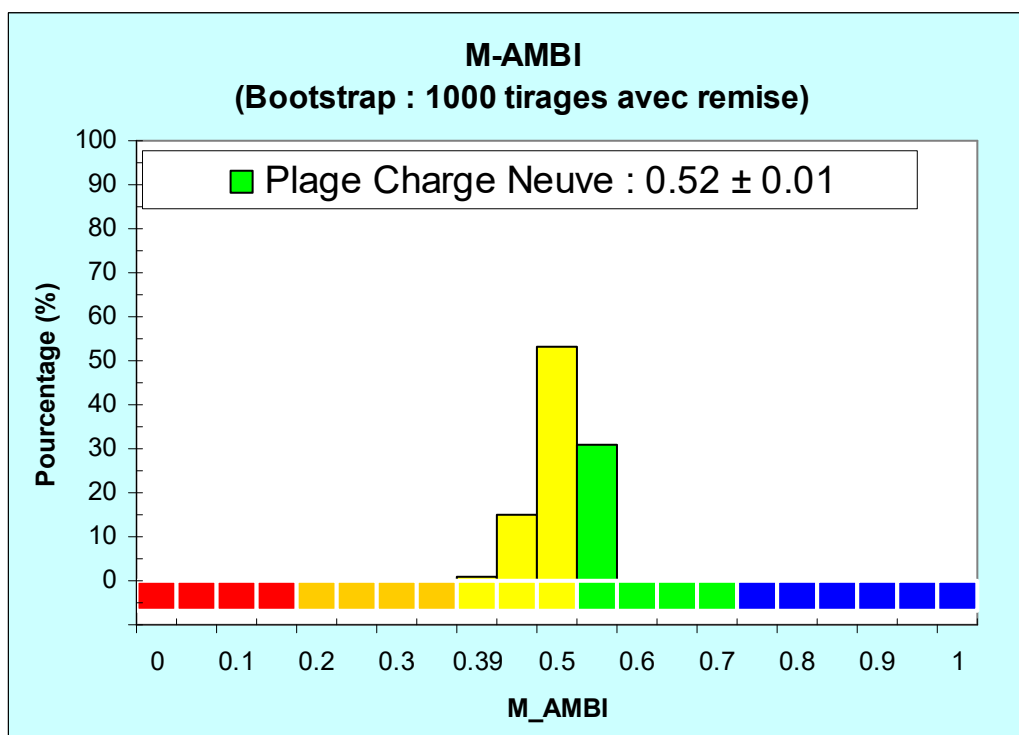


Figure 14 : Histogramme des valeurs du M-AMBI après 1000 tirages aléatoires.

4.2 La Flotte

4.2.1 Analyse des sédiments

L'analyse granulométrique indique que les sédiments sont composés à 61 % de pélites et 39% de sables fins dont le mode est à 80 µm. Ce sont des vases sableuses (Tableau 10). Le taux de matière organique de 5,3 % est élevé montrant que ces vases sableuses sont enrichies en matières organiques (Tableau 11).

Tableau 10: Résultats de l'analyse granulométrique.

Information	Maille de tamis	Pesée tamis vide	Pesée tamis+sédiment	Commentaire	Sédiment
DATE_ANALYSE	4000	603,29	603,37		0,08
24/06/2010	2000	494,64	494,68		0,04
OPERATEUR_ANALYS	1600	454,43	454,44		0,01
E					
M_Chenoun	1250	422,15	422,18		0,03
SED_ANALYSE	1000	416,91	416,93		0,02
100	800	384,62	384,72		0,10
NOM_ME	630	402,71	402,72		0,01
Pertuis_Breton	500	363,67	363,69		0,02
NOM_STATION	400	348,62	348,68		0,06
La Flotte	315	343,3	343,35		0,05
MOIS_STA	250	330,34	330,43		0,09
avril	200	328,9	329,14		0,24
CODE_ME	160	315,79	316,44		0,65
FRGC53	125	312,29	317,99		5,70
CODE_STA	100	309,57	320,86		11,29
SMF1	80	299,03	312,31		13,28
CODE_ANNEE	63	299,03	306,85		7,82
2010					60,51

Tableau 11 : Résultats de l'analyse de la teneur en matières organiques.

CODE_ME	CODE_ANNEE	NOM_STA	BATHY_STA	MOIS_STA	TYPE_ANALYSE	DATE_ANALYSE	OPERATEUR_ANALYSE	CODE_POINT	TAUX_MO_SED
FRGC53	2010	La Flotte	Subtidal	avril	MO perte au feu	13/07/2010	PG_Sauriau	1	5,30

4.2.2 Analyse faunistique

Pour la station échantillonnée, un ensemble de 78 taxons a été déterminé (Tableau 12).

Tableau 12 : Composition taxinomique de la station.

<i>Taxon</i>	<i>Auteur</i>	<i>Embranchement</i>	<i>Classe</i>	<i>Sous-Classe</i>	<i>Ordre</i>	<i>Famille</i>
<i>Abra alba</i>	(W. Wood, 1802)	Mollusca	Bivalvia	Heterodonta - Euheterodonta	Veneroidea	Semelidae
<i>Ampelisca armoricana</i>	Bellan-Santini & Dauvin, 1981	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Peracarida	Amphipoda	Ampeliscidae
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	Liljeborg, 1855	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Peracarida	Amphipoda	Ampeliscidae
<i>Ampharete finmarchica</i>	(M. Sars, 1864)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Terebellida	Ampharetidae
<i>Amphipholis squamata</i>	(Delle Chiaje, 1828)	Echinodermata	Ophiuroidea	-	Ophiurida	Amphiuridae
<i>Amphiura filiformis</i>	(O.F. Müller, 1776)	Echinodermata	Ophiuroidea	-	Ophiurida	Amphiuridae
<i>Anapagurus hyndmanni</i>	(Bell, 1846)	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Eucarida	Decapoda	Paguridae
<i>Antalis novemcostata</i>	(Lamarck, 1818)	Mollusca	Scaphopoda	-	Dentallida	Dentallidae
<i>Anthura gracilis</i>	(Montagu, 1808)	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Peracarida	Isopoda	Anthuridae
<i>Aonides oxycephala</i>	(Sars, 1862)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Spionida	Spionidae
<i>Aphelochaeta marioni</i>	(de Saint Joseph, 1894)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Terebellida	Cirratulidae
<i>Atelecyclus undecimdentatus</i>	(Herbst, 1783)	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Eucarida	Decapoda	Atelecyclidae
<i>Atylus vedlomensis</i>	(Bate & Westwood, 1862)	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Peracarida	Amphipoda	Atylidae
<i>Callochiton septemvalvis</i>	(Montagu, 1803)	Mollusca	Polyplacophora	Neoloricata	Chitonida	Callochitonidae
<i>Calyptrea chinensis</i>	(Linnaeus, 1758)	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Littorinimorpha	Calyptreaeidae
<i>Capitella minima</i>	Langerhans, 1881	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Capitellidae
<i>Chaetozone caputesocis</i>	(Saint-Joseph, 1894)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Terebellida	Cirratulidae
<i>Chaetozone christei</i>	Chambers, 2000	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Terebellida	Cirratulidae
<i>Chaetozone gibber</i>	Woodham & Chambers, 1994	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Terebellida	Cirratulidae
<i>Cheirocratus sundevalli</i>	(Rathke, 1843)	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Peracarida	Amphipoda	Cheirocratidae
<i>Corbula gibba</i>	(Olivi, 1792)	Mollusca	Bivalvia	Heterodonta - Euheterodonta	Myoidea	Corbulidae
<i>Crepidula fornicata</i>	(Linnaeus, 1758)	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Littorinimorpha	Calyptreaeidae
<i>Cryptosula pallasiana</i>	(Moll, 1803)	Bryozoa	Gymnolaemata	-	Cheilostomatida	Cryptosulidae
<i>Cylichna cylindracea</i>	(Pennant, 1777)	Mollusca	Gastropoda	Heterobranchia - Opisthobranchia	Cephalaspidea	Cylichnidae

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

<i>Eteone longa</i>	(Fabricius, 1780)	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Phyllodocidae
<i>Euclymene oerstedii</i>	(Claparède, 1863)	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Maldanidae
<i>Euclymene santandarensis</i>	(Rioja, 1917)	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Maldanidae
<i>Eunice vittata</i>	(Delle Chiaje, 1828)	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Eunicida	Eunicidae
<i>Eurynome aspera</i>	(Pennant, 1777)	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Eucarida	Decapoda	Majidae
<i>Glycera capitata</i>	Örsted, 1843	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Glyceridae
<i>Glycera lapidum</i>	Quatrefages, 1866	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Glyceridae
<i>Glycera unicornis</i>	Savigny in Lamarck, 1818	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Glyceridae
<i>Glycinde nordmanni</i>	(Malmgren, 1866)	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Goniadidae
<i>Golfingia (Golfingia) vulgaris vulgaris</i>	(De Blainville, 1827)	Sipuncula	Sipunculidea	-	Golfingiida	Golfingiidae
<i>Heteromastus filiformis</i>	(Claparède, 1864)	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Capitellidae
<i>Kefersteinia cirrata</i>	(Keferstein, 1862)	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Hesionidae
<i>Kurtiella bidentata</i>	(Montagu, 1803)	Mollusca	Bivalvia	Heterodonta - Euheterodonta	Veneroida	Montacutidae
<i>Labidoplax digitata</i>	(Montagu, 1815)	Echinodermata	Holothuroidea	-	Apodida	Synaptidae
<i>Lagis koreni</i>	Malmgren, 1866	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Terebellida	Pectinariidae
<i>Leiochone tricirrata</i>	Bellan & Reys, 1967	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Maldanidae
<i>Leptochiton cancellatus</i>	(Sowerby, 1840)	Mollusca	Polyplacophora	Neoloricata	Lepidopleurida	Leptochitonidae
<i>Leptosynapta inhaerens</i>	(O.F. Müller, 1776)	Echinodermata	Holothuroidea	-	Apodida	Synaptidae
<i>Lineus sp.</i>	Sowerby, 1806	Nemertea	Anopla	Heteronemertea	-	Lineidae
<i>Listriella picta</i>	Norman, 1889	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Peracarida	Amphipoda	Liljeborgiidae
<i>Lucinella divaricata</i>	(Linnaeus, 1758)	Mollusca	Bivalvia	Heterodonta - Euheterodonta	Lucinoida	Lucinidae
<i>Magelona alleni</i>	Wilson, 1958	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Spionida	Magelonidae
<i>Magelona mirabilis</i>	(Johnston, 1865)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Spionida	Magelonidae
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	(Claparède, 1870)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Spionida	Spionidae
<i>Maldane glebifex</i>	Grube, 1860	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Maldanidae
<i>Mediomastus fragilis</i>	Rasmussen, 1973	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Capitellidae
<i>Melita palmata</i>	(Montagu, 1804)	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca - Peracarida	Amphipoda	Melitidae
<i>Myrtea spinifera</i>	(Montagu, 1803)	Mollusca	Bivalvia	Heterodonta - Euheterodonta	Lucinoida	Lucinidae
<i>Nematoneis hebes</i>	Verrill, 1900	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Eunicida	Eunicidae
NEMERTEA	-	Nemertea	-	-	-	-
<i>Nephtys cirrosa</i>	(Ehlers, 1868)	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Nephtyidae
<i>Nephtys hombergii</i>	Savigny in Lamarck, 1818	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Nephtyidae
<i>Notomastus latericeus</i>	Sars, 1851	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Capitellidae
<i>Nucula nitidosa</i>	Winckworth, 1930	Mollusca	Bivalvia	Protobranchia	Nuculida	Nuculidae

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

<i>OLIGOCHAETA</i>	-	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	-	-
<i>Ophiothrix fragilis</i>	(Abildgaard, in O.F. Müller, 1789)	Echinodermata	Ophiuroidea	-	Ophiurida	Ophiotrichidae
<i>Orbinia (Orbinia) sertulata</i>	(Savigny, 1820)	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Orbiniidae
<i>Paradoneis lyra</i>	(Southern, 1914)	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Paraonidae
<i>Pherusa plumosa</i>	(Müller, 1776)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Terebellida	Flabelligeridae
<i>Pholoe baltica</i>	Oersted, 1843	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Pholoidae
<i>Pholoe inornata</i>	Johnston, 1839	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Pholoidae
<i>Phoronis psammophila</i>	Cori, 1889	Phoronida	-	-	-	-
<i>Phyllodoce mucosa</i>	Örsted, 1843	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Phyllodocidae
<i>Pilargis verrucosa</i>	Saint-Joseph, 1899	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Pilargidae
<i>Protodorvillea atlantica</i>	(McIntosh, 1855)	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Eunicida	Dorvilleidae
<i>Sabellaria spinulosa</i>	Leuckart, 1849	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Sabellida	Sabellariidae
<i>Scoletoma impatiens</i>	(Claparède, 1868)	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Eunicida	Lumbrineridae
<i>Spirobranchus lamarcki</i>	(Quatrefages, 1866)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Sabellida	Serpulidae
<i>Spirobranchus triqueter</i>	(Linnaeus, 1758)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Sabellida	Serpulidae
<i>Tectura virginea</i>	(O.F. Müller, 1776)	Mollusca	Gastropoda	Patellogastropoda	-	Lottiidae
<i>Tharyx sp.</i>	Webster & Benedict, 1887	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Terebellida	Cirratulidae
<i>Thyone sp.</i>	Oken, 1815	Echinodermata	Holothuroidea	Dendrochirotea	Dendrochirotida	Phyllophoridae
<i>Tubificoides benedii</i>	(Udekem, 1855)	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae
<i>Tubulanus polymorphus</i>	Renier, 1804	Nemertea	Anopla	Palaeonemertea	-	Tubulanidae

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

La richesse spécifique totale obtenue en sommant les 5 réplicats est de 78 taxons et se répartie en trois embranchements dominants avec 55 % d'annélides, 17 % de mollusques et 13 % d'arthropodes (Figure 15). Corrélativement, les annélides sont les plus abondants avec 69 % des abondances suivis des mollusques avec 19 % des abondances et des arthropodes avec 4 % des abondances (Figure 16).

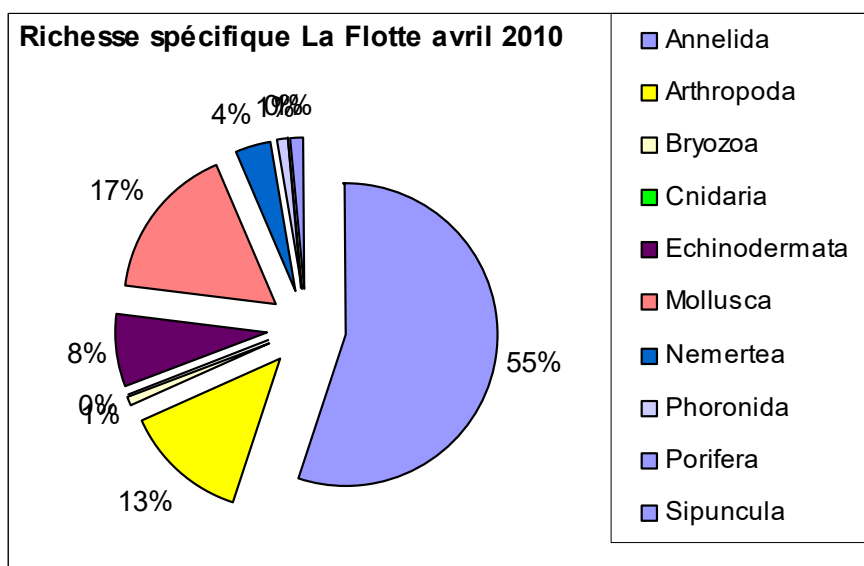


Figure 15 : Répartition des taxons par embranchement selon le nombre d'espèces.

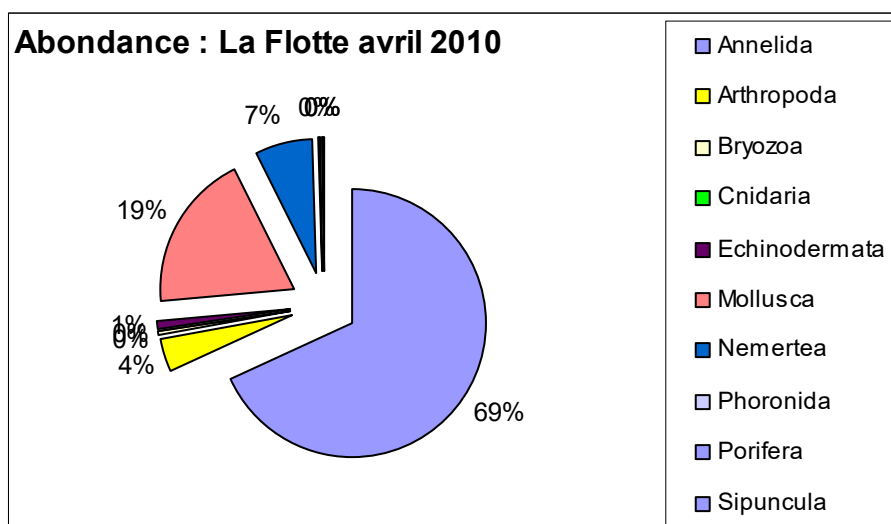


Figure 16 : Répartition des taxons par embranchement selon les abondances.

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

Tableau 13 : Richesse et abondances spécifiques.

Richesse spécifique		(par réplikat et au 0,5 m ²)					78		
Abondance au m ²		(par réplikat et moyenne ± EC)					2134	±	90
La Flotte									
Embranchement	Espèce	1	2	3	4	5	Total	%	
Annelida	<i>Ampharete finmarchica</i>	0	0	0	2	0	2	0.2%	
	<i>Aonides oxycephala</i>	3	1	0	1	0	5	0.5%	
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	0	0	0	1	0	1	0.1%	
	<i>Capitella minima</i>	1	2	0	1	1	5	0.5%	
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	0	1	0	0	0	1	0.1%	
	<i>Chaetozone christei</i>	0	0	1	0	0	1	0.1%	
	<i>Chaetozone gibber</i>	3	1	1	3	2	10	0.9%	
	<i>Eteone longa</i>	0	1	0	0	0	1	0.1%	
	<i>Euclymene oerstedii</i>	2	3	1	6	12	24	2.2%	
	<i>Euclymene santandarensis</i>	0	0	0	1	0	1	0.1%	
	<i>Eunice vittata</i>	2	3	0	2	6	13	1.2%	
	<i>Glycera capitata</i>	2	1	2	5	0	10	0.9%	
	<i>Glycera lapidum</i>	1	0	0	0	0	1	0.1%	
	<i>Glycera unicornis</i>	0	1	1	0	1	3	0.3%	
	<i>Glycinde nordmanni</i>	1	3	1	1	1	7	0.7%	
	<i>Heteromastus filiformis</i>	6	6	16	10	13	51	4.8%	
	<i>Kefersteinia cirrata</i>	0	3	0	0	0	3	0.3%	
	<i>Lagis koreni</i>	1	0	2	2	0	5	0.5%	
	<i>Leiochone tricirrata</i>	0	0	4	0	0	4	0.4%	
	<i>Magelona alleni</i>	1	1	3	3	2	10	0.9%	
<i>Magelona mirabilis</i>	1	0	0	0	0	1	0.1%		
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	6	0	0	0	0	6	0.6%		
<i>Maldane glebifex</i>	37	37	20	36	32	162	15.2%		
<i>Mediomastus fragilis</i>	4	0	0	0	0	4	0.4%		
<i>Nematonereis hebes</i>	2	1	1	5	0	9	0.8%		
<i>Nephtys cirrosa</i>	0	0	1	0	0	1	0.1%		
<i>Nephtys hombergii</i>	0	0	0	1	0	1	0.1%		

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

	<i>Notomastus latericeus</i>	2	1	0	0	3	6	0.6%
	OLIGOCHAETA	0	0	1	0	10	11	1.0%
	<i>Orbinia (Orbinia) sertulata</i>	1	2	0	1	0	4	0.4%
	<i>Paradoneis lyra</i>	7	9	3	4	0	23	2.2%
	<i>Pherusa plumosa</i>	1	1	1	0	0	3	0.3%
	<i>Pholoe baltica</i>	0	1	2	6	0	9	0.8%
	<i>Pholoe inornata</i>	5	0	3	0	0	8	0.7%
	<i>Phyllodoce mucosa</i>	1	0	0	3	0	4	0.4%
	<i>Pilargis verrucosa</i>	0	3	0	0	0	3	0.3%
	<i>Protodorvillea atlantica</i>	1	3	0	13	1	18	1.7%
	<i>Sabellaria spinulosa</i>	5	11	1	12	0	29	2.7%
	<i>Scoletoma impatiens</i>	6	14	5	23	4	52	4.9%
	<i>Spirobranchus lamarcki</i>	14	18	62	70	21	185	17.3%
	<i>Spirobranchus triqueter</i>	6	4	0	12	6	28	2.6%
	<i>Tharyx sp.</i>	0	0	0	0	1	1	0.1%
	<i>Tubificoides benedii</i>	3	0	0	0	0	3	0.3%
Arthropoda	<i>Ampelisca armoricana</i>	1	3	8	5	4	21	2.0%
	<i>Ampelisca tenuicornis</i>	3	0	0	0	0	3	0.3%
	<i>Anapagurus hyndmanni</i>	1	0	2	3	0	6	0.6%
	<i>Anthura gracilis</i>	0	0	0	1	2	3	0.3%
	<i>Atelecyclus undecimdentatus</i>	0	0	0	1	0	1	0.1%
	<i>Atylus vedlomensis</i>	1	1	1	1	0	4	0.4%
	<i>Cheirocratus sundevalli</i>	0	0	1	2	0	3	0.3%
	<i>Eurynome aspera</i>	0	0	0	1	0	1	0.1%
	<i>Listriella picta</i>	0	1	0	0	0	1	0.1%
	<i>Melita palmata</i>	0	1	0	1	0	2	0.2%
Bryozoa	<i>Cryptosula pallasiana</i>	1	0	0	0	0	1	0.1%
Echinodermata	<i>Amphipholis squamata</i>	0	1	0	2	1	4	0.4%
	<i>Amphiura filiformis</i>	0	0	1	3	0	4	0.4%
	<i>Labidoplax digitata</i>	0	1	0	0	0	1	0.1%
	<i>Leptosynapta inhaerens</i>	1	0	0	0	1	2	0.2%
	<i>Ophiothrix fragilis</i>	0	1	1	0	0	2	0.2%
	<i>Thyone sp.</i>	0	0	0	0	1	1	0.1%
Mollusca	<i>Abra alba</i>	1	0	1	1	2	5	0.5%
	<i>Antalis novemcostata</i>	7	0	1	0	1	9	0.8%

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

	<i>Callochiton septemvalvis</i>	0	1	2	3	0	6	0.6%
	<i>Calyptrea chinensis</i>	0	1	2	4	2	9	0.8%
	<i>Corbula gibba</i>	0	2	4	0	2	8	0.7%
	<i>Crepidula fornicata</i>	0	0	2	0	0	2	0.2%
	<i>Cylichna cylindracea</i>	1	0	1	0	1	3	0.3%
	<i>Kurtiella bidentata</i>	0	0	1	0	0	1	0.1%
	<i>Leptochiton cancellatus</i>	21	30	22	61	19	153	14.3%
	<i>Lucinella divaricata</i>	0	0	0	0	1	1	0.1%
	<i>Myrtea spinifera</i>	0	0	1	0	0	1	0.1%
	<i>Nucula nitidosa</i>	0	0	0	0	1	1	0.1%
	<i>Tectura virginea</i>	0	0	0	1	0	1	0.1%
Nemertea	<i>Lineus sp.</i>	1	2	0	0	1	4	0.4%
	NEMERTEA	58	0	0	2	1	61	5.7%
	<i>Tubulanus polymorphus</i>	4	1	0	0	2	7	0.7%
Phoronida	<i>Phoronis psammophila</i>	1	0	0	1	2	4	0.4%
Sipuncula	<i>Golfingia (Golfingia) vulgaris vulgaris</i>	0	0	2	0	0	2	0.2%

La richesse spécifique par réplikat varie entre 33 et 42 espèces (Tableau 13).

Les abondances par réplikat varient d'environ 1600 à près de 3200 individus par m² pour une valeur moyenne avec son intervalle de confiance à 95 % de 2100 ± 100 individus par m².

Les deux espèces les plus abondantes sont des annélides *Maldane glebifex* avec 15 % des abondances et *Spirobranchus lamarcki* avec 17 % des abondances. Au moins 19 espèces sont rares avec un seul individu collecté sur la station parmi lesquels 9 polychètes, 3 arthropodes, 2 échinodermes et 5 mollusques.

4.2.3 Analyse statut écologique selon M-AMBI

Parmi les individus recensés, 45 % appartiennent au groupe écologique I des espèces sensibles et 33 % au groupe II des espèces indifférentes. Tous les répliquats présentent des individus des groupes IV et V dans des proportions inférieures à 10% (Figure 17).

L'indice AMBI est de 1,37 avec une richesse de 78 taxons et une diversité de 4,51.

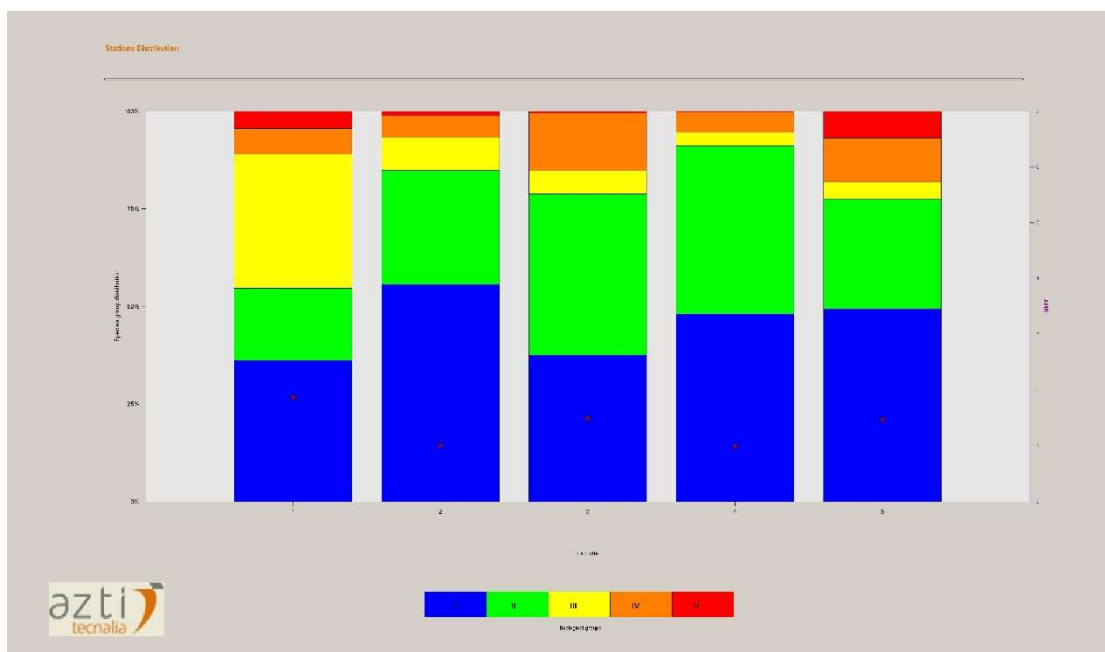


Figure 17 : Proportion des groupes écologiques dans les 5 répliquats.

Le calcul de l'indice M-AMBI réalisé sur le regroupement des 5 répliquats par station fournit une valeur calculé de 1,12 ramenée à la borne supérieur de 1 mais il a été reconnu que d'utiliser un jeu de données trop restreint conduit à des surestimations du M-AMBI (Ruellet & Dauvin, 2008). Cette valeur ne devrait pas être retenue pour estimer le statut écologique de la station. Ce problème de surestimation est lié à l'utilisation d'une analyse factorielle dans le calcul de l'indice M-AMBI, analyse qui est sensible au nombre d'observations soumise à l'analyse (Muxika *et al.*, 2007, Borja *et al.*, 2008). De fait il est recommandé d'utiliser au moins 50 stations afin d'en stabiliser les résultats (Borja & Mader, 2008).

La procédure est donc d'utiliser le jeu de données sur l'ensemble du littoral atlantique pour estimer le statut écologique de cette station (Desroy, 2010 com. pers.).

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

Cependant, une procédure alternative peut être proposée à partir des résultats obtenus sur cette station. Un bootstrap (Efron & Tibshirani, 1993, Palm, 2002) permet en effet, à partir des 126 combinaisons possibles issues de tous les tirages aléatoires avec remise de 5 réplicats parmi 5, de réaliser 1) le calcul de l'indice M-AMBI sur ces 126 combinaisons en respectant cette contrainte ; 2) d'estimer un intervalle de confiance autour de la valeur moyenne du M-AMBI à partir d'un tirage ultérieur de 1000 combinaisons et 3) de présenter un histogramme des valeurs obtenues.

La valeur moyenne de l'indice M-AMBI est de $1,00 \pm 0,01$ avec un intervalle de confiance à 95 % entre 0,99 et 1,00 (Figure 18). La dispersion des valeurs ne se fait que sur une classe de statut écologique, le statut écologique TRES BON, ce qui est cohérent avec le fait que la valeur moyenne varie dans un intervalle de confiance à 95 % dont la borne inférieure de 0,99 est très supérieure au seuil de 0,77 définissant ce statut (Table 5 suite).

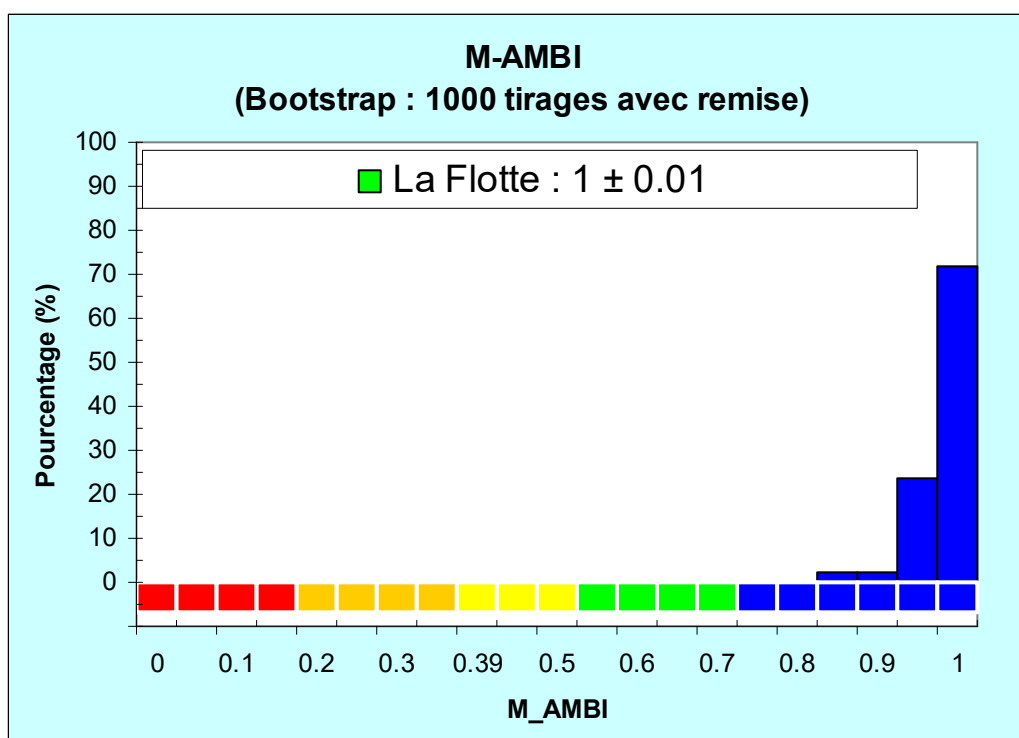


Figure 18 : Histogramme des valeurs du M-AMBI après 1000 tirages aléatoires.

4.3 Arcay

4.3.1 Analyse des sédiments

L'analyse granulométrique indique que la quasi-totalité des sédiments est composé à 98 % de sables moyens de taille de grains comprise entre 160 et 400 µm. Ce sédiment avec 2 % de pélites n'est que très légèrement envasé, ces pélites provenant des estrans vaso-sableux de proximité (Tableau 14). Le taux de matière organique de 0,53 % est faible montrant que ces sables moyens dunaires sont propres (Tableau 15).

Tableau 14 : Résultats de l'analyse granulométrique.

Information	Maille de tamis	Pesée tamis vide	Pesée tamis+sédiment	Commentaire	Sédiment
DATE_ANALYSE	4000	603,27	604,09		0,82
13/08/2007	2000	494,61	495,79		1,18
OPERATEUR_ANALYSE	1600	454,4	454,94		0,54
M_Chenoun	1250	422,13	422,9		0,77
SED_ANALYSE	1000	416,88	417,96		1,08
200	800	384,68	386,31		1,63
NOM_ME	630	402,66	407,51		4,85
Pertuis_Breton	500	363,63	373,1		9,47
NOM_STATION	400	348,6	368,25		19,65
Arcay	315	343,18	372,05		28,87
MOIS_STA	250	330,22	375,04		44,82
avril	200	328,78	380,22		51,44
CODE_ME	160	315,65	341,98		26,33
FRGC53	125	312,18	317,83		5,65
CODE_STA	100	309,47	309,88		0,41
SMF2	80	298,93	299,15		0,22
CODE_ANNEE	63	298,94	299,06		0,12
2010					2,15

Tableau 15 : Résultats de l'analyse de la teneur en matières organiques.

CODE_ME	CODE_ANNEE	NOM_STA	BATHY_STA	MOIS_STA	TYPE_ANALYSE	DATE_ANALYSE	OPERATEUR_ANALYSE	CODE_POINT	TAUX_MO_SED
FRGC53	2010	Arcay	Subtidal	avril	MO perte au feu	13/07/2010	PG_Sauriau	2	0,53

4.3.2 Analyse faunistique

Pour la station échantillonnée, un ensemble de 38 taxons a été déterminé (Tableau 16).

Tableau 16 : Composition taxinomique de la station.

Taxon	Auteur	Embranchement	Classe	Sous-Classe	Ordre	Famille
<i>Amphibalanus eburneus</i>	(Gould, 1841)	Arthropoda	Maxillopoda	Thecostraca - Cirripedia	Sessilia	Balanidae
<i>Amphipholis squamata</i>	(Delle Chiaje, 1828)	Echinodermata	Ophiuroidea	-	Ophiurida	Amphiuridae
<i>Antalis novemcostata</i>	(Lamarck, 1818)	Mollusca	Scaphopoda	-	Dentaliida	Dentaliidae
<i>Antalis vulgaris</i>	(da Costa, 1778)	Mollusca	Scaphopoda	-	Dentaliida	Dentaliidae
<i>Bathyporeia pelagica</i>	(Bate, 1856)	Arthropoda	Malacostraca	Eumalacostraca	-	
<i>Capitella minima</i>	Langerhans, 1881	Annelida	Polychaeta	Peracarida	Amphipoda	Pontoporeiidae
<i>Chaetozone caputesocis</i>	(Saint-Joseph, 1894)	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Capitellidae
<i>Crepidula fornicata</i>	(Linnaeus, 1758)	Mollusca	Gastropoda	Canalipalpata	Terebellida	Cirratulidae
DEMOSPONGIAE	Sollas, 1885	Porifera	Demospongiae	Caenogastropoda	Littorinimorpha	Calyptraeidae
<i>Diogenes pugilator</i>	(Roux, 1829)	Arthropoda	Malacostraca	-	-	-
<i>Donax vittatus</i>	(da Costa, 1778)	Mollusca	Bivalvia	Eumalacostraca - Eucarida	Decapoda	Diogenidae
<i>Echinocardium cordatum</i>	(Pennant, 1777)	Echinodermata	Echinoidea	Heterodonta	-	
<i>Eocuma dollfusi</i>	Calman, 1907	Arthropoda	Malacostraca	Euheterodonta	Veneroida	Donacidae
<i>Euclymene oerstedii</i>	(Claparède, 1863)	Annelida	Polychaeta	Euechinoidea - Irregularia	Spatangoida	Loveniidae
<i>Glycera capitata</i>	Ørsted, 1843	Annelida	Polychaeta	Eumalacostraca	-	
<i>Leiochone leiopygos</i>	(Grube, 1860)	Annelida	Polychaeta	Peracarida	Cumacea	Bodotriidae
<i>Leptochiton cancellatus</i>	(Sowerby, 1840)	Mollusca	Polyplacophora	Scolecida	-	Maldanidae
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Ehlers, 1868	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Glyceridae
<i>Mactra glauca</i>	Born, 1778	Mollusca	Bivalvia	Scolecida	-	Maldanidae
<i>Magelona filiformis</i>	Wilson, 1959	Annelida	Polychaeta	Neoloricata	Lepidopleurida	Leptochitonidae
<i>Magelona mirabilis</i>	(Johnston, 1865)	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Eunicida	Lumbrineridae
<i>Nassarius reticulatus</i>	(Linnaeus, 1758)	Mollusca	Gastropoda	Heterodonta	-	
<i>Magelona mirabilis</i>	(Johnston, 1865)	Annelida	Polychaeta	Euheterodonta	Veneroida	Mactridae
<i>Nassarius reticulatus</i>	(Linnaeus, 1758)	Mollusca	Gastropoda	Canalipalpata	Spionida	Magelonidae
				Canalipalpata	Spionida	Magelonidae
				Caenogastropoda	Neogastropoda	Nassariidae

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

<i>NEMERTEA</i>	-	Nemertea	-	-	-	-
<i>Nephtys cirrosa</i>	(Ehlers, 1868)	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Nephtyidae
<i>Nephtys hombergii</i>	Savigny in Lamarck, 1818	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Nephtyidae
<i>OLIGOCHAETA</i>	-	Annelida	Clitellata	Oligochaeta	-	-
<i>Ophiura ophiura</i>	(Linnaeus, 1758)	Echinodermata	Ophiuroidea	-	Ophiurida	Ophiuridae
<i>Owenia fusiformis</i>	Delle Chiaje, 1844	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Sabellida	Oweniidae
<i>Peringia ulvae</i>	(Pennant, 1777)	Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	Littorinimorpha	Hydrobiidae
<i>Pholoe baltica</i>	Oersted, 1843	Annelida	Polychaeta	Aciculata	Phyllodocida	Pholoidae
<i>Siphonoecetes</i>	(<i>Siphonoecetes</i>)			Eumalacostraca	-	
<i>sabatieri</i>	de Rouville, 1894	Arthropoda	Malacostraca	Peracarida	Amphipoda	Ischyroceridae
<i>Spiophanes bombyx</i>	(Claparède, 1870)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Spionida	Spionidae
<i>Spirobranchus triqueter</i>	(Linnaeus, 1758)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Sabellida	Serpulidae
				Heterodonta	-	
<i>Spisula solida</i>	(Linnaeus, 1758)	Mollusca	Bivalvia	Euheterodonta	Veneroida	Mactridae
<i>Tharyx multibranchiis</i>	(Grube, 1863)	Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Terebellida	Cirratulidae
				Heterodonta	-	
<i>Thracia papyracea</i>	(Poli, 1791)	Mollusca	Bivalvia	Euheterodonta	Anomalodesmata	Thraciidae
<i>Travisia forbesii</i>	Johnston, 1840	Annelida	Polychaeta	Scolecida	-	Opheliidae
				Eumalacostraca	-	
<i>Urothoe brevicornis</i>	Bate, 1862	Arthropoda	Malacostraca	Peracarida	Amphipoda	Urothoidae

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

La richesse spécifique totale obtenue en sommant les 5 réplicats est de 38 taxons et se répartie en trois embranchements dominants avec 44 % d'annélides, 26 % de mollusques et 16 % d'arthropodes (Figure 19). Les annélides sont les plus abondants avec 50 % des abondances suivis des arthropodes avec 22 % des abondances et des mollusques avec 14 % des abondances (Figure 20).

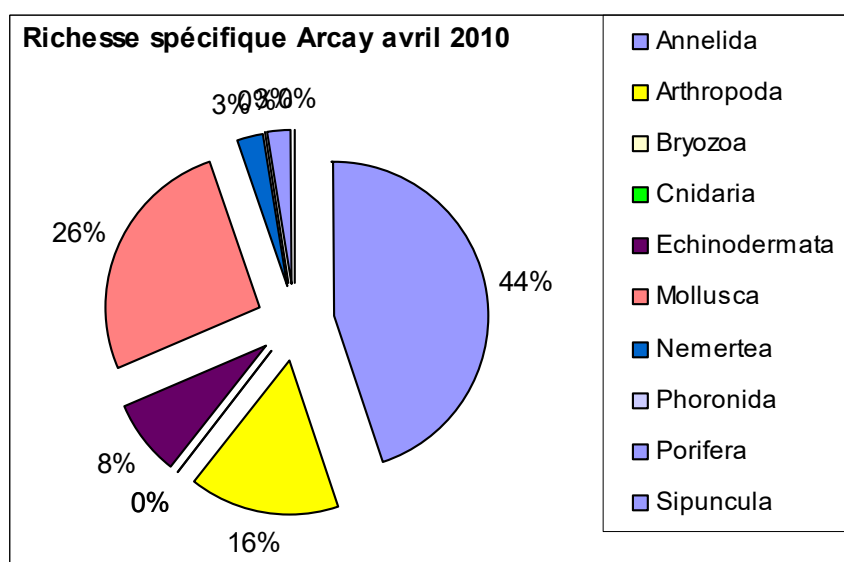


Figure 19 : Répartition des taxons par embranchement selon le nombre d'espèces.

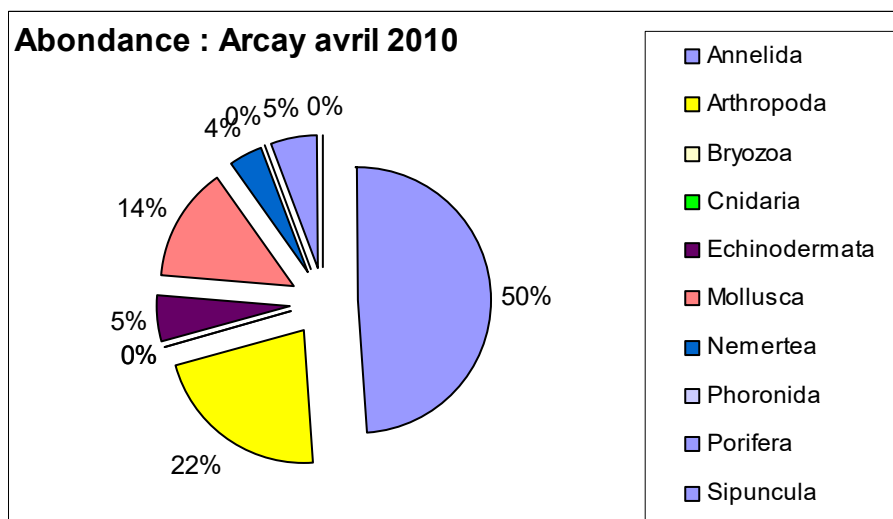


Figure 20 : Répartition des taxons par embranchement selon les abondances.

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

Tableau 17 : Richesse et abondances spécifiques.

		(par réplikat et au 0,5 m ²)					38		
		11	13	9	13	9	184	±	11
		(par réplikat et moyenne ± EC)							
ARCAY									
Embranchement	Espèce	1	2	3	4	5	Total	%	
Annelida	<i>Capitella minima</i>	0	1	0	0	0	1	1.1%	
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	0	1	0	0	0	1	1.1%	
	<i>Euclymene oerstedii</i>	0	0	1	0	0	1	1.1%	
	<i>Glycera capitata</i>	0	0	1	0	0	1	1.1%	
	<i>Leiochone leiopygos</i>	0	1	0	0	0	1	1.1%	
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	0	0	0	1	0	1	1.1%	
	<i>Magelona filiformis</i>	0	0	2	1	0	3	3.3%	
	<i>Magelona mirabilis</i>	1	0	0	0	0	1	1.1%	
	<i>Nephtys cirrosa</i>	4	1	1	5	1	12	13.0%	
	<i>Nephtys hombergii</i>	0	0	0	1	0	1	1.1%	
	OLIGOCHAETA	0	1	1	0	0	2	2.2%	
	<i>Owenia fusiformis</i>	0	3	0	0	0	3	3.3%	
	<i>Pholoe baltica</i>	0	1	0	0	0	1	1.1%	
	<i>Spiophanes bombyx</i>	0	0	0	1	0	1	1.1%	
	<i>Spirobranchus triqueter</i>	0	0	0	0	1	1	1.1%	
	<i>Tharyx multibranchiis</i>	0	0	0	1	0	1	1.1%	
	<i>Travisia forbesii</i>	4	6	2	1	0	13	14.1%	
Arthropoda	<i>Amphibalanus eburneus</i>	0	0	1	0	0	1	1.1%	
	<i>Bathyporeia pelagica</i>	0	0	0	0	3	3	3.3%	
	<i>Diogenes pugilator</i>	1	0	1	5	0	7	7.6%	
	<i>Eocuma dollfusi</i>	0	1	0	0	0	1	1.1%	
	<i>Siphonoecetes (Siphonoecetes) sabatieri</i>	0	2	0	0	0	2	2.2%	
	<i>Urothoe brevicornis</i>	0	2	0	2	2	6	6.5%	
	Echinodermata	<i>Amphipholis squamata</i>	1	0	0	0	1	2	2.2%
<i>Echinocardium cordatum</i>		0	0	0	0	2	2	2.2%	
<i>Ophiura ophiura</i>		1	0	0	0	0	1	1.1%	
Mollusca	<i>Antalis novemcostata</i>	1	0	0	0	0	1	1.1%	

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

	<i>Antalis vulgaris</i>	0	0	0	1	0	1	1.1%
	<i>Crepidula fornicata</i>	0	0	0	3	0	3	3.3%
	<i>Donax vittatus</i>	1	0	0	0	0	1	1.1%
	<i>Leptochiton cancellatus</i>	0	0	1	1	0	2	2.2%
	<i>Mactra glauca</i>	0	1	0	0	0	1	1.1%
	<i>Nassarius reticulatus</i>	0	0	0	1	0	1	1.1%
	<i>Peringia ulvae</i>	0	0	0	0	1	1	1.1%
	<i>Spisula solida</i>	1	0	0	0	0	1	1.1%
	<i>Thracia papyracea</i>	0	1	0	0	0	1	1.1%
Nemertea	NEMERTEA	1	0	0	0	3	4	4.3%
Porifera	DEMOSPONGIAE	2	0	0	0	3	5	5.4%

La richesse spécifique par réplikat varie entre 9 et 13 espèces (Tableau 17).

Les abondances par réplikat varient d'environ 100 à plus de 200 individus par m² pour une valeur moyenne avec son intervalle de confiance à 95 % de 180 ± 10 individus par m².

Les deux espèces les plus abondantes sont des annélides *Travisia forbesii* et *Nephtys cirrosa* avec de 13 à 14 % des abondances. L'essentiel des espèces sont rares soit 23 espèces avec un seul individu observé dont une majorité d'annélides et de mollusques.

4.3.3 Analyse statut écologique selon M-AMBI

Parmi les individus recensés, 52 % appartiennent au groupe écologique I des espèces sensibles et environ 32 % au groupe II des espèces indifférentes. Seuls deux répliquats présentent des individus du groupe V des espèces opportunistes de premier ordre (Figure 21).

L'indice AMBI est de 1,06 avec une richesse de 38 taxons et une diversité de 4,62.

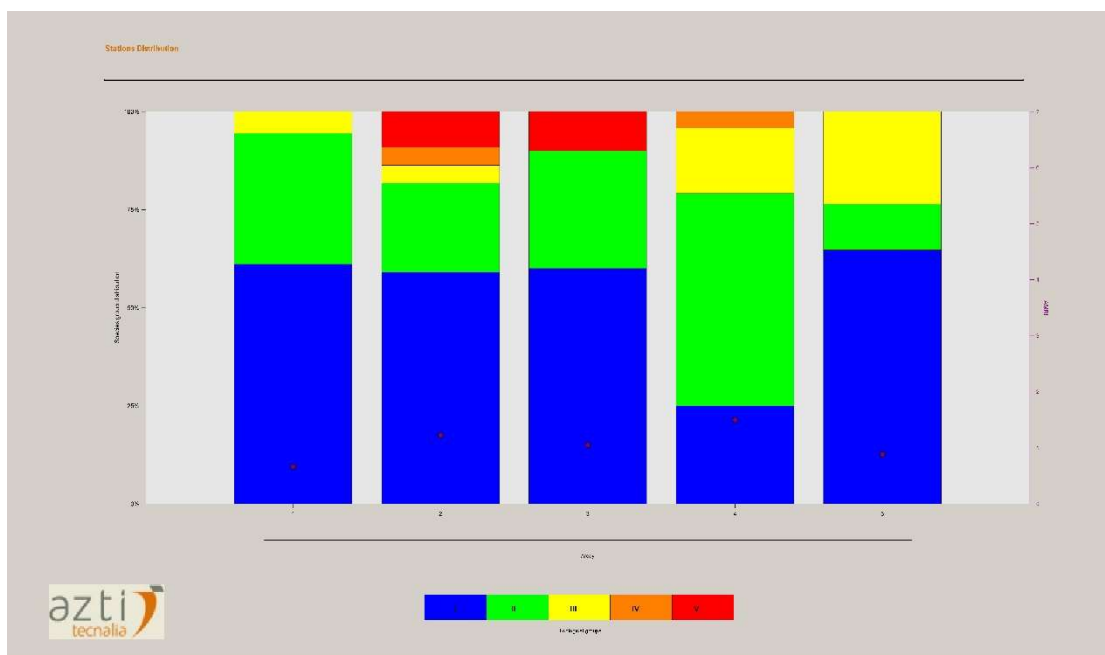


Figure 21 : Proportion des groupes écologiques dans les 5 répliquats.

Le calcul de l'indice M-AMBI réalisé sur le regroupement des 5 répliquats par station fournit une valeur de 0,92 mais il a été reconnu que d'utiliser un jeu de données trop restreint conduit à des surestimations du M-AMBI (Ruellet & Dauvin, 2008). Cette valeur ne devrait donc pas être retenue pour estimer le statut écologique de la station. Ce problème de surestimation est lié à l'utilisation d'une analyse factorielle dans le calcul de l'indice M-AMBI, analyse qui est sensible au nombre d'observations soumise à l'analyse (Muxika *et al.*, 2007, Borja *et al.*, 2008). De fait il est recommandé d'utiliser au moins 50 stations afin d'en stabiliser les résultats (Borja & Mader, 2008).

La procédure est donc d'utiliser le jeu de données sur l'ensemble du littoral atlantique pour estimer le statut écologique de cette station (Desroy, 2010 com. pers.).

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

Cependant, une procédure alternative peut être proposée à partir des résultats obtenus sur cette station. Un bootstrap (Efron & Tibshirani, 1993, Palm, 2002) permet en effet, à partir des 126 combinaisons possibles issues de tous les tirages aléatoires avec remise de 5 réplicats parmi 5, de réaliser 1) le calcul de l'indice M-AMBI sur ces 126 combinaisons en respectant cette contrainte ; 2) d'estimer un intervalle de confiance autour de la valeur moyenne du M-AMBI à partir d'un tirage ultérieur de 1000 combinaisons et 3) de présenter un histogramme des valeurs obtenues.

La valeur moyenne de l'indice M-AMBI est de $0,83 \pm 0,01$ avec un intervalle de confiance à 95 % entre 0,82 et 0,84 (Figure 22). La dispersion des valeurs se fait sur deux classes de statut écologique, le statut écologique BON et le statut écologique TRES BON avec une répartition en 10 - 90 % (simulations par test de χ^2 sur proportions théoriques pour obtenir un test non-significatif, $p > 0,05$). Le statut écologique de plus grande probabilité est le statut TRES BON sans qu'il soit possible d'écarter l'hypothèse d'un statut BON qui peut se réaliser significativement dans plus de 5% des cas.

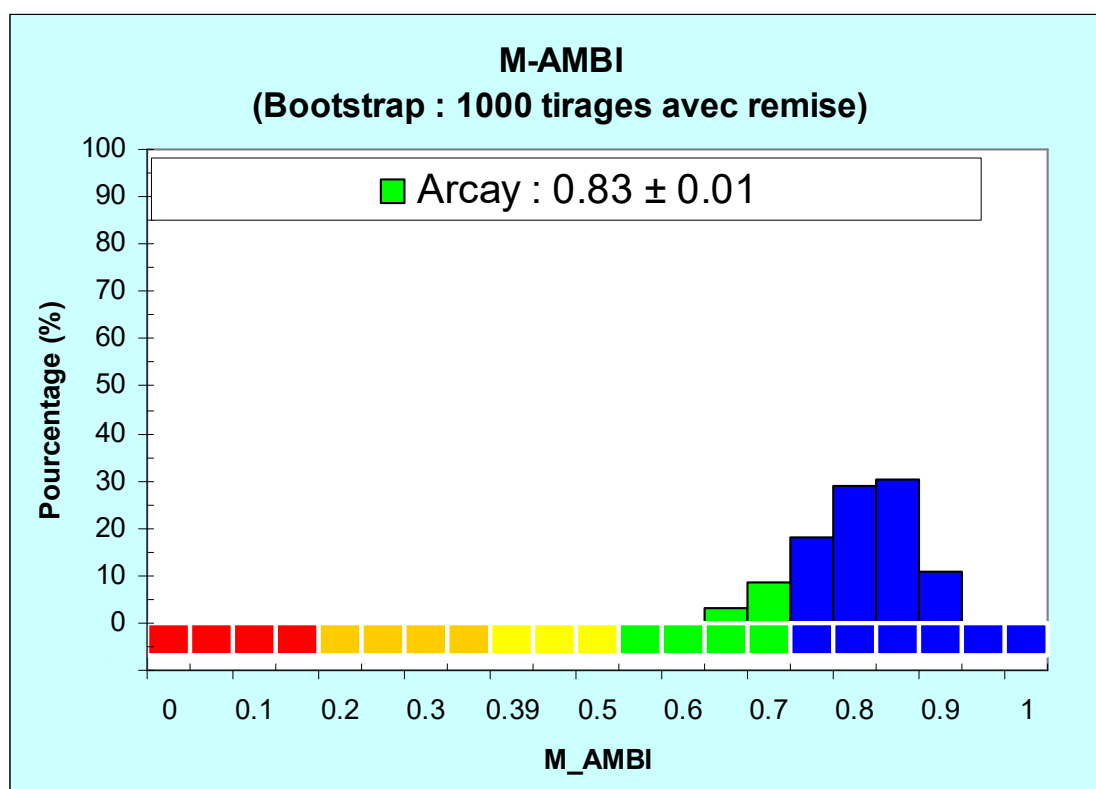


Figure 22 : Histogramme des valeurs du M-AMBI après 1000 tirages aléatoires.

5 Bilan du temps passé aux prélèvements et analyses

La réalisation des analyses biologiques a mobilisé (Tableau 18) :

- 7 personnes-jour pour les prélèvements en mer ;
- 2 personne-jour pour les analyses granulométriques et teneur en matière organique ;
- 5 personnes-jours pour le lavage et tri faunistique ;
- 60 personnes-jours pour les déterminations faunistiques ;
- 4 personnes-jours pour la saisie des données, leur vérification et la rédaction.

Tableau 18 : Effort en personne-jour pour chacune des opérations afférentes à l'analyse biologique de la macrofaune intertidale et subtidales des trois stations du suivi de surveillance DCE 2010 pour le Pertuis Breton

Opération	Nombre (personne-jour)
Opération à la mer	7
Granulométrie + matière organique	2
Lavage + tri faunistique	5
Déterminations taxinomiques, validation & qualification taxinomique	60
Saisie données, validation fichier	2
Rédaction	2
Total	78

Au total la réalisation des prélèvements, leur analyse faunistique et leur validation a mobilisé un effort de 78 personnes-jours soit, en équivalent temps plein avec 20 jours ouvrés par mois, 4 mois de travail à temps plein pour une seule personne.

6 Bibliographie

- Anonymes, 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE : Invertébrés de substrats meubles Fiche 10. In *Contrôle de Surveillance Eaux Côtières*, (ed. Ifremer), pp. 6. Plouzané: Ifremer.
- 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.
- Barillé-Boyer, A.-L., Barillé, L., Massé, H., Razet, D. & Héral, M., 2003. Correction for particulate organic matter as estimated by loss on ignition in estuarine ecosystems. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **58**, 147-153.
- Bellan-Santini, D. & Dauvin, J.-C., 1988. Actualisation des données sur l'écologie, la biogéographie et la phylogénie des Ampeliscidae (crustacés - amphipodes) atlantiques après la révision des collections d'E. Chevreux. In *Aspects Récents de la Biologie des Crustacés*, vol. 8 (eds. Y. Le Gal and A. Van Wormhoudt), pp. 207-216. Concarneau: Ifremer.
- Blott, S.J. & Pye, K., 2001. Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, **26**, 1237-1248.
- Borja, A., Franco, J. & Muxika, I., 2004. The biotic indices and the Water Framework Directive: the required consensus in the new benthic monitoring tools. *Marine Pollution Bulletin*, **48**, 405-408.
- Borja, A., Franco, J. & Pérez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, **40**(12), 1100-1114.
- Borja, A. & Mader, J., 2008. Instructions for the use of the AMBI index software (version 4.1). pp. 13. AZTI-Tecnalia (www.azti.es).
- Borja, A., Mader, J., Muxika, I., Rodríguez, J.G. & Bald, J., 2008. Using M-AMBI in assessing benthic quality within the Water Framework Directive: some remarks and recommendations. *Marine Pollution Bulletin*, **56**(7), 1377-1379.
- 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., Muxika, I. & Franco, J., 2003. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine Pollution Bulletin*, **46**, 835-845.
- Chambers, S.J. & Muir, A.I., 1997. *Polychaetes: British Chrysopetaloidea, Pisionoidea and Aphroditoidea*. Shrewsbury: Field Studies Council.
- Chassé, C. & Glémarec, M., 1976. *Atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne. Cartes biosédimentaires*. Brest: I.C.A.
- Cojan, I. & Renard, M., 1999. *Sédimentologie*. Paris: Dunod.
- Dauvin, J.-C., Bachelet, G. & Bellan, G., 2006. Biodiversity and biogeographic relationships of the polychaete fauna in French Atlantic and Mediterranean waters. *Scientia Marina (Barcelona)*, **70S3**, 259-267.
- Dauvin, J.-C. & Bellan-Santini, D., 1988. Illustrated key to *Ampelisca* species from the North-Eastern Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **68**, 659-676.

- Dauvin, J.-C. & Bellan-Santini, D., 1996. *Ampeliscidae* (Amphipoda) from the Bay of Biscay. *Journal of Crustacean Biology*, **16**(1), 149-168.
- Dauvin, J.-C. & Bellan-Santini, D., 2002. Les crustacés Amphipodes Gammaridea benthiques des côtes françaises métropolitaines: bilan des connaissances. *Crustaceana*, **73**(3-4), 299-340.
- de Montaudouin, X. & Sauriau, P.-G., 2000. Contribution to a synopsis of marine species richness in the Pertuis Charentais Sea with new insights in soft-bottom macrofauna of the Marennes-Oléron Bay. *Cahiers de Biologie Marine*, **41**(2), 181-222.
- Degraer, S., Wittoeck, J., Appeltans, W., Cooreman, K., Deprez, T., Hillewaert, H., Hostens, K., Mees, J., Vanden Berghe, E. & Vincx, M., 2006. *L'atlas du macrobenthos de la partie belge de la mer du Nord*. Bruxelles: Politique scientifique fédérale.
- Efron, B. & Tibshirani, R.J., 1993. *An introduction to the bootstrap*. New York: Chapman and Hall.
- Emig, C.C., 1979. *British and other Phoronids*. London: Academic Press, The Linnean Society of London & The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association.
- Fauvel, P., 1923. *Faune de France. Polychètes errantes*. Paris: Librairie de la Faculté des Sciences.
- Fauvel, P., 1927. *Faune de France. Polychètes sédentaires*. Paris: Lechevalier, P.
- Frontier, S. & Pichod-Viale, D., 1991. *Ecosystèmes : structure, fonctionnement et évolution*. Paris: Masson.
- George, J.D. & Hartmann-Schröder, 1985. *Polychaetes: British Amphinomida, Spintherida & Eunicida*. London: The Linnean Society of London & The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association. Brill E.J. / Dr. Backhuys W.
- Gibbs, P.E., 2001. *Sipunculans*. Shrewsbury: Field Studies Council.
- Gibson, R., 1994. *Nemerteans*. Shrewsbury: Field Studies Council.
- Glémarec, M., 1968. Pélécytopodes marins de la côte atlantique française. pp. 21. Brest: Laboratoire de Zoologie.
- Graham, A., 1988. *Molluscs: Prosobranch and Pyramidellid Gastropods*. Leiden: The Linnean Society of London & The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association. Brill E.J. / Dr. Backhuys W.
- Grall, J. & Glémarec, M., 2003. L'indice d'évaluation de l'endofaune côtière I2EC. In *Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion*, (ed. C. Alzieu), pp. 51-86. Plouzané: Editions Ifremer.
- Hartmann-Schröder, G., 1971. *Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta*. Jena: Veb Gustav Fischer Verlag.
- Hayward, P.J. & Ryland, J.S., 1990a. *The Marine Fauna of the British Isles and North-West Europe. Volume 1. Introduction and Protozoans to Arthropods*. Oxford: Oxford University Press.
- Hayward, P.J. & Ryland, J.S., 1990b. *The Marine Fauna of the British Isles and North-West Europe. Volume 2. Molluscs to Chordates*. Oxford: Oxford University Press.
- Hily, C., 1976. Ecologie benthique des pertuis Charentais. Thèse de Doctorat de 3^{ème} Cycle, Université de Bretagne Occidentale, Brest: pp. 236.
- Hily, C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la rade de Brest. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences, Université de Bretagne Occidentale, Brest: pp. Vol. 1 : 359 & Vol. 352 : 337.
- Houart, R., 2001. *A review of the recent Mediterranean and Northeastern Atlantic species of Muricidae*. Milan: ????
- Ingle, R.W., 1996. *Shallow-water crabs*. Shrewsbury: Field Studies Council.
- Ingle, R.W. & Christiansen, M.E., 2004. *Lobsters, mud shrimps and anomuran crabs*. Shrewsbury: Field Studies Council.

- Jones, A.M. & Baxter, J.M., 1987. *Molluscs: Caudofoveata, Solenogastres, Polyplacophora and Scaphopoda*. London: The Linnean Society of London & The Estuarine and Brackish-water Sciences Association. Brill E.J. / Dr. Backhuys W.
- Lincoln, R.J., 1979. *British marine Amphipoda: Gammaridea*. London: British Museum (Natural History).
- Manuel, R.L., 1988. *British Anthozoa (Coelenterata: Octocorallia & Hexacorallia)*. Leiden: The Linnean Society of London & The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association.
- Martin, J., 2011. *Les invertébrés marins du golfe de Gascogne à la Manche orientale*. Versailles: Éditions Quae.
- Mauchline, J., 1984. *Euphausiid, Stomatopod and Leptostracan Crustaceans*. London: The Linnean Society of London & The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association. Brill E.J. / Dr. Backhuys W.
- Millar, R.H., 1969. *Catalogue of main marine fouling organisms (found on ships coming into European waters). Ascidians of European waters*. Paris: Organisation de Coopération et de Développement Economiques.
- Millar, R.H., 1970. *British Ascidians*. London and New York: Academic Press.
- Muxika, I., Borja, A. & 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. *Marine Pollution Bulletin*, **55**, 16-29.
- Naylor, E., 1972. *British Marine Isopods*. London & New York: Linnean Society of London & Academic Press.
- Palm, R., 2002. Utilisation du bootstrap pour les problèmes statistiques liés à l'estimation des paramètres. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **6**(3), 143-153.
- Pleijel, F., 1988. Phyllodoce (Polychaeta, Phyllocidae) from Northern Europe. *Zoologica Scripta*, **17**(2), 141-153.
- Pleijel, F. & Dales, R.P., 1991. *Polychaetes: British Phyllocoideans, Typhloscolecoideans and Tomopteroideans*. Oegstgeest, The Netherlands: Universal Book Services / Dr. Backhuys, W.
- Poppe, G.T. & Goto, Y., 1991. *European seashells. Vol. I. (Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastra, Gastropoda)*. Wiesbaden: Verlag Christa Hemmen.
- Poppe, G.T. & Goto, Y., 1993. *European seashells. Vol. II (Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda)*. Wiesbaden: Christa Hemmen Verlag.
- Rouse, G.W. & Pleijel, F., 2001. *Polychaetes*. Oxford University Press.
- Ruellet, T. & Dauvin, J.-C., 2008. Comments on Muxika et al. "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 (2007) 16-29]. *Marine Pollution Bulletin*, **56**(6), 1234-1235.
- Sauriau, P.-G. & Bréret, M., 2009. Surveillance 2007 flore benthique DCE Masse d'Eau Côtière FRGC53 Pertuis Breton Radiale macroalgues intertidales Grouin NE Loix. pp. 24 + annexes. La Rochelle: CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne.
- Sauriau, P.-G. & Bréret, M., 2011. Contrôle de surveillance DCE 2010, Masse d'Eau Côtière FRGC53 Pertuis Breton Macroalgues intertidales. pp. 31 + annexes. La Rochelle: CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Adour Garonne.
- Shannon, C.E., 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, **27**, 379-423.
- Smaldon, G., Holthuis, L.B. & Fransen, C.H.J.M., 1993. *Coastal shrimps and prawns*. Shrewsbury: Field Studies Council.
- Southward, E.C. & Campbell, A.C., 2006. *Echinoderms*. Shrewsbury: Field Studies Council.

Contrat de prestation 2010 5 50528207 : macrofaune invertébrée

- Tebble, N., 1966. *British bivalve seashells. A handbook for identification*. London: Trustees of the British Museum (Natural History).
- Thompson, T.E., 1988. *Molluscs: benthic opisthobranchs (Mollusca: Gastropoda)*. Leiden: Linnean Society of London & Estuarine & Brackish-water Sciences Association. Brill E.J. / Dr. Backhuys W.
- Westheide, W., 1990. *Polychaetes: interstitial families*. Oegstgeest, The Netherlands: Universal Book Services / Dr. Backhuys, W.
- Wood, C., 2005. *Seasearch guide to sea anemones and corals of Britain and Ireland*. Ross-on-Wye: Marine Conservation Society.

7 Annexes : métadonnées des stations

Les métadonnées ci-dessous sont jointes dans le fichier

FRGC53_PertuisBreton_2010_Métadonnées_biologiques_Final.xls

Les données sont jointes dans le fichier :

IFREMER_FRGC53_PertuisCharentais_2010_Macrofaune_Final.xls