

**Contrôle de surveillance 2012 DCE de la faune  
benthique des masses d'eau de transition  
FRFT01 Charente et FRFT02 Seudre :  
macrofaune invertébrée benthique**



**SAURIAU P.-G.<sup>1</sup>, AUBERT F.<sup>1</sup>, JOURDE J.<sup>1</sup>,  
LEGUAY D.<sup>2</sup> & PINEAU Ph.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> LIENSs, CNRS, Université de la Rochelle, 2 rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle

<sup>2</sup> IFREMER, LER-PC, Place Gaby Coll, BP 5, 17137



# Sommaire

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
1.1. PROTOCOLE POUR LES PRELEVEMENTS BENTHOS EN ESTUAIRE.....	4
<b>2. CALENDRIER DE REALISATION DES OPERATIONS A LA MER</b> .....	<b>5</b>
2.1.1 <i>FRFT01 : Estuaire de la Charente</i> .....	5
2.2. FRFT02 : ESTUAIRE DE LA SEUDRE .....	7
<b>3. CONTROLE DE QUALITE SUR LES PRELEVEMENTS</b> .....	<b>10</b>
3.1. PORT DES BARQUES.....	10
3.2. SEUDRE AVAL ET SEUDRE AMONT.....	11
<b>4. MATERIEL &amp; METHODES</b> .....	<b>12</b>
4.1. ANALYSE DES SEDIMENTS .....	12
4.1.1 <i>Analyse granulométrique</i> .....	13
4.1.2 <i>Analyse de la matière organique sédimentaire</i> .....	14
4.2. ANALYSE DES ECHANTILLONS FAUNISTIQUES.....	15
4.2.1 <i>Lavage et tri des échantillons</i> .....	15
4.3. DETERMINATION DES ESPECES.....	17
4.4. QUALITE ECOLOGIQUE : INDICE AMBI.....	18
<b>5. RESULTATS</b> .....	<b>19</b>
5.1. PORT DES BARQUES : STATION SUBTIDALE .....	19
5.1.1 <i>Analyse des sédiments</i> .....	19
5.1.2 <i>Analyse faunistique</i> .....	21
5.2. PORT DES BARQUES : STATION INTERTIDALE .....	24
5.2.1 <i>Analyse des sédiments</i> .....	24
5.2.2 <i>Analyse faunistique</i> .....	26
5.3. SEUDRE AMONT : STATION SUBTIDALE .....	30
5.3.1 <i>Analyse des sédiments</i> .....	30
5.3.2 <i>Analyse faunistique</i> .....	32
5.4. SEUDRE AMONT : STATION INTERTIDALE .....	37
5.4.1 <i>Analyse des sédiments</i> .....	37
5.4.2 <i>Analyse faunistique</i> .....	39
5.5. SEUDRE AVAL : STATION SUBTIDALE .....	43
5.5.1 <i>Analyse des sédiments</i> .....	43
5.5.2 <i>Analyse faunistique</i> .....	45
5.6. SEUDRE AVAL : STATION INTERTIDALE .....	50
5.6.1 <i>Analyse des sédiments</i> .....	50
5.6.2 <i>Analyse faunistique</i> .....	52
<b>6. CONCLUSION ET PERSPECTIVES</b> .....	<b>56</b>
<b>7. BILAN DU TEMPS PASSE AUX PRELEVEMENTS ET ANALYSES</b> .....	<b>58</b>
<b>8. BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>59</b>
<b>9. ANNEXES</b> .....	<b>62</b>
9.1. METADONNEES DES STATIONS ET PRELEVEMENTS.....	62

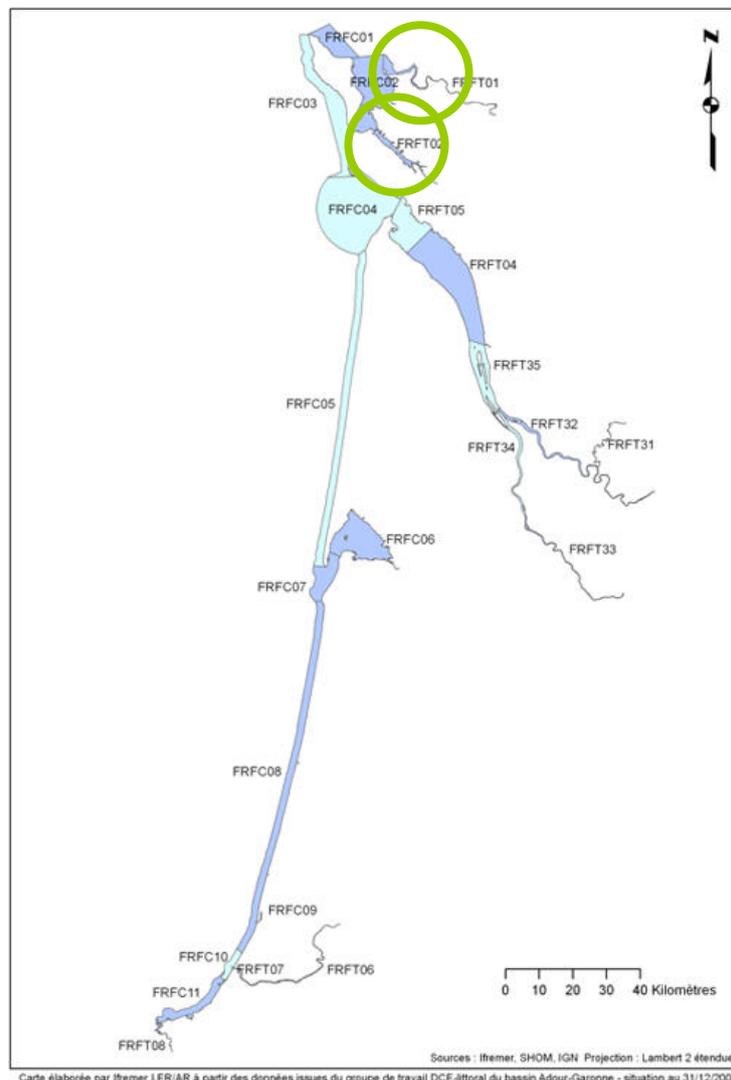


## 1. Introduction

La Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE établit un nouveau cadre ([http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive\\_cadre\\_sur\\_l\\_eau\\_dce](http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce)) pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixe comme objectif général d'atteindre, à l'horizon 2015, un bon état écologique et chimique des masses d'eaux souterraines et de surface, ces dernières incluant les eaux côtières (MEC) et les eaux de transition (MET).

Le contrôle de surveillance de l'état écologique s'effectue entre autres éléments biologiques sur les macrophytes, les phanérogames marines et les invertébrés benthiques. Concernant les eaux de transition (MET), c'est parmi ces éléments que se trouvent les invertébrés habitant des substrats meubles soit de petits fonds (benthos subtidal) soit de la zone de balancement des marées ou estrans (benthos intertidal).

Dans le district Adour-Garonne, les masses d'eau de transition les plus septentrionales retenues pour le contrôle de surveillance sont les masses d'eau de transition FRFT01 « Estuaire de la Charente » et FRFT02 « Estuaire de la Seudre » (**Figure 1**).



**Figure 1** : Masses d'eau de transition FRFT01 Estuaire de la Charente et FRFT02 Estuaire de la Seudre. Source [http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive\\_cadre\\_sur\\_l\\_eau\\_dce](http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce)

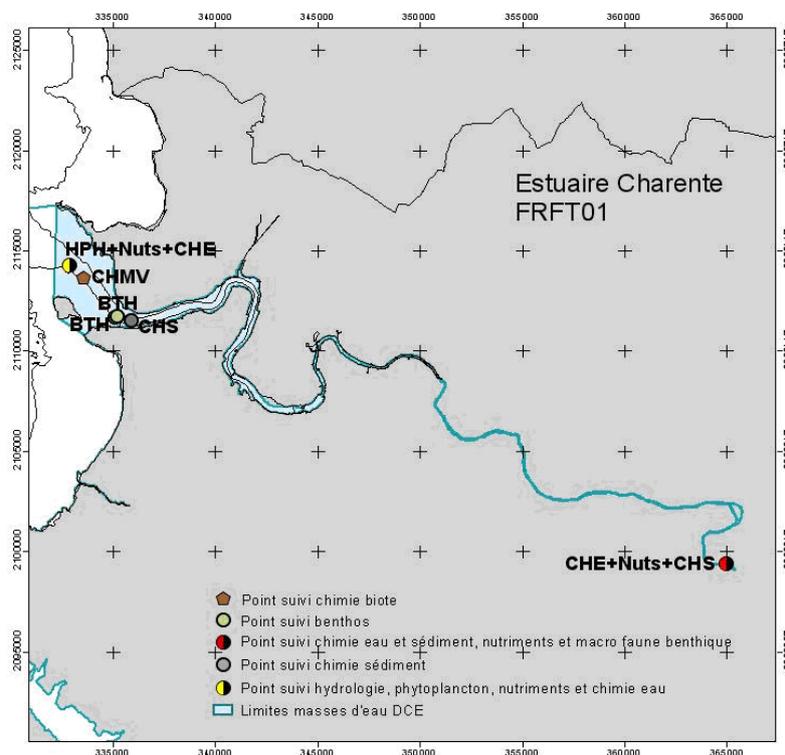
## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

Les opérations de surveillance faune retenues en 2012 pour les masses d'eau de transition FRFT01 « Estuaire de la Charente » et FRFT02 « Estuaire de la Seudre » étaient :

### FRFT01 Estuaire de la Charente

- échantillonnage de la macrofaune invertébrée benthique de substrat meuble subtidal (1 station Charente aval) en septembre – octobre ;
- échantillonnage de la macrofaune invertébrée benthique de substrat meuble intertidal (1 station Charente aval) en septembre – octobre (**Figure 2**).

Station	Port des Barques Subtidal et Intertidal
Regroupement	avec FRFT02 Estuaire de la Seudre
Moyens à la mer	Embarcation côtière avec treuil
Paramètres	Macrofaune invertébrée benthique (détermination) 1 granulométrie + 1 matière organique
Fréquence	Septembre-octobre, tous les ans du 1 <sup>er</sup> plan de gestion Septembre-octobre tous les 3 ans des plans suivants.
Opérateur prélèvement	CNRS LIENSs
Opérateur tri et détermination	CNRS LIENSs
Opérateur mesure granulométrie	CNRS LIENSs
Opérateur mesure matière organique	CNRS LIENSs
Début prélèvements	Prospection : 2006 Surveillance : 2007, 2008, 2009 et 2012



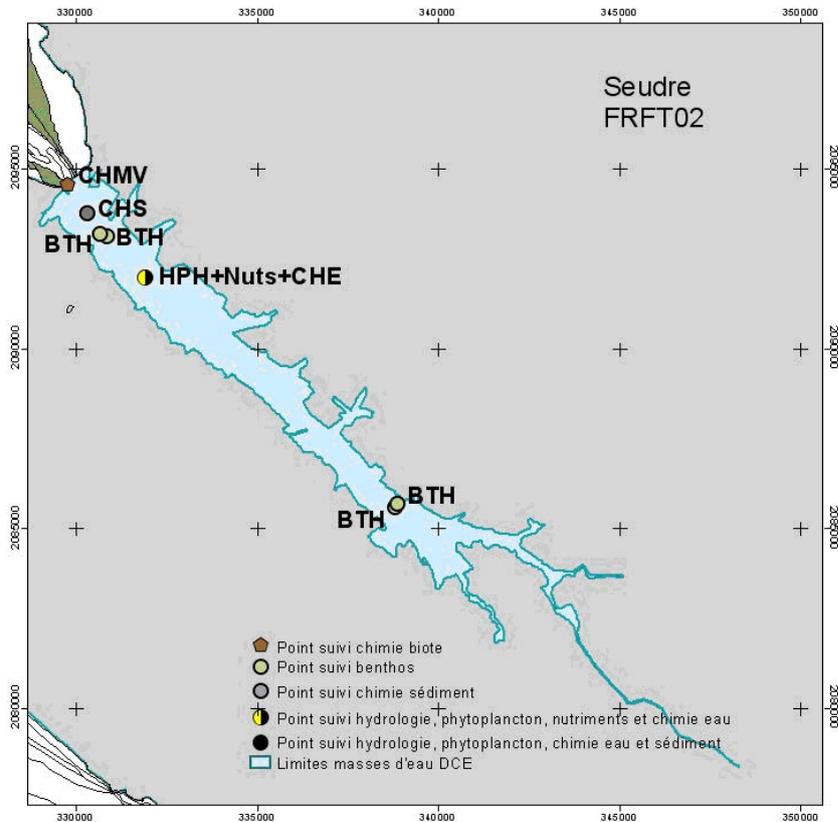
**Figure 2 :** Masse d'eau de transition Estuaire de la Charente FRFT01.

## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

### FRTC02 Estuaire Seudre

- échantillonnage de la macrofaune invertébrée benthique de substrat meuble subtidal (2 stations, Seudre Amont et Seudre Aval) en septembre – octobre ;
- échantillonnage de la macrofaune invertébrée benthique de substrat meuble intertidal (2 stations, Seudre Amont et Seudre Aval) en septembre – octobre (**Figure 3**).

Station	Seudre amont et Seudre aval
Regroupement	avec FRFT01 Port des Barques
Moyens à la mer	Embarcation côtière avec treuil
Paramètres	Macrofaune invertébrée benthique (détermination) 1 granulométrie + 1 matière organique
Fréquence	Septembre-octobre, tous les ans du 1 <sup>er</sup> plan de gestion Septembre-octobre tous les 3 ans des plans suivants
Opérateur prélèvement	CNRS LIENSs
Opérateur tri et détermination	CNRS LIENSs
Opérateur mesure granulométrie	CNRS LIENSs
Opérateur mesure matière organique	CNRS LIENSs
Début prélèvements	Prospection : 2006 Surveillance : 2007, 2008, 2009 et 2012



**Figure 3** : Masse d'eau de transition Estuaire de la Seudre FRFT02.

## 1.1. Protocole pour les prélèvements benthos en estuaire

Le protocole utilisé est celui recommandé par la DCE (DCE\_Fiche 10, 2005) mais il a été modifié, en particulier sur la question de l'engin de prélèvement :

**Période des prélèvements** : septembre - octobre

**Engin de prélèvement** : benne Van Veen de 0,1 m<sup>2</sup> de surface unitaire en subtidal et un carottage en domaine intertidal. Ce dernier mode de prélèvement a été abandonné dès 2008 au profit du prélèvement à la benne (*vide infra*).

**Nombre de répliqués** : 5 en domaine subtidal et 10 en domaine intertidal de façon à obtenir une surface cumulée minimale de 0,25 m<sup>2</sup>.

Pour des questions pratiques de temps de mission à la mer et de sécurité des personnels embarqués, il a été choisi de réaliser tous les prélèvements à la benne Van Veen à marée haute sur l'intertidal. En 2006 et 2007, le débarquement sur l'estran de deux personnes pour effectuer les prélèvements par carottage s'est déroulé de façon satisfaisante quoique avec des difficultés de marche sur les estrans de Charente et des difficultés pour le réembarquement à bord du navire Estran. Il a donc été décidé dès 2008 de ne plus réaliser les prélèvements à pied dans les estuaires pour les raisons suivantes :

- optimisation du temps bateau avec accès uniquement à marée haute ;
- possibilité de coupler sur une seule journée les prélèvements Charente et Seudre ;
- augmentation de la sécurité des personnels avec aucun débarquement sur les vasières ;
- limitation du matériel à embarqué (pas de carottier, pas d'acon pour assurer la sécurité des personnels et le transport du matériel sur les vasières intertidales).
- limitation du nombre de répliqués à 5 pour le domaine intertidal tout en assurant une surface cumulée minimale de 0,5 m<sup>2</sup> soit le double de la préconisation DCE avec 10 carottages pour un carottier de 10 cm de diamètre.

**Tamisage** : vide de maille de 1 mm de côté.

**Analyse complémentaire par station** : teneur en matière organique par perte au feu et granulométrie sur une série de tamis AFNOR normalisés.

**Traitement des échantillons** :

Fixation sans coloration au rose Bengale mais coloration contrôlée au laboratoire.

Tri et identification si possible au niveau spécifique.

**Saisie des données** : dans Quadrigé<sup>2</sup> ou remise des résultats sous un format numérique compatible avec Quadrigé<sup>2</sup> et reprise automatisée des fichiers validés.

## 2. Calendrier de réalisation des opérations à la mer

### 2.1.1 FRFT01 : Estuaire de la Charente

Les opérations se sont déroulées sur une journée le 10 octobre 2012 sur le navire ESTRAN de l'université de La Rochelle (**Figure 4**).



**Figure 4** : Navire Estran de l'Université de La Rochelle.

Le travail à la mer a mobilisé 6 personnes jours y compris le pilote du navire. Ce chiffre ne comprend pas ni le temps nécessaire à la préparation des opérations à la mer (1 personne jour) ni le temps de dépouillement des informations collectées (**Tableau 1**).

**Tableau 1** : Calendrier des opérations à la mer

Code masse d'eau	Longitude WGS84 DMd	Latitude WGS84 DMd	Station	Niveau	Dates	Nombre personnes jour-mer	Opérateurs
FRFT01	01° 04,907' W	45° 57,200' N	Port des Barques	Intertidal	10/10/2012	6	CNRS LIENSs
FRFT01	01° 04,694' W	45° 57,265' N	Port des Barques	Subtidal	10/10/2012	6	CNRS LIENSs
<b>Total</b>						<b>6</b>	

## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

Les prélèvements en domaine intertidal sont réalisés avant ceux en domaine subtidal afin de bénéficier de l'heure de la marée haute (**Figure 5**).



**Figure 5** : Vue d'ensemble de la station Port des Barques en subtidal (A) et intertidal (B) dans l'estuaire de la Charente.

## 2.2. FRFT02 : Estuaire de la Seudre

Les opérations se sont déroulées sur la même journée que pour les prélèvements en Charente le 10 octobre 2012 sur le navire ESTRAN de l'université de La Rochelle (**Figure 4**).

Le travail à la mer a mobilisé 6 personnes jours y compris le pilote du navire. Ce chiffre ne comprend pas ni le temps nécessaire à la préparation des opérations à la mer (une personne jour) ni le temps de dépouillement des informations collectées (**Tableau 2**).

Les prélèvements en domaine intertidal sont réalisés avant ceux en domaine subtidal afin de bénéficier de l'heure de la marée haute.

De même les prélèvements en Seudre amont sont réalisés avant ceux de la Seudre aval (**Figure 6**).

**Tableau 2** : Calendrier des opérations à la mer

Code masse d'eau	Longitude WGS84 DMd	Latitude WGS84 DMd	Station	Niveau	Dates	Nombre personnes jour-mer	Opérateurs
FRFT02	01° 07,557' W	45° 47,067' N	Seudre aval	Intertidal	10/10/2012	6	CNRS LIENSs
FRFT02	01° 07,537' W	45° 47,108' N	Seudre aval	Subtidal	10/10/2012	6	CNRS LIENSs
FRFT02	01° 01,080' W	45° 43,255' N	Seudre amont	Intertidal	10/10/2012	6	CNRS LIENSs
FRFT02	01° 01218' W	45° 43,244' N	Seudre amont	Subtidal	10/10/2012	6	CNRS LIENSs
<b>Total</b>						<b>6</b>	

Seudre Aval subtidal



© Sauriau PG 2012 / CNRS

Seudre Aval intertidal



© Sauriau PG 2012 / CNRS

Seudre Amont subtidal



Seudre Aval intertidal



**Figure 6 :** Vue d'ensemble des deux stations Seudre amont et Seudre aval.

### 3. Contrôle de qualité sur les prélèvements

#### 3.1. Port des Barques

Aucun problème n'a été rencontré lors de la mise à l'eau ou lors de la remontée des bennes pour obtenir sur 5 essais 5 bennes remplies au trois quarts si ce n'est en totalité (**Figure 7**). Ce bon résultat est à mettre au compte de la stabilisation du bateau ancré sur sa position, le travail en mortes-eaux et l'absence d'éléments grossiers dans les sédiments.



**Figure 7 :** Contrôle des prélèvements à Port des Barques

### 3.2. Seudre aval et Seudre Amont

Pour les deux stations que ce soit en domaine intertidal ou subtidal il a été nécessaire de refaire plusieurs essais pour obtenir 5 bennes remplies au moins au trois quarts (**Figure 8**).

Les problèmes rencontrés en station subtidale par des fonds de 10-13 m et pour des sédiments hétérogènes de débris coquilliers ont eu pour origine la perte d'un écrou sur un bras de la benne, la benne remontant ouverte (station Seudre Aval subtidale) ou la collecte de larges débris coquilliers empêchant une fermeture complète de la benne et donc le lavage de son contenu avant remontée à bord (station Seudre Amont Subtidale).

Au final, il n'y a 10 essais manqués sur un total de 30 mises à l'eau de la benne Van Veen pour obtenir les 20 prélèvements nécessaires.



**Figure 8** : Contrôle des prélèvements Estuaire de la Seudre

## 4. Matériel & Méthodes

### 4.1. 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 ( $< 63 \mu\text{m}$ ), les sables ( $63 \mu\text{m} < X < 2 \text{mm}$ ) et les graviers ( $> 2 \text{mm}$ ) selon les coupures communément admises (**Figure 9**).

MOYEN D'ÉTUDE	AFNOR		UNITÉS		CLASSIFICATION	
	$\alpha$	mm	$\Phi$	Wentworth	Cailleux	
mesure directe  microscope binoculaire tube de sédimentation tamisage  pipette  microscope électronique	-24	250-256	-8	BLOCS (BOULDERS)	RUDITES	BLOCS 200 mm
	-18	63-32	-5	GRAVE (COBBLE)		GALETS
	-6	4	-	CAILLOUX (PEBBLE)		20 mm
	-3	2	1	GRANULES		GRAVILLONS
	-2	1,6-		TRÈS GROSSIER	ARÉNITES (SANDS)	SABLES
	-1	1,25-				
	0	1	0			
	1	0,8-		GROSSIER		
	2	0,63-				
	3	0,5	1	MOYEN		
	5	0,315-				200 $\mu\text{m}$
		0,25	2	FIN		
	9	0,125	3	TRÈS FIN		
	12	0,625-1/16	4		LUTITES (SILTS)  (CLAYS)	SABLONS
	14	0,04-		GROSSIER		
17	0,02-0,031-1/32	5	MOYEN			
20	0,01-1/64	6	FIN			
24	0,004-1/256	7	TRÈS FIN		20 $\mu\text{m}$	
	0,00006	14			2 $\mu\text{m}$	LIMONS
						PRE COLLOIDES

**Figure 9** : Echelle granulométrique AFNOR, unité  $\Phi$  et classifications communes utilisées (Cojan & Renard, 1999).

### 4.1.1 Analyse granulométrique

Pour l'analyse, chaque prélèvement est vidé dans un bol identifié pour être séché à l'étuve à 80-100°C pendant au minimum 72h. Un sous-échantillon de 100g (200g pour les sables) est remouillé dans un défloculant (métaphosphate de sodium à 40g/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  $\mu\text{m}$  jusqu'à obtenir un filtrat clair, le but étant d'éliminer les pélites. Le refus de tamis est récupéré et mis à l'étuve à 80-100°C pendant au minimum 72h.

L'échantillon est ensuite passé sur une colonne de tamis normalisés (**Figure 10**). La colonne contient 17 tamis (4000  $\mu\text{m}$ , 2000  $\mu\text{m}$ , 1600  $\mu\text{m}$ , 1250  $\mu\text{m}$ , 1000  $\mu\text{m}$ , 800  $\mu\text{m}$ , 630  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$ , 400  $\mu\text{m}$ , 315  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , 200  $\mu\text{m}$ , 160  $\mu\text{m}$ , 125  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$ , 80  $\mu\text{m}$ , 63  $\mu\text{m}$ ), répartis en deux passages successifs (4000 à 400 et 315 à 63  $\mu\text{m}$ ) sur la tamiseuse Retsch AS 200 digit. La tamiseuse Retsch est mise en marche 15 minutes avec une amplitude verticale de 1,5 mm. 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.



**Figure 10** : Colonne de tamis normalisés AFNOR sur tamiseuse Retsch AS 200 digit et balance Sartorius à 0,01 g.

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 analysées 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 11).

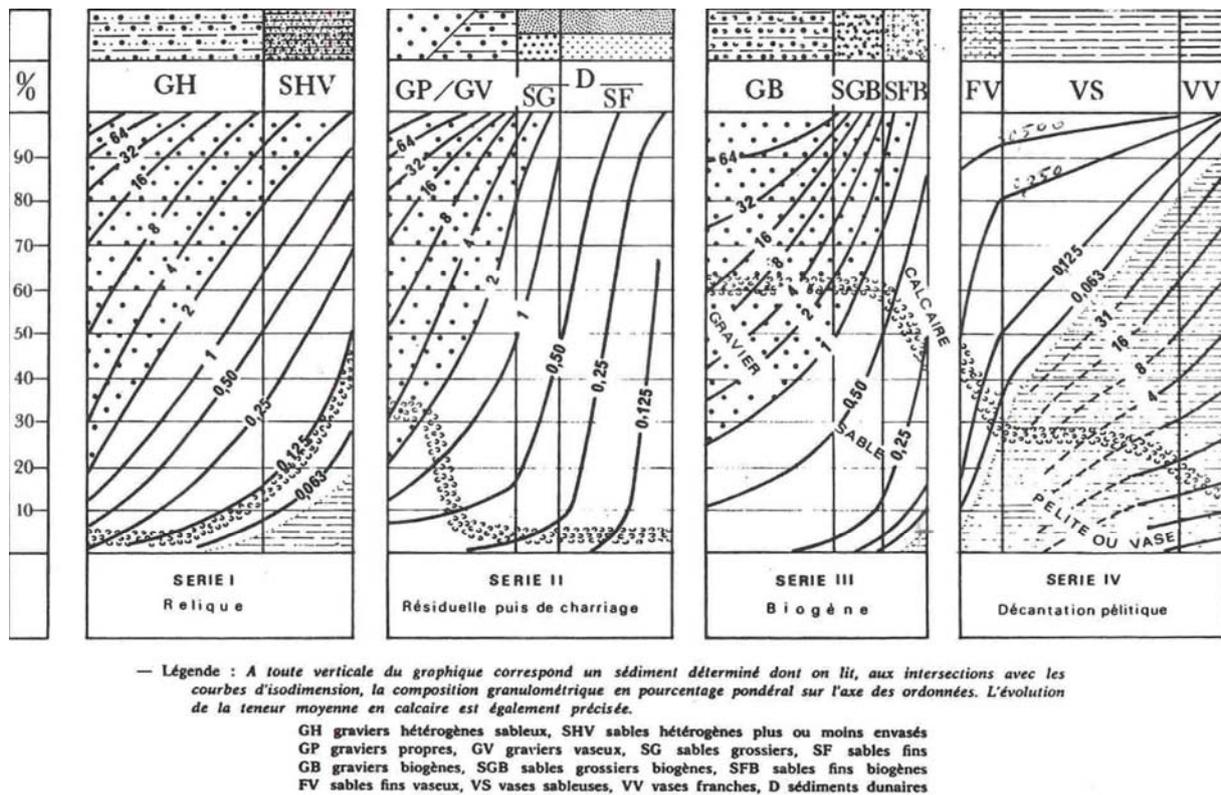


Figure 11 : Type biosédimentaire (Chassé & Glémarec, 1976).

#### 4.1.2 Analyse de la matière organique sédimentaire

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 80-100°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 tenu de la montée lente en température du four. Des cendres minérales sont ainsi obtenues et sont également pesées sur la même balance après refroidissement dans un dessiccateur à température ambiante.

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 feuillets 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.

## **4.2. Analyse des échantillons faunistiques**

### **4.2.1 Lavage et tri des échantillons**

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 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 12A). Ce rinçage nécessite généralement d'utiliser une série de tamis (parmi les suivants de 10 mm, 5 mm, 1 mm et 500 µm pour le dernier) de façon à récupérer des refus de tamis homogène en taille.

L'opération de tri des refus de tamis 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 est 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 (Figure 12B) avec coloration au rose Bengale (Figure 12C) puis lavage (Figure 12D).
- Etape 2 : tri de vérification à la loupe binoculaire des refus de tamis les plus fins par un opérateur différent de celui ayant réalisé le premier tri (Figure 12e). La détection des organismes de la macrofaune (annélides, crustacés, juvéniles de mollusques) est facilitée par la coloration au rose Bengale effectuée de façon à contrôler le temps de coloration (Figure 12c). 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.



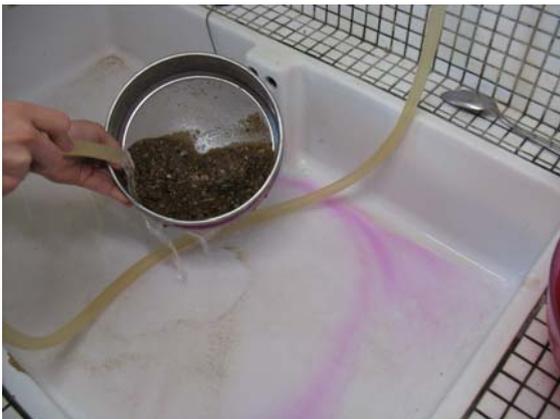
A



B



C



D



E

**Figure 12** : Opération de rinçage des eaux de fixation puis de lavage à grande eau (A), tri hydraulique (B), coloration des refus de tamis (C) et rinçage (D) puis de tri à la loupe binoculaire des éléments les plus fins. Photos M. Chenoun, M. Sauriau & P. Cajeri CNRS ©.

### 4.3. 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 isolément 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 isolément ou en colonie.

La nomenclature de la faune suit celle donnée par 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 *Lineus* sp.
- 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 revue pour certaines espèces par J. Jourde (ULR) pour la validation finale des données.

**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)
Arthropoda	Naylor (1972), 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)
Chordata	Millar (1969, 1970), Degraer et al. (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)

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

**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 dépositivores 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	dépositivores 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	dépositivores de sub-surface
V	Opportunistes de premier ordre	prolifèrent dans les sédiments réduits sur l'ensemble de leur épaisseur jusqu'à la surface	dépositivores

- 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). Cependant cet indice n'est adapté aux eaux de transition.
- Dans l'attente du choix d'un indice calibré pour les eaux de transition avec des conditions de références établies, seules les proportions des cinq groupes écologiques seront présentées.
- La valeur de l'indice AMBI ne sera pas évaluée.

## 5. Résultats

### 5.1. Port des Barques : station subtidale

#### 5.1.1 Analyse des sédiments

L'analyse granulométrique sur 100 g de sédiment (**Tableau 5**) indique que ce sont des sédiments vaseux composés à plus de 96,7 % de vases. Ce sédiment vaseux dont le mode est à 71  $\mu\text{m}$  avec une taille médiane de 17  $\mu\text{m}$  (sédiment silteux fin) possède une distribution unimodale mais un mauvais classement.

Le taux de matière organique de 6,1 % est déterminé sur 3 réplicats d'analyse (**Tableau 6**).

**Tableau 5** : Résultats de l'analyse granulométrique.

Information	Maille de tamis	Pesée tamis vide	Pesée tamis+sed	Commentaire	Sédiment (g)
DATE_ANALYSE	4000	603,23	603,23	très peu de >63 $\mu$ , un fond de bol, débris coquillier	0,00
23/10/2012	2000	494,58	494,74		0,16
OPERATEUR_ANALYSE	1600	454,37	454,41		0,04
F_Aubert	1250	422,1	422,15		0,05
SED_ANALYSE	1000	416,77	416,82		0,05
100	800	384,65	384,68		0,03
NOM_ME	630	402,63	402,65		0,02
Charente	500	363,6	363,64		0,04
NOM_STATION	400	348,59	348,6		0,01
Port_des_Barques subtidal	315	343,22	346,23		3,01
MOIS_STA	250	330,3	330,31		0,01
Octobre	200	328,86	328,9		0,04
CODE_ME	160	315,77	315,8		0,03
FRFT01	125	312,19	312,2		0,01
CODE_STA	100	309,46	309,48		0,02
SMF	80	298,89	299		0,11
CODE_ANNEE	63	298,9	299,19		0,29
2012	0			Reste < 63 $\mu\text{m}$	96,08

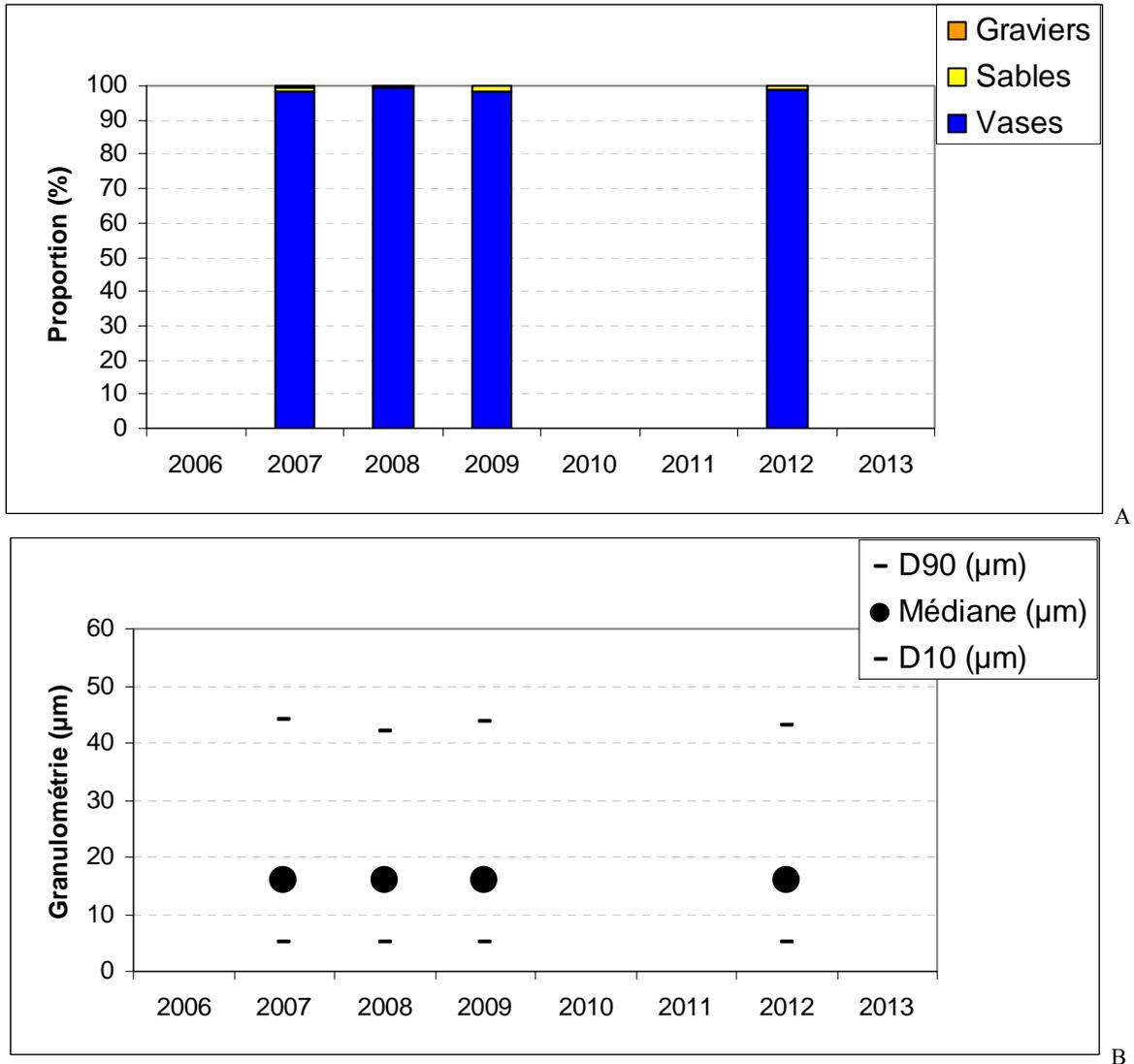
**Tableau 6** : Résultats de l'analyse de la teneur en matières organiques.

CODE_ANNEE	NOM_STA	MOIS_STA	TYPE_ANALYSE	DATE_ANALYSE	OPERATEUR_ANALYSE	TAUX_MO_SED (%)
2012	Port des Barques SMF	Octobre	MO perte au feu	13/11/2012	F_Aubert	6,21
			MO perte au feu	20/11/2012	F_Aubert	6,21
			MO perte au feu	20/11/2012	F_Aubert	6,55

## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

Une analyse comparative des sédiments de cette station échantillonnée en 2007, 2008, 2009 puis 2012 (**Figure 13**) montre une stabilité de sa composition en vases, sables et graviers. Les proportions de vases sont supérieures à 98 % pour des sédiments très peu chargés en graviers et sables. La proportion maximale en sables est en effet de 1,4 % pour 2009.

La médiane de ces vases ne varie que très peu dans le temps (environ 15 à 16  $\mu\text{m}$ ) traduisant pour cette vase fine la prépondérance de la fraction silteuse fine. La méthode d'analyse ne permet pas de statuer sur les proportions relatives de silt et d'argile, seule une analyse au granulomètre laser le permettrait.

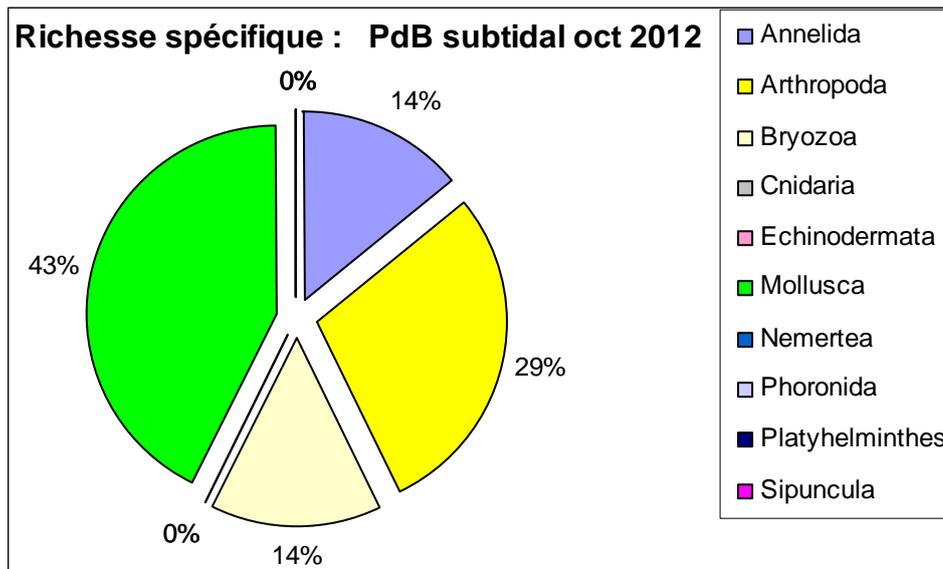


**Figure 13** : Evolution des proportions en vases, sables et graviers (A) et de la médiane (D50) encadrée par les D10 et D90 ( $\mu\text{m}$ ) pour les sédiments de la station Port des Barques subtidal échantillonnée en octobre 2012.

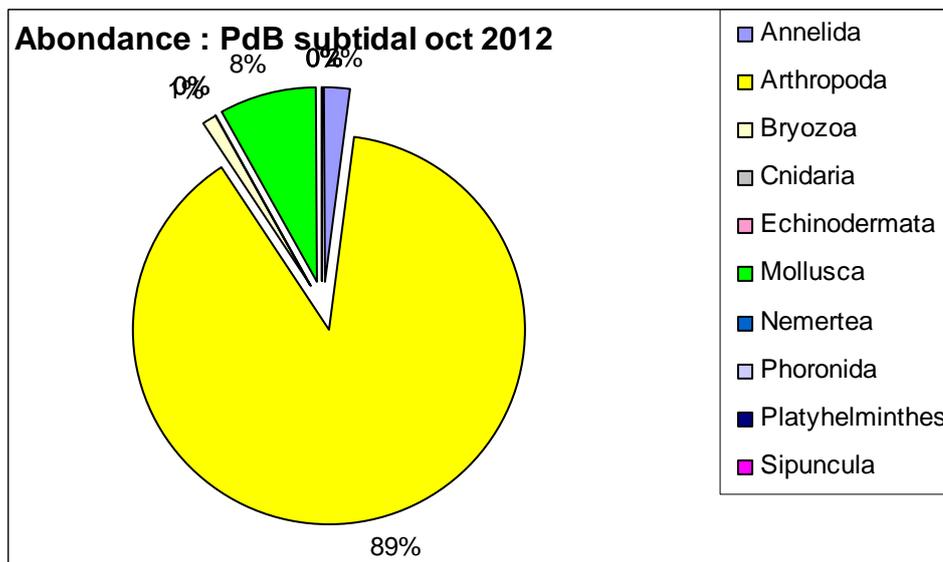
## 5.1.2 Analyse faunistique

### 5.1.2.1 Richesse spécifique et abondance spécifique

La richesse spécifique totale obtenue en sommant les 5 réplicats est de 7 taxons qui se répartissent en deux embranchements dominants avec 43 % de mollusques et 29 % d'arthropodes (**Figure 14**). Les arthropodes sont les plus abondants avec en moyenne 89 % des abondances suivis des mollusques à 8 % des abondances (**Figure 15**).



**Figure 14** : Répartition des taxons par embranchement selon le nombre d'espèces.



**Figure 15** : Répartition des taxons par embranchement selon les abondances.

## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

L'analyse succincte du

**Tableau 7** des richesses et abondances spécifiques par réplicat montre que :

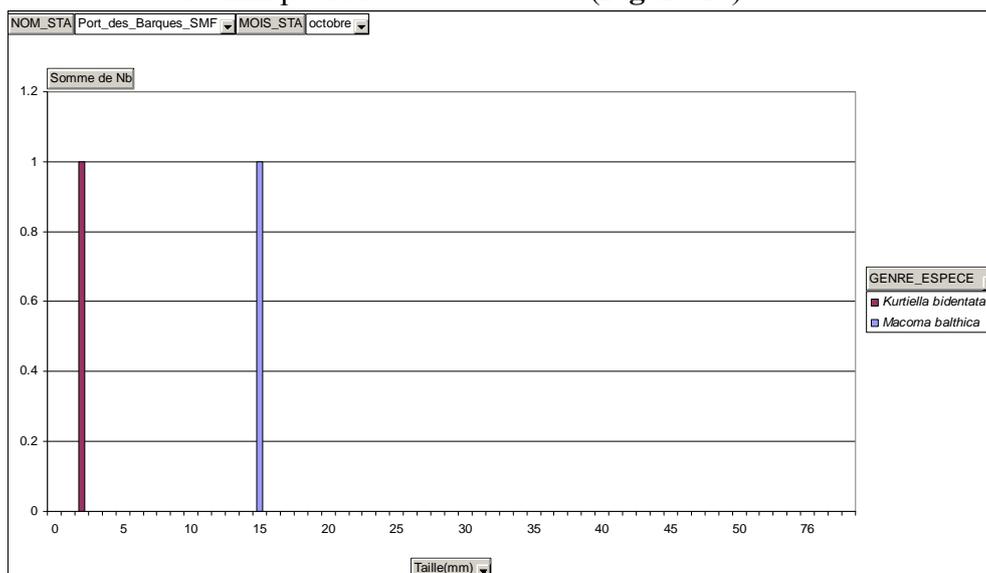
- La richesse spécifique par réplicat varie entre 2 et 4 espèces ;
- Les abondances par réplicat varient d'environ 100 à 250 individus par m<sup>2</sup> pour une valeur moyenne avec son intervalle de confiance à 95 % de 170 ± 20 individus par m<sup>2</sup> ;
- Une seule espèce est très abondante il s'agit du crustacé amphipode *Corophium volutator* avec 87 % des abondances ;
- Au moins 4 espèces sont rares avec un seul individu collecté sur la station parmi lesquels 1 arthropode, 1 bryzoaire et 2 mollusques.

**Tableau 7** : Richesse et abondances spécifiques à la station Port des Barques subtidal échantillonnée en octobre 2012

Richesse spécifique		4	3	3	2	4	7	
Abondance totale au m <sup>2</sup>		260	80	230	90	210	174	± 16
Embranchement	Espèce	1	2	3	4	5	Total	%
Annelida	<i>Nephtys hombergii</i>	0	0	1	0	1	2	2%
Arthropoda	<i>Corophium volutator</i>	23	6	21	8	18	76	87%
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	0	1	0	0	0	1	1%
Bryozoa	<i>Bugula plumosa</i>	1	0	0	0	0	1	1%
Mollusca	<i>Kurtiella bidentata</i>	0	0	0	0	1	1	1%
	<i>Macoma balthica</i>	1	0	0	0	0	1	1%
	<i>Peringia ulvae</i>	1	1	1	1	1	5	6%

### 5.1.2.2 Histogramme de taille des mollusques

L'histogramme de taille des mollusques bivalves montre que les deux individus mesurés sont dans les gammes de taille attendues pour ces espèces avec moins de 5 mm pour *Kurtiella bidentata* et 15 mm pour *Macoma balthica*. (**Figure 16**).



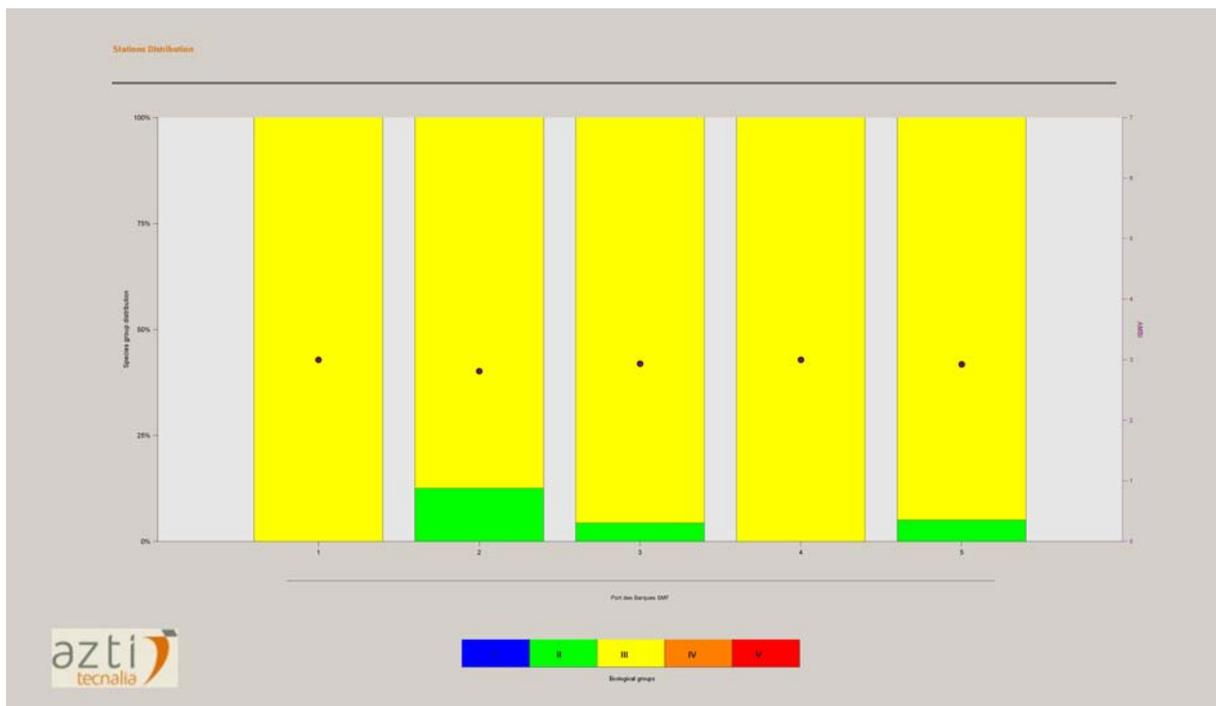
**Figure 16** : Histogramme de taille des mollusques pour les 5 réplicats de la station Port des Barques subtidal échantillonnée en octobre 2012.

### 5.1.2.3 Analyse des proportions des groupes écologiques

Parmi les individus recensés, aucun n'appartient au groupe écologique I des espèces sensibles, 3,5 % appartiennent au groupe II, 96,5 % au groupe III, et aucun aux groupes IV et V des espèces opportunistes (**Figure 17**).

L'indice AMBI est de 2,93 avec 7 taxons observés et une diversité de 0,83.

L'indice AMBI n'est pas interprété pour les eaux de transition en relation avec l'absence d'une définition de conditions de référence pour cet indice, voire d'absence de consensus sur la pertinence de cet indice.



**Figure 17** : Proportion des groupes écologiques dans les 5 réplicats de la station Port des Barques subtidal échantillonnée en octobre 2012.

## 5.2. Port des Barques : station intertidale

### 5.2.1 Analyse des sédiments

L'analyse granulométrique sur 100 g de sédiment (**Tableau 8**) indique que ce sont des sédiments vaseux composés à 95 % de vases. Ce sédiment vaseux dont le mode est à 71  $\mu\text{m}$  avec une taille médiane de 17  $\mu\text{m}$  (sédiment silteux fin) possède une distribution unimodale mais un mauvais classement.

Le taux de matière organique de 6,1 % est déterminé sur 3 réplicats d'analyse (**Tableau 9**).

**Tableau 8** : Résultats de l'analyse granulométrique.

Information	Maille de tamis	Pesée tamis vide	Pesée tamis+sed	Commentaire	Sédiment (g)
DATE_ANALYSE	4000	603,23	603,23		0,00
23/10/2012	2000	494,58	494,67	<i>Peringia ulvae</i> <i>Abra tenuis</i>	0,09
OPERATEUR_ANALYSE	1600	454,38	454,42		0,04
F_AUBERT	1250	422,10	422,13		0,03
SED_ANALYSE	1000	416,78	416,80		0,02
100	800	384,65	384,69		0,04
NOM_ME	630	402,65	402,67		0,02
Charente	500	363,60	363,66		0,06
NOM_STATION	400	348,59	348,66		0,07
Port_des_Barques intertidal	315	343,20	343,31		0,11
MOIS_STA	250	330,28	330,45		0,17
Octobre	200	328,79	329,02		0,23
CODE_ME	160	315,77	316,06		0,29
FRFT01	125	312,18	312,60		0,42
CODE_STA	100	309,44	309,90		0,46
IMF	80	298,89	299,86		0,97
CODE_ANNEE	63	298,90	300,88		1,98
2012	0			Reste < 63 $\mu\text{m}$	95,00

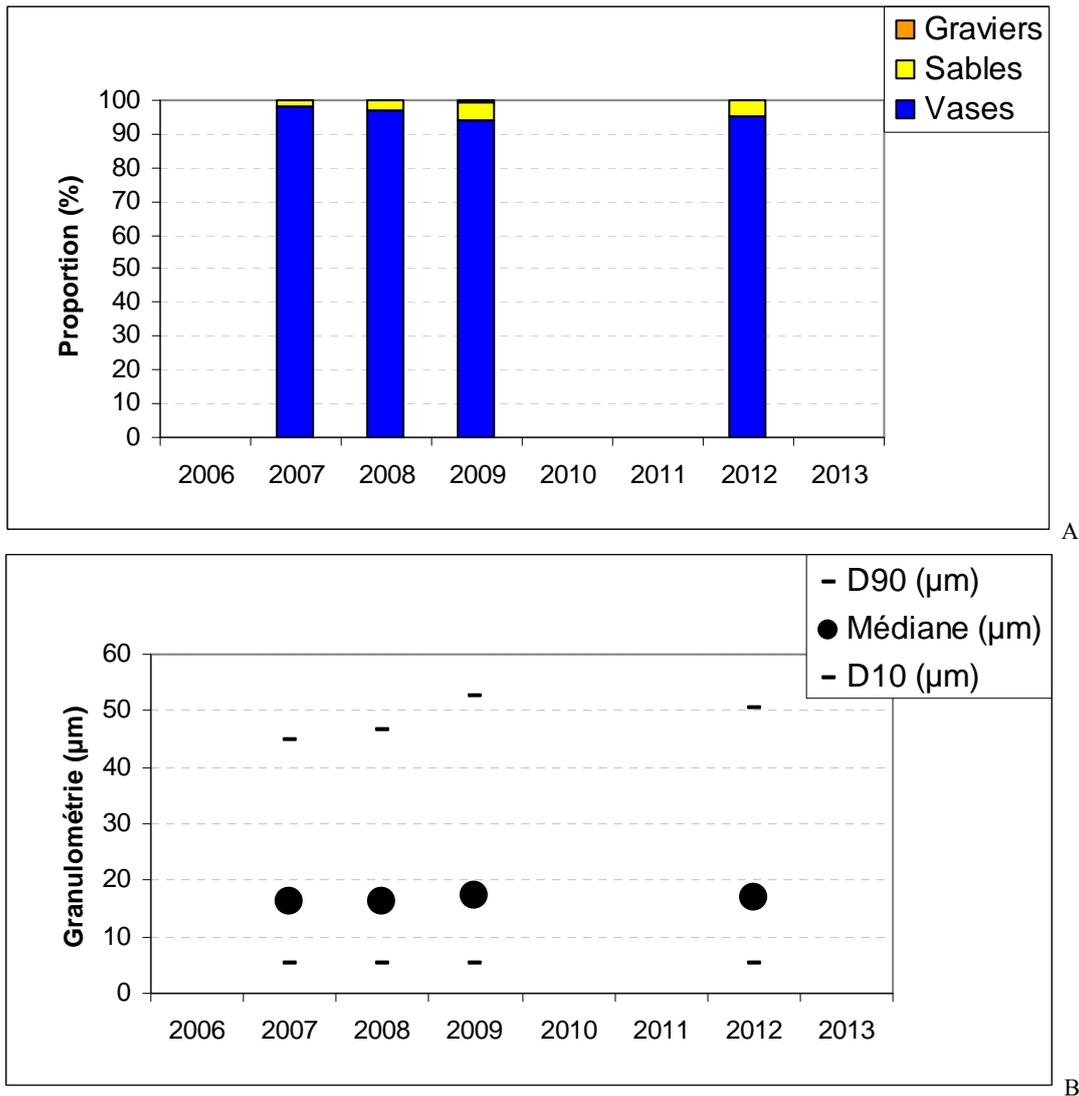
**Tableau 9** : Résultats de l'analyse de la teneur en matières organiques.

CODE_ANNEE	NOM_STA	MOIS_STA	TYPE_ANALYSE	DATE_ANALYSE	OPERATEUR_ANALYSE	TAUX_MO_SED (%)
2012	Port des Barques	Octobre	MO perte au feu	13/11/2012	F_Aubert	5,85
	SMF		MO perte au feu	20/11/2012	F_Aubert	6,02
			MO perte au feu	20/11/2012	F_Aubert	6,37

## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

Une analyse comparative des sédiments de cette station échantillonnée en 2007, 2008, 2009 puis 2012 (**Figure 18**) montre une stabilité de sa composition en vases, sables et graviers. Les proportions de vases sont supérieures à 94 % pour des sédiments quasiment sans gravier. Le maximum de proportion en sables semble s'accroître au cours du temps avec un doublement des proportions entre 2007-2008 et 2009-2012. Le maximum est de 5,6 % en 2009, valeur qui est similaire à celle de 2012 avec 4,9 %

La médiane de ces vases ne varie que très peu pas dans le temps (environ 16 à 17  $\mu\text{m}$ ) traduisant pour cette vase fine la prépondérance de la fraction silteuse moyenne. La méthode d'analyse ne permet pas de statuer sur les proportions relatives de silt et d'argile, seule une analyse au granulomètre laser le permettrait.

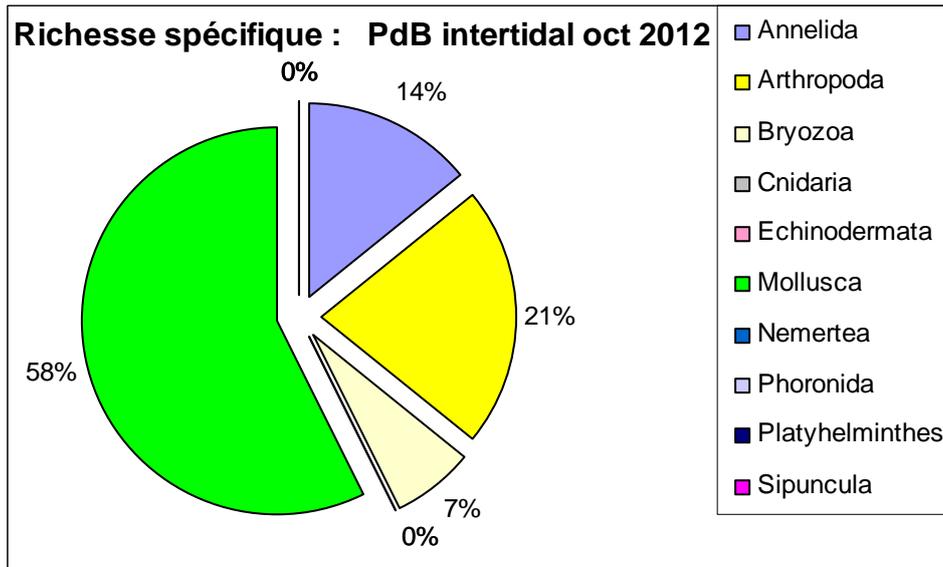


**Figure 18** : Evolution des proportions en vases, sables et graviers (A) et de la médiane (D50) encadrée par les D10 et D90 ( $\mu\text{m}$ ) pour les sédiments de la station Port des Barques intertidal échantillonnée en octobre 2012.

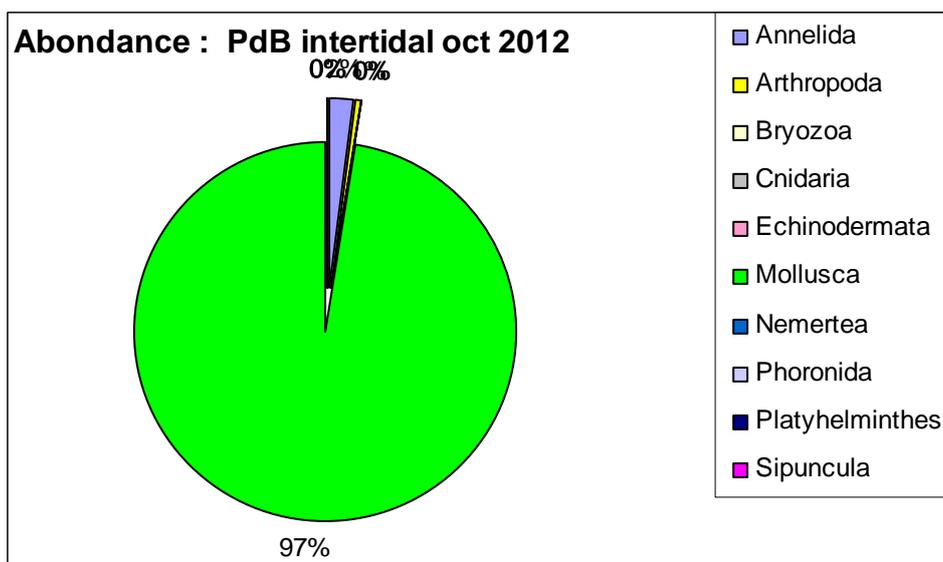
## 5.2.2 Analyse faunistique

### 5.2.2.1 Richesse spécifique et abondance spécifique

La richesse spécifique totale obtenue en sommant les 5 réplicats est de 14 taxons qui se répartissent en deux embranchements dominants avec 58 % de mollusques et 21 % d'arthropodes (**Figure 19**). Les mollusques sont les plus abondants avec en moyenne 97 % 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 d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

L'analyse succincte du **Tableau 10** des richesses et abondances spécifiques par réplicat montre que :

- La richesse spécifique par réplicat varie entre 8 et 11 espèces ;
- Les abondances par réplicat varient d'environ 3100 à 5600 individus par m<sup>2</sup> pour une valeur moyenne avec son intervalle de confiance à 95 % de 4600 ± 200 individus par m<sup>2</sup> ;
- Une seule espèce est très abondante il s'agit du mollusque gastéropode *Peringia ulvae* avec 89 % des abondances ;
- Au moins 3 espèces sont rares avec un seul individu collecté sur la station parmi lesquels 1 annélide, 1 arthropode, et 1 bryzoaire.

**Tableau 10** : Richesse et abondances spécifiques à la station Port des Barques intertidal échantillonnée en octobre 2012

Richesse spécifique		9	8	11	10	9	14		
Abondance totale au m <sup>2</sup>		3140	4710	5590	5430	4100	4594	±	186
Embranchement	Espèce	1	2	3	4	5	Total	%	
Annelida	<i>Nephtys hombergii</i>	5	7	11	5	17	45	2%	
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	0	0	0	0	1	1	< 0,1%	
Arthropoda	<i>Amphibalanus sp.</i>	5	0	3	2	0	10	< 0,1%	
	<i>Philocheiras trispinosus</i>	1	1	0	0	0	2	< 0,1%	
	<i>Sphaeroma serratum</i>	0	0	1	0	0	1	< 0,1%	
Bryozoa	<i>Bugula plumosa</i>	0	0	1	0	0	1	< 0,1%	
Mollusca	<i>Abra tenuis</i>	1	4	11	5	14	35	2%	
	<i>Cerastoderma edule</i>	1	4	3	5	5	18	1%	
	<i>Haminoea navicula</i>	0	0	2	1	2	5	< 0,1%	
	<i>Kurtiella bidentata</i>	0	0	0	1	2	3	< 0,1%	
	<i>Macoma balthica</i>	5	11	20	11	17	64	3%	
	<i>Peringia ulvae</i>	284	432	486	496	341	2039	89%	
	<i>Retusa truncatula</i>	5	4	3	4	0	16	1%	
	<i>Venerupis philippinarum</i>	7	8	18	13	11	57	2%	

### 5.2.2.2 Histogramme de taille des mollusques

L'histogramme de taille des mollusques hors l'espèce *Peringia ulvae* montre la présence de trois groupes de tailles (**Figure 21**) :

- le premier jusqu'à 5 mm avec *Abra tenuis* et *Retusa truncatula* ;
- le second de 5 à 15 mm avec *Macoma balthica* et les juvéniles de *Venerupis philippinarum* ;
- le troisième de 15 à 35 mm avec les adultes de *Venerupis philippinarum*.

Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

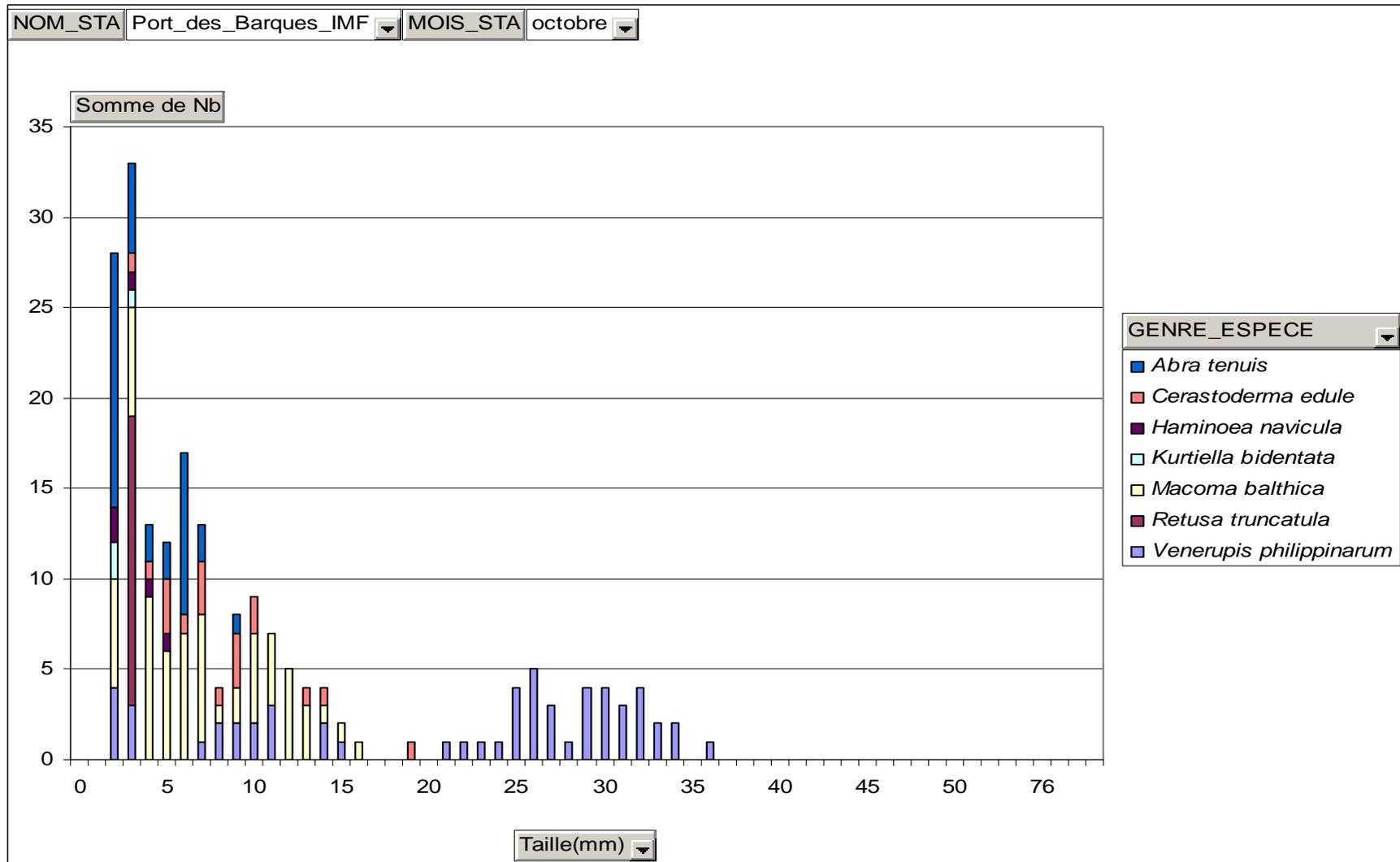


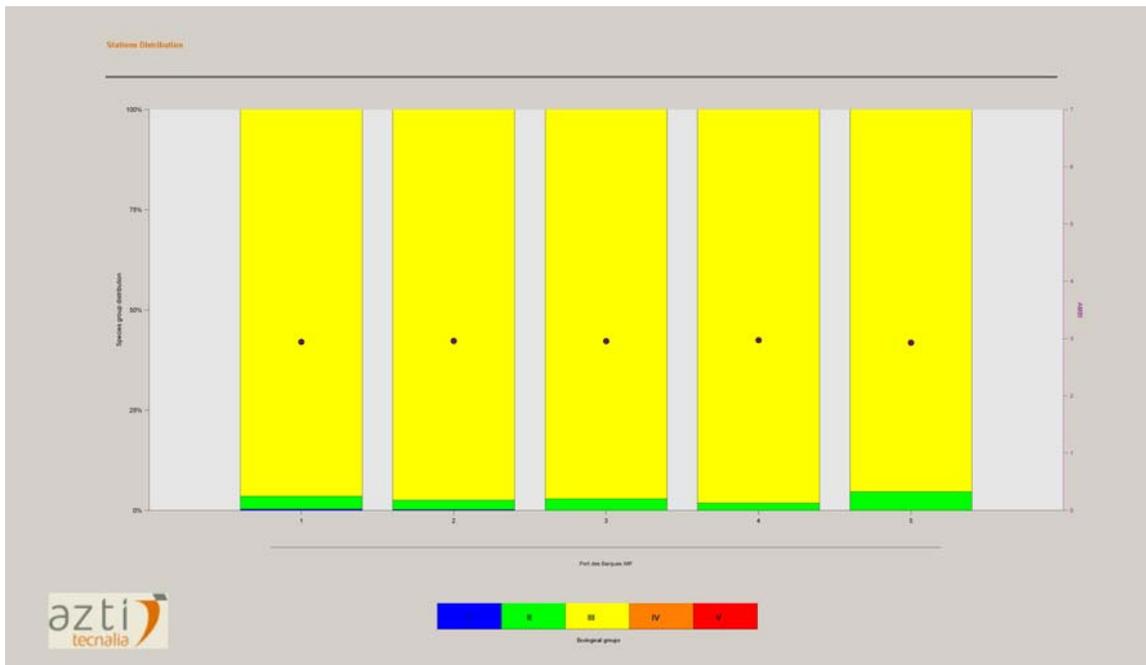
Figure 21 : Histogramme de taille des mollusques pour les 5 réplicats de la station Port des Barques intertidal échantillonnée en octobre 2012.

### 5.2.2.3 Analyse des proportions des groupes écologiques

Parmi les individus recensés, 0,1 % appartient au groupe écologique I des espèces sensibles, 2,9 % appartiennent au groupe II, 97 % au groupe III, et aucun aux groupes IV et V des espèces opportunistes (**Figure 22**).

L'indice AMBI est de 2,95 avec 14 taxons observés et une diversité de 0,83.

L'indice AMBI n'est pas interprété pour les eaux de transition en relation avec l'absence d'une définition de conditions de référence pour cet indice, voire d'absence de consensus sur la pertinence de cet indice.



**Figure 22** : Proportion des groupes écologiques dans les 5 réplicats de la station Port des Barques intertidal échantillonnée en octobre 2012.

## 5.3. Seudre amont : station subtidale

### 5.3.1 Analyse des sédiments

L'analyse granulométrique sur 100 g de sédiment (**Tableau 11**) indique que ce sont des sédiments hétérogènes envasés composés de 32 % de vases, 45 % de sables et de 23 % de graviers. La taille médiane est d'environ 450  $\mu\text{m}$  indiquant que les sables sont moyens à grossiers. La distribution granulométrique est polymodale avec un mauvais classement.

Le taux de matière organique de 3,4 % est déterminé sur 3 réplicats d'analyse (**Tableau 12**).

**Tableau 11** : Résultats de l'analyse granulométrique.

Information	Maille de tamis	Pesée tamis vide	Pesée tamis+sed	Commentaire	Sédiment (g)
DATE_ANALYSE	4000	603,23	612,58	présence de débris coquilliers & graviers CERAEDU MODISP, PEREULV	9,35
23/10/2012	2000	494,58	508,68		14,10
OPERATEUR_ANALYSE	1600	454,38	459,23		4,85
F_AUBERT	1250	422,1	427,4		5,30
SED_ANALYSE	1000	416,78	420,65		3,87
100	800	384,64	388,07		3,43
NOM_ME	630	402,63	406,73		4,10
Seudre	500	363,6	366,92		3,32
NOM_STATION	400	348,58	352,26		3,68
Seudre Amont subtidal	315	343,2	346,84		3,64
MOIS_STA	250	330,28	334,79		4,51
Octobre	200	328,79	332,95		4,16
CODE_ME	160	315,77	317,56		1,79
FRFT02	125	312,18	313		0,82
CODE_STA	100	309,43	309,79		0,36
SMF	80	298,89	299,21		0,32
CODE_ANNEE	63	298,9	299,22		0,32
2012	0			Reste < 63 $\mu\text{m}$	32,08

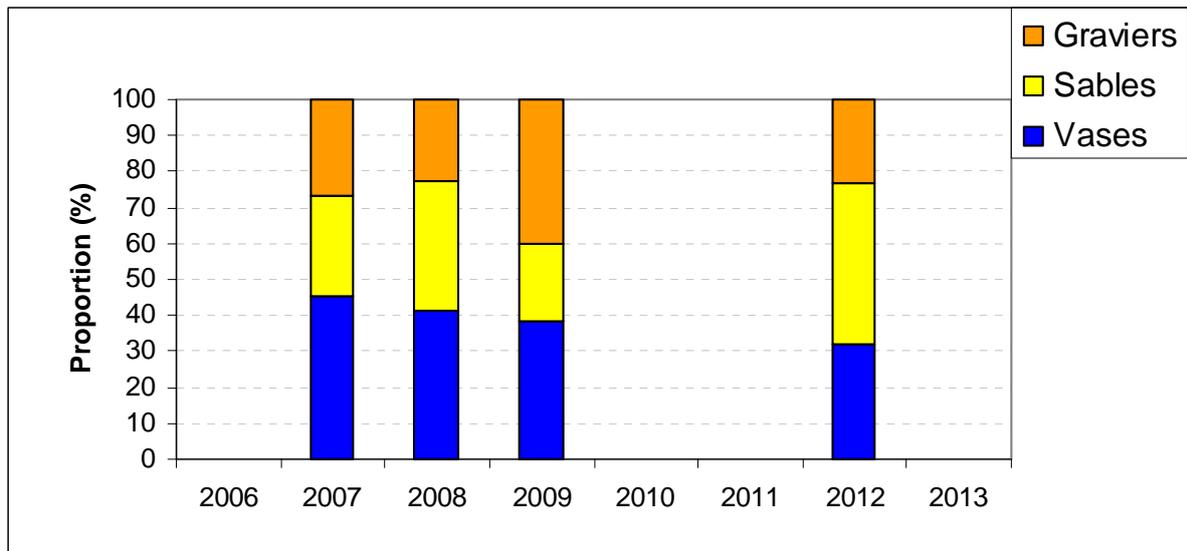
**Tableau 12** : Résultats de l'analyse de la teneur en matières organiques.

CODE_ANNEE	NOM_STA	MOIS_STA	TYPE_ANALYSE	DATE_ANALYSE	OPERATEUR_ANALYSE	TAUX_MO_SED (%)
2012	Seudre Amont	Octobre	MO perte au feu	13/11/2012	F_Aubert	3,53
	SMF		MO perte au feu	20/12/2012	F_Aubert	3,27
			MO perte au feu	20/12/2012	F_Aubert	3,45

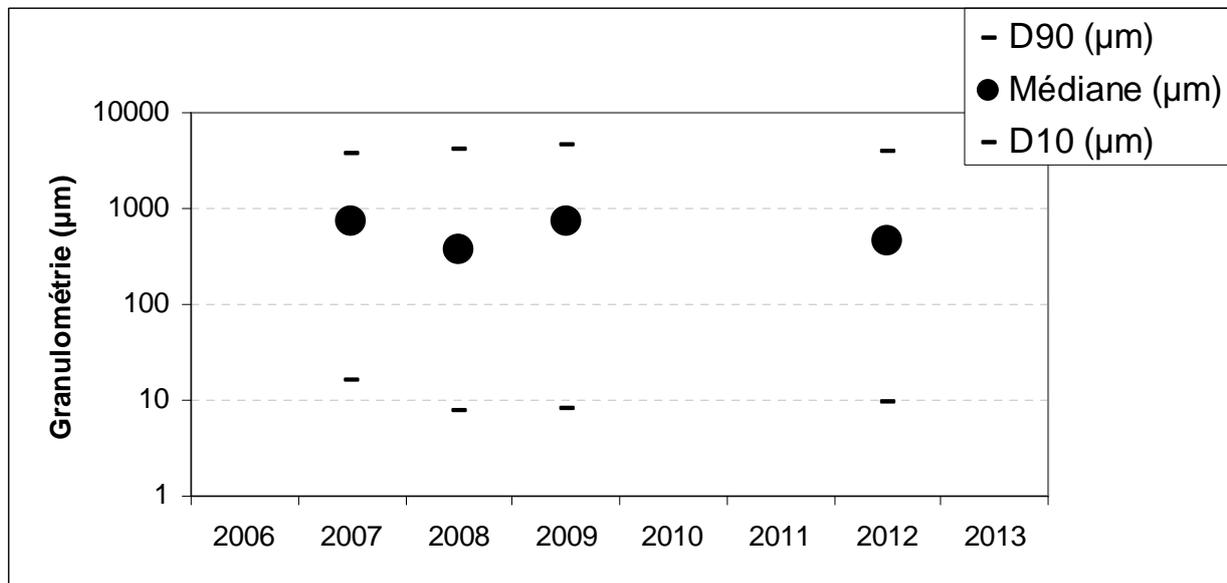
## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

Une analyse comparative des sédiments de cette station échantillonnée en 2007, 2008, 2009 puis 2012 (**Figure 23**) montre une stabilité de sa composition globale en vases, sables et graviers pour des sédiments hétérogènes envasés. Cependant, les proportions de vases s'inscrivent dans une tendance décroissante continue (45 % en 2007 à 32 % en 2012) corrélativement à des proportions en sables et graviers croissantes même si entre années les proportions de sables ou graviers ne montrent pas des tendances continues.

La médiane de ces sédiments hétérogènes envasés varie de plus de 700  $\mu\text{m}$  (2007 et 2009) à moins de 500  $\mu\text{m}$  (en 2008 et 2012).



A



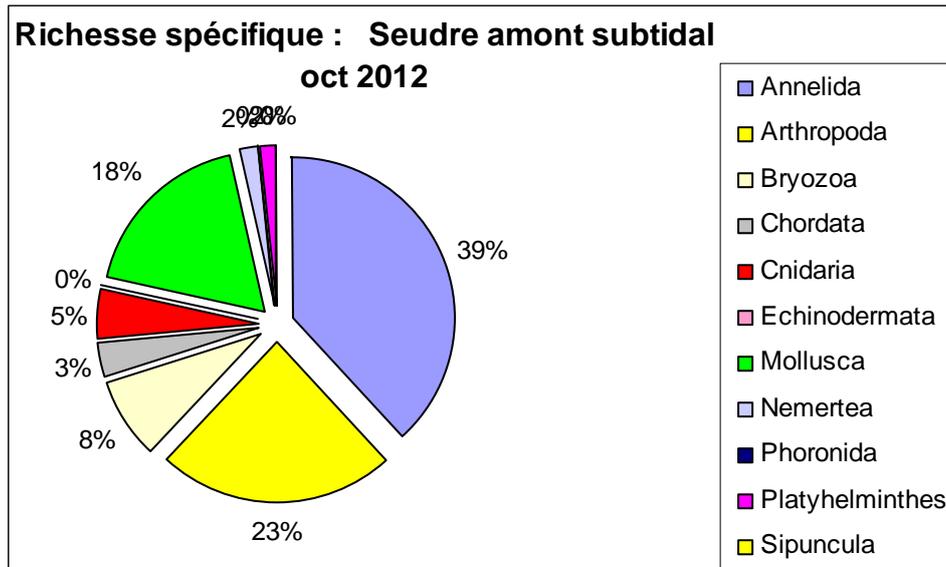
B

**Figure 23** : Evolution des proportions en vases, sables et graviers (A) et de la médiane (D50) encadrée par les D10 et D90 ( $\mu\text{m}$ ) pour les sédiments de la station Seudre amont subtidal échantillonnée en octobre 2012.

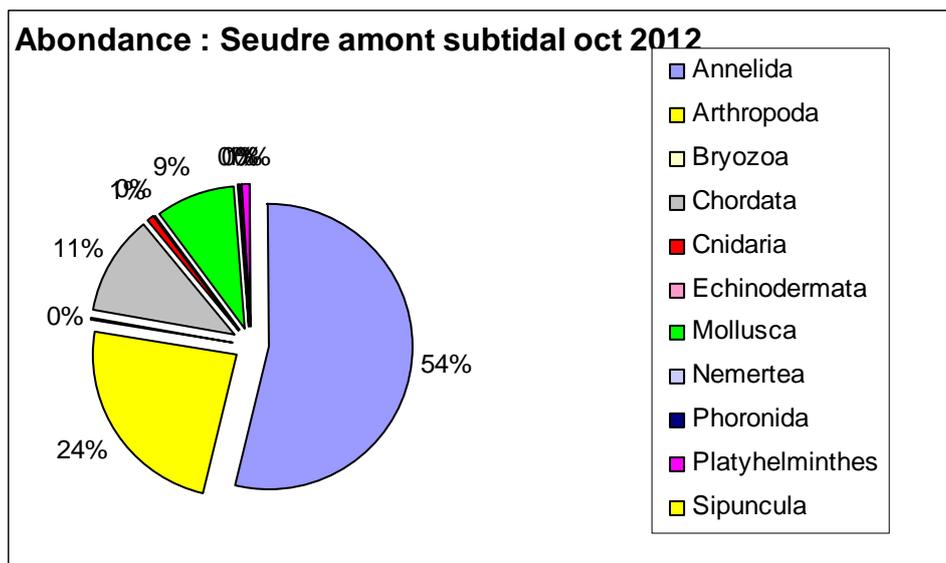
## 5.3.2 Analyse faunistique

### 5.3.2.1 Richesse spécifique et abondance spécifique

La richesse spécifique totale obtenue en sommant les 5 réplicats est de 60 taxons qui se répartissent en deux embranchements dominants avec 39 % d'annélides et 23 % d'arthropodes et la présence de 8 embranchements (**Figure 24**). Les annélides sont les plus abondants avec en moyenne 54 % des abondances (**Figure 25**).



**Figure 24** : Répartition des taxons par embranchement selon le nombre d'espèces.



**Figure 25** : Répartition des taxons par embranchement selon les abondances.

## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

L'analyse succincte du **Tableau 13** des richesses et abondances spécifiques par réplikat montre que :

- La richesse spécifique par réplikat varie entre 32 et 40 espèces ;
- Les abondances par réplikat varient d'environ 3100 à près de 11000 individus par m<sup>2</sup> pour une valeur moyenne avec son intervalle de confiance à 95 % de 6300 ± 200 individus par m<sup>2</sup> ;
- Quatre espèces sont abondantes il s'agit des annélides *Polycirrus* sp. et *Heteromastus filiformis*, de l'arthropode *Cyathura crinata* et de l'ascidie *Molgula* sp. avec au total 62 % des abondances ;
- Au moins 15 espèces sont rares avec un seul individu collecté sur la station parmi lesquels 5 annélides, 3 arthropodes, 3 espèces de bryozoaire et 4 mollusques.

**Tableau 13** : Richesse et abondances spécifiques à la station Seudre amont subtidal échantillonnée en octobre 2012

Richesse spécifique		34	32	32	40	32	60		
Abondance totale au m <sup>2</sup>		3840	10810	4950	8640	3160	6280	±	245
Embranchement	Espèce	1	2	3	4	5	Total	%	
Annelida	<i>Alitta succinea</i>	0	0	0	4	0	4	<0,1%	
	<i>Alkmaria romijni</i>	3	0	2	2	0	7	<0,1%	
	<i>Ampharete finmarchica</i>	3	3	0	1	2	9	<0,1%	
	<i>Aphelochaeta</i> sp.	6	47	3	19	8	83	3%	
	<i>Chaetozone gibber</i>	1	0	2	2	2	7	<0,1%	
	<i>Harmothoe</i> sp.	2	0	1	1	1	5	<0,1%	
	<i>Hediste diversicolor</i>	0	0	1	0	0	1	<0,1%	
	<i>Heteromastus filiformis</i>	46	218	103	120	75	562	18%	
	<i>Marphysa sanguinea</i>	1	2	0	10	0	13	<0,1%	
	<i>Marphysa</i> sp.	3	10	2	9	2	26	1%	
	<i>Megalomma vesiculosum</i>	2	0	1	2	0	5	<0,1%	
	<i>Melinna palmata</i>	15	22	10	17	9	73	2%	
	<i>Nephtys hombergii</i>	1	3	0	0	0	4	<0,1%	
	OLIGOCHAETA	1	28	3	7	1	40	1%	
	<i>Onuphis eremita</i>	0	1	0	0	0	1	<0,1%	
	<i>Phyllodoce mucosa</i>	0	0	0	1	0	1	<0,1%	
	<i>Polycirrus</i> sp.	115	190	171	113	75	664	21%	
	<i>Polydora cornuta</i>	1	4	3	1	0	9	<0,1%	
	<i>Sabellaria spinulosa</i>	0	0	0	1	2	3	<0,1%	
	<i>Sphaerosyllis pirifera</i>	0	0	1	0	0	1	<0,1%	
	<i>Spirobranchus triqueter</i>	0	1	0	0	0	1	<0,1%	
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	16	74	43	25	4	162	5%	
<i>Syllis</i> sp.	0	2	0	0	0	2	<0,1%		
Arthropoda	<i>Amphibalanus eburneus</i>	11	17	4	24	10	66	2%	
	<i>Athanas nitescens</i>	0	0	0	1	0	1	<0,1%	
	<i>Cyathura carinata</i>	41	147	34	116	28	366	12%	
	<i>Dyspanopeus</i> sp.	0	0	1	1	1	3	<0,1%	
	<i>Erichthonius punctatus</i>	0	24	2	11	1	38	1%	
	<i>Eualus cranchii</i>	0	0	0	0	2	2	<0,1%	
	<i>Grandidierella japonica</i>	27	61	25	64	21	198	6%	
	<i>Iphinoe serrata</i>	0	0	1	1	1	3	<0,1%	
	<i>Jassa marmorata</i>	0	0	0	0	1	1	<0,1%	
	<i>Liocarcinus navigator</i>	0	0	0	1	0	1	<0,1%	
<i>Macropodia linaresi</i>	2	0	0	0	0	2	<0,1%		

## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

	<i>Melita palmata</i>	1	10	5	43	1	60	2%
	<i>Monocorophium sextonae</i>	0	2	0	1	1	4	<0,1%
	<i>Pisidia longicornis</i>	0	0	0	2	0	2	<0,1%
Bryozoa	<i>Bugula avicularia</i>	1	0	0	0	0	1	<0,1%
	<i>Bugula stolonifera</i>	0	1	1	1	1	4	<0,1%
	<i>Conopeum reticulum</i>	0	0	0	1	0	1	<0,1%
	<i>Einhornia crustulenta</i>	1	1	0	1	0	3	<0,1%
	<i>Escharella sp.</i>	1	0	0	0	0	1	<0,1%
Chordata	ASCIDIACEA	1	0	0	1	0	2	<0,1%
	<i>Molgula sp.</i>	51	131	43	92	42	359	11%
Cnidaria	ACTINIARIA	1	3	2	10	3	19	1%
	<i>Gonothyraea loveni</i>	1	1	1	0	0	3	<0,1%
	<i>Plumularia setacea</i>	1	0	0	0	1	2	<0,1%
Mollusca	<i>Abra tenuis</i>	1	0	1	0	0	2	<0,1%
	<i>Cerastoderma edule</i>	1	10	2	6	1	20	1%
	<i>Crassostrea gigas</i>	0	0	0	1	0	1	<0,1%
	<i>Crepidula fornicata</i>	0	0	0	0	4	4	<0,1%
	<i>Haminoea navicula</i>	1	0	0	0	0	1	<0,1%
	<i>Mimachlamys varia</i>	0	0	1	0	0	1	<0,1%
	<i>Mytilus edulis</i>	3	6	4	88	1	102	3%
	<i>Ocenebra erinaceus</i>	0	3	0	0	0	3	<0,1%
	<i>Peringia ulvae</i>	7	16	4	0	4	31	1%
	<i>Solen marginatus</i>	0	0	0	0	1	1	<0,1%
	<i>Venerupis philippinarum</i>	15	35	13	47	8	118	4%
Nemertea	<i>Tubulanus polymorphus</i>	0	2	0	2	0	4	<0,1%
Platyhelminthes	PLATYHELMINTHES	0	6	5	14	2	27	1%

### 5.3.2.2 Histogramme de taille des mollusques

L'histogramme de taille des mollusques montre la présence de quatre groupes de tailles (**Figure 26**) :

- le premier jusqu'à 5 mm et le second jusqu'à 15 mm avec des juvéniles de *Venerupis philippinarum* et de *Cerastoderma edule*;
- le second de 15 à 20 mm avec des *Mytilus edulis* et quelques juvéniles de *Venerupis philippinarum* ;
- le troisième jusqu'à 36 mm avec les adultes de *Venerupis philippinarum*.

Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

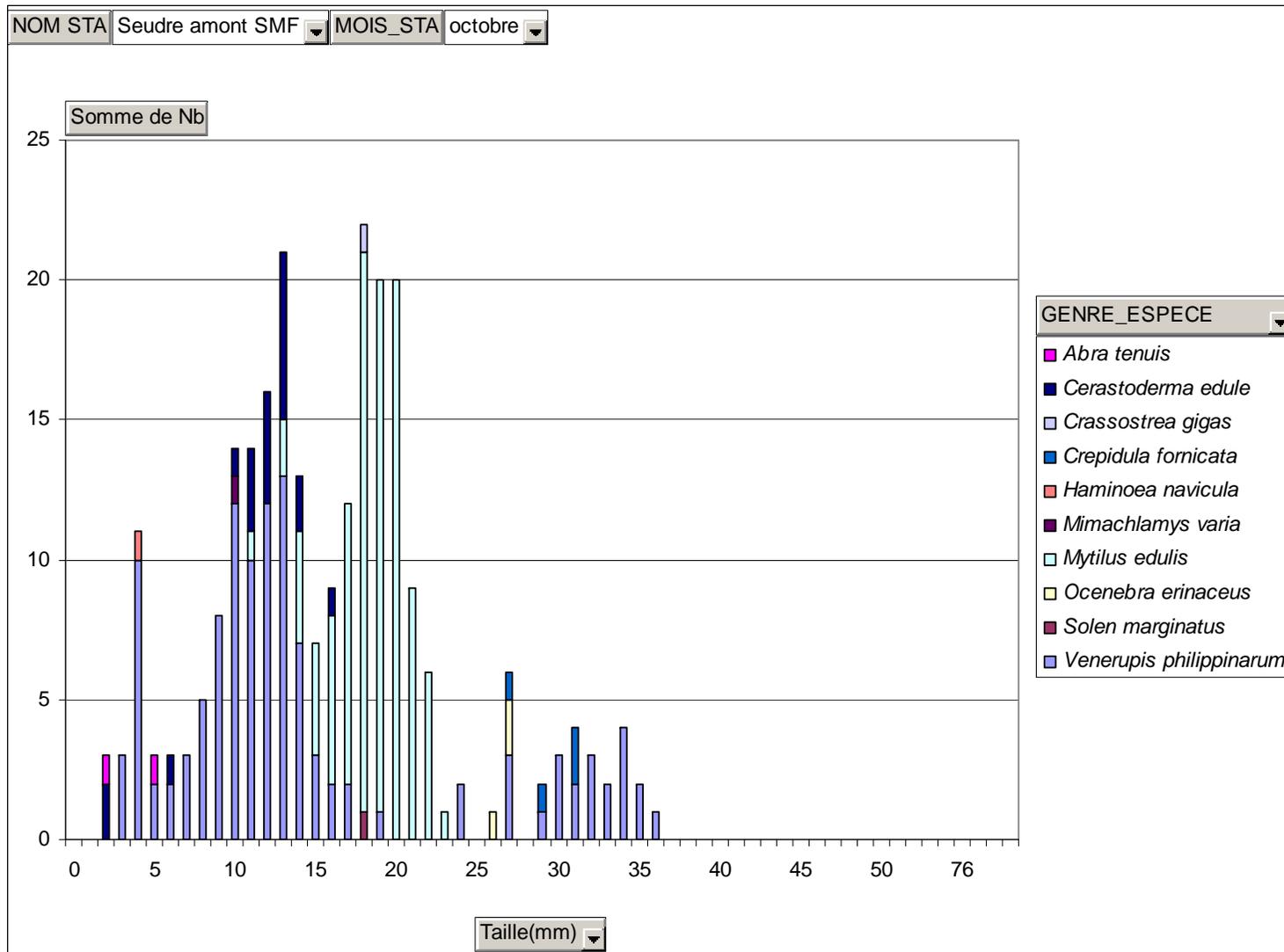


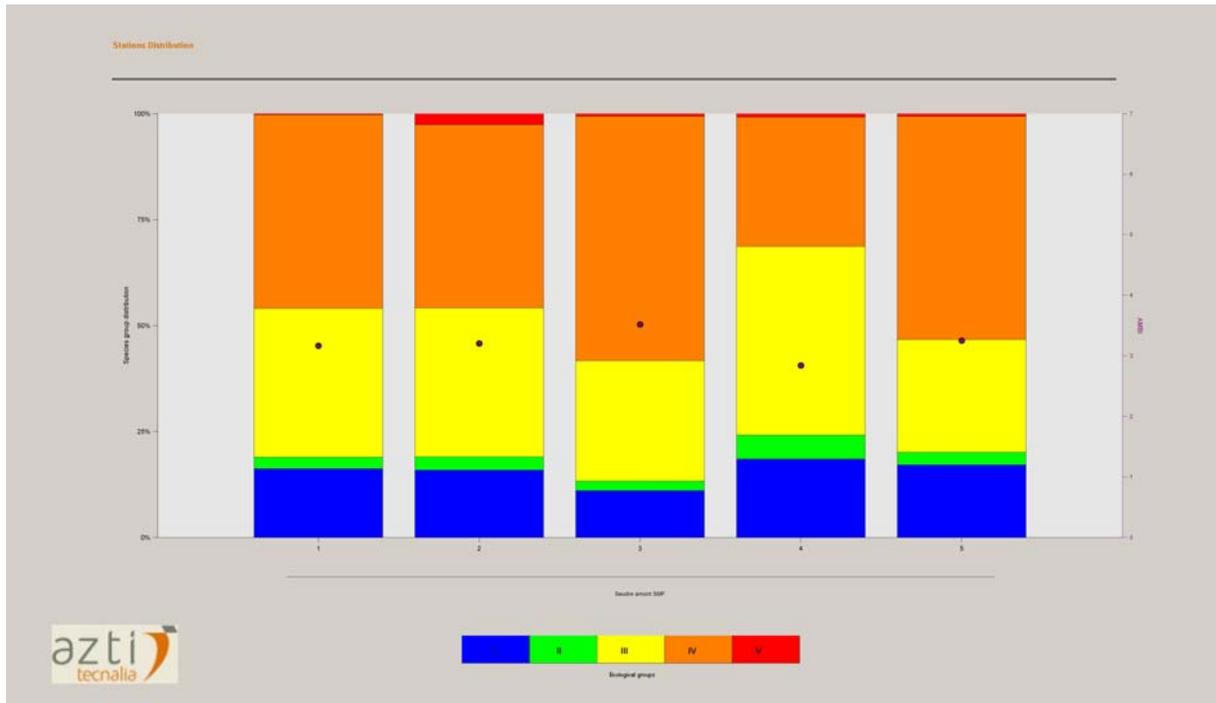
Figure 26 : Histogramme de taille des mollusques pour les 5 réplicats de la station Seudre amont subtidal échantillonnée en octobre 2012.

### 5.3.2.3 Analyse des proportions des groupes écologiques

Parmi les individus recensés, 16 % appartient au groupe écologique I des espèces sensibles, 3,6 % appartiennent au groupe II, 35,8 % au groupe III, 43 % au groupe IV et 1 % au groupe V (**Figure 27**).

L'indice AMBI est de 3,19 avec 58 taxons observés et une diversité de 3,68.

L'indice AMBI n'est pas interprété pour les eaux de transition en relation avec l'absence d'une définition de conditions de référence pour cet indice, voire d'absence de consensus sur la pertinence de cet indice.



**Figure 27** : Proportion des groupes écologiques dans les 5 réplicats de la station Seudre amont subtidal échantillonnée en octobre 2012.

## 5.4. Seudre amont : station intertidale

### 5.4.1 Analyse des sédiments

L'analyse granulométrique sur 100 g de sédiment (**Tableau 14**) indique que ce sont des vases à plus de 32 % de vases 97 %. La taille médiane est d'environ 16  $\mu\text{m}$  indiquant que ce sont des silts fins. La distribution granulométrique est bimodale avec un mauvais classement.

Le taux de matière organique de 6,4 % est déterminé sur 3 réplicats d'analyse (**Tableau 15**).

**Tableau 14** : Résultats de l'analyse granulométrique.

Information	Maille de tamis	Pesée tamis vide	Pesée tamis+sed	Commentaire	Sédiment (g)
DATE_ANALYSE	4000	603,23	603,24	très peu de >63 $\mu$ , un fond de bol,	0,01
23/10/2012	2000	494,59	494,77		0,18
OPERATEUR_ANALYSE	1600	454,39	454,47		0,08
F_AUBERT	1250	422,11	422,23		0,12
SED_ANALYSE	1000	416,79	416,86		0,07
100	800	384,64	384,72		0,08
NOM_ME	630	402,63	402,7		0,07
Seudre	500	363,59	363,65		0,06
NOM_STATION	400	348,58	348,62		0,04
Seudre Amont intertidal	315	343,2	343,25		0,05
MOIS_STA	250	330,29	330,35		0,06
Octobre	200	328,79	328,86		0,07
CODE_ME	160	315,77	315,85		0,08
FRFT02	125	312,19	312,33		0,14
CODE_STA	100	309,44	309,61		0,17
IMF	80	298,89	299,23		0,34
CODE_ANNEE	63	298,9	299,56		0,66
2012	0			Reste < 63 $\mu\text{m}$	97,72

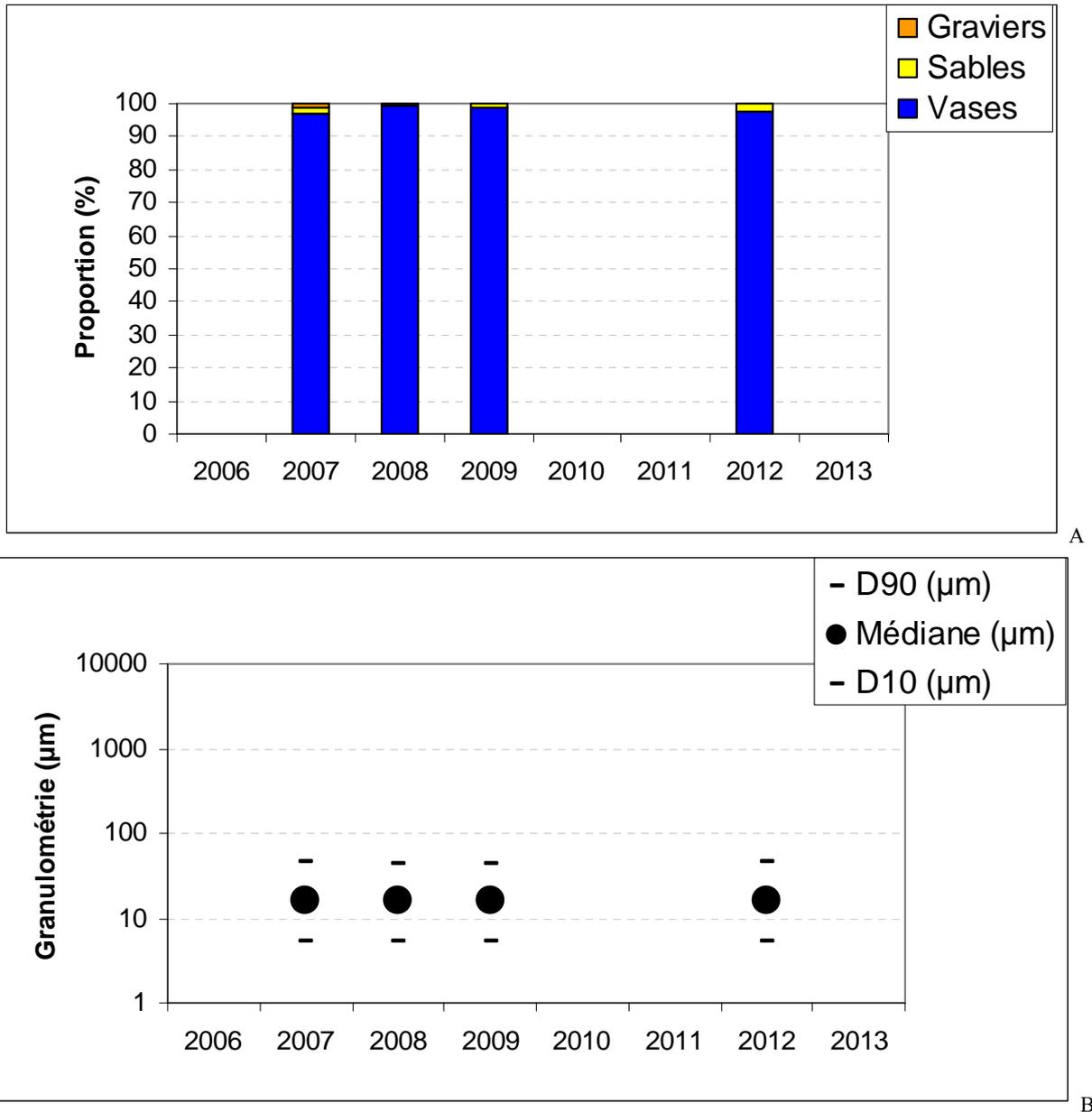
**Tableau 15** : Résultats de l'analyse de la teneur en matières organiques.

CODE_ANNEE	NOM_STA	MOIS_STA	TYPE_ANALYSE	DATE_ANALYSE	OPERATEUR_ANALYSE	TAUX_MO_SED (%)
2012	Seudre Amont	Octobre	MO perte au feu	13/11/2012	F_Aubert	6,38
	SMF		MO perte au feu	20/12/2012	F_Aubert	6,47
			MO perte au feu	20/12/2012	F_Aubert	6,48

## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

Une analyse comparative des sédiments de cette station échantillonnée en 2007, 2008, 2009 puis 2012 (**Figure 28**) montre une grande stabilité de la composition de ces vases fines, les proportions de sables ne dépassant pas les 2,5 % et celles des graviers les 1 %.

La médiane de ces vases fines varie autour de 16  $\mu\text{m}$  (silt fin) et 90 % des sédiments sont d'une taille inférieure à 50  $\mu\text{m}$ .

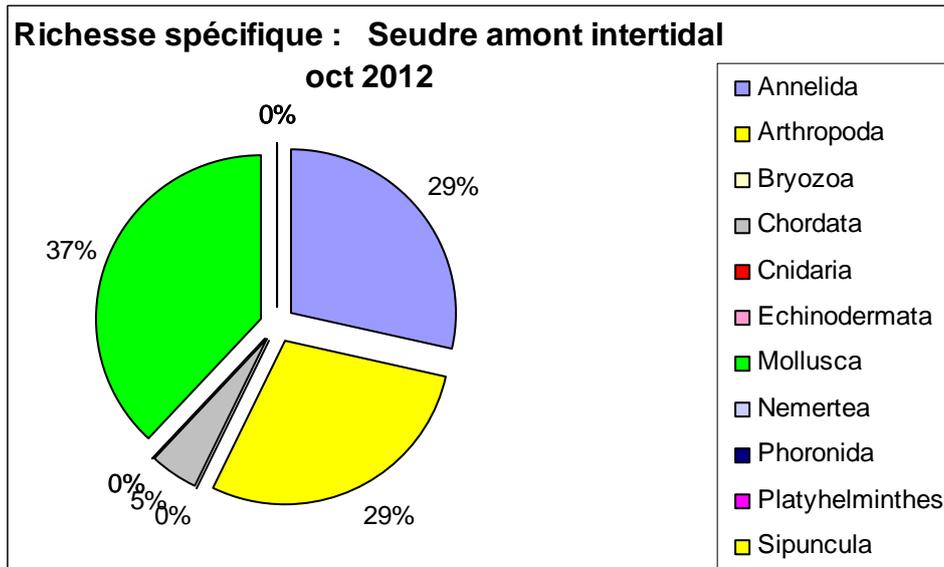


**Figure 28** : Evolution des proportions en vases, sables et graviers (A) et de la médiane (D50) encadrée par les D10 et D90 ( $\mu\text{m}$ ) pour les sédiments de la station Seudre amont intertidal échantillonnée en octobre 2012.

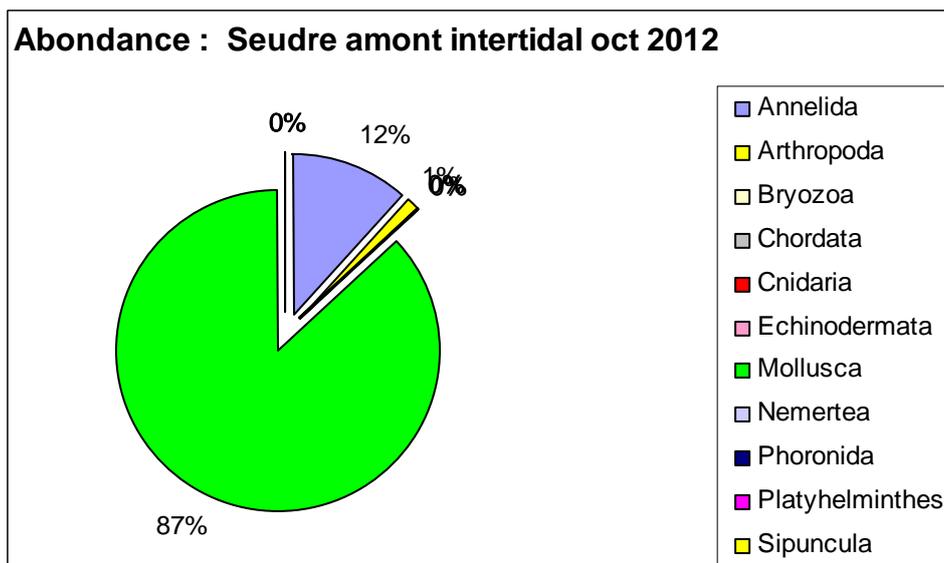
## 5.4.2 Analyse faunistique

### 5.4.2.1 Richesse spécifique et abondance spécifique

La richesse spécifique totale obtenue en sommant les 5 réplicats est de 21 taxons qui se répartissent en trois embranchements dominants avec 37 % de mollusques, 29 % d'annélides et 29 % d'arthropodes et la présence de 4 embranchements (**Figure 29**). Les mollusques sont les plus abondants avec en moyenne 87 % des abondances (**Figure 30**).



**Figure 29** : Répartition des taxons par embranchement selon le nombre d'espèces.



**Figure 30** : Répartition des taxons par embranchement selon les abondances.

## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

L'analyse succincte du **Tableau 16** des richesses et abondances spécifiques par réplikat montre que :

- La richesse spécifique par réplikat varie entre 12 et 19 espèces ;
- Les abondances par réplikat varient d'environ 3000 à près de 7600 individus par m<sup>2</sup> pour une valeur moyenne avec son intervalle de confiance à 95 % de 5000 ± 200 individus par m<sup>2</sup> ;
- Une seule espèce est dominante, il s'agit du mollusque gastéropode *Peringia ulvae* avec au total 66 % des abondances ; deux autres espèces dépassent les 5 %, *Nephtys hombergii* et *Cerastoderma edule* ;
- Au moins 2 espèces sont rares avec un seul individu collecté sur la station ; ce sont des annélides *Pygospio elegans* et *Sabellaria spinulosa*.

**Tableau 16** : Richesse et abondances spécifiques à la station Seudre amont intertidal échantillonnée en octobre 2012

Richesse spécifique		14	19	14	13	12	21		
Abondance totale au m <sup>2</sup>		5480	7570	2960	5710	3180	4980	±	218
Embranchement	Espèce	1	2	3	4	5	Total	%	
Annelida	<i>Alkmaria romijni</i>	4	22	1	23	3	53		2%
	<i>Hediste diversicolor</i>	2	2	1	1	1	7		<0,1%
	<i>Heteromastus filiformis</i>	4	25	6	10	2	47		2%
	<i>Nephtys hombergii</i>	42	45	22	55	19	183		7%
	<i>Pygospio elegans</i>	0	0	0	1	0	1		<0,1%
	<i>Sabellaria spinulosa</i>	0	1	0	0	0	1		<0,1%
Arthropoda	<i>Ampithoe rubricata</i>	0	1	1	0	0	2		<0,1%
	<i>Corophium arenarium</i>	0	1	1	0	0	2		<0,1%
	<i>Corophium multisetosum</i>	3	0	0	0	0	3		<0,1%
	<i>Crangon crangon</i>	0	2	0	0	0	2		<0,1%
	<i>Grandidierella japonica</i>	2	7	3	6	0	18		1%
	<i>Sphaeroma serratum</i>	2	3	0	0	3	8		<0,1%
	<i>Molgula sp.</i>	0	3	0	0	0	3		<0,1%
Mollusca	<i>Abra sp.</i>	29	38	13	26	16	122		5%
	<i>Abra tenuis</i>	12	26	3	34	4	79		3%
	<i>Cerastoderma edule</i>	48	67	19	51	19	204		8%
	<i>Haminoea navicula</i>	9	17	4	7	5	42		2%
	<i>Macoma balthica</i>	18	23	6	11	7	65		3%
	<i>Peringia ulvae</i>	368	467	213	345	238	1631		66%
	<i>Scrobicularia plana</i>	0	3	0	0	0	3		<0,1%
	<i>Venerupis philippinarum</i>	5	4	3	1	1	14		1%

### 5.4.2.2 Histogramme de taille des mollusques

L'histogramme de taille des mollusques montre la présence de deux groupes de tailles (**Figure 31**) :

- le premier jusqu'à 8-9 mm avec des juvéniles de *Venerupis philippinarum*, *Macoma balthica*, *Cerastoderma edule* et des adultes d'*Abra tenuis*;
- le second de 10 à 15 mm avec des *Cerastoderma edule* ;
- quelques *Scrobicularia plana* sont présentes jusqu'à 25 mm.

Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

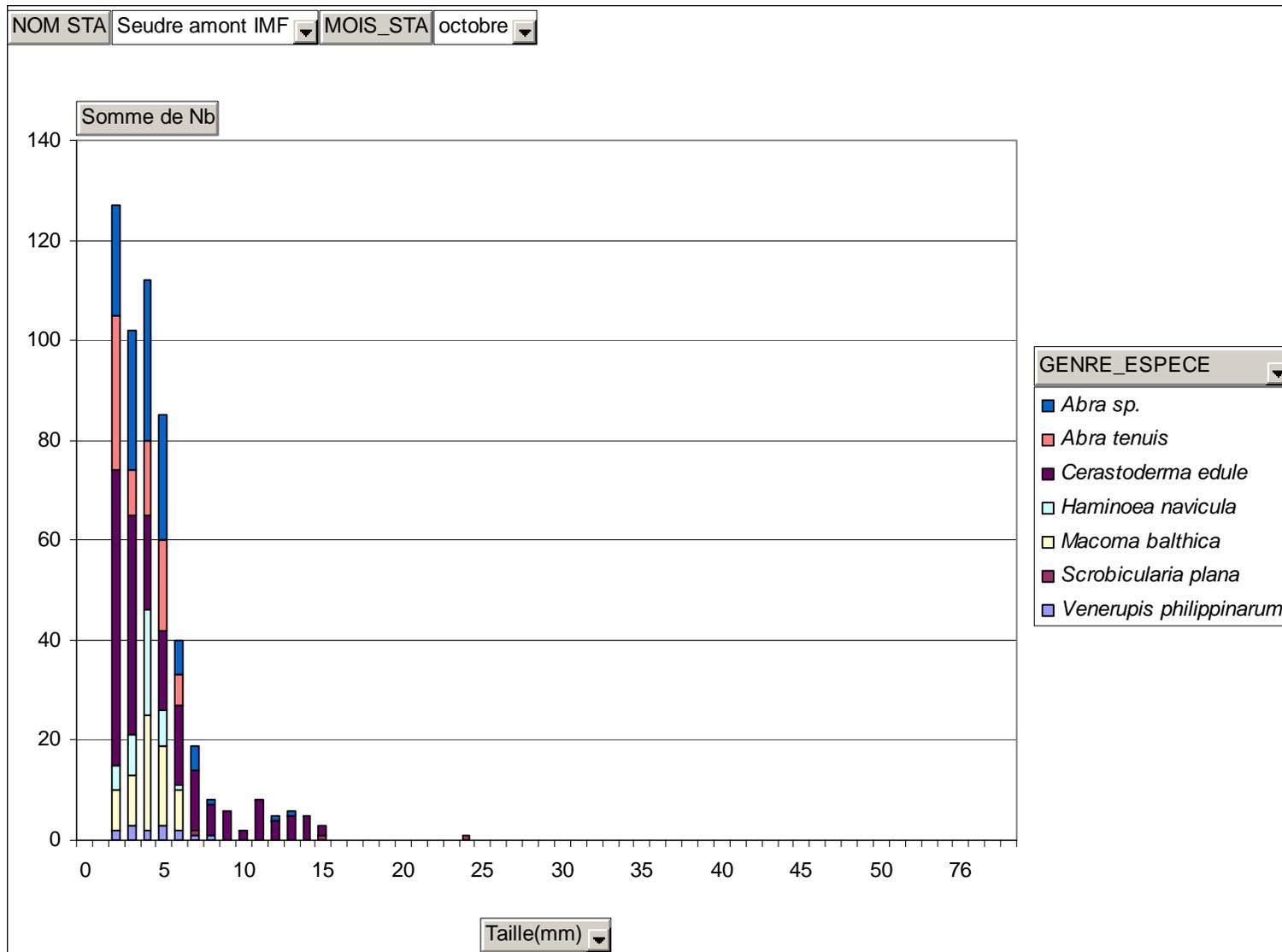


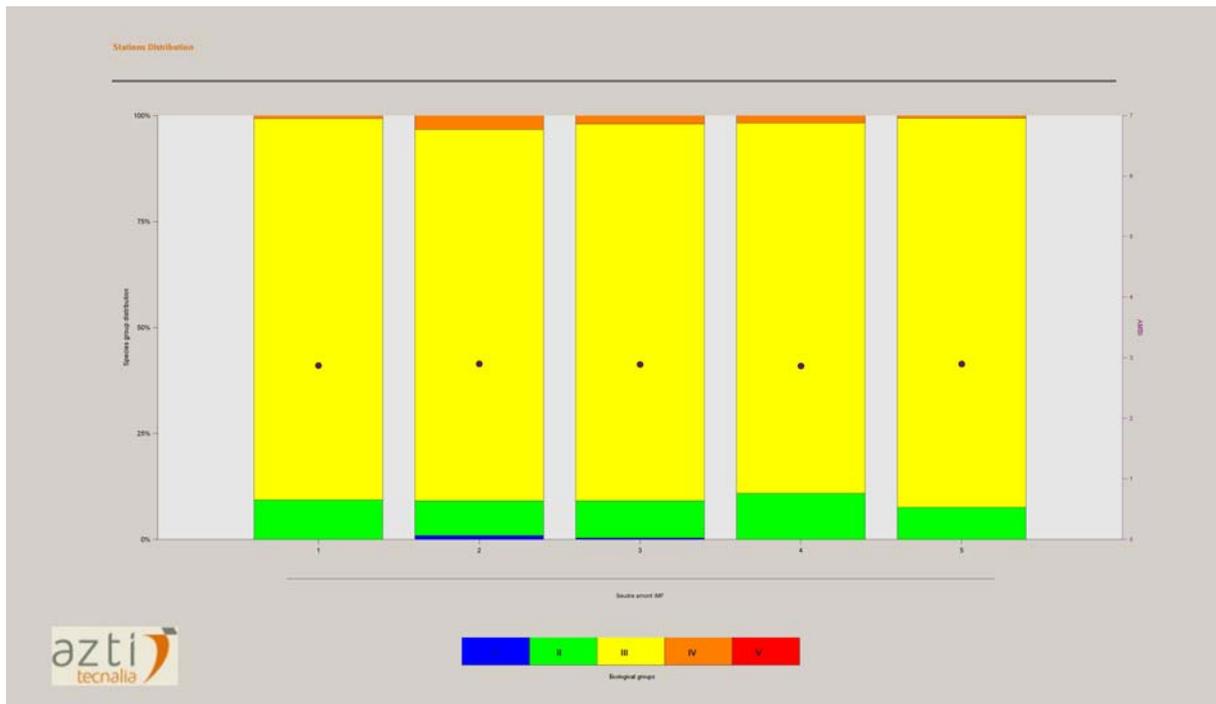
Figure 31 : Histogramme de taille des mollusques pour les 5 réplicats de la station Seudre amont intertidal échantillonnée en octobre 2012.

### 5.4.2.3 Analyse des proportions des groupes écologiques

Parmi les individus recensés et en moyenne des cinq réplicats, moins de 2 % appartiennent au groupe écologique I des espèces sensibles, 12 % appartiennent au groupe II, 32,9 % au groupe III, 54 % au groupe IV et aucun au groupe V. Il y a peu de variations de ces proportions entre réplikat (**Figure 32**).

L'indice AMBI est de 3,47 avec 39 taxons observés et une diversité de 3,94.

L'indice AMBI n'est pas interprété pour les eaux de transition en relation avec l'absence d'une définition de conditions de référence pour cet indice, voire d'absence de consensus sur la pertinence de cet indice.



**Figure 32** : Proportion des groupes écologiques dans les 5 réplicats de la station Seudre amont intertidal échantillonnée en octobre 2012.

## 5.5. Seudre aval : station subtidale

### 5.5.1 Analyse des sédiments

L'analyse granulométrique sur 100 g de sédiment (**Tableau 17**) indique que ce sont des sédiments de vases sableuses composés de 73 % de vases, 26 % de sables et 1 % de graviers. La taille médiane est d'environ 26  $\mu\text{m}$  indiquant que ces vases sont des silts moyens. La distribution granulométrique est unimodale avec un mauvais classement.

Le taux de matière organique de 5,2 % est déterminé sur 3 réplicats d'analyse (**Tableau 18**).

**Tableau 17** : Résultats de l'analyse granulométrique.

Information	Maille de tamis	Pesée tamis vide	Pesée tamis+sed	Commentaire	Sédiment (g)
DATE_ANALYSE	4000	603,24	603,76	débris coquilliers	0,52
23/10/2012	2000	494,58	495,08		0,5
OPERATEUR_ANALYSE	1600	454,38	454,59		0,21
F_AUBERT	1250	422,1	422,34		0,24
SED_ANALYSE	1000	416,79	417,02		0,23
100.00	800	384,65	384,86		0,21
NOM_ME	630	402,64	402,89		0,25
Seudre	500	363,6	363,86		0,26
NOM_STATION	400	348,57	348,96		0,39
Seudre_Aval_Subtidal	315	343,21	343,87		0,66
MOIS_STA	250	330,29	331,96		1,67
Octobre	200	328,79	333,16		4,37
CODE_ME	160	315,74	320,78		5,04
FRFT02	125	312,16	318		5,84
CODE_STA	100	309,43	312,17		2,74
SMF	80	298,90	300,96		2,06
CODE_ANNEE	63	298,9	300,91		2,01
2012	0				72,80

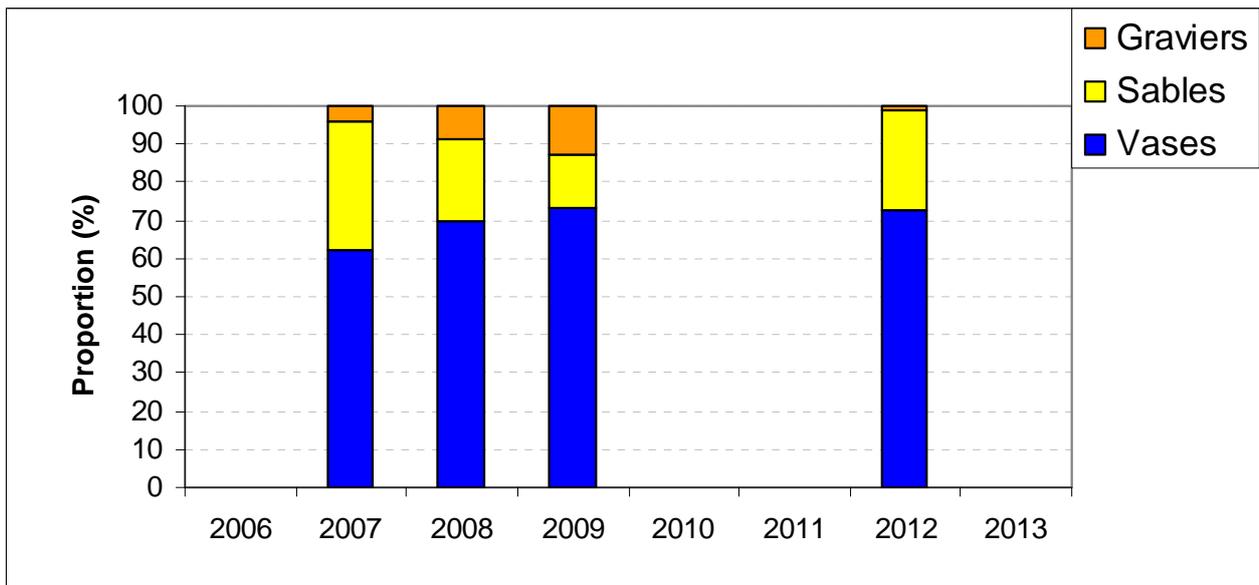
**Tableau 18** : Résultats de l'analyse de la teneur en matières organiques.

CODE_ANNEE	NOM_STA	MOIS_STA	TYPE_ANALYSE	DATE_ANALYSE	OPERATEUR_ANALYSE	TAUX_MO_SED (%)
2012	Seudre Aval	Octobre	MO perte au feu	13/11/2012	F_Aubert	5,27
	SMF		MO perte au feu	20/12/2012	F_Aubert	5,03
			MO perte au feu	20/12/2012	F_Aubert	5,29

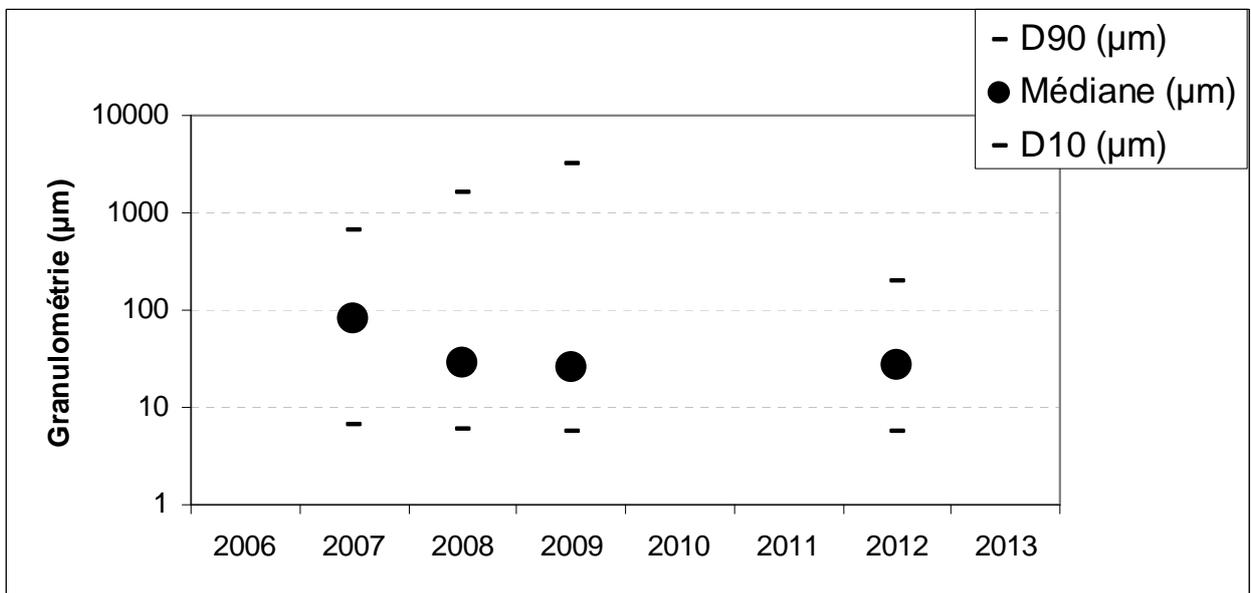
## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

Une analyse comparative des sédiments de cette station échantillonnée en 2007, 2008, 2009 puis 2012 (**Figure 33**) montre une stabilité de sa composition globale en vases, sables et graviers pour des vases sableuses même si les proportions de vases semblent suivre une tendance croissante continue corrélativement à une diminution des proportions de sables et graviers.

La médiane de ces vases sableuses varie de 80 en 2007 à moins de 30  $\mu\text{m}$  depuis 2008, le caractère hétérogène de la distribution granulométrique de 2012 étant proche de celle de 2007 (moins proportion des graviers).



A



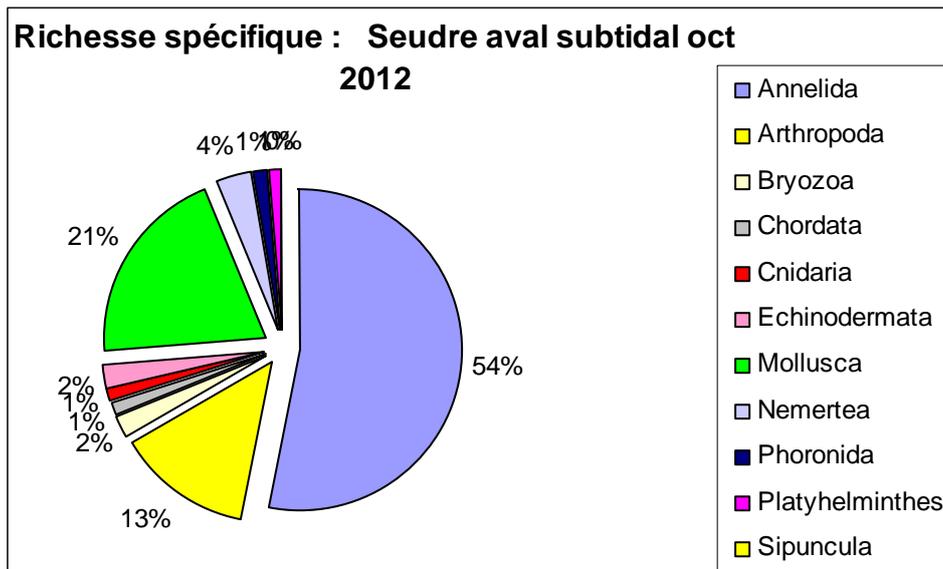
B

**Figure 33** : Evolution des proportions en vases, sables et graviers (A) et de la médiane (D50) encadrée par les D10 et D90 ( $\mu\text{m}$ ) pour les sédiments de la station Seudre aval subtidal échantillonnée en octobre 2012.

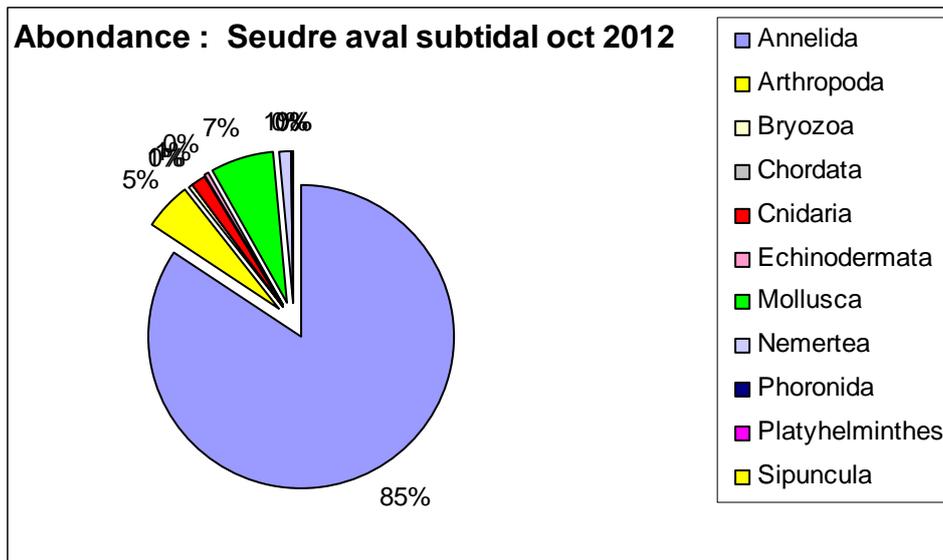
## 5.5.2 Analyse faunistique

### 5.5.2.1 Richesse spécifique et abondance spécifique

La richesse spécifique totale obtenue en sommant les 5 réplicats est de 83 taxons qui se répartissent en trois embranchements dominants avec 54 % d'annélides, 21 % de mollusques et 13 % d'arthropodes. Dix embranchements sont représentés (**Figure 34**). Les annélides sont les plus abondants avec en moyenne 85 % des abondances (**Figure 35**).



**Figure 34** : Répartition des taxons par embranchement selon le nombre d'espèces.



**Figure 35** : Répartition des taxons par embranchement selon les abondances.

## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

L'analyse succincte du **Tableau 19** des richesses et abondances spécifiques par répliquat montre que :

- La richesse spécifique par répliquat varie entre 32 et 45 espèces ;
- Les abondances par répliquat varient d'environ 1300 à près de 3200 individus par m<sup>2</sup> pour une valeur moyenne avec son intervalle de confiance à 95 % de 2300 ± 100 individus par m<sup>2</sup> ;
- Deux espèces sont dominantes, il s'agit des annélides polychètes *Chaetozone gibber* et *Heteromastus filiformis* avec au total 55 % des abondances ; deux autres espèces d'annélides dépassent les 5 %, *Melinna palmata* et *Notomastus latericeus* ;
- Au moins 27 espèces sont rares avec un seul individu collecté sur la station ; ce sont surtout des annélides avec 13 espèces.

**Tableau 19** : Richesse et abondances spécifiques à la station Seudre aval subtidal échantillonnée en octobre 2012

Richesse spécifique		40	39	33	45	32		
Abondance totale au m <sup>2</sup>		1390	2540	2930	3230	1260	2270	± 117
Embranchement	Espèce	1	2	3	4	5	Total	%
Annelida	<i>Alitta succinea</i>	1	3	2	1	3	10	1%
	<i>Ampharete finmarchica</i>	0	4	2	1	1	8	1%
	<i>Ampharete sp.</i>	2	0	1	1	0	4	<0,1%
	<i>Chaetozone gibber</i>	16	90	68	86	53	313	28%
	<i>Chaetozone sp.</i>	1	8	11	12	0	32	3%
	<i>Cirratulus sp.</i>	2	1	2	4	0	9	1%
	<i>Diopatra biscayensis</i>	7	9	3	14	2	35	3%
	<i>Dipolydora coeca</i>	0	0	0	0	1	1	<0,1%
	<i>Dipolydora sp.</i>	0	0	0	1	0	1	<0,1%
	<i>Eteone flava</i>	0	0	0	1	0	1	<0,1%
	<i>Euclymene oerstedii</i>	3	0	1	1	0	5	<0,1%
	<i>Eumida minuta</i>	0	1	1	1	0	3	<0,1%
	<i>Eunereis longissima</i>	1	0	0	0	0	1	<0,1%
	<i>Glycera alba</i>	0	0	0	1	0	1	<0,1%
	<i>Glycera sp.</i>	0	0	0	0	2	2	<0,1%
	<i>Glycera tridactyla</i>	0	0	0	2	0	2	<0,1%
	<i>Glycera unicornis</i>	5	2	6	1	0	14	1%
	<i>Gyptis propinqua</i>	0	0	0	1	2	3	<0,1%
	<i>Harmothoe fernandi</i>	0	0	0	4	0	4	<0,1%
	<i>Harmothoe sp.</i>	3	6	3	0	1	13	1%
	<i>Heteromastus filiformis</i>	26	45	115	110	11	307	27%
	<i>Lagis koreni</i>	0	5	3	2	4	14	1%
	<i>Magelona alleni</i>	2	0	0	0	0	2	<0,1%
	<i>Marphysa bellii</i>	0	0	1	0	0	1	<0,1%
	<i>Marphysa sanguinea</i>	0	0	0	1	0	1	<0,1%
	<i>Megalomma vesiculosum</i>	1	0	0	0	0	1	<0,1%
	<i>Melinna palmata</i>	8	17	15	15	7	62	5%
	<i>Neoamphitrite sp.</i>	1	0	0	1	1	3	<0,1%
	<i>Nephtys kersivalensis</i>	3	1	0	2	1	7	1%
	<i>Nereimyra punctata</i>	0	1	1	0	0	2	<0,1%
	<i>Notomastus latericeus</i>	13	15	19	18	4	69	6%
	OLIGOCHAETA	0	0	0	3	0	3	<0,1%
	<i>Onuphis eremita</i>	1	0	0	0	0	1	<0,1%
	<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	0	1	0	1	<0,1%

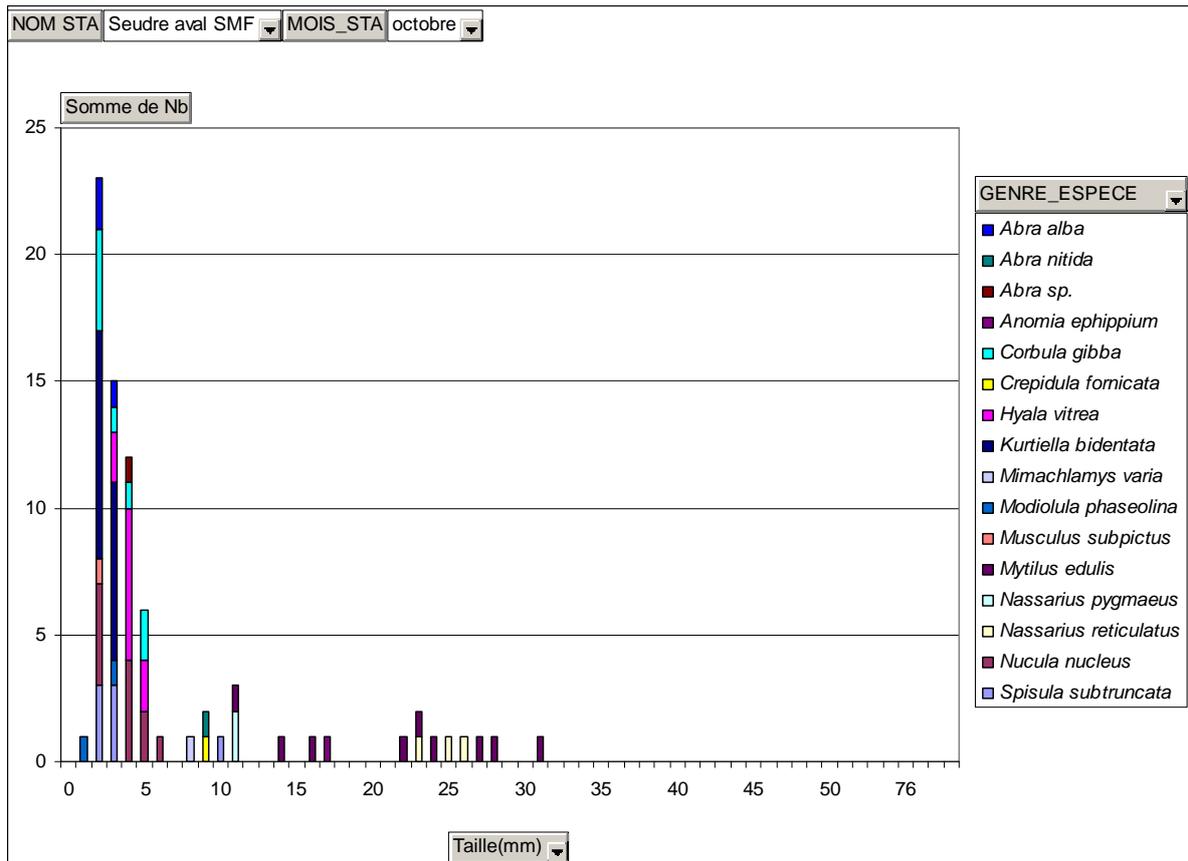
Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

	<i>Phyllodoce mucosa</i>	0	2	0	0	0	2	<0,1%
	<i>Polydora cornuta</i>	0	0	0	1	0	1	<0,1%
	<i>Pseudopolydora glandulosa</i>	1	0	0	0	0	1	<0,1%
	<i>Pygospio elegans</i>	2	0	0	0	0	2	<0,1%
	<i>Sabellaria spinulosa</i>	0	1	0	1	0	2	<0,1%
	<i>Spiochaetopterus costarum</i>	0	0	1	1	0	2	<0,1%
	<i>Spirobranchus lamarcki</i>	0	1	0	0	1	2	<0,1%
	<i>Sthenelais boa</i>	1	2	1	1	0	5	<0,1%
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	0	2	1	0	0	3	<0,1%
	<i>Syllidia armata</i>	1	0	0	0	0	1	<0,1%
Arthropoda	<i>Ampelisca brevicornis</i>	8	4	4	8	3	27	2%
	<i>Corophium multisetosum</i>	1	0	0	0	0	1	<0,1%
	<i>Crangon crangon</i>	0	1	0	0	0	1	<0,1%
	<i>Ericthonius punctatus</i>	4	3	0	0	0	7	1%
	<i>Grandidierella japonica</i>	0	1	0	1	0	2	<0,1%
	<i>Iphinoe serrata</i>	0	0	0	2	0	2	<0,1%
	<i>Macropodia parva</i>	1	0	0	0	1	2	<0,1%
	<i>Macropodia tenuirostris</i>	0	1	0	0	0	1	<0,1%
	<i>Photis longicaudata</i>	5	5	1	0	0	11	1%
	<i>Pisidia longicornis</i>	0	0	0	2	0	2	<0,1%
	<i>Sphaeroma serratum</i>	0	0	1	0	0	1	<0,1%
Bryozoa	<i>Bugula stolonifera</i>	2	0	0	0	0	2	<0,1%
	<i>Conopeum reticulum</i>	1	1	1	1	0	4	<0,1%
Chordata	ASCIDIACEA	0	0	0	1	1	2	<0,1%
Cnidaria	<i>Cerianthus membranaceus</i>	4	2	4	3	3	16	1%
Echinodermata	<i>Amphipholis squamata</i>	1	0	0	1	1	3	<0,1%
	<i>Leptopentacta elongata</i>	1	0	0	0	0	1	<0,1%
Mollusca	<i>Abra alba</i>	0	0	0	3	0	3	<0,1%
	<i>Abra nitida</i>	0	1	0	0	0	1	<0,1%
	<i>Abra sp.</i>	0	0	0	0	1	1	<0,1%
	<i>Anomia ephippium</i>	0	1	0	0	0	1	<0,1%
	<i>Corbula gibba</i>	0	1	3	2	2	8	1%
	<i>Crepidula fornicata</i>	0	0	1	0	0	1	<0,1%
	<i>Hyala vitrea</i>	0	0	2	0	8	10	1%
	<i>Kurtiella bidentata</i>	0	0	12	2	2	16	1%
	<i>Mimachlamys varia</i>	0	1	0	0	0	1	<0,1%
	<i>Modiolula phaseolina</i>	0	0	0	1	1	2	<0,1%
	<i>Musculus subpictus</i>	0	0	0	0	1	1	<0,1%
	<i>Mytilus edulis</i>	2	3	0	1	3	9	1%
	<i>Nassarius pygmaeus</i>	0	1	0	0	1	2	<0,1%
	<i>Nassarius reticulatus</i>	0	1	1	0	1	3	<0,1%
	<i>Nucula nucleus</i>	2	3	3	2	1	11	1%
	<i>Peringia ulvae</i>	0	0	0	0	1	1	<0,1%
	<i>Spisula subtruncata</i>	1	5	0	1	0	7	1%
Nemertea	<i>Lineus sp.</i>	1	0	1	0	0	2	<0,1%
	NEMERTEA	1	1	0	0	0	2	<0,1%
	<i>Tubulanus polymorphus</i>	1	2	2	3	1	9	1%
Phoronida	<i>Phoronis sp.</i>	1	0	0	0	0	1	<0,1%
Platyhelminthes	PLATYHELMINTHES	1	0	0	0	0	1	<0,1%

### 5.5.2.2 Histogramme de taille des mollusques

L'histogramme de taille des mollusques montre la présence d'au moins quatre groupes de tailles (**Figure 36**) :

- le premier jusqu'à 5-6 mm avec des juvéniles de *Nucula nucleus*, *Spisula subtruncata*, *Corbula gibba* et *bra alba* ; ainsi que des adultes de *Hyala vitrea* ;
- le second de 5 à 10 mm avec des *Nucula nucleus*, *Spisula subtruncata* et un individu de *Mimachlamys varia* et de *Crepidula fornicata* ;
- vers les 15 mm apparaissent *Mytilus edulis* et *Anomia ephippium* ;
- de 20 à 30 mm apparaissent *Mytilus edulis* et *Nassarius reticulatus*.



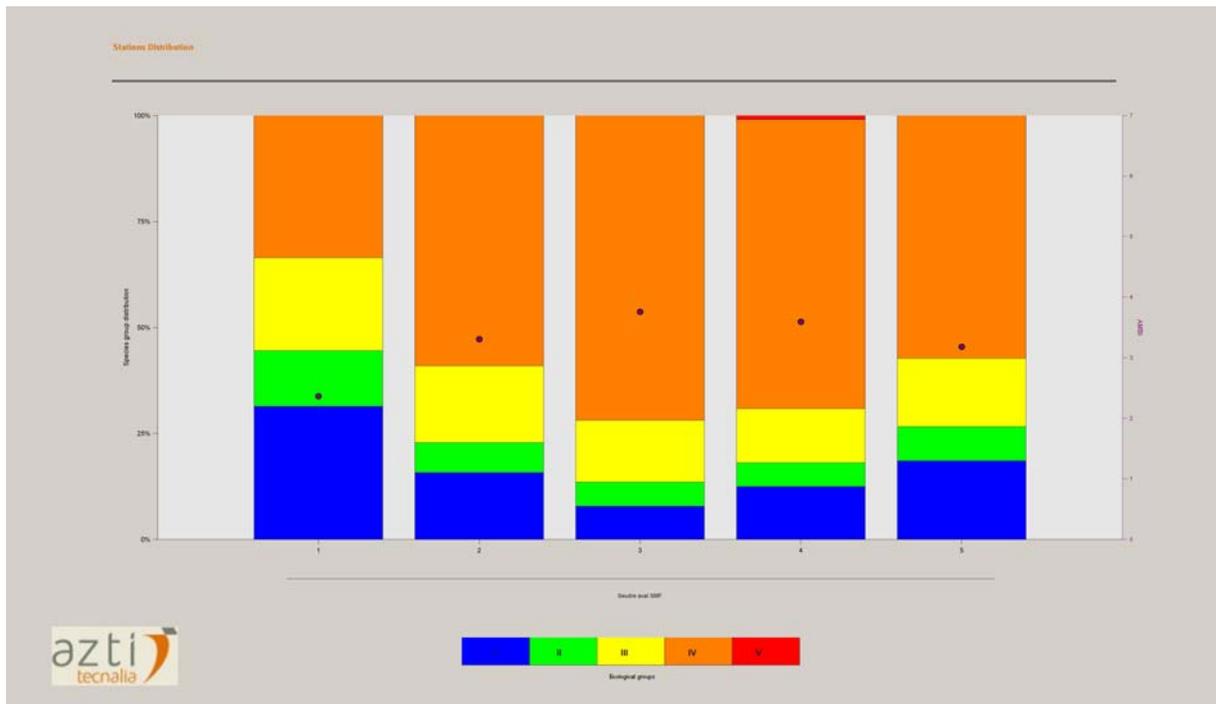
**Figure 36** : Histogramme de taille des mollusques pour les 5 réplicats de la station Seudre aval subtidal échantillonnée en octobre 2012.

### 5.5.2.3 Analyse des proportions des groupes écologiques

Parmi les individus recensés et en moyenne sur les 5 réplicats, 15 % appartiennent au groupe écologique I des espèces sensibles, 7,2 % au groupe II, 15,9 % au groupe III, 62 % au groupe IV et moins de 1 % au groupe V. Les variations les plus fortes sont sur les groupes I et IV (**Figure 32**).

L'indice AMBI est de 3,24 avec 83 taxons observés et une diversité de 3,87.

L'indice AMBI n'est pas interprété pour les eaux de transition en relation avec l'absence d'une définition de conditions de référence pour cet indice, voire d'absence de consensus sur la pertinence de cet indice.



**Figure 37** : Proportion des groupes écologiques dans les 5 réplicats de la station Seudre aval subtidal échantillonnée en octobre 2012.

## 5.6. Seudre aval : station intertidale

### 5.6.1 Analyse des sédiments

L'analyse granulométrique sur 100 g de sédiment (**Tableau 20**) indique que ce sont des sédiments vases sableuses composés de 75 % de vases, 24 % de sables et moins de 1 % de graviers. La taille médiane est d'environ 25  $\mu\text{m}$  indiquant que les vases sont des silts moyens. La distribution granulométrique est unimodale avec un mauvais classement.

Le taux de matière organique de 4,6 % est déterminé sur 3 réplicats d'analyse (**Tableau 21**).

**Tableau 20** : Résultats de l'analyse granulométrique.

Information	Maille de tamis	Pesée tamis vide	Pesée tamis+sed	Commentaire	Sédiment (g)
DATE_ANALYSE	4000	603,23	603,35	CERAEDU	0,12
23/10/2012	2000	494,59	494,84		0,25
OPERATEUR_ANALYSE	1600	454,39	454,46		0,07
F_AUBERT	1250	422,1	422,19		0,09
SED_ANALYSE	1000	416,79	416,87		0,08
100.00	800	384,65	384,7		0,05
NOM_ME	630	402,64	402,71		0,07
Seudre	500	363,59	363,64		0,05
NOM_STATION	400	348,58	348,67		0,09
Seudre_Aval_Intertidal	315	343,2	343,3		0,1
MOIS_STA	250	330,29	330,43		0,14
octobre	200	328,79	329,08		0,29
CODE_ME	160	315,77	316,32		0,55
FRFT02	125	312,18	314,92		2,74
CODE_STA	100	309,44	314,07		4,63
IMF	80	298,89	307		8,11
CODE_ANNEE	63	298,9	306,06		7,16
2012	0			Reste < 63 $\mu\text{m}$	75,41

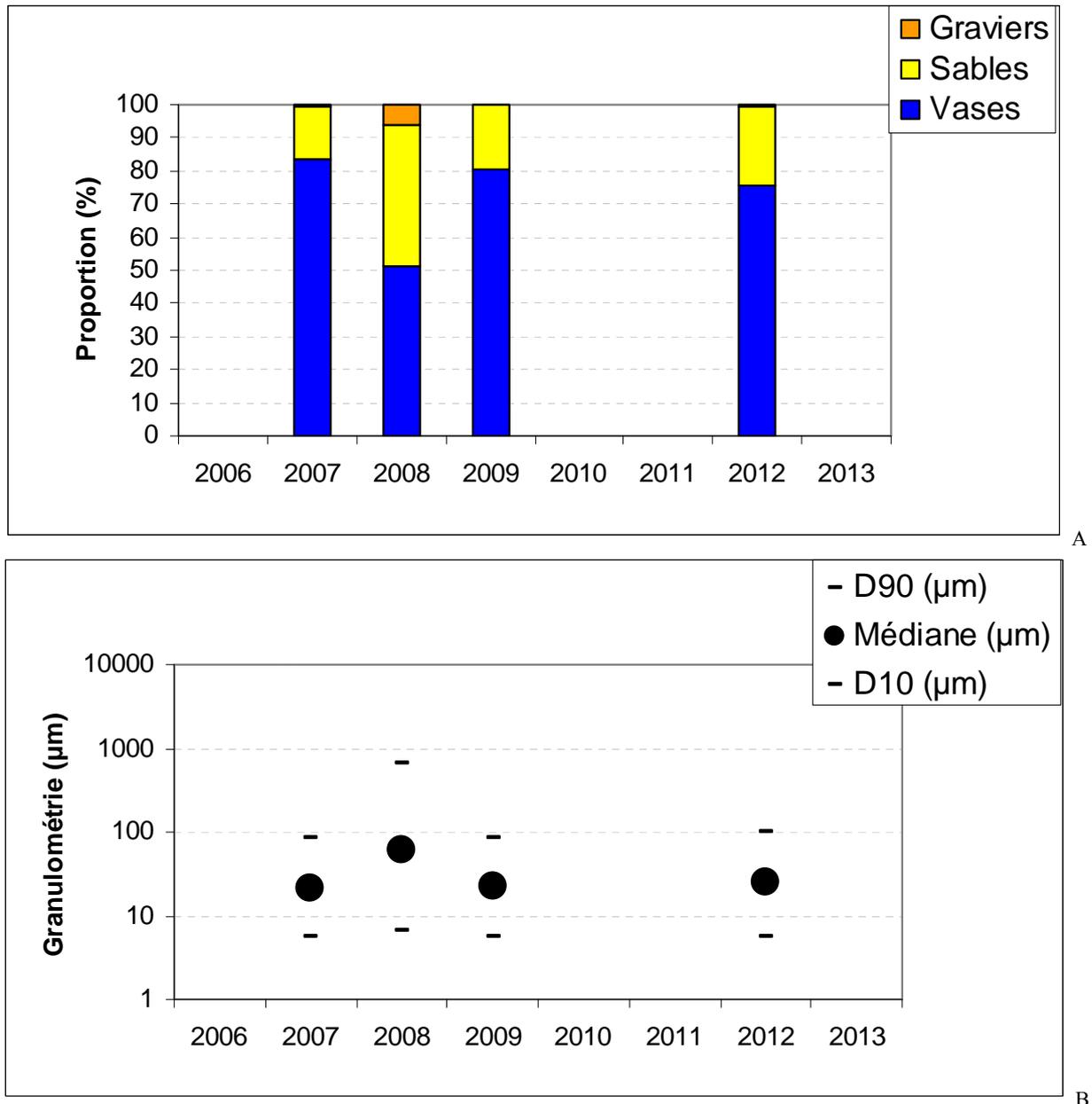
**Tableau 21** : Résultats de l'analyse de la teneur en matières organiques.

CODE_ANNEE	NOM_STA	MOIS_STA	TYPE_ANALYSE	DATE_ANALYSE	OPERATEUR_ANALYSE	TAUX_MO_SED (%)
2012	Seudre Aval IMF	Octobre	MO perte au feu	13/11/2012	F_Aubert	4,63
			MO perte au feu	20/12/2012	F_Aubert	4,70
			MO perte au feu	20/12/2012	F_Aubert	4,55

## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

Une analyse comparative des sédiments de cette station échantillonnée en 2007, 2008, 2009 puis 2012 (**Figure 38**) montre une instabilité de sa composition globale en vases, sables et graviers avec en particulier 2008 un sédiment plus grossier que les autres années alors que pour les trois autres années les sédiments sont remarquablement similaires.

La médiane de ces vases sableuses est stable en 2007, 2009 et 2012 pour une valeur de 20 -25  $\mu\text{m}$  alors qu'elle est le double pour 2008.

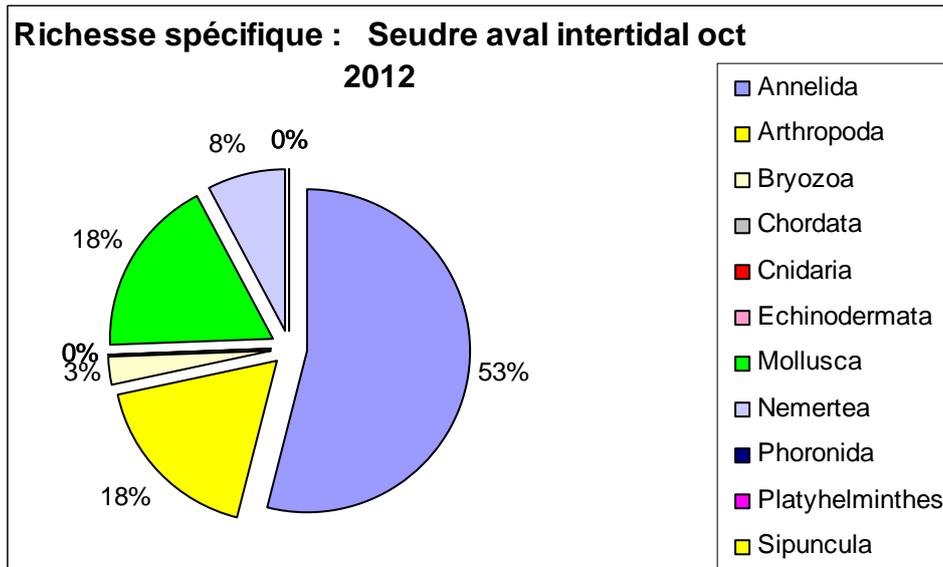


**Figure 38** : Evolution des proportions en vases, sables et graviers (A) et de la médiane (D50) encadrée par les D10 et D90 ( $\mu\text{m}$ ) pour les sédiments de la station Seudre aval intertidal échantillonnée en octobre 2012.

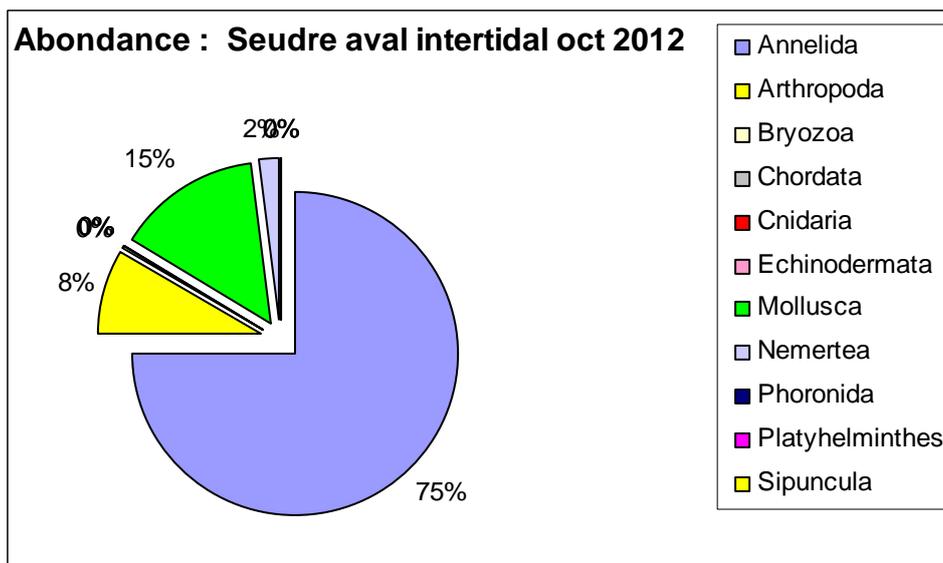
## 5.6.2 Analyse faunistique

### 5.6.2.1 Richesse spécifique et abondance spécifique

La richesse spécifique totale obtenue en sommant les 5 réplicats est de 39 taxons qui se répartissent en trois embranchements dominants avec 53 % d'annélides, 18 % de mollusques et 18 % d'arthropodes. Seul cinq embranchements sont représentés (**Figure 39**). Les annélides sont les plus abondants avec en moyenne 75 % des abondances (**Figure 40**).



**Figure 39** : Répartition des taxons par embranchement selon le nombre d'espèces.



**Figure 40** : Répartition des taxons par embranchement selon les abondances.

## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

L'analyse succincte du **Tableau 22** des richesses et abondances spécifiques par répliquat montre que :

- La richesse spécifique par répliquat varie entre 16 et 2 espèces ;
- Les abondances par répliquat varient d'environ 500 à près de 2500 individus par m<sup>2</sup> pour une valeur moyenne avec son intervalle de confiance à 95 % de 1500 ± 100 individus par m<sup>2</sup> ;
- Deux espèces sont dominantes, il s'agit des annélides polychètes *Heteromastus filiformis* et *Pseudopolydora glandulosa* avec au total 38 % des abondances ; trois autres espèces d'annélides dépassent les 5 %, *Alkmaria romijni*, *Chaetozone gibber* et *Chaetozone* sp. ;
- Au moins 11 espèces sont rares avec un seul individu collecté sur la station ; ce sont 6 espèces d'annélides, 2 espèces d'arthropodes, 1 bryozoaire et 2 espèces de németes.

**Tableau 22** : Richesse et abondances spécifiques à la station Seudre aval intertidal échantillonnée en octobre 2012

Richesse spécifique		21	16	25	23	24			
Abondance totale au m <sup>2</sup>		1880	490	2450	1060	1390	1454	± 73	
Embranchement	Espèce	1	2	3	4	5	Total	%	
Annelida	<i>Alitta succinea</i>	4	0	2	0	0	6	1%	
	<i>Alkmaria romijni</i>	7	7	18	9	5	46	6%	
	<i>Ampharete</i> sp.	1	0	0	0	0	1	<0,1%	
	<i>Chaetozone gibber</i>	16	3	14	5	9	47	6%	
	<i>Chaetozone</i> sp.	0	3	26	4	14	47	6%	
	CIRRATULIDAE	0	1	0	0	0	1	<0,1%	
	<i>Diopatra biscayensis</i>	0	0	2	2	1	5	1%	
	<i>Dipolydora armata</i>	5	0	1	0	0	6	1%	
	<i>Euclymene oerstedii</i>	0	0	2	1	0	3	<0,1%	
	<i>Eumida minuta</i>	0	0	0	1	0	1	<0,1%	
	<i>Glycera unicornis</i>	1	0	0	0	0	1	<0,1%	
	<i>Hediste diversicolor</i>	0	0	6	1	1	8	1%	
	<i>Heteromastus filiformis</i>	53	9	70	15	34	181	25%	
	<i>Lagis koreni</i>	5	0	4	0	2	11	2%	
	<i>Leiochone leiopygos</i>	1	0	0	0	0	1	<0,1%	
	<i>Melinna palmata</i>	6	0	0	2	0	8	1%	
	<i>Nephtys kersivalensis</i>	11	5	13	19	10	58	8%	
	<i>Notomastus latericeus</i>	0	1	0	0	0	1	<0,1%	
	<i>Owenia fusiformis</i>	1	0	0	0	1	2	<0,1%	
	<i>Pseudopolydora glandulosa</i>	34	2	43	5	10	94	13%	
<i>Pygospio elegans</i>	0	0	14	0	4	18	2%		
Arthropoda	<i>Ampelisca brevicornis</i>	0	0	1	0	1	2	<0,1%	
	<i>Corophium multisetosum</i>	0	0	0	1	0	1	<0,1%	
	<i>Cyathura carinata</i>	7	4	0	10	4	25	3%	
	DOLICHOPODIDAE	0	0	2	0	1	3	<0,1%	
	<i>Grandidierella japonica</i>	6	2	5	3	8	24	3%	
	<i>Liocarcinus navigator</i>	0	1	0	0	0	1	<0,1%	
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	0	0	0	3	1	4	1%	
	<i>Bugula stolonifera</i>	0	0	1	0	0	1	<0,1%	
Bryozoa	<i>Bugula stolonifera</i>	0	0	1	0	0	1	<0,1%	
	Mollusca	<i>Abra tenuis</i>	7	0	6	2	9	24	3%
		<i>Cerastoderma edule</i>	8	3	2	3	6	22	3%
		<i>Haminoea navicula</i>	1	1	1	1	2	6	1%
<i>Kurtiella bidentata</i>		0	0	1	1	0	2	<0,1%	

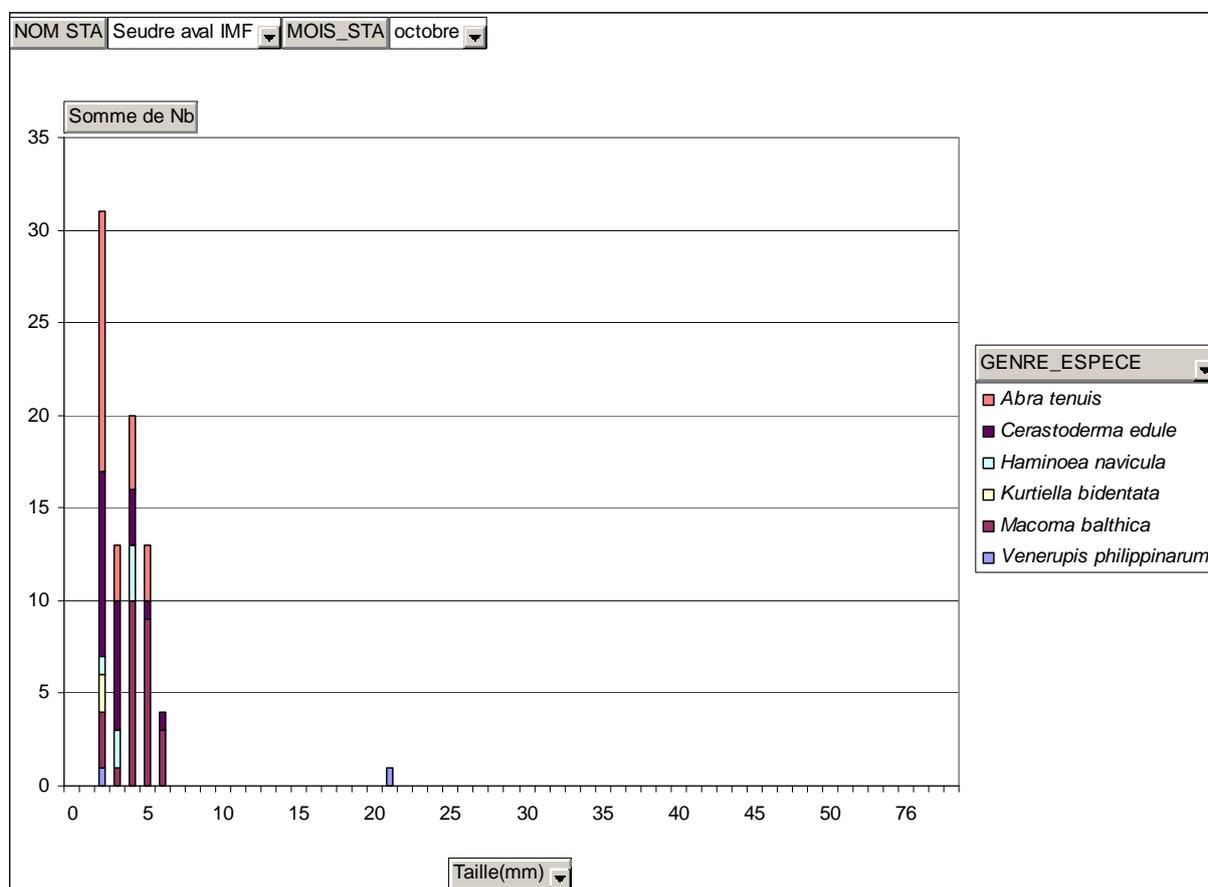
## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

Nemertea	<i>Macoma balthica</i>	7	3	4	5	7	26	4%
	<i>Peringia ulvae</i>	3	3	3	9	6	24	3%
	<i>Venerupis philippinarum</i>	0	0	1	1	0	2	<0,1%
	<i>Lineus sp.</i>	0	0	0	0	1	1	<0,1%
	NEMERTEA	0	0	0	0	1	1	<0,1%
	<i>Tubulanus polymorphus</i>	4	1	3	3	1	12	2%

### 5.6.2.2 Histogramme de taille des mollusques

L'histogramme de taille des mollusques montre la présence de deux groupes de tailles (**Figure 41**) :

- le premier jusqu'à 5-6 mm avec des juvéniles de *Venerupis philippinarum*, *Macoma balthica*, *Cerastoderma edule* et des adultes d'*Abra tenuis* ;
- le second à partir de 20 mm avec *Venerupis philippinarum*.



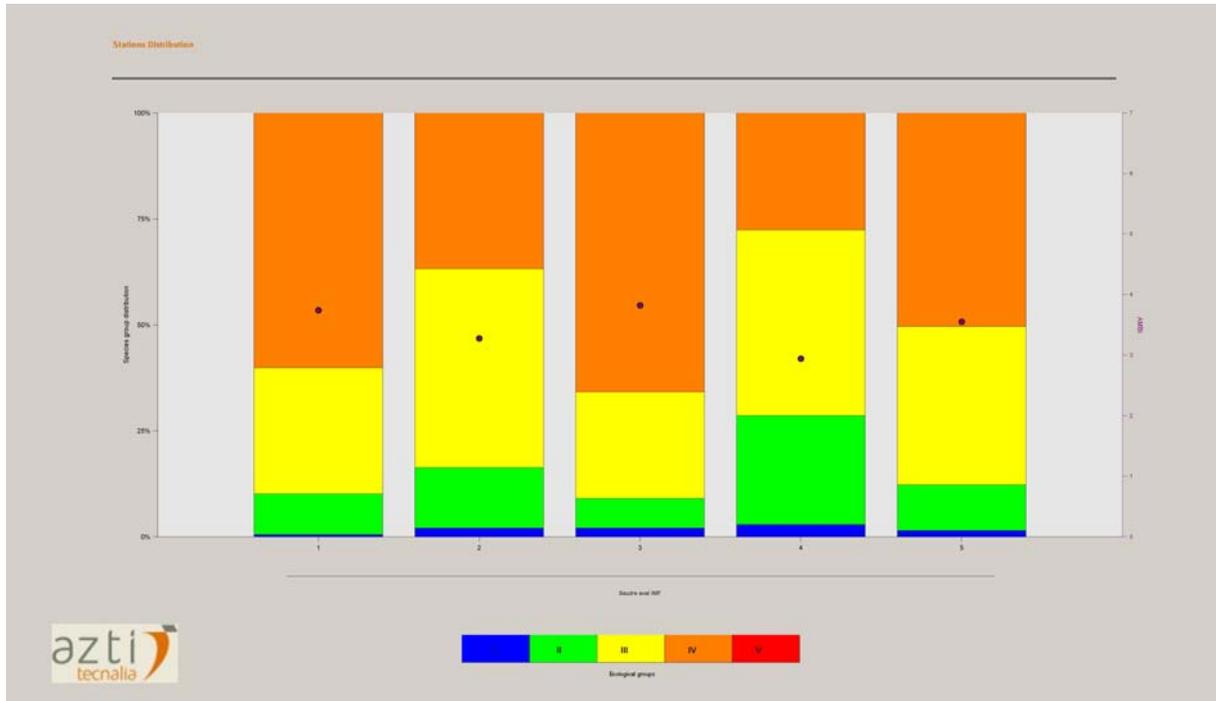
**Figure 41** : Histogramme de taille des mollusques pour les 5 réplicats de la station Seudre aval intertidal échantillonnée en octobre 2012.

### 5.6.2.3 Analyse des proportions des groupes écologiques

Parmi les individus recensés, moins de 1 % appartiennent au groupe écologique I des espèces sensibles, 9 % appartiennent au groupe II, 88,8 % au groupe III, 1,9 % au groupe IV et aucun au groupe V (**Figure 42**).

L'indice AMBI est de 2,88 avec 21 taxons observés et une diversité de 2,02.

L'indice AMBI n'est pas interprété pour les eaux de transition.



**Figure 42** : Proportion des groupes écologiques dans les 5 réplicats de la station Seudre aval intertidal échantillonnée en octobre 2012.

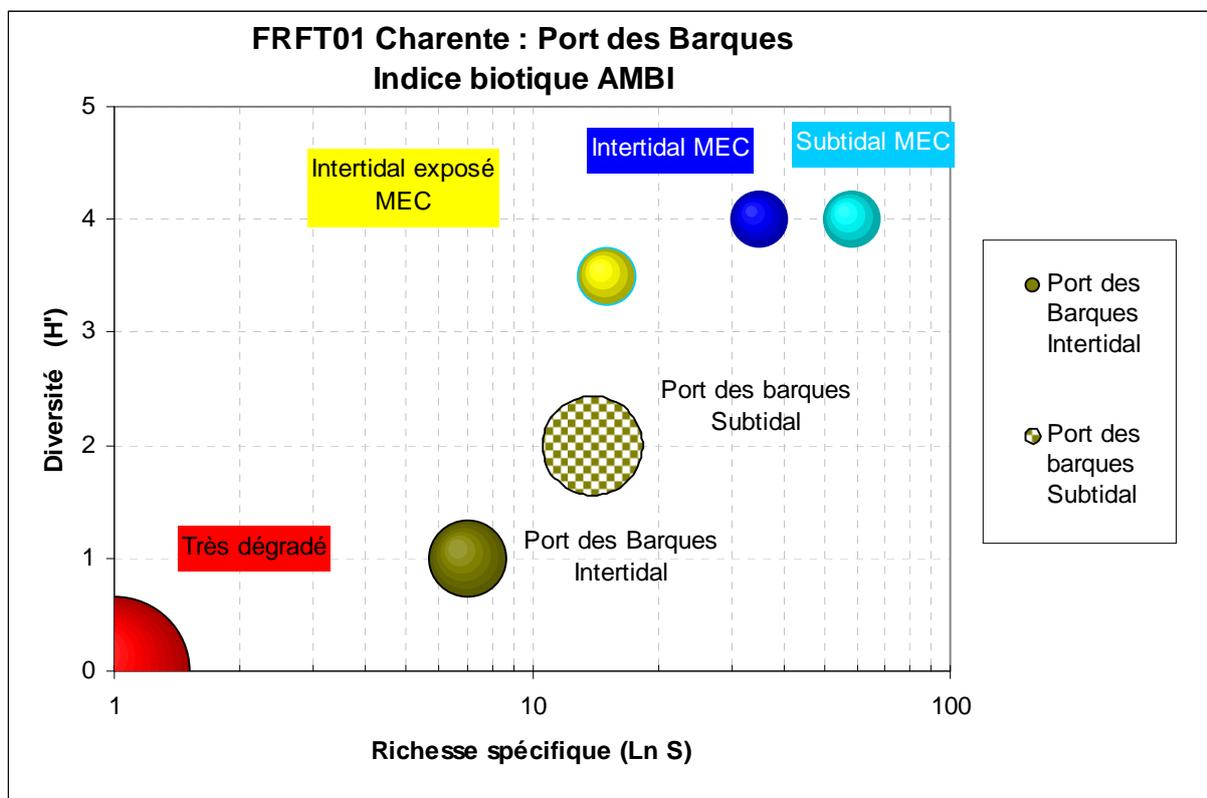
## 6. Conclusion et perspectives

Il n'est pas encore possible à partir des résultats présentés de statuer sur l'état écologique de masses d'eau de transition Charente et Seudre à partir de l'élément de qualité « invertébrés benthiques » du fait de l'absence de consensus sur le choix d'un indice biotique et de l'absence de définition de conditions de références pour ces eaux de transition.

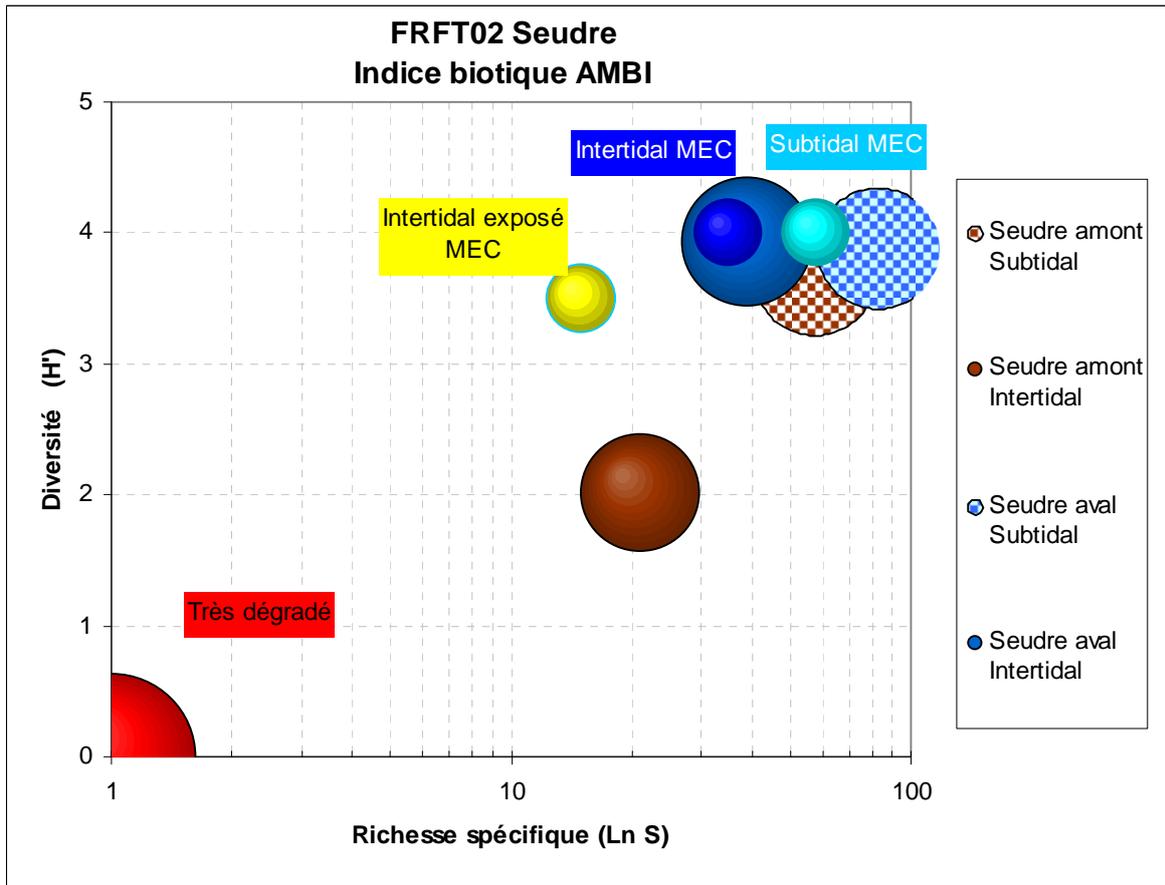
Les résultats présentés font ressortir une très grande richesse spécifiques des stations de Seudre, en particulier des zones subtidales avec de 60 à 80 espèces, par rapport aux stations de Charente avec moins de 15 espèces. De même la structure des peuplements de Seudre est beaucoup plus équilibrée que celle des peuplements de Charente avec respectivement des indices de diversité supérieur à 3 versus des indices entre 1 et 2.

La qualification de la Charente en eau de transition est donc cohérente avec les résultats obtenus sur la faune des invertébrés benthiques. Cet avis peut être étayé par l'examen du graphe entre la valeur de l'indice AMBI et les valeurs de richesse spécifique et de diversité (**Figure 43**). En regard des conditions de référence utilisées pour les eaux côtières (subtidal, intertidal et intertidal exposé), la station Port des Barques est positionnée très en deçà du fait de richesse spécifique inférieure à 20 espèces pour 5 réplicats et d'une diversité inférieure ou égale à 2 (**Figure 43A**).

Une conclusion différente doit être données pour la Seudre (**Figure 43B**) qui apparait comme très proche pour trois stations sur quatre des valeurs utilisées pour définir les conditions de références à la fois de l'intertidal et du subtidale des eaux côtières.



A



B

**Figure 43** : Graphe des valeurs de l'indice AMBI selon la richesse spécifique (échelle log) et la diversité (H') pour les stations Port des Barques (A) et Seudre (B) échantillonnées en octobre 2012 en comparaison des valeurs associées aux conditions de référence DCE pour les masses d'eau côtière (MEC).

Finalement, cette caractéristique de la faune des invertébrés de la Seudre illustre :

- les difficultés de définir des conditions de références pour toutes les eaux de transition de façon à qualifier leurs statuts écologiques sur l'élément invertébrés benthiques ;
- le possible questionnement de savoir si la Seudre doit être définie comme une eau de transition. Cette question a déjà été présentée par Cajeri (2010) lors de la synthèse des données faunistiques des suivis de la surveillance DCE 2007-2009 sur les stations Port des Barques et Seudre amont et Seudre aval. Les résultats de la surveillance 2012 confirment le caractère tout à fait singulier de la Seudre et en particulier de son domaine subtidal.

## 7. Bilan du temps passé aux prélèvements et analyses

La réalisation des analyses biologiques et sédimentaires sur les deux masses d'eau de transition estuaire de la Charente et estuaire de la Seudre comptant 6 stations Port des Barques subtidal, Port des Barques intertidal puis Seudre Amont subtidal, Seudre Amont intertidal, Seudre Aval subtidal et Seudre Aval intertidal échantillonnées en octobre 2012 a mobilisé (**Tableau 23**) :

- 6 personnes-jour pour les prélèvements en mer ;
- 5 personne-jour pour les analyses granulométriques et teneur en matière organique ; dont 2 pour la Charente ;
- 31 personnes jour pour le lavage et le tri faunistique ; celui-ci ayant demandé uniquement 5 personnes jour pour les prélèvements de Port des Barques en Charente ; le tri des échantillons de Seudre en particulier en Seudre Amont subtidal étant extrêmement chronophage (12 personnes jour) du fait de l'abondance des refus coquilliers ;
- 31 personnes-jour pour les déterminations faunistiques avec uniquement 3 personnes jour pour les prélèvements de Port des Barques en Charente ; les prélèvements de Seudre Amont ayant nécessité 17 personnes jour ;
- 8 personnes jour pour la saisie des données et leur vérification dont 2 pour les prélèvements de Port des Barques en Charente
- 6 personnes jour pour la rédaction soit environ 1 personne jour par station.

**Tableau 23** : Effort en personne-jour pour chacune des opérations afférentes à l'analyse sédimentaire et biologique de la station échantillonnée

Opération	Nombre (personne-jour)
Opération à la mer	6
Granulométrie + matière organique	5
Lavage + tri faunistique	31
Déterminations taxinomiques, validation & qualification taxinomique	31
Saisie données, validation fichier	8
Rédaction	6
<b>Total</b>	<b>87</b>

Au total la réalisation des prélèvements, leur analyse sédimentaire et faunistique et leur saisie avec validation a mobilisé un effort de 87 personnes jour. Cela correspond en équivalent temps plein de 20 jours ouvrés par mois à un total de 4,4 mois de travail à temps plein pour une seule personne.

## 8. Bibliographie

- 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. & 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.
- Cajeri, P., 2010. Surveillance benthique dans le cadre du programme DCE dans la mer des Pertuis ; analyse de l'indicateur macrofaune benthique et éléments de gestion. Mémoire Master professionnel AIEL « Approche Intégrée des Ecosystèmes Littoraux », Université de La Rochelle, La Rochelle: pp. 53.
- Chambers, S.J. & Muir, A.I., 1997. *Polychaetes: British Chrysopetaloidea, Pisionoidea and Aphroditoidea*. Shrewsbury: Field Studies Council.
- Chassé, C. & Glémarec, M., 1976. *Atlas du littoral français. Atlas des fonds meubles du plateau continental du golfe de Gascogne. Cartes biosédimentaires*. Brest: C.N.E.X.O., 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.

## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

- 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.
- 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.
- 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<sup>ème</sup> Cycle, Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> 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: 227.
- 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.
- 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.

## Contrat d'étude Ifremer 2012 5210890 : macrofaune invertébrée benthique

- 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.
- Pleijel, F., 1988. Phyllodoce (Polychaeta, Phyllodoceidae) from Northern Europe. *Zoologica Scripta*, **17**(2), 141-153.
- Pleijel, F. & Dales, R.P., 1991. *Polychaetes: British Phyllodoceideans, Typhloscolecoideans and Tomopteroideans*. Oegstgeest, The Netherlands: Universal Book Services / Dr. Backhuys, W.
- Poppe, G.T. & Goto, Y., 1991. *European seashells. Vol. I. (Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, 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.
- 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.
- 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.

## **9. Annexes**

### **9.1. Métadonnées des stations et prélèvements**

Les métadonnées ont été saisies sous Quadriges<sup>2</sup>.