



**Programme de surveillance DCSMM-Benthos du bassin
Loire-Bretagne - 2018 : faune benthique de substrat
meuble de la masse d'eau côtière « Pertuis Breton -
FRGC53 » : rapport final**



Pointe d'Arcay



La Flotte



Plage Charge neuve



**SAURIAU P.-G.¹, AUBERT F.², JOURDE J.¹,
PINEAU P.¹, PRINEAU M.¹**

¹ LIENSs, 2 rue Olympe de Gouges, 17000 La Rochelle

² Cellule Cohabys, ADERA, 162 avenue A. Schweitzer, 33608 Pessac

Convention de partenariat MNHN-CNRS-ULR SJ 291.18 / LS 180919
avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne



**Mars 2019
Amendé octobre 2019**

Sommaire

1 - INTRODUCTION.....	1
2 - MATÉRIEL ET MÉTHODES	4
2.1 - STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE	4
2.2 - PROTOCOLE DE PRÉLÈVEMENT	5
2.2.1 - <i>Prélèvements subtidaux à la benne Smith</i>	5
2.3 - PRÉSENTATION DES STATIONS	7
2.3.1 - <i>Pointe d'Arcay : station subtidale</i>	7
2.3.2 - <i>La Flotte : station subtidale</i>	8
2.3.3 - <i>Plage de la Charge Neuve : station intertidale à Zostera noltei</i>	9
2.4 - CALENDRIER DE RÉALISATION DES OPÉRATIONS À LA MER.....	10
2.5 - RÉALISATION ET CONTRÔLE DES PRÉLÈVEMENTS	12
2.5.1 - <i>Pointe d'Arcay : station subtidale</i>	12
2.5.2 - <i>La Flotte : station subtidale</i>	13
2.5.3 - <i>Plage de la Charge Neuve : station intertidale</i>	14
2.6 - PROTOCOLES D'ANALYSE DES SÉDIMENTS.....	16
2.6.1 - <i>Analyse granulométrique</i>	17
2.6.2 - <i>Analyse de la matière organique sédimentaire</i>	20
2.7 - ANALYSE DES ÉCHANTILLONS FAUNISTIQUES.....	20
2.7.1 - <i>Lavage et tri des échantillons</i>	20
2.7.2 - <i>Détermination des espèces</i>	21
2.8 - QUALITÉ ÉCOLOGIQUE : INDICE M-AMBI.....	22
3 - MÉTADONNÉES DANS LA BASE QUADRIGE²	26
4 - RÉSULTATS.....	28
4.1 - ANALYSE DES SÉDIMENTS	28
4.1.1 - <i>Pointe d'Arcay</i>	28
4.1.2 - <i>La Flotte</i>	29
4.1.3 - <i>Plage de la Charge Neuve</i>	30
4.2 - ANALYSES FAUNISTIQUES.....	31
4.2.1 - <i>Pointe d'Arcay</i>	31
4.2.1.1. <i>Richesse spécifique et abondance spécifique</i>	31
4.2.1.1. <i>Histogramme de taille des mollusques</i>	35
4.2.2 - <i>La Flotte</i>	36

4.2.2.1.	Richesse spécifique et abondance spécifique.....	36
4.2.2.2.	Histogramme de taille des mollusques	41
4.2.3 -	<i>Plage de la Charge Neuve</i>	42
4.2.3.1.	Richesse spécifique et abondance spécifique.....	42
4.2.3.2.	Histogramme de taille des mollusques	45
4.3 -	ANALYSE STATUTS ÉCOLOGIQUES SELON M-AMBI	46
4.3.1 -	<i>Pointe d'Arcay</i>	46
4.3.2 -	<i>La Flotte</i>	46
4.3.3 -	<i>Plage de la Charge Neuve</i>	47
4.4 -	BILAN DU STATUT ÉCOLOGIQUE	48
5 -	BILAN DU TEMPS PASSÉ AUX PRÉLÈVEMENTS ET ANALYSES ..	49
6 -	BANCARISATION DANS LA BASE DE DONNÉES QUADRIGE²	50
7 -	BIBLIOGRAPHIE.....	51
8 -	ANNEXE.....	55
8.1 -	FICHE DES STATIONS DU RÉSEAU DE SURVEILLANCE DCE.....	55
8.2 -	FICHE DES ANALYSES SÉDIMENTAIRES 2018.....	58

1 - Introduction

La Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établit un nouveau cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixait 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) (http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce).

Le contrôle de surveillance de l'état écologique s'effectue, entre autres éléments biologiques, sur les macrophytes, les phanérogames marines et les invertébrés benthiques. C'est parmi ceux-ci que se trouvent les invertébrés marins 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 Loire-Bretagne, la masse d'eau côtière la plus méridionale retenue pour le contrôle de surveillance est la masse d'eau côtière « Pertuis Breton - FRGC53 » (**Figure 1**). Les opérations de surveillance retenues en 2018 pour la masse d'eau côtière « Pertuis Breton - FRGC53 » (**Figure 2**) sont :

- échantillonnage stationnel des invertébrés benthiques de substrat meuble en avril sur les stations subtidales La Flotte et Pointe d'Arcay selon le protocole 2014 standardisé Manche-Atlantique (Garcia *et al.*, 2014) ;
- échantillonnage stationnel des invertébrés benthiques de substrat meuble en avril sur la station intertidale de la Plage de la Charge Neuve selon le protocole 2014 standardisé Manche-Atlantique (Garcia *et al.*, 2014) ;
- échantillonnage stationnel sur une grille de 30 points des herbiers de la zostère naine *Zostera (Zosterella) noltei* Hornemann en septembre sur les stations Plage de la Charge Neuve et Ars en Ré selon le protocole DCE (Auby *et al.*, 2012) révisé en 2014 (Auby *et al.*, 2014) du contrôle de surveillance DCE des herbiers intertidaux ; cette surveillance est effectuée par la cellule de valorisation COHABYS.

L'objet de ce document est d'exposer la bonne réalisation des suivis stationnels des invertébrés benthiques de substrats meubles subtidaux et intertidaux réalisé en avril 2018 conformément au protocole DCE de 2014 dans le cadre de la DCSMM Benthos Loire-Bretagne.

Les évaluations de statut écologique issus du paramètre de qualité « invertébrés benthiques de substrats meubles » sont provisoires et devront être corrigées par les évaluations réalisées à l'échelle de la façade atlantique par la coordination Ifremer.

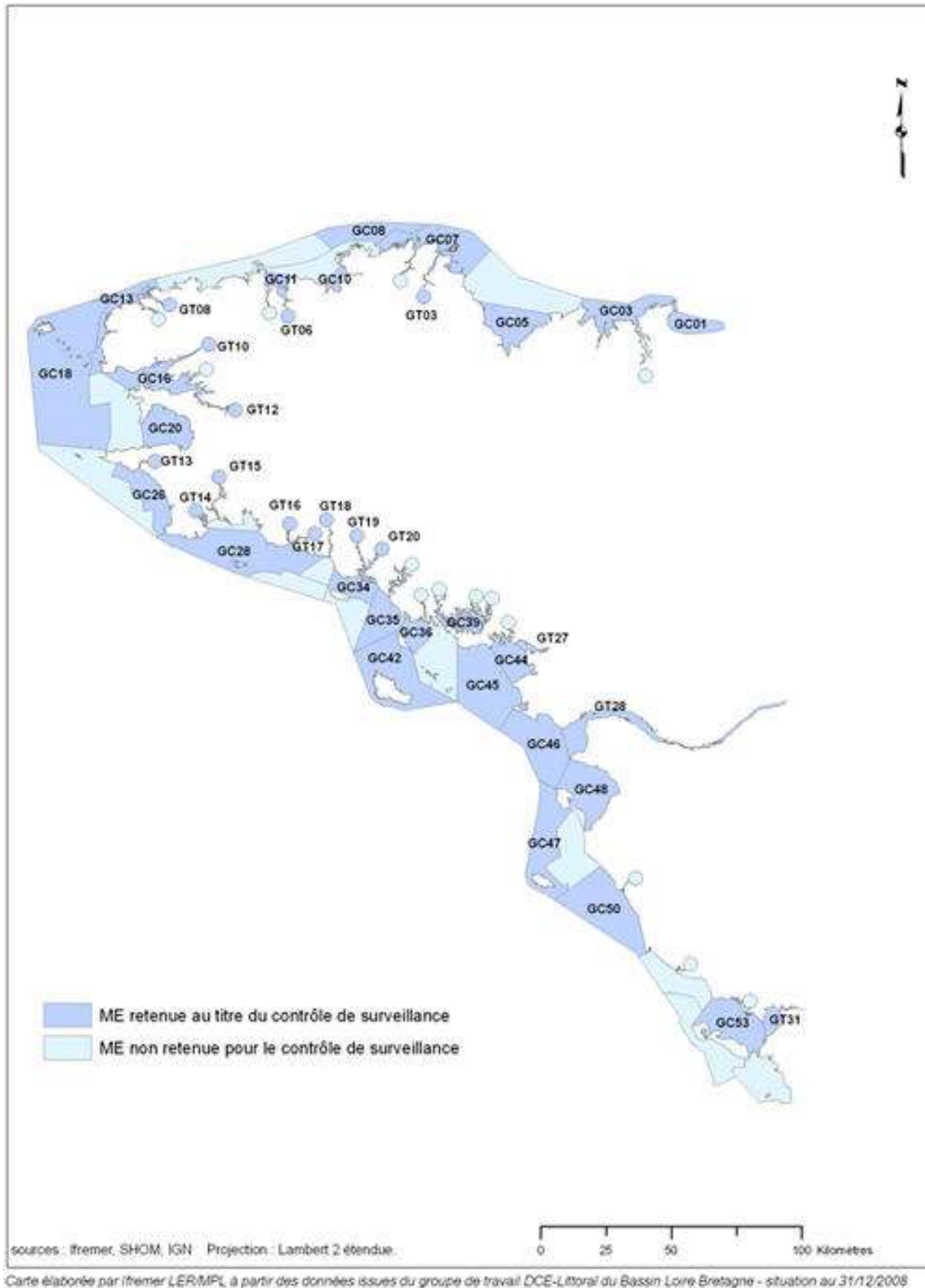


Figure 1 : Masse d'eau côtière « Pertuis Breton - FRGC53 » dans le district Loire-Bretagne.
Source http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce

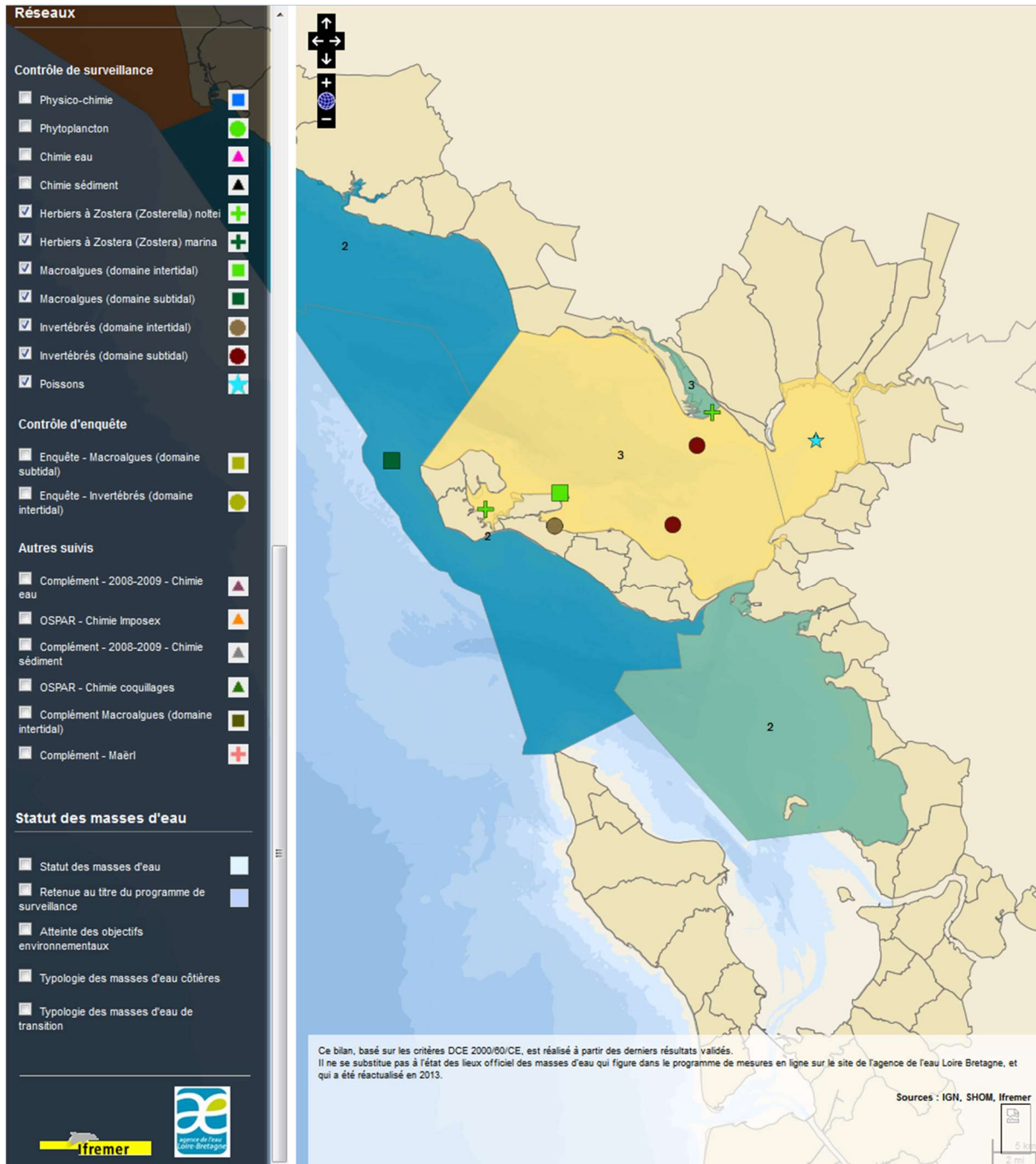


Figure 2 : Masse d'eau côtière « Pertuis Breton - FRGC53 » avec localisation des stations en subtidal Pointe d'Arcay et La Flotte (rond marron foncé), en intertidal Plage de la Charge Neuve (rond marron clair), des deux stations à herbier de *Zostera (Zosterella) noltei* Plage de la Charge neuve (rond marron clair) et Ars en Ré (croix verte) la station herbier Plage de la Charge Neuve étant identique à la station faune des invertébrés ; et de la station macroalgues intertidales Le Grouin NE Loix (Ile de Ré).

Source http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce.

2 - Matériel et méthodes

2.1 - Stratégie d'échantillonnage

La nouvelle stratégie d'échantillonnage appliquée depuis 2015 est celle définie par Garcia *et al.* (2014). Chaque station (ou lieu) est composée de 3 sous-stations (ou passage) distantes de 200 m et au sein desquelles 3 échantillons faunistiques, 1 échantillon granulométrique et 1 échantillon pour la matière organique sont prélevés (**Figure 3**).

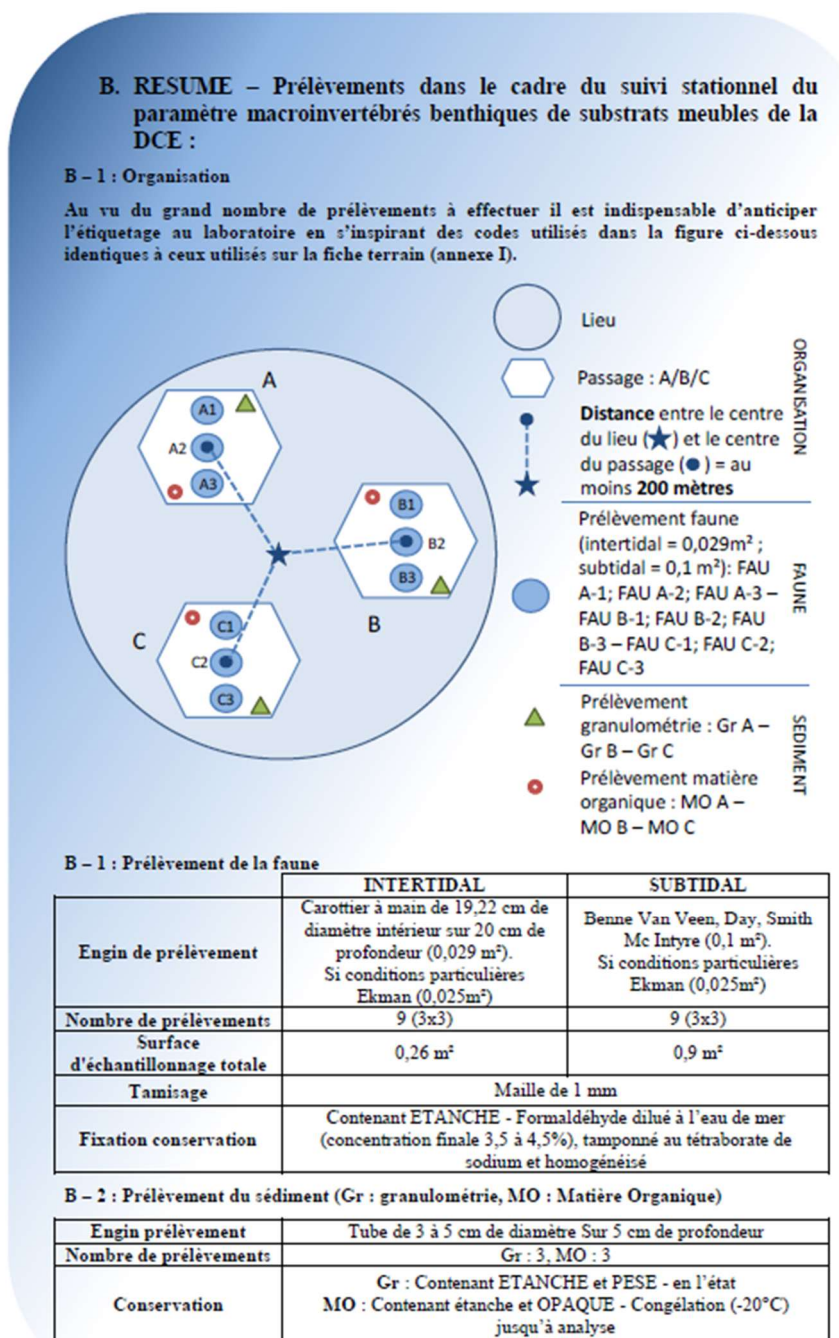


Figure 3 : Stratégie d'échantillonnage DCE appliquée depuis 2015 avec une terminologie compatible Quadriges². Source Garcia *et al.* (2014).

2.2 - Protocole de prélèvement

2.2.1 - Prélèvements subtidaux à la benne Smith

Le travail à la benne nécessite la présence de 4 personnes, le pilote du navire aux commandes de la grue hydraulique, une personne pour maintenir la tension du bout sur le cabestan qui s'enroule sur le winch motorisé, deux personnes équipées de gants, casque et bottes de sécurité et ciré pour manipuler la benne en toute sécurité (**Figure 4**).



Figure 4 : Déroulement des opérations lors d'un prélèvement à la benne Smith.

Le prélèvement par carottier (diamètre externe de 200 mm) nécessite la présence de deux personnes équipées de gants, bottes adaptées au sol sableux ou vaseux et ciré en cas de pluie. Un positionnement par GPS métrique permet de se caler sur la position géographique de chacune des 3 sous-stations. Les prélèvements débutent par ceux pour la granulométrie et la matière organique et se poursuivent par les 3 réplicats faunistiques à tamiser sur 1 mm de vide de maille dans une flaque d'eau si possible proche du point de prélèvement (**Figure 5**).



Figure 5 : Matériel et position des prélèvements au carottier sur chacune des 3 sous-stations (passages A, B et C) et illustration de 3 réplicats de prélèvement faunistique sur la sous-station ou passage A avec A-1, A-2 et A-3 (D, E, F). Exemple à la station « Plage de La Charge neuve » de la masse d'eau FRGC53 Pertuis Breton.

2.3 - Présentation des stations

2.3.1 - Pointe d'Arcay : station subtidale

Les caractéristiques de cette station, à échantillonner tous les 3 ans, sont rappelées en **Tableau 1** :

- Les opérations à la mer sont systématiquement regroupées avec les prélèvements dans la masse d'eau « Pertuis Breton - FRGC53 » et si possible avec ceux de la masse d'eau « Pertuis Charentais » FRFC02 ;
- Les prélèvements à la mer nécessitent l'utilisation d'une embarcation à faible tirant d'eau, avec grue et possibilités de lavage à bord (**Figure 6**) ;
- Les paramètres suivis sont la composition spécifiques et l'abondance par espèce dans la macrofaune des invertébrés benthiques ;
- La fréquence est 1 fois tous les 3 ans du plan de gestion pour cette station avec des prélèvements en mars-avril ;
- L'opérateur de prélèvement, de déterminations faunistiques et des analyses granulométriques et de matières organiques est actuellement le laboratoire LIENSs (UMR CNRS – Université de La Rochelle) ;
- Cette station est suivie depuis 2007 après une phase de prospection en 2006 (Sauriau, 2006).

Tableau 1 : Caractéristiques des suivis de la station Pointe d'Arcay.

Station	Pointe d'Arcay
Regroupement	Oui avec les opérations à la mer dans le masse d'eau « Pertuis Breton - FRGC53 » et si possible avec celles de la masse d'eau « Pertuis Charentais - FRFC02 »
Moyens à la mer	Embarcation côtière avec treuil (navire L'ESTRAN de l'Université de La Rochelle ou bateau de location)
Paramètres	Macrofaune benthique (détermination et abondance) 3 granulométries + 3 matières organiques depuis 2015, antérieurement 1 granulométrie + 1 matière organique
Engin de prélèvement	Benne Smith de 0,1 m ² , 3 x 3 répliqués depuis 2015
Fréquence	Mars-avril, tous les 3 ans du plan de gestion
Opérateur prélèvement	
Opérateur tri et détermination	LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle) et antérieurement CREMA L'Houmeau (CNRS-Ifremer)
Opérateur mesure granulométrie	puis CRELA (CNRS-Ifremer-Université de La Rochelle)
Opérateur mesure matière organique	
Début prélèvements	2006 (prospection), 2007 (surveillance)

2.3.2 - La Flotte : station subtidale

Les caractéristiques de cette station, à échantillonner tous les 3 ans, sont rappelées en **Tableau 2**:

- Les opérations à la mer sont systématiquement regroupées avec les prélèvements dans la masse d'eau FRGC53 « Pertuis Breton » et si possible avec ceux de la masse d'eau « Pertuis Charentais » FRFC02 ;
- Les prélèvements à la mer nécessitent l'utilisation d'une embarcation à faible tirant d'eau, avec grue et possibilités de lavage à bord (**Figure 6**) ;
- Les paramètres suivis sont la composition spécifiques et l'abondance par espèce dans la macrofaune des invertébrés benthiques ;
- La fréquence est 1 fois tous les 3 ans du plan de gestion pour cette station avec des prélèvements en mars-avril ;
- L'opérateur de prélèvement, de déterminations faunistiques et des analyses granulométriques et de matières organiques est actuellement le laboratoire LIENSs (UMR CNRS – Université de La Rochelle) ;
- Cette station est suivie depuis 2007 après une phase de prospection en 2006 (Sauriau, 2006).

Tableau 2 : Caractéristiques des suivis de la station La Flotte.

Station	La Flotte
Regroupement	Oui avec les opérations à la mer dans lemasse d'eau « Pertuis Breton - FRGC53 » et si possible avec celles de la masse d'eau « Pertuis Charentais - FRFC02 »
Moyens à la mer	Embarcation côtière avec treuil (navire L'ESTRAN de l'Université de La Rochelle ou bateau de location)
Paramètres	Macrofaune benthique (détermination et abondance) 3 granulométries + 3 matières organiques depuis 2015, antérieurement 1 granulométrie + 1 matière organique
Engin de prélèvement	Benne Smith McIntyre de 0,1 m ² , 3 x 3 réplcats depuis 2015
Fréquence	Mars-avril, tous les 3 ans du plan de gestion
Opérateur prélèvement	
Opérateur tri et détermination	LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle) et antérieurement CREMA L'Houmeau (CNRS-Ifremer)
Opérateur mesure granulométrie	puis CRELA (CNRS-Ifremer-Université de La Rochelle)
Opérateur mesure matière organique	
Début prélèvements	2006 (prospection), 2007 (surveillance)

2.3.3 - Plage de la Charge Neuve : station intertidale à *Zostera noltei*

Les caractéristiques de cette station, à échantillonner tous les 3 ans, sont rappelées en **Tableau 3** :

- Les prélèvements à la mer sont réalisés *pedibus jambi* ;
- Les paramètres suivis sont la composition spécifiques et l'abondance par espèce dans la macrofaune des invertébrés benthiques ;
- La fréquence est 1 fois tous les 3 ans du plan de gestion pour cette station avec des prélèvements en mars-avril ;
- L'opérateur de prélèvement, de déterminations faunistiques et des analyses granulométriques et de matières organiques est actuellement la cellule Cohabys - ADERA ;
- Cette station est suivie depuis 2007 après une phase de prospection en 2006 (Sauriau, 2006).

Tableau 3 : Caractéristiques des suivis de la station Plage de la Charge Neuve.

Station	Plage de la Charge Neuve
Regroupement	Non
Moyens à la mer	Accès pédestre à deux personnes
Paramètres	Macrofaune benthique (détermination et abondance) 3 granulométries + 3 matières organiques depuis 2015, antérieurement 1 granulométrie + 1 matière organique
Engin de prélèvement	Carottier à main, 3 x 3 répliqués depuis 2015
Fréquence	Mars-avril, tous les 3 ans du plan de gestion
Opérateur prélèvement	
Opérateur tri et détermination	Cohabys - Adera au LIENSs et antérieurement LIENSs (CNRS, Université de La Rochelle); CREMA
Opérateur mesure granulométrie	L'Houmeau (CNRS-Ifremer) puis CRELA (CNRS-Ifremer-Université de La Rochelle)
Opérateur mesure matière organique	
Début prélèvements	2006 (prospection), 2007 (surveillance)

2.4 - Calendrier de réalisation des opérations à la mer

Les opérations se sont déroulées sur un total de 2 jours (**Tableau 4**), 1 jour pour les stations Arcay et la Flotte et 1 jour pour la station Plage de la Charge Neuve. En domaine subtidal un regroupement des opérations à la mer de printemps s'est opéré avec les opérations réalisées dans les masses d'eau côtière FRFC02 « Pertuis Charentais » et FRFC01 « Côte Nord-Est île d'Oléron » mais il serait préférable l'avenir de réaliser l'ensemble de ces 4 stations subtidales sur 2 jours séparés. Les raisons tiennent au temps de tamisage beaucoup plus long du fait du nouveau protocole à 9 réplicats au lieu de 5 réplicats par station et au fait que les trajets entre station se font pendant le tamisage à bord qui ne peut se faire qu'à vitesse réduite. Le travail à la mer a mobilisé 4 personnes jour-mer le 10/04/2018 y compris le pilote du navire L'ESTRAN (**Figure 4**). *

En domaine intertidal, le suivi des invertébrés de la station intertidale Plage de la Charge Neuve a été réalisé le 17/04/2017 et a mobilisé 2 personnes jour-mer.

Tableau 4 : Calendrier des opérations à la mer.

Masse d'eau	Code	Nom	Nom point (toponymie)	Latitude (D°Md)	Longitude (D°Md)	Prélèvement	Type	Dates	Nombre personnes jour-mer	Opérateurs
MEC	FRGC53	Pertuis Breton	Pointe d'Arcay	46°16,122	-1°17,010	Subtidal invertébrés benthiques	Station	10/04/2018	4	LIENSs
			A	46°16,236	-1°16,986					
			B	46°16,064	-1°16,880					
MEC	FRGC53	Pertuis Breton	La Flotte	46°12,739	-1°18,260	Subtidal invertébrés benthiques	Station	10/04/2018	4	LIENS
			A	46°12,842	-1°18,267					
			B	46°12,690	-1°18,165					
MEC	FRGC53	Pertuis Breton	Plage de la Charge Neuve	46°12,440	-1°25,470	Intertidal invertébrés benthiques	Station	17/04/2018	2	LIENSs
			A	46°12,438	-1°25,410					
			B	46°12,384	-1°25,422					
			C	46°12,402	-1°25,456					
Total	-	-	-	-	-	-	-	2 jours	6 pers. jour	-



A



B

Figure 6 : Navire L'ESTRAN de l'Université de La Rochelle utilisé pour l'échantillonnage DCE (A) et vue de la table de tamisage à bord, tamis maille carrée 1 mm (B).

2.5 - Réalisation et contrôle des prélèvements

2.5.1 - Pointe d'Arcay : station subtidale

En 2018, les 9 prélèvements nécessaires à la collecte selon le nouveau protocole DCE (Garcia *et al.*, 2014) de 3 bennes en chacune des 3 sous-stations A, B et C de la station Pointe d'Arcay, ont été réalisés en 9 essais de mise à l'eau de la benne. Chacun des essais réussis a été validé avec une benne remplie entre 75 et 100 % (**Figure 7**).



Figure 7 : Situation géographique de la station Pointe d'Arcay (A) et détail des 9 prélèvements validés avec 3 prélèvements en chacune des 3 sous-stations (B).

2.5.2 - La Flotte : station subtidale

En 2018, les 9 prélèvements nécessaires à la collecte selon le nouveau protocole DCE (Garcia *et al.*, 2014) de 3 bennes en chacune des 3 sous-stations A, B et C de la station La Flotte, ont été réalisés en 9 essais seulement. Chacune des essais réussis a été validé car chaque benne était remplie à 100 % (**Figure 8**).

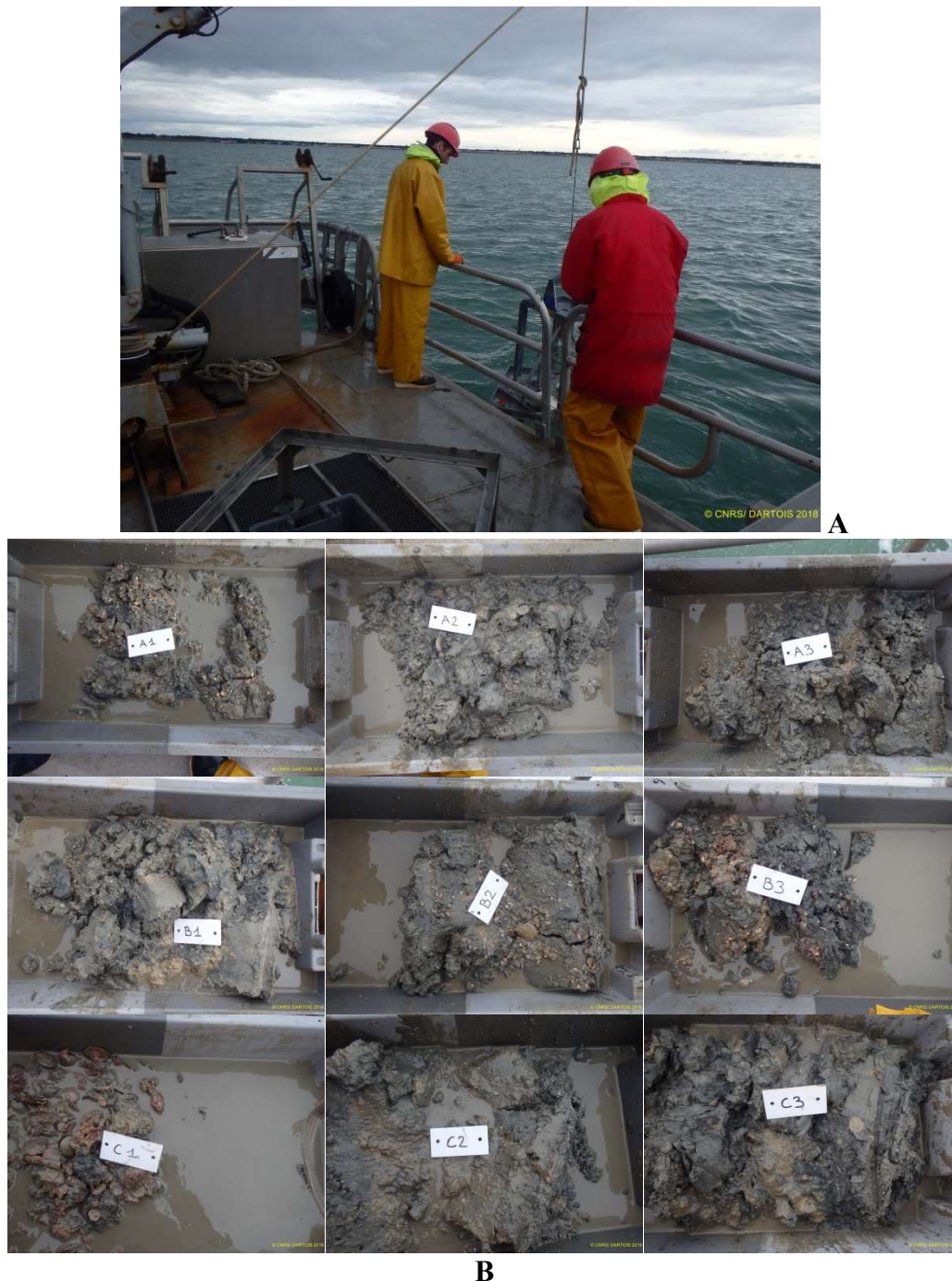


Figure 8 : Situation géographique de la station La Flotte (A) et détail des 9 prélèvements validés avec 3 prélèvements en chacune des 3 sous-stations (B).

2.5.3 - Plage de la Charge Neuve : station intertidale

En 2018, le nouveau protocole DCE (Garcia *et al.*, 2014) a été utilisé. Les répliquats prélevés à la pelle ou à la main en accès pédestre ne posent pas de difficulté à part le tamisage long et parfois difficile lorsque des flaques d'eau sont peu nombreuses ou peu profondes (**Figure 9**). Un prélèvement granulométrique et un prélèvement pour la matière organique sont réalisés en chaque sous-station.



A



Sous-station A



Sous-station B



Sous-station C

B

Figure 9 : Situation géographique des 3 sous-stations de la station Plage de la Charge Neuve avec panorama, vue de chaque sous-station avec détails du relevé GPS (A) et détails des 9 prélèvements validés avec 3 prélèvements en chacune des 3 sous-stations (B).

2.6 - Protocoles d'analyse des sédiments

Le principe général de l'analyse granulométrique à visée bio-sédimentaire (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 10**).

MOYEN D'ÉTUDE	AFNOR		UNITÉS		CLASSIFICATION		
	α	mm	Φ	Wentworth	Cailleux		
mesure directe	-24	250-256	-8	BLOCS (BOULDERS)	RUDITES	BLOCS	
	-18	63-32	-5	GRAVE (COBBLE)		GALETS	
	-6	4	-	CAILLOUX (PEBBLE)		GRAVILLONS	
	-3	2	1	GRANULES			
	microscope binoculaire tube de sédimentation tamisage	-2	1,6-		TRÈS GROSSIER	ARÉNITES (SANDS)	SABLES
		-1	1,25-				
		0	1	0	GROSSIER		
		1	0,8-				
		2	0,63-	1	MOYEN		
		3	0,5	2	FIN		
		5	0,315-				
		9	0,125-	3	TRÈS FIN		
		12	0,0625-1/16	4			
		pipette microscope électronique	14	0,04-	5	GROSSIER	LUTITES (SILTS) (CLAYS)
17	0,02-		6	MOYEN			
20	0,01-		7	FIN			
24	0,004-1/256		8	TRÈS FIN			
						LIMONS	
						PRE COLLOIDES	
			14				

Figure 10 : Echelle granulométrique AFNOR, unité Φ et classifications communes utilisées (Cojan & Renard, 1999).

2.6.1 - Analyse granulométrique

Pour l'analyse, chaque prélèvement est vidé dans un bol identifié et taré pour être séché à l'étuve à 80-100°C pendant 72h. La masse de sédiment humide est pesée préalablement au séchage puis après séchage afin d'en estimer la quantité de sels. Un sous-échantillon de 100 g (200 g pour les sables) est remouillé dans un défloculant (métaphosphate de sodium à 40 g/l), et malaxé avec une spatule voire éventuellement passé aux ultrasons 20 mn pour désagréger les amas de vase les plus petits. Le lendemain l'échantillon est tamisé à l'eau douce sur maille de 63 μm 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 72h.

L'échantillon est ensuite passé sur une colonne de tamis normalisés AFNOR sur une tamiseuse Retsch (**Figure 11**). La colonne contient 17 tamis (4000 μm , 2000 μm , 1600 μm , 1250 μm , 1000 μm , 800 μm , 630 μm , 500 μm , 400 μm , 315 μm , 250 μm , 200 μm , 160 μm , 125 μm , 100 μm , 80 μm , 63 μm), répartis en deux passages successifs (4000 à 400 et 315 à 63 μm). Chaque tamis est pesé vide au préalable puis plein avec sa fraction de sédiment après tamisage avec une balance Sartorius FB12CCE-S afin de déterminer le type et la quantité de sédiments dans chaque échantillon. Une précision à 0,01 g est utilisée pour les pesées. La tamiseuse est mise en marche 15 minutes à 2000 vibrations par secondes avec un mouvement vertical de 1,5 mm réglé visuellement à partir de la barrette graduée présente sur le socle noir à la base de la colonne de tamis.

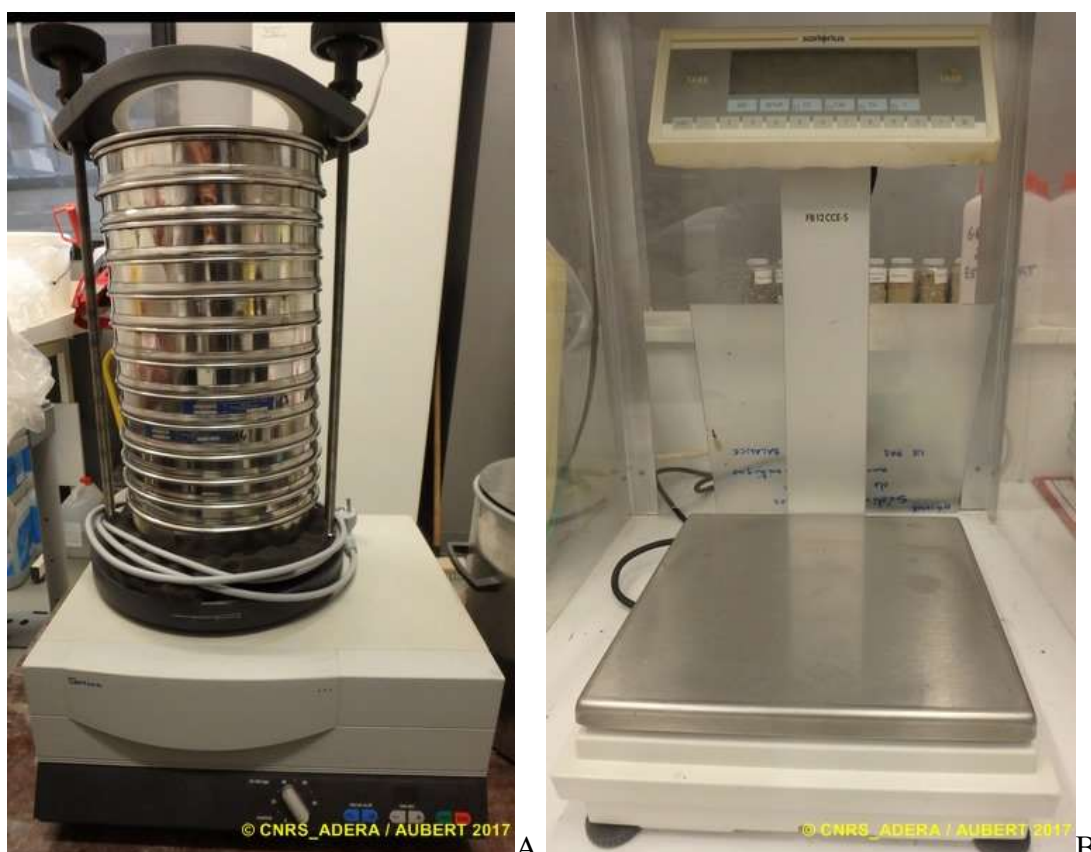


Figure 11 : Colonne de tamis normalisés AFNOR sur tamiseuse Retsch et balance Sartorius à 0,01 g.

Les tamis sont ultérieurement débarrassés de leurs impuretés grâce à un appareil de nettoyage aux ultrasons Elma (Bioblock Scientific) (**Figure 12**). 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.



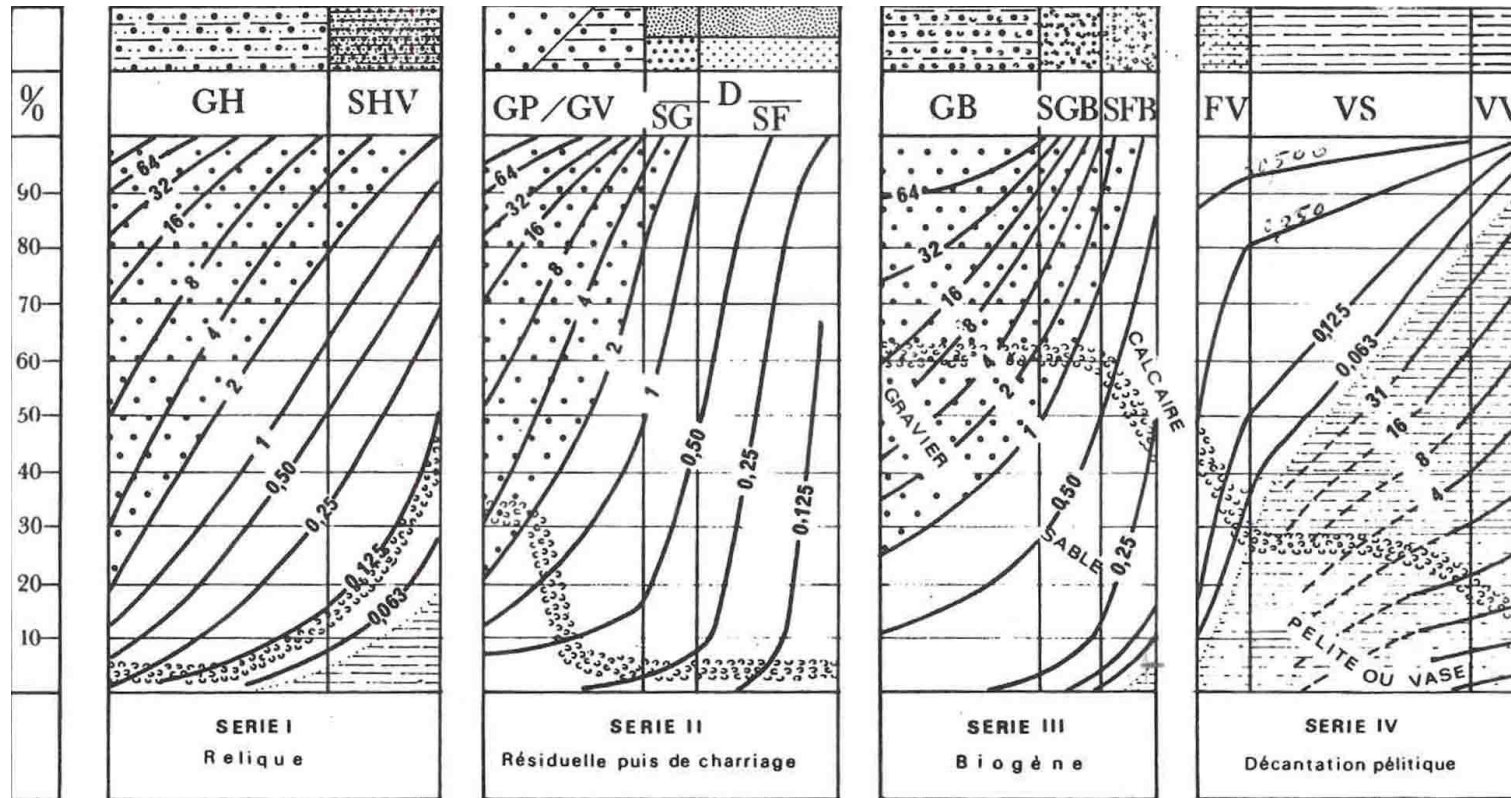
A



B

Figure 12 : Bain à ultrasons (A) avec détails du porte tamis et de la collerette en mousse (B) pour maintenir un bol à sédiment.

Les résultats des différentes pesées sont ensuite analysées par la macro-procédure GRADISTAT (Blott & Pye, 2001) (voir <http://www.kpal.co.uk/gradistat.html>), 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 13**).



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

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

Figure 13 : Type bio-sédimentaire (Chassé & Glémarec, 1976).

2.6.2 - 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 moufles 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.

2.7 - Analyse des échantillons faunistiques

2.7.1 - 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 14A**). 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 14B**) avec coloration au rose Bengale (**Figure 14C**) puis lavage (**Figure 14D**).
- 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 14E**). 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 14C**). 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.



Figure 14 : 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.

2.7.2 - 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 nom 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).
- Lorsqu'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, le nom de l'embranchement, par exemple **NEMERTEA**, est utilisé.

Les déterminations faunistiques s'appuient en particulier sur les ouvrages listés en **Tableau 5**. Les ouvrages généraux de Hayward & Ryland (1990a ; b) 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 5 : 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)

2.8 - Qualité écologique : indice M-AMBI

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

- Un indice biotique permet de statuer sur l'état écologique d'un fond sédimentaire à partir de la composition faunistique des peuplements qu'il héberge.
- La méthode repose sur la reconnaissance parmi les espèces constitutives du peuplement de cinq groupes écologiques de polluo-sensibilités différentes (Hily, 1984) en relation avec la réponse de chaque espèce à la teneur en matière organique des sédiments (**Tableau 6**), que celle-ci soit d'origine pétrolière, anthropique (rejets urbains) ou industrielle comme les résidus de traitement de bois.

Tableau 6 : 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).
- Cet indice est retenu et utilisé par la France dans le cadre de la DCE à l'issue de sa participation au GIG NEA. Il est basé sur les métriques suivantes :
 - **Richesse spécifique** : la richesse spécifique (RS) se définit classiquement comme le nombre d'espèces recensées à une échelle d'espace déterminée, ici la station ponctuelle.
 - **Diversité spécifique** : la diversité (H'), intégrant d'une part la richesse spécifique et d'autre part l'abondance relative des espèces, reflète l'équilibre dynamique de la biocénose et permet d'estimer le degré d'évolution entre les stades pionnier et mature d'un peuplement. L'indice le plus couramment utilisé en écologie est celui de Shannon (1948) ; par analogie avec la théorie de l'information, ce dernier exprime la diversité d'une

communauté en fonction du nombre d'espèces récoltées et du nombre d'individus de chaque espèce (Frontier & Pichod-Viale, 1991) :

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

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

- **AMBI** : cet indice se base sur la reconnaissance parmi les espèces constitutives des peuplements benthiques de cinq groupes écologiques de polluo-sensibilités différentes (**Tableau 6**) et une pondération particulière de chaque groupe écologique par une constante qui représente le niveau de perturbation auquel les espèces sont associées :

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

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

Cet indice est calculé pour chaque station à partir d'une analyse factorielle des correspondances, déterminant trois axes perpendiculaires minimisant le critère des moindres carrés (Bald *et al.*, 2005). La projection dans ce nouveau repère des deux points de référence correspondant à l'état le plus dégradé et l'état le meilleur, permet de définir un nouvel axe sur lequel sont projetés l'ensemble des points des stations (**Figure 15**). Pour chacun d'eux est calculée la distance qui le sépare du point le plus dégradé, en considérant que le segment de droite du point le plus dégradé à celui du meilleur état, à une longueur de 1. Cette distance bornée par 0 et 1 est le M-AMBI.

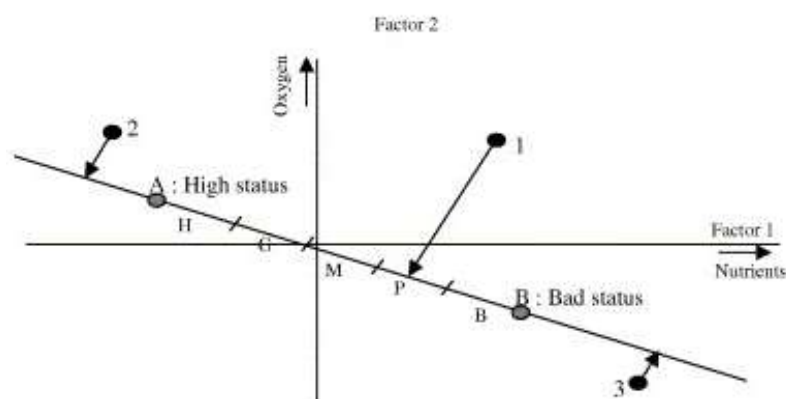


Figure 15 : Définition du statut des stations échantillonnées par projection sur l'axe factoriel défini par les conditions de référence (Bald *et al.*, 2005).

- Les stations échantillonnées lors du contrôle de surveillance se réfèrent à trois types d'environnement hydrosédimentaires (sables fins plus ou moins envasés subtidiaux, sables fins plus ou moins envasés intertidaux, sables fins à moyens exposés) et, conséquemment, à trois conditions de référence distinctes (**Tableau 7**).
- Les indices AMBI et M-AMBI sont calculés à partir du logiciel AMBI 5.0 avec la liste des espèces de Novembre 2014 (Borja *et al.*, 2012).

Tableau 7 : Conditions de référence retenues pour le calcul de la valeur de M-AMBI dans les eaux côtières par la France.

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

La grille de lecture du M-AMBI, telle qu'adoptée par la France au sein du GIG NEA et retranscrite dans le droit français est la suivante (<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000021865356&categorieLien=cid>) :

Classe	[0 - 0,2]] 0,2 - 0,39]] 0,39 - 0,53]] 0,53 - 0,77]] 0,77 – 1]
Etat écologique	MAUVAIS	MEDIOCRE	MOYEN	BON	TRES BON

Pour une eau côtière et pour l'élément de qualité biologique faune benthique invertébrée les définitions suivantes sont utilisées

(<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000021865356&categorieLien=cid>):

- Très bon état : La composition et l'abondance taxinomiques correspondent totalement ou presque totalement aux conditions non perturbées. Le ratio des taxons sensibles aux perturbations par rapport aux taxons insensibles n'indique aucune détérioration par rapport aux niveaux non perturbés. Le niveau de diversité des taxons d'invertébrés n'indique aucune détérioration par rapport aux niveaux non perturbés.
- Bon état : Légères modifications dans la composition et l'abondance des taxons d'invertébrés par rapport aux communautés caractéristiques. Le ratio des taxons sensibles aux perturbations par rapport aux taxons insensibles indique une légère détérioration par rapport aux niveaux non perturbés. Le niveau de diversité des taxons d'invertébrés indique de légères détériorations par rapport aux niveaux non perturbés.
- Etat moyen : Légères modifications dans la composition et l'abondance des taxons d'invertébrés par rapport aux communautés caractéristiques. Le ratio des taxons sensibles aux perturbations par rapport aux taxons insensibles indique une légère détérioration par rapport aux niveaux non perturbés. Le niveau de diversité des taxons d'invertébrés indique de légères détériorations par rapport aux niveaux non perturbés.

Le calcul du M-AMBI réalisable sur chacune des stations du suivi ne donne qu'une estimation provisoire de l'état écologique pour l'indicateur macrofaune benthique :

- le calcul station par station est surestimé car il doit être calculé avec un nombre suffisant de stations (un chiffre de 50 est recommandé) et en particulier pour la façade Manche-Atlantique avec l'ensemble des autres stations Manche-Atlantique, ce que fait le calcul réalisé par Ifremer ;
















- le calcul est biaisé car la liste des espèces retenues localement doit être homogénéisée à l'échelle Manche-Atlantique, ce que fait le calcul réalisé par Ifremer ;

- le calcul n'est pas associé à une incertitude car la méthodologie du calcul n'est pas disponible contrairement à d'autres indicateurs DCE.

Au final, seule l'évaluation faite par Ifremer ultérieurement à ce rapport et mise à disposition sur les Atlas DCE lors des synthèses Manche-Atlantique sera à retenir (https://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce/la_dce_par_bassin/bassin_loire_bretagne/fr/atlas_interactif).

3 - Métadonnées dans la base Quadrigé²

La saisie des métadonnées dans la base Quadrigé² en cohérence avec la nouvelle stratégie d'échantillonnage définie depuis 2015 (Garcia *et al.*, 2014) nécessite de modifier la structure des métadonnées anciennement acquises. Depuis 2015, les 3 sous-stations sont considérées comme des passages (**Figure 16**).

-  Pointe d'Arcay SM - 10/04/2018 - A
 -  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - A1
 -  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - A2
 -  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - A3
 -  Main - Granulo - Gr A
-  Pointe d'Arcay SM - 10/04/2018 - B
 -  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - B1
 -  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - B2
 -  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - B3
 -  Main - Granulo - Gr B
-  Pointe d'Arcay SM - 10/04/2018 - C
 -  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - C1
 -  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - C2
 -  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - C3
 -  Main - Granulo - Gr C

A































- ▲  La Flotte SM - 10/04/2018 - A
 - ▶  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - A1
 - ▶  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - A2
 - ▶  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - A3
 - ▶  Main - Granulo - Gr A
 - ▲  La Flotte SM - 10/04/2018 - B
 - ▶  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - B1
 - ▶  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - B2
 - ▶  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - B3
 - ▶  Main - Granulo - Gr B
 - ▲  La Flotte SM - 10/04/2018 - C
 - ▶  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - C1
 - ▶  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - C2
 - ▶  Benne Van Veen 0,1 m² - SMF - C3
 - ▶  Main - Granulo - Gr C
 - ▲  Plage de la Charge Neuve int HZN - 17/04/2018 - A
 - ▶  Carottier PVC SIM DCE (0,029 m²) - IMF - A1
 - ▶  Carottier PVC SIM DCE (0,029 m²) - IMF - A2
 - ▶  Carottier PVC SIM DCE (0,029 m²) - IMF - A3
 - ▶  Main - Granulo - Gr A
 - ▲  Plage de la Charge Neuve int HZN - 17/04/2018 - B
 - ▶  Carottier PVC SIM DCE (0,029 m²) - IMF - B1
 - ▶  Carottier PVC SIM DCE (0,029 m²) - IMF - B2
 - ▶  Carottier PVC SIM DCE (0,029 m²) - IMF - B3
 - ▶  Main - Granulo - Gr B
 - ▲  Plage de la Charge Neuve int HZN - 17/04/2018 - C
 - ▶  Carottier PVC SIM DCE (0,029 m²) - IMF - C1
 - ▶  Carottier PVC SIM DCE (0,029 m²) - IMF - C2
 - ▶  Carottier PVC SIM DCE (0,029 m²) - IMF - C3
 - ▶  Main - Granulo - Gr C
- B
- C

Figure 16 : Structuration des métadonnées de 2018 fixée depuis 2015 pour les stations faune des invertébrés à la Pointe d'Arcay (A), La Flotte (B) et plage de la Charge Neuve (C).

4 - Résultats

4.1 - Analyse des sédiments

4.1.1 - Pointe d'Arcay

L'analyse granulométrique sur 100 g de sédiment de chacune des 3 sous-stations A, B et C (**Tableau 8**) indique que ce sont des sédiments de sables fins à sables dunaires légèrement envasés composés en moyenne de 14 % de vases, 84 % de sables et 1 % environ de graviers. Ces sédiments sont envasés par apports de l'estuaire du Lay sous forme de galettes de vases. Ils présentent des distributions unimodales et ont un indice de classement granulométrique mauvais à bon.

Les taux de matières organiques sont très hétérogènes variant de 0,8 à 1,5 % pour deux sous-stations à plus de 5 % pour la sous-station B. Les 3 répliqués sont relativement homogènes pour chacune des sous-stations. Le taux moyen de matière organique est arbitraire et de 2,4 % associé à un très fort écart type de 2 % (**Tableau 9**).

Tableau 8 : Résultats de l'analyse granulométrique (% massique).

Granulométrie	Arcay A	Arcay B	Arcay C
% Graviers	2,1	0,6	1,6
% Sables	82,6	76,9	94,0
% Vases	15,3	22,5	4,4
Mode 1 (µm)	357	180	180
Mode 2 (µm)	-	-	-
D10 (µm)	24	13	124
D50 ou médiane (µm)	269	156	176
D90 (µm)	560	220	242

Tableau 9 : Résultats de l'analyse de la teneur en matières organiques (% massique) par sous-station et en moyenne ± écart type.

Station	Point	Taux de matières organiques (%)
Pointe d'Arcay	A	1,4 / 1,5 / 1,3
Pointe d'Arcay	B	5,3 / 5,1 / 4,9
Pointe d'Arcay	C	0,8 / 0,8 / 0,8
Moyenne		2,4 ± 2,0

Depuis les premiers prélèvements de 2006 sur cette station, les résultats successifs de 2016 et 2018 ne sont pas dans la variabilité naturelle de sédiments de sables fins à sables dunaires comme notée des années 2006 à 2007. La distribution de trois sous-stations avec un écart de 200 m entre elles depuis 2016 engendre une dispersion de ces sous-stations plus en contact avec l'embouchure de l'estuaire du Lay : des sédiments plus envasés sont systématiquement observés sur la sous-station la plus proche du Lay.

4.1.2 - La Flotte

L'analyse granulométrique sur 100 g de sédiment de chacune des 3 sous-stations A, B et C (**Tableau 10**) indique que ce sont des sédiments de vases sableuses composés en moyenne de 56 % de vases, de 38 % de sables et 6 % de graviers mais avec des variations entre sous-stations. Ces sédiments de vases sableuses dont le mode principal est à 90 μm avec une taille médiane de 30, 40 à 100 μm possèdent des distributions bimodales ou multimodales et de très mauvais classements granulométriques.

Le taux moyen de matière organique de $5,5 \pm 0,5$ % est déterminé sur 3 réplicats relativement homogènes pour chacune des sous-stations mais avec un écart maximal de 1,5 % environ entre elles (**Tableau 11**).

Tableau 10 : Résultats de l'analyse granulométrique (% massique).

Granulométrie	La Flotte A	La Flotte B	La Flotte C
% Graviers	1,5	1,7	15,4
% Sables	30,3	39,3	45,4
% Vases	68,1	59,0	39,2
Mode 1 (μm)	90	90	90
Mode 2 (μm)	142	450	142
D10 (μm)	6	6	8
D50 ou médiane (μm)	30	41	100
D90 (μm)	191	414	4120

Tableau 11 : Résultats de l'analyse de la teneur en matières organiques (% massique) par sous-station et en moyenne \pm écart type.

Station	Point	Taux de matières organiques (%)
La Flotte	A	4,6
		4,3
		4,6
La Flotte	B	5,1
		4,7
		5,0
La Flotte	C	5,7
		5,5
		5,8
Moyenne		$5,0 \pm 0,5$

Depuis les premiers prélèvements de 2006 sur cette station, les résultats successifs sont dans la variabilité naturelle de ces sédiments avec tantôt une année des sédiments plus envasés (vases sableuses) tantôt une année des sédiments plus sableux (sables fins envasés hétérogènes) sans tendance temporelle, la proportion des graviers restant toujours significative (2 à 10 %), sauf exception.

4.1.3 - Plage de la Charge Neuve

L'analyse granulométrique sur 100 g de sédiment de chacune des 3 sous-stations A, B et C (**Tableau 12**) indique que ce sont des sédiments de vases sableuses (1 prélèvement sur 3) à sables fins envasés (2 prélèvements sur 3) composés en moyenne de 37 % de vases, 60 % de sables et moins de 3 % de graviers. Ces sédiments de sables fins envasés à vases sableuses avec une taille médiane inférieure à 100 μm possèdent des distributions unimodales et de mauvais classement.

Le taux de matière organique en moyenne de $3,2 \pm 0,2$ % est déterminé sur 3 réplicats homogènes pour chaque sous-station, l'écart maximal de taux de matière organique entre réplicats n'étant que de 1,4 % (**Tableau 13**).

Tableau 12 : Résultats de l'analyse granulométrique (% massique).

Granulométrie	Plage de la Charge Neuve	Plage de la Charge Neuve	Plage de la Charge Neuve
	A	B	C
% Graviers	2,3	3,7	1,3
% Sables	54,1	63,0	64,5
% Vases	43,6	33,3	34,2
Mode 1 (μm)	112	90	112
Mode 2 (μm)	-	-	-
D10 (μm)	7	9	9
D50 ou médiane (μm)	78	89	90
D90 (μm)	168	158	151

Tableau 13 : Résultats de l'analyse de la teneur en matières organiques (% massique) par sous-station et en moyenne \pm écart type.

Station	Point	Taux de matières organiques (%)
Plage de la Charge Neuve	A	3,8
		4,1
		3,6
Plage de la Charge Neuve	B	3,1
		2,8
		2,7
Plage de la Charge Neuve	C	2,9
		2,9
		3,1
Moyenne		$3,2 \pm 0,5$

Depuis les premiers prélèvements de 2007 sur cette station, les résultats successifs sont dans la variabilité naturelle tantôt une année des sédiments plus envasés (vases sableuses) tantôt une année des sédiments plus sableux (sables fins envasés) sans tendance temporelle.

4.2 - Analyses faunistiques

4.2.1 - Pointe d'Arcay

4.2.1.1. Richesse spécifique et abondance spécifique

La richesse spécifique totale obtenue en sommant les 9 prélèvements est de 63 taxons. Ceux-ci se répartissent en 3 embranchements dominants sur les 6 représentés avec une répartition des espèces en 40 % d'annélides, 28 % de mollusques et 24 % d'arthropodes (**Figure 17**). Les mollusques sont les plus abondants avec en moyenne 43 % des abondances suivis des annélides avec 31 % ; les arthropodes représentant 19 % des abondances (**Figure 18**).

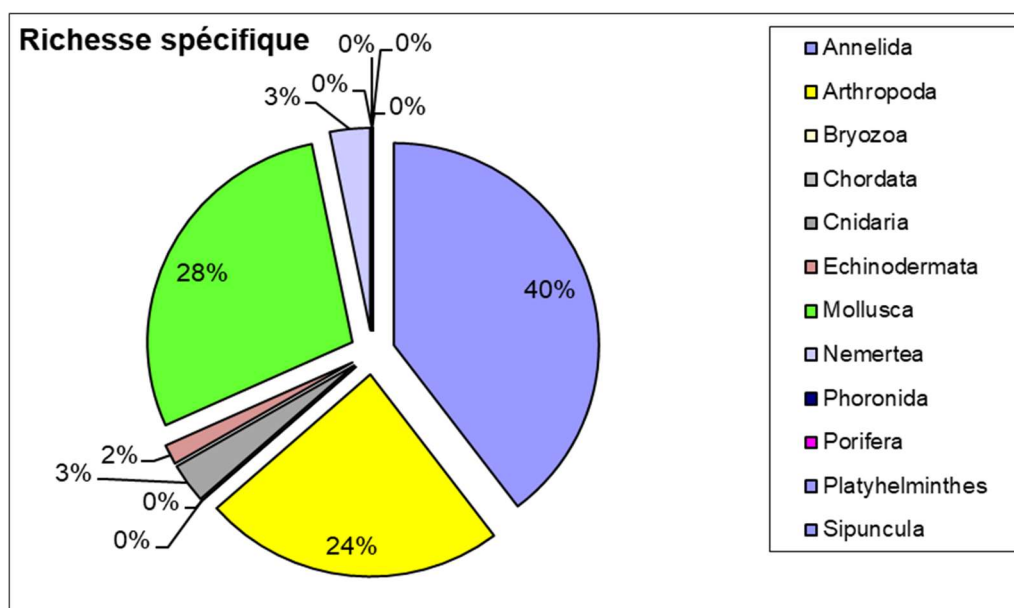


Figure 17 : Répartition des taxons par embranchement selon le nombre d'espèces.

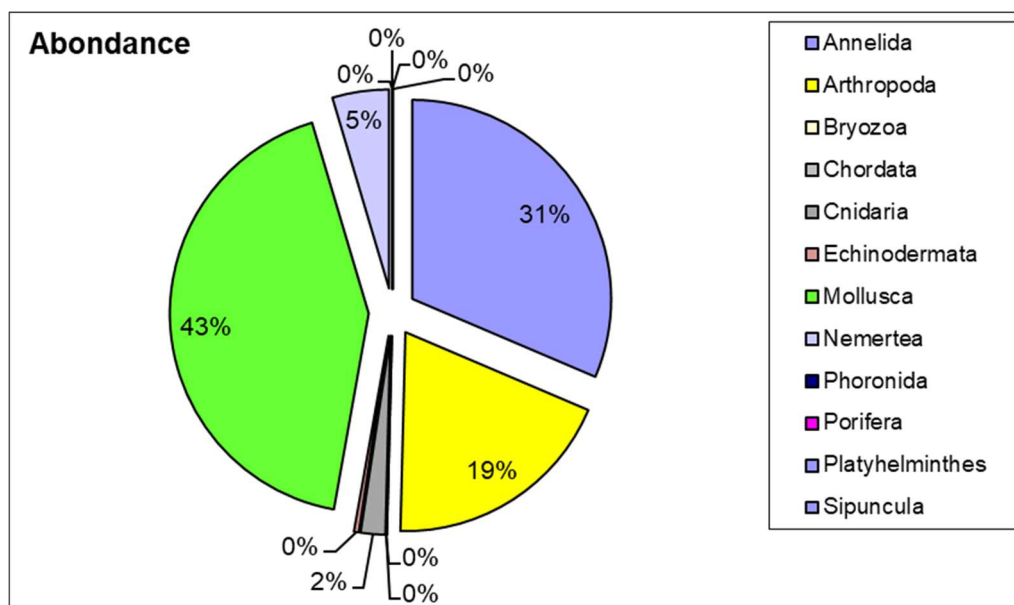


Figure 18 : Répartition des taxons par embranchement selon les abondances.

Convention de partenariat MNHN-CNRS-ULR année 2018

L'analyse succincte du **Tableau 14** des richesses et abondances spécifiques par prélèvement montre que :

- La richesse spécifique par prélèvement de 0,1 m² varie entre 7 à 29 espèces ;
- Les abondances au m² varient d'environ 80 à 1000 individus par m² pour une valeur moyenne avec son intervalle de confiance à 95 % de 550 ± 150 individus par m² ;
- De façon très similaire au dernier suivi de 2016, les 5 espèces les plus abondantes sont la polychète *Notomastus latericeus*, le crustacé *Diogenes pugilator* et les mollusques *Antalis novemcostata*, *Fabulina fabula* et *Nucula nitidosa*. Les espèces les plus abondantes du dernier suivi avant 2016 étaient le crustacé décapode *Diogenes pugilator*, les annélides *Travisia forbesi*, *Magelona mirabilis* et *Glycera oxycephala* et le mollusque *Spisula solida* ce qui confirme le changement complet du cortège faunistique ;
- Au moins 20 espèces sont rares (case grisée) avec un seul individu collecté sur la station parmi lesquels 6 annélides polychètes, 8 arthropodes et 5 mollusques. Ces résultats sont le double du dernier suivi avant 2016 avec 13 espèces rares (un seul individu collecté sur la station) parmi lesquels 6 annélides polychètes, 4 arthropodes, 1 cnidaire et 2 mollusques.

Tableau 14 : Richesse et abondances spécifiques.

Pointe d'Arcay 2018												63			20
Richesse spécifique		10	7	7	28	29	22	23	27	26					
Abondance totale au m ²		180	80	130	800	730	730	1030	560	760	556		±	151	
Embranchement	Espèce	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	Total	%			
Annelida	<i>Ampharete lindstroemi</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.1%			
	Ampharetidae	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0.4%			
	<i>Aonides oxycephala</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0.3%			
	<i>Armandia polyophthalma</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1%			
	<i>Boccardia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.1%			
	<i>Chaetozone</i> sp.	0	0	0	4	0	0	5	0	12	21	2.8%			
	<i>Euclymene</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.1%			
	<i>Glycera alba</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.1%			
	<i>Glycera oxycephala</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.3%			
	<i>Glycera</i> sp.	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0.3%			
	<i>Glycera unicornis</i>	0	0	0	0	3	2	3	1	2	11	1.4%			
	<i>Goniadella gracilis</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.3%			
	<i>Heteromastus filiformis</i>	0	0	0	27	5	4	1	16	21	74	9.7%			
	<i>Lagis koreni</i>	0	0	0	3	0	0	1	1	0	5	0.7%			
	<i>Magelona alleni</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0.3%			

Convention de partenariat MNHN-CNRS-ULR année 2018

	<i>Magelona johnstoni</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	0.4%
	<i>Nephtys cirrosa</i>	3	1	0	4	1	0	1	0	0	10	1.3%
	<i>Nereis lamellosa</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.1%
	<i>Notomastus latericeus</i>	0	0	0	23	2	1	7	1	16	50	6.6%
	OLIGOCHAETA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1%
	<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	0	0	0	1	5	0	3	9	1.2%
	<i>Pherusa monilifera</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0.3%
	<i>Pholoe inornata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.1%
	<i>Podarkeopsis capensis</i>	0	0	0	1	1	0	0	2	0	4	0.5%
	<i>Polydora sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.1%
	<i>Sabellaria spinulosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0.3%
	<i>Scoloplos (Scoloplos) armiger</i>	0	0	0	0	1	0	3	0	0	4	0.5%
	<i>Spiochaetopterus costarum</i>	0	0	0	8	3	14	32	12	14	83	10.9%
	<i>Spirobranchus lamarcki</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1%
	<i>Sternaspis scutata</i>	0	0	0	0	1	3	0	0	0	4	0.5%
	<i>Sthenelais boa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0.3%
	Terebellidae	0	0	0	2	0	0	0	1	9	12	1.6%
	<i>Travisia forbesii</i>	6	11	4	0	0	0	0	0	0	21	2.8%
Arthropoda	<i>Ampelisca armoricana</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0.3%
	<i>Ampelisca brevicornis</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	1	3	0.4%
	<i>Ampelisca sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.1%
	<i>Ampelisca spinimana</i>	0	0	0	0	0	1	1	4	4	10	1.3%
	<i>Asthenognathus atlanticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0.3%
	<i>Bathyporeia pelagica</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1%
	<i>Diastylis rugosa</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.1%
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.1%
	<i>Pinnotheres pisum</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	1	4	0.5%
	<i>Urothoe pulchella</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1%
Cnidaria	ANTHOZOA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1%
	HYDROZOA	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3	0.4%
	<i>Virgularia mirabilis</i>	0	0	0	10	0	15	9	12	14	60	7.9%
Echinodermata	<i>Leptosynapta inhaerens</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3	0.4%
	<i>Ophiura ophiura</i>	1	0	2	1	0	0	1	0	0	5	0.7%
	<i>Ophiura sarsii</i>	0	0	0	8	2	6	0	5	0	21	2.8%

Convention de partenariat MNHN-CNRS-ULR année 2018

Mollusca	<i>Abra nitida</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	2	4	0.5%
	<i>Acanthocardia paucicostata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.1%
	<i>Antalis novemcostata</i>	0	0	0	8	4	0	14	19	25	70	9.2%
	<i>Calyptrea chinensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.1%
	<i>Corbula gibba</i>	1	0	9	7	13	6	10	11	30	87	11.5%
	<i>Crepidula fornicata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.1%
	<i>Cylichna cylindracea</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3	0.4%
	<i>Ensis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.1%
	<i>Hyala vitrea</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0.4%
	<i>Kurtiella bidentata</i>	0	0	0	2	1	0	8	2	16	29	3.8%
	<i>Nucula nitidosa</i>	0	0	0	8	7	5	17	1	17	55	7.2%
	<i>Pandora inaequalvis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.1%
	<i>Peringia ulvae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.1%
	<i>Phaxas pellucidus</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	1	3	0.4%
	<i>Spisula subtruncata</i>	2	0	0	0	1	0	2	1	5	11	1.4%
	<i>Tritia neritea</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.1%
	<i>Tritia pygmaea</i>	0	0	0	0	0	0	3	2	2	7	0.9%
	<i>Tritia reticulata</i>	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3	0.4%
	<i>Turbonilla acuta</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.1%
<i>Turritella communis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.1%	
Nemertea	<i>Lineus sp.</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	1	3	0.4%
	<i>Nemertea</i>	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3	0.4%
	<i>Tubulanus polymorphus</i>	0	0	0	0	2	1	0	3	3	9	1.2%
Sipuncula	<i>Phascolion (Phascolion) strombus strombus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.1%

4.2.1.1. Histogramme de taille des mollusques

L'histogramme de taille des mollusques montre que les individus sont de taille très variable entre moins de 5 mm jusqu'à 32 mm) les quatre espèces les plus représentées étant *Fabulina fabula*, *Nucula nitidosa*, *Antalis novemcostata* et *Tritia pygmaea* (Figure 19).

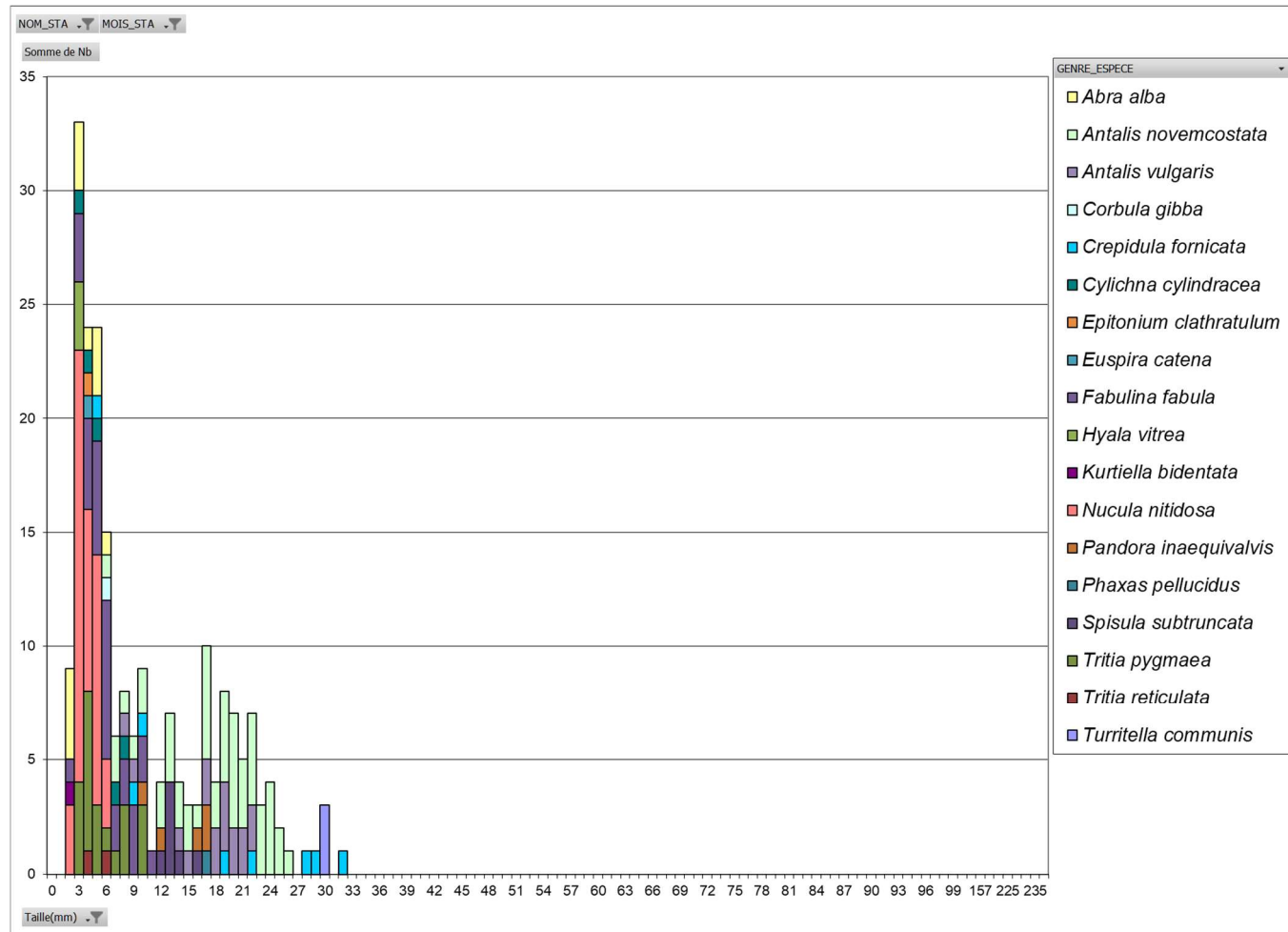


Figure 19 : Histogramme de taille des mollusques pour la station Pointe d'Arcay.

4.2.2 - La Flotte

4.2.2.1. Richesse spécifique et abondance spécifique

La richesse spécifique totale obtenue en sommant les 9 prélèvements est de 116 taxons. Ceux-ci se répartissent en 3 embranchements dominants sur les 11 représentés avec une répartition des espèces en 45 % d'annélides, 21 % de mollusques et 21 % d'arthropodes (**Figure 20**). Les annélides sont les plus abondants avec en moyenne 84 % des abondances suivis des arthropodes à 9 % des abondances (**Figure 21**).

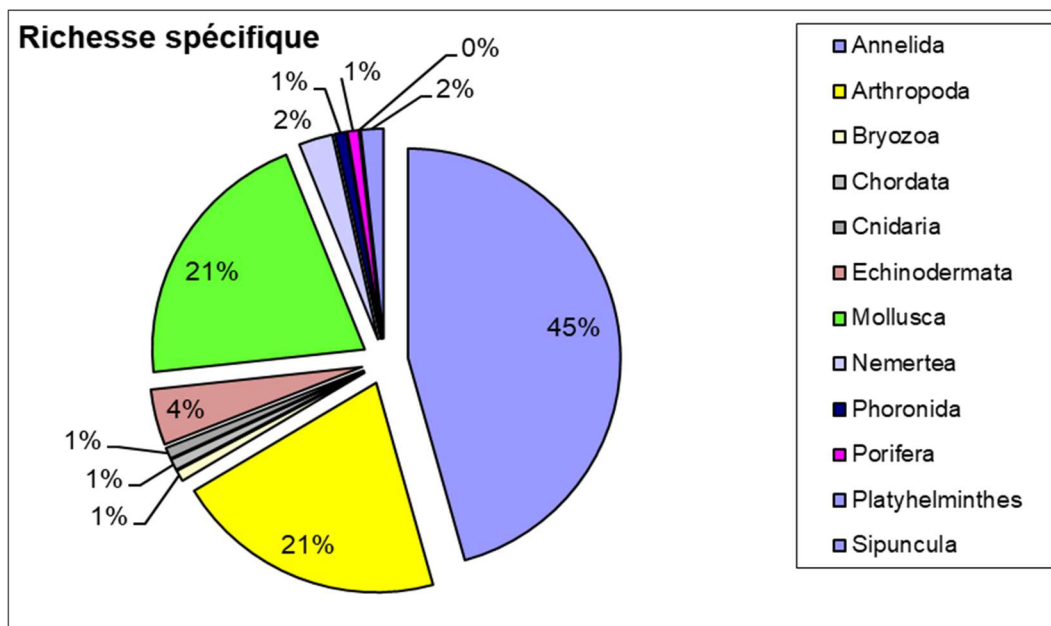


Figure 20 : Répartition des taxons par embranchement selon le nombre d'espèces.

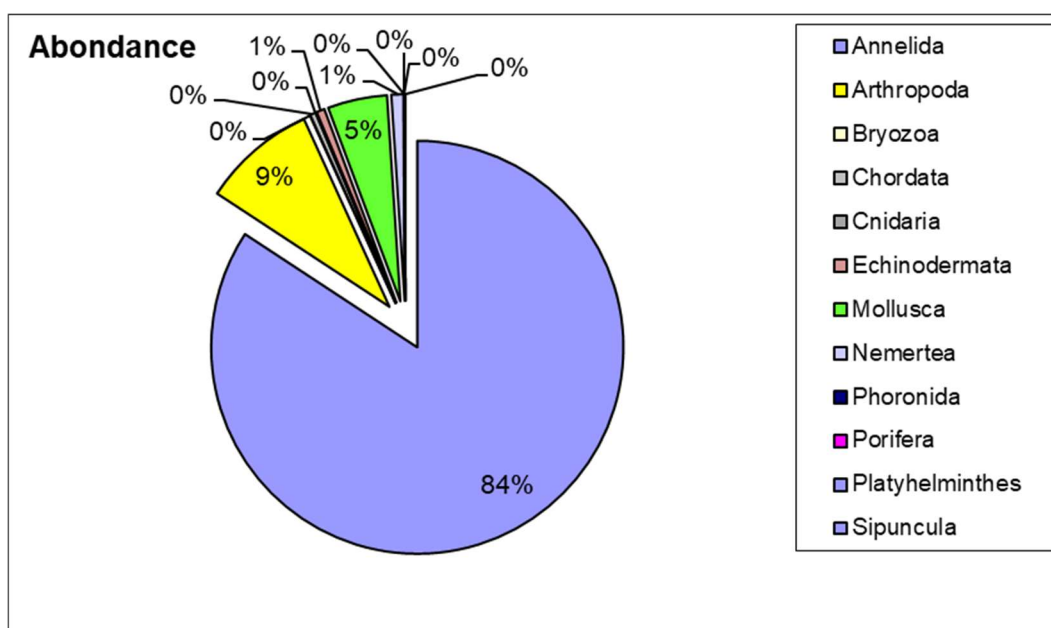


Figure 21 : Répartition des taxons par embranchement selon les abondances.

Convention de partenariat MNHN-CNRS-ULR année 2018

L'analyse succincte du **Tableau 15** des richesses et abondances spécifiques par prélèvement montre que :

- La richesse spécifique par prélèvement de 0,1 m² varie entre 29 et 65 espèces ;
- Les abondances au m² varient d'environ 1200 à 39200 individus par m² pour une valeur moyenne avec son intervalle de confiance à 95 % de 6100 ± 6300 individus par m² ; ce qui suggère une très forte variabilité ;
- Les deux espèces les plus abondantes sont des annélides *Kirkegaardia* sp. (18 %) et *Spirobranchus lamarcki* (37 %);
- Au moins 36 espèces sont rares (case grisée) avec un seul individu collecté sur la station parmi lesquels 15 annélides polychètes, 8 arthropodes, 2 échinodermes, 7 mollusques et 1 siponcle.

Tableau 15 : Richesse et abondances spécifiques.

Richesse spécifique		55	37	35	35	50	36	65	29	25	116		36
Abondance totale au m ²		2880	1610	1720	1860	2880	2230	39160	1190	1470	6111	±	6373
Embranchement	Espèce	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	Total	%	
La Flotte	2018												
Annelida	<i>Ampharete lindstroemi</i>	0	3	2	0	0	0	0	0	0	5	0%	
	<i>Amphicteis midas</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%	
	<i>Aonides oxycephala</i>	0	2	1	5	1	0	0	3	3	15	0%	
	<i>Aonides paucibranchiata</i>	3	0	0	2	7	1	17	0	0	30	1%	
	<i>Boccardia</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%	
	<i>Chaetozone</i> sp.	2	1	0	0	0	0	5	1	2	11	0%	
	<i>Chone infundibuliformis</i>	0	0	0	0	0	0	65	0	0	65	1%	
	Cirratulidae	0	3	0	4	4	0	17	0	0	28	1%	
	<i>Clymenura</i> sp.	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0%	
	DORVILLEIDAE	2	0	0	0	3	0	3	2	1	11	0%	
	<i>Eteone</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0%	
	<i>Euclymene collaris</i>	40	15	32	16	16	17	42	9	11	198	4%	
	<i>Eunice woodwardi</i>	5	2	3	4	5	5	4	2	1	31	1%	
	<i>Glycera</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0%	
	<i>Glycera unicornis</i>	1	1	6	3	6	0	6	4	2	29	1%	
	<i>Glycinde nordmanni</i>	2	0	3	0	0	0	0	0	0	5	0%	
	<i>Harmothoe impar</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%	
	<i>Heteromastus filiformis</i>	15	9	4	14	14	11	20	7	4	98	2%	
	<i>Kirkegaardia</i> sp.	1	0	0	0	17	14	939	1	0	972	18%	
	<i>Lagis koreni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0%	

Convention de partenariat MNHN-CNRS-ULR année 2018

	<i>Lumbrineris latreilli</i>	10	11	6	11	6	10	20	6	10	90	2%
	<i>Lysidice ninetta</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0%
	<i>Lysidice unicornis</i>	5	7	7	6	6	8	130	5	3	177	3%
	<i>Magelona alleni</i>	0	1	1	6	1	0	0	0	1	10	0%
	<i>Magelona sp.</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0%
	<i>Malacoceros fuliginosus</i>	0	1	1	19	4	0	0	0	0	25	0%
	<i>Maldane glebifex</i>	43	39	45	46	14	0	0	42	55	284	5%
	<i>Marphysa sanguinea</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
	<i>Melinna palmata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
	<i>Nephtys cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0%
	<i>Nephtys sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0%
	<i>Notomastus latericeus</i>	1	4	2	2	1	1	6	0	2	19	0%
	OLIGOCHAETA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
	<i>Pholoe baltica</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
	<i>Pholoe inornata</i>	6	2	1	1	13	11	176	1	1	212	4%
	<i>Phyllodoce lineata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0%
	<i>Phyllodoce longipes</i>	0	2	0	0	0	1	0	0	0	3	0%
	<i>Piromis eruca</i>	2	2	0	1	1	0	1	1	0	8	0%
	<i>Platynereis dumerilii</i>	1	0	0	1	0	0	5	0	0	7	0%
	<i>Podarkeopsis capensis</i>	4	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0%
	<i>Polydora cornuta</i>	1	3	0	0	0	0	1	0	0	5	0%
	<i>Prionospio sp.</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0%
	<i>Sabella pavonina</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
	<i>Sabellaria spinulosa</i>	21	1	2	9	30	21	65	0	12	161	3%
	<i>Scoloplos armiger</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0%
	<i>Serpula vermicularis</i>	2	0	0	0	13	0	19	0	0	34	1%
	<i>Spio filicornis</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0%
	<i>Spiochaetopterus costarum</i>	4	8	1	2	1	0	0	2	8	26	0%
	<i>Spirobranchus lamarcki</i>	14	0	4	6	68	70	1834	6	17	2019	37%
	<i>Spirobranchus triqueter</i>	2	0	0	0	2	0	9	0	0	13	0%
	<i>Sthenelais boa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0%
	<i>Syllis sp.</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	4	0%
	<i>Terebellides stroemii</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0%
Arthropoda	<i>Ampelisca sp.</i>	18	15	16	1	3	2	0	4	0	59	1%
	<i>Anapagurus hyndmanni</i>	2	0	0	0	3	5	2	6	2	20	0%

Convention de partenariat MNHN-CNRS-ULR année 2018

	<i>Anthura gracilis</i>	2	0	0	0	2	2	100	0	0	106	2%
	<i>Atelecyclus undecimdentatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0%
	<i>Athanas nitescens</i>	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10	0%
	<i>Balanus spongicola</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0%
	<i>Cheirocratus sp.</i>	3	2	0	1	1	2	1	0	0	10	0%
	<i>Diogenes pugilator</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0%
	<i>Eualus cranchii</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0%
	<i>Eurynome spinosa</i>	1	0	1	1	1	2	1	1	0	8	0%
	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
	<i>Gnathia vorax</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0%
	<i>Harpinia pectinata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0%
	<i>Iphimedia spatula</i>	1	0	0	0	0	1	4	0	0	6	0%
	<i>Leucothoe spinicarpa</i>	3	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0%
	<i>Liocarcinus navigator</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
	<i>Megabalanus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
	<i>Microdeutopus armatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0%
	<i>Monocorophium sextonae</i>	5	0	0	0	7	7	17	0	0	36	1%
	<i>Nebalia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
	<i>Philocheras trispinosus</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0%
	<i>Pilumnus hirtellus</i>	1	0	0	0	1	0	38	0	0	40	1%
	<i>Pisidia longicornis</i>	4	0	0	0	1	3	164	1	0	173	3%
	<i>Xantho pilipes</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0%
Bryozoa	<i>Tubuliporidae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
Chordata	<i>Ascidiella aspersa</i>	2	1	0	0	0	0	21	0	0	24	0%
Cnidaria	ANTHOZOA	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0%
Echinodermata	<i>Amphipholis squamata</i>	6	4	8	3	2	0	5	0	0	28	1%
	<i>Leptopentacta elongata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
	<i>Leptosynapta inhaerens</i>	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	0%
	<i>Ophiothrix fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0%
	<i>Thyone fusus</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
Mollusca	<i>Abra alba</i>	2	0	1	2	1	0	2	0	0	8	0%
	<i>Aequipecten opercularis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0%
	<i>Anomia ephippium</i>	1	0	0	0	2	1	5	1	0	10	0%
	<i>Antalis novemcostata</i>	2	6	5	4	3	1	0	3	4	28	1%

Convention de partenariat MNHN-CNRS-ULR année 2018

	<i>Aplysia punctata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
	<i>Bittium reticulatum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
	<i>Calyptrea chinensis</i>	5	1	1	0	2	1	0	0	1	11	0%
	<i>Crepidula fornicata</i>	0	0	0	0	4	0	4	0	0	8	0%
	<i>Cylichna cylindracea</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0%
	<i>Diodora graeca</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
	<i>Gibbula magus</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0%
	<i>Hyala vitrea</i>	16	0	1	2	0	0	0	0	1	20	0%
	<i>Leptochiton cancellatus</i>	2	0	1	4	4	2	3	0	0	16	0%
	<i>Mimachlamys varia</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0%
	<i>Musculus subpictus</i>	4	1	0	0	0	0	75	0	0	80	1%
	<i>Myrtea spinifera</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0%
	<i>Nudibranchia</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0%
	<i>Ocenebra erinaceus</i>	4	0	0	1	0	0	3	2	0	10	0%
	<i>Parthenina suturalis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0%
	<i>Steromphala pennanti</i>	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0%
	<i>Tritia incrassata</i>	2	0	8	0	0	4	23	0	0	37	1%
	<i>Tritia pygmaea</i>	1	1	1	2	0	0	0	0	1	6	0%
	<i>Tritia reticulata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
	<i>Turritella communis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0%
Nemertea	<i>Lineus sp.</i>	2	3	0	1	2	5	1	0	1	15	0%
	NEMERTEA	0	0	0	0	1	0	16	0	0	17	0%
	<i>Tubulanus polymorphus</i>	1	0	1	0	3	4	7	3	1	20	0%
Phoronida	<i>Phoronis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0%
Porifera	SUBERITIDAE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0%
Sipuncula	<i>Phascolion (Phascolion) strombus strombus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0%
	<i>Sipunculus (Sipunculus) nudus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0%

4.2.2.2. Histogramme de taille des mollusques

L'histogramme de taille des mollusques montre que les individus sont de petite taille entre moins de 5 mm jusqu'à 40 mm sauf exception pour *Aplysia punctata* et *Mimachlamys varia*, l'espèce la plus présente étant *Musculus subpictus* (Figure 22)

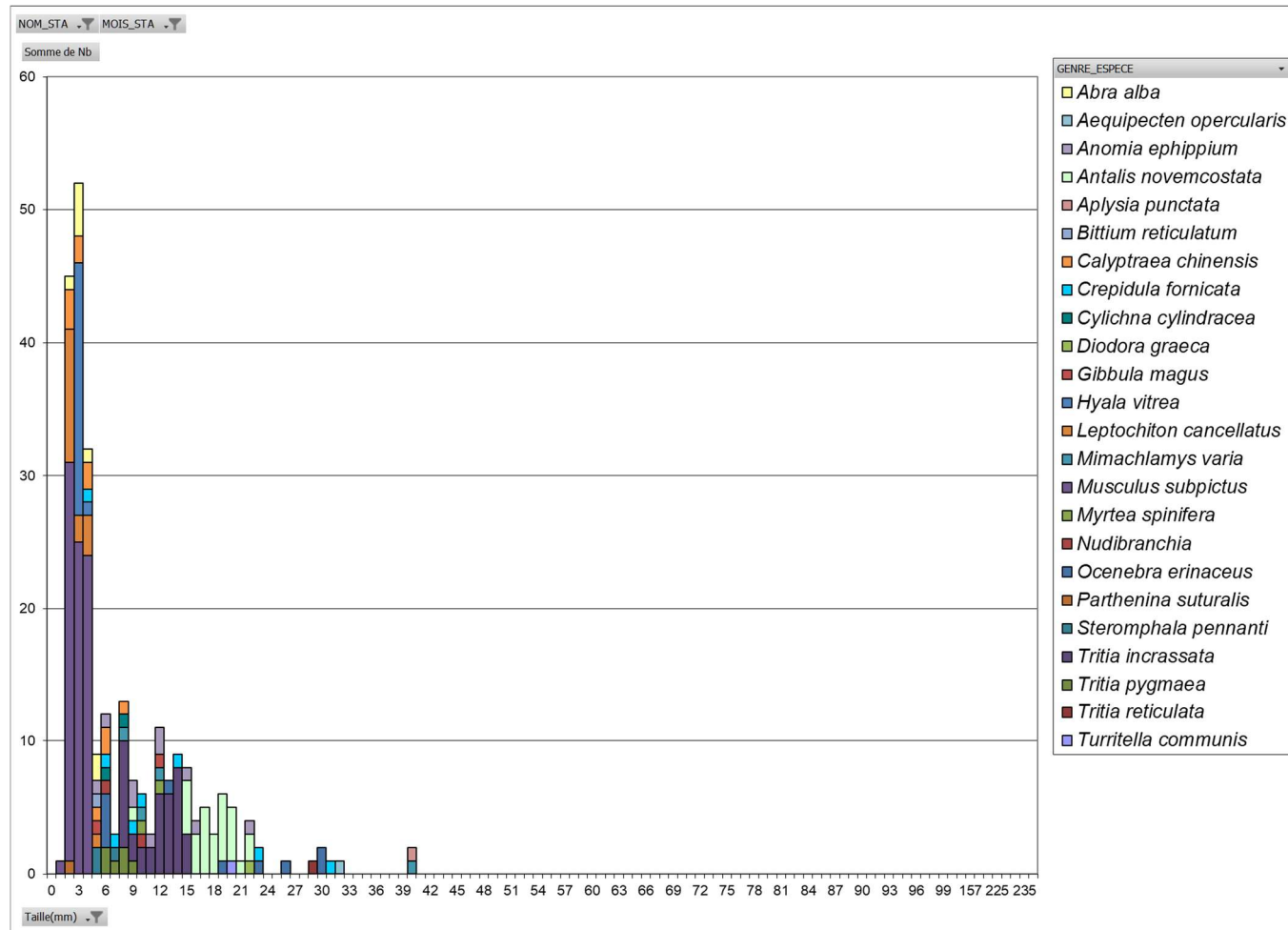


Figure 22 : Histogramme de taille des mollusques pour les 9 réplicats de la station La Flotte.

4.2.3 - Plage de la Charge Neuve

4.2.3.1. Richesse spécifique et abondance spécifique

La richesse spécifique totale obtenue en sommant les prélèvements est de 36 taxons. Ceux-ci se répartissent en 3 embranchements dominant sur les 5 représentés avec 41 % d'annélides, 28 % de mollusques et 25 % d'arthropodes parmi les espèces présentes (**Figure 23**). Pour 2018, les mollusques avec *Peringia ulvae* ne sont pas les plus abondants avec 48 % des abondances, l'hydrobie ne représentant que 37 % de la totalité des effectifs, ce sont les annélides les plus abondants avec 50 % des abondances (**Figure 24**).

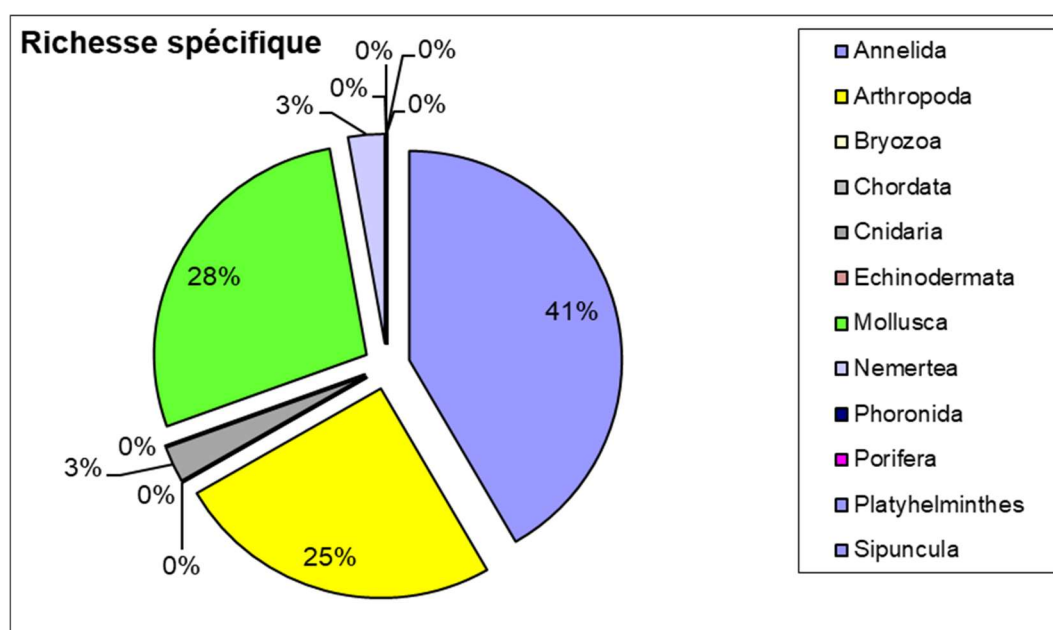


Figure 23 : Répartition des taxons par embranchement selon le nombre d'espèces.

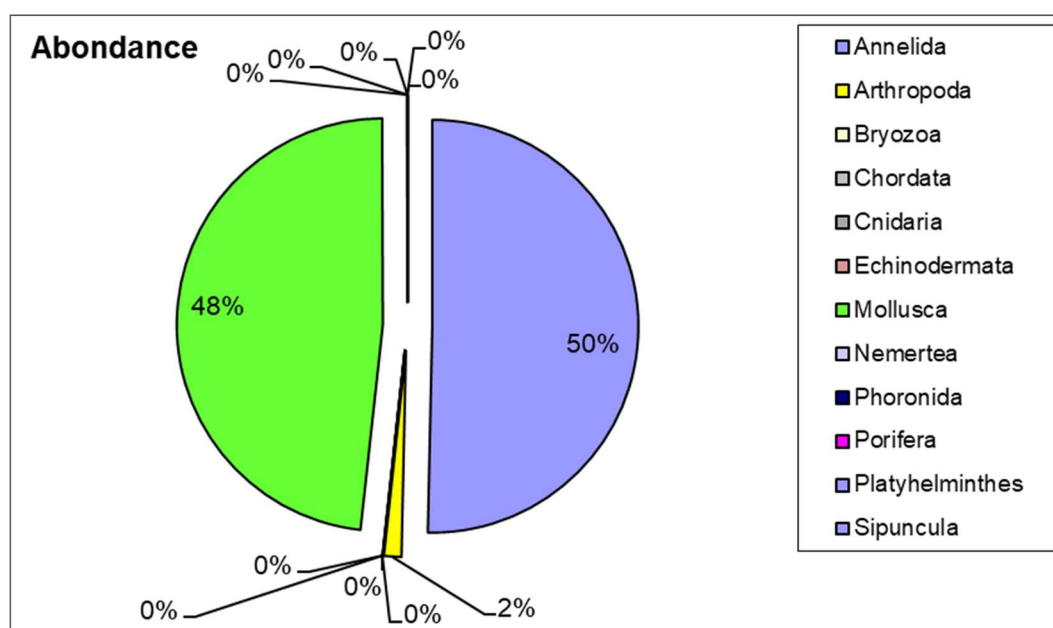


Figure 24 : Répartition des taxons par embranchement selon les abondances.

Convention de partenariat MNHN-CNRS-ULR année 2018

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

- La richesse spécifique par prélèvement de 0,029 m² varie entre 20 et 25 espèces ;
- Les abondances au m² varient d'environ 12300 à 19500 individus par m² pour une valeur moyenne avec son intervalle de confiance à 95 % de 15500 ± 3300 individus par m² ;
- Deux espèces sont très abondante *Peringia ulvae* avec 37 % des abondances et *Tubificoides benedii* avec 29 % ;
- Au moins 8 espèces sont rares avec un seul individu collecté sur la station parmi lesquels (case grisée) 2 annélides, 4 arthropodes et 1 mollusque.

Tableau 16 : Richesse et abondances spécifiques.

Richesse spécifique		22	21	24	23	24	20	22	21	25	36		8
Abondance totale au m ²		15379	12310	14621	17828	19931	14655	12345	12862	19448	15487	±	3309
Plage de la Charge Neuve 2018													
Embranchement	Espèce	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	Total	%	
Annelida	<i>Aonides oxycephala</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0%	
	<i>Boccardia sp.</i>	0	0	0	10	0	1	0	0	0	11	0%	
	<i>Capitella minima</i>	4	4	4	6	20	9	5	7	11	70	2%	
	<i>Cirratulidae</i>	4	5	4	2	7	0	2	3	1	28	1%	
	<i>Eteone sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0%	
	<i>Exogone naidina</i>	1	2	5	2	4	5	5	0	2	26	1%	
	<i>Galathowenia oculata</i>	0	4	9	13	4	5	4	7	4	50	1%	
	<i>Glycera tridactyla</i>	0	0	1	0	0	1	1	0	0	3	0%	
	<i>Heteromastus filiformis</i>	100	94	136	42	20	8	31	19	12	462	11%	
	<i>Leiochone leiopygos</i>	1	2	25	2	0	5	1	1	4	41	1%	
	<i>Notomastus latericeus</i>	7	4	8	6	9	3	7	8	5	57	1%	
	<i>Parapionosyllis macaronesiensis</i>	5	9	2	4	5	1	4	5	9	44	1%	
	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	2	4	1	1	6	5	4	6	4	33	1%	
	<i>Streblospio shrubsolii</i>	2	5	2	6	8	7	3	9	14	56	1%	
	<i>Tubificoides benedii</i>	37	27	59	193	261	136	94	128	217	1152	29%	
Arthropoda	<i>Bodotria pulchella</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0%	
	<i>Crangon crangon</i>	0	0	0	1	2	0	2	3	1	9	0%	
	<i>Idotea balthica</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%	

Convention de partenariat MNHN-CNRS-ULR année 2018

	<i>Idotea chelipes</i>	3	3	0	1	1	0	0	0	0	8	0%
	<i>Liocarcinus navigator</i>	2	3	4	1	3	0	5	2	2	22	1%
	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	2	0	1	0	2	1	2	0	1	9	0%
	<i>Mysida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0%
	<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	1	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0%
	<i>Paramysis (Longidentia) nouveli</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0%
Cnidaria	<i>Cereus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0%
Mollusca	<i>Abra segmentum</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0%
	<i>Abra tenuis</i>	15	19	16	30	40	51	23	17	20	231	6%
	<i>Cerastoderma edule</i>	0	0	4	1	2	0	1	4	2	14	0%
	<i>Limecola balthica</i>	1	0	1	1	1	3	2	1	5	15	0%
	<i>Littorina littorea</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0%
	<i>Loripes orbiculatus</i>	13	10	8	12	8	4	7	4	15	81	2%
	<i>Peringia ulvae</i>	230	150	114	174	154	164	145	131	218	1480	37%
	<i>Ruditapes philippinarum</i>	8	5	9	4	5	4	0	5	3	43	1%
	<i>Scrobicularia plana</i>	5	4	7	4	12	11	9	11	8	71	2%
	<i>Tritia neritea</i>	2	1	2	1	0	0	1	1	3	11	0%
Nemertea	NEMERTEA	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0%

4.2.3.2. Histogramme de taille des mollusques

L'histogramme de taille des mollusques montre la prédominance des hydrobies *Peringia ulvae* de moins de 5 mm (**Figure 25 A**) alors que les 10 autres espèces se répartissent dans une gamme de tailles jusqu'à 29 mm (**Figure 25 B**).

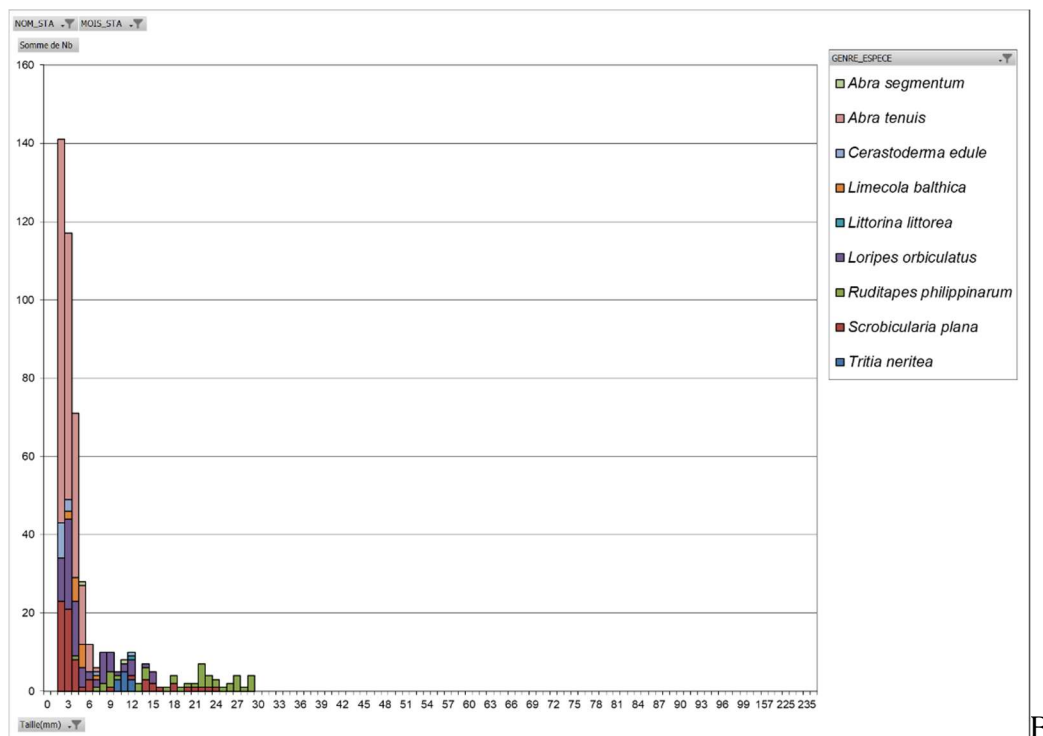
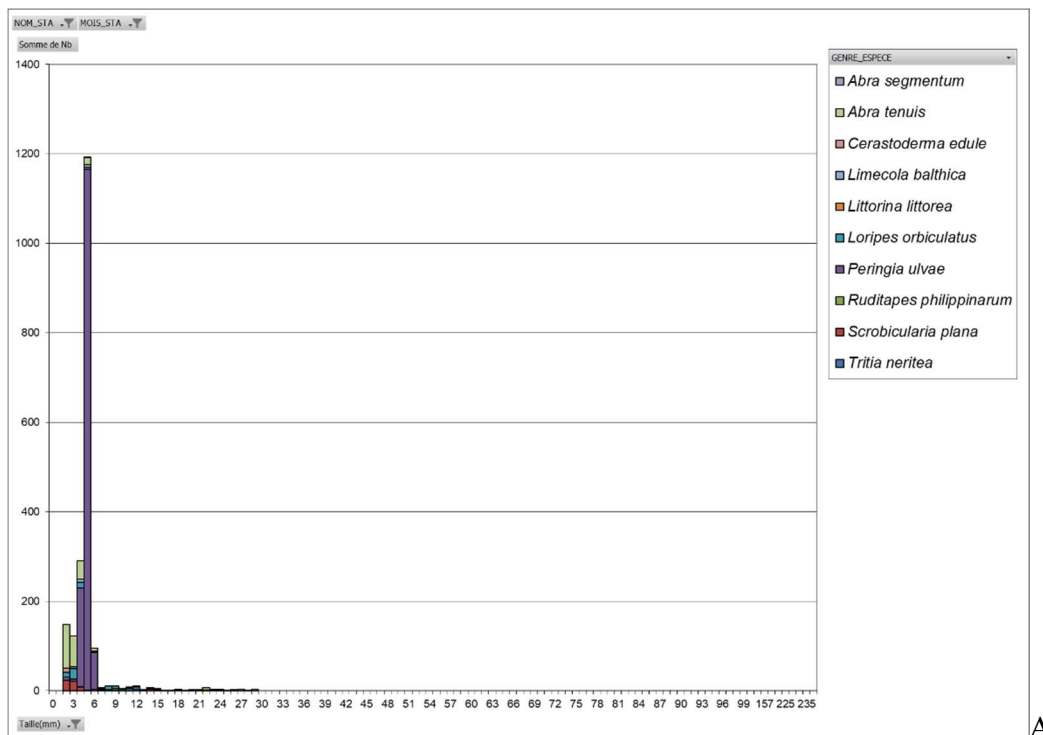


Figure 25 : Histogramme de taille des mollusques pour la station Plage de la Charge Neuve avec (A) et sans (B) *Peringia ulvae*.

4.3 - Analyse statuts écologiques selon M-AMBI

4.3.1 - Pointe d'Arcay

Parmi les individus recensés et en considérant la moyenne des résultats sur les 3 sous-stations, 52 %, 26 %, 19 %, 3 % et 0 % appartiennent respectivement aux groupes écologiques I, II, III, IV et V (**Figure 26**).

L'indice AMBI est de 1,06 avec 73 taxons retenus et une diversité de 5,25.

Le calcul de l'indice M-AMBI réalisé sur le regroupement des 9 prélèvements (3 par sous-station) et avec comme condition de référence une station de sables fins plus ou moins envasés subtidaux (1, 4, 58) fournit une valeur supérieure à 1 suggérant un très bon état écologique.

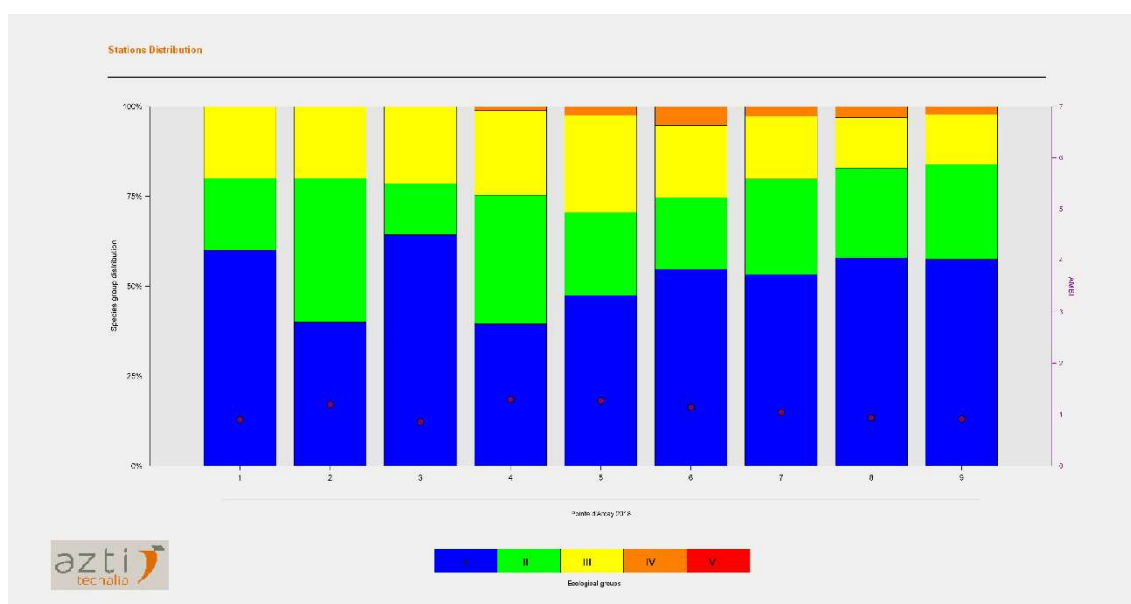


Figure 26 : Proportion des groupes écologiques pour la station Pointe d'Arcay

4.3.2 - La Flotte

Parmi les individus recensés et en considérant la moyenne des résultats sur les 3 sous-stations, 25 %, 50 %, 4 %, 20 % et 1 % appartiennent respectivement aux groupes écologiques I, II, III, IV et V (**Figure 27**).

L'indice AMBI est de 1,77 avec 113 taxons retenus et une diversité de 3,79.

Le calcul de l'indice M-AMBI réalisé sur le regroupement des 9 prélèvements (3 par sous-station) et avec comme condition de référence une station de sables fins plus ou moins envasés subtidaux (1, 4, 58) fournit une valeur supérieure à 1 suggérant un très bon état écologique.

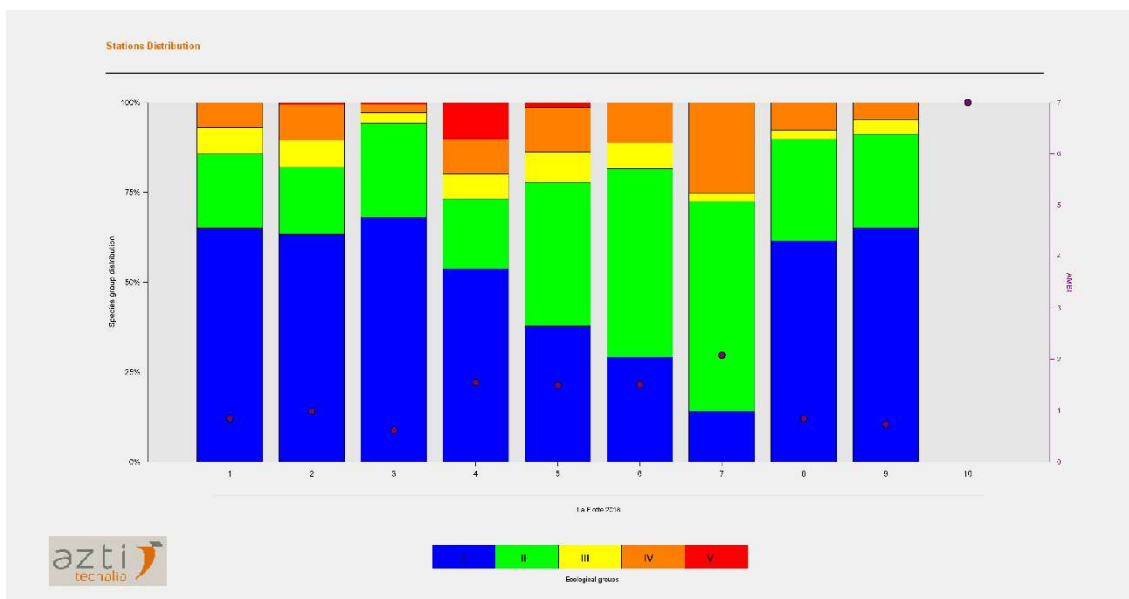


Figure 27 : Proportion des groupes écologiques pour la station La Flotte.

4.3.3 - Plage de la Charge Neuve

Parmi les individus recensés et en considérant la moyenne des résultats sur les 3 sous-stations, 3 %, 2 %, 52 %, 13 % et 30 % appartiennent respectivement aux groupes écologiques I, II, III, IV et V (Figure 28).

L'indice AMBI est de 4,28 avec 36 taxons retenus et une diversité de 2,82.

Le calcul de l'indice M-AMBI réalisé sur le regroupement des 9 prélèvements (3 par sous-station) et avec comme condition de référence une station de sables fins plus ou moins envasés intertidaux (1, 4, 35) fournit une valeur de 0,68 très au-dessus de la limite du statut BON suggérant un bon état écologique.

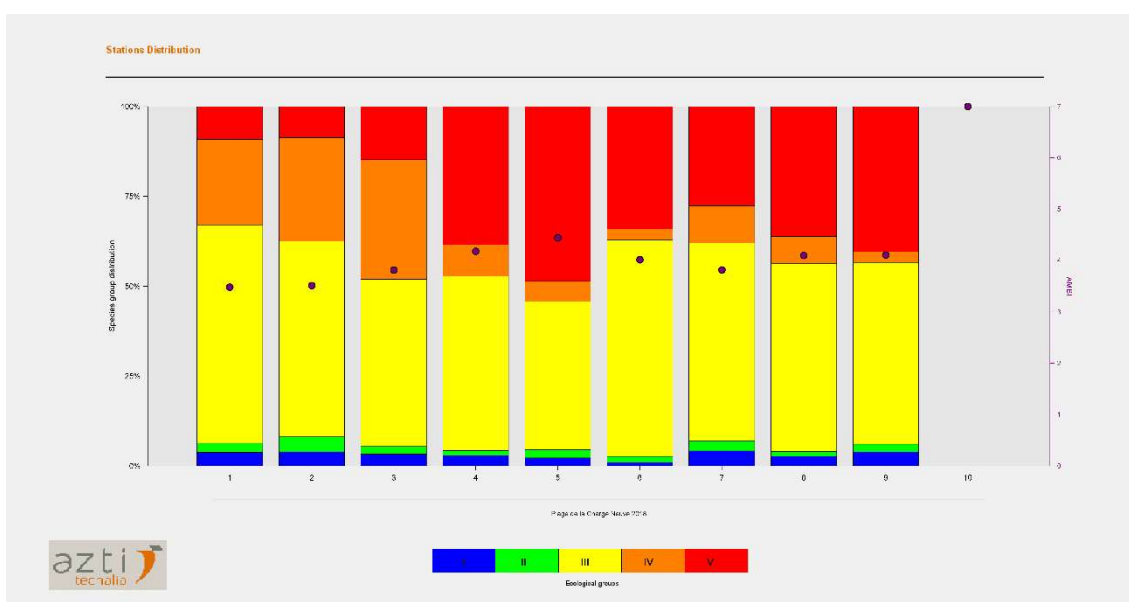


Figure 28 : Proportion des groupes écologiques pour la station Plage de la Charge Neuve.

4.4 - Bilan du statut écologique

Le calcul de l'indice M-AMBI réalisé sur le regroupement de tous les prélèvements des 3 sous-stations par station du suivi fournit une valeur reconnue comme étant surestimée. Utiliser un jeu de données trop restreint (une seule station) conduit en effet à des surestimations du M-AMBI (Ruellet & Dauvin, 2008). Cette valeur ne devrait donc pas être retenue pour estimer le statut écologique d'une station. Ce problème de surestimation est lié à l'utilisation d'une analyse factorielle dans le calcul de l'indice M-AMBI, analyse qui est sensible au nombre d'observations soumises à l'analyse (Muxika *et al.*, 2007 ; Borja *et al.*, 2008). De fait il est recommandé d'utiliser au moins 50 stations afin d'en stabiliser les résultats individuels (Borja & Mader, 2008 ; Borja *et al.*, 2012). La procédure générale adoptée par la coordination DCE Ifremer est d'utiliser le jeu complet de données de l'ensemble du littoral atlantique pour estimer le statut écologique d'une station. Cette procédure permet de résoudre cette question de surestimation. Les résultats ici donnés ici pour 2018 le sont à titre indicatif.

Le statut écologique 2018 sur l'élément de qualité « Invertébrés benthiques » du Pertuis Breton serait en moyenne TRES BON (**Tableau 17**) bien que l'évaluation pour la station Plage de la Charge Neuve ne serait que BON. Ce dernier résultat est attendu car la station est située sur un herbier à *Zostera noltei*, lieu de piégeage de la matière organique favorisant naturellement les espèces des groupes écologiques III à IV (**Figure 28**).

Tableau 17 : Statut écologique provisoire du Pertuis Breton pour l'élément de qualité « invertébrés benthiques »

Année	Station	Mois	Statut écologique Invertébrés benthiques
2018	Pointe d'Arcay	avril	TRES BON
	La Flotte	avril	TRES BON
	Plage de la Charge Neuve	avril	BON
	Moyenne		TRES BON

Au final, l'évaluation de l'état écologique que ce soit pour un élément de qualité comme les « invertébrés benthiques » ou pour la totalité de la masse d'eau « Pertuis Breton FRGC53 » est à rechercher sur l'atlas DCE Loire-Bretagne (http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce/la_dce_par_bassin/bassin_loire_bretagne/fr/introduction) qui présente un bilan d'étape préalablement au bilan officiel révisé de chaque cycle de gestion du SDAGE.

5 - Bilan du temps passé aux prélèvements et analyses

La réalisation des analyses sédimentaires et biologiques sur les trois stations échantillonnées dans le Pertuis Breton, Pointe d'Arcay, La Flotte en subtidal et Plage de la Charge Neuve en intertidal, a mobilisé (**Tableau 18**) :

- 1 personne-jour pour la préparation des missions à la mer (y compris l'entretien du matériel) ;
- 6 personnes-jour pour les prélèvements en mer ;
- 6 personnes-jour pour les analyses granulométriques et teneur en matière organique ;
- 35 personnes jour pour le lavage et tri faunistique ;
- 28 personnes-jour pour les déterminations faunistiques et leur validation ;
- 4 personnes jour pour la saisie des données et leur vérification
- 5 personnes jour pour la rédaction.

Tableau 18 : Effort en personne-jour pour chacune des opérations afférentes à l'analyse sédimentaire et biologique de la station échantillonnée

Opération	Nombre (personne-jour)
Préparation opération à la mer	1
Opération à la mer	4 + 2
Granulométrie + matière organique	5 +1
Lavage + tri faunistique	35
Déterminations taxinomiques, validation & qualification taxinomique	28
Saisie données, validation fichier	4
Rédaction	
- rapports intermédiaires	2
- rapport final	3
Total	85

Au total la réalisation des prélèvements, leur analyse sédimentaire et faunistique et leur saisie avec validation a mobilisé un effort de 85 personnes jour. Cela correspond en équivalent temps plein de 20 jours ouvrés par mois à un total plus de 4 mois de travail à temps plein pour une seule personne.

Comparativement au protocole de suivi précédent appliqué de 2007 à 2014 avec seulement 5 prélèvements par station, le temps passé en 2018 est plus que doublé, ce qui était déjà notée en 2016.

6 - Bancarisation dans la base de données Quadrigé²

La saisie des métadonnées des stations Pointe d'Arcay, la Flotte et Plage de la Charge Neuve est à jour de 2018 y compris la saisie de photos exposant les opérations à la mer.

- Les données de granulométrie et taux de matières organiques ont été contrôlées et validées dans la base Quadrigé² ;
- Les données de macrofaune ont été pré-contrôlées pour la taxinomie et ont été validée suite à leur reprise ;
- La saisie des données faunistiques du suivi de 2018 a été réalisée selon le fichier de reprise développé en 2013 (Pothier, 2013) puis amendé en 2018 (Gauthier *et al.*, 2018 ; Thomas *et al.*, 2018) (**Tableau 19**).

Tableau 19 : Bilan des saisies des métadonnées et données dans Quadrigé² pour les 3 stations du Pertuis Breton

codification des couleurs : ■ Saisies, contrôlées et validées, ■ Saisies, contrôlées, ■ Saisies (non contrôlées, non validées),

□ A saisir, Hors DCE, * Saisies des granulo/MO/Photos (*contrôlées & validée*), case vide pas de suivi DCE prévu au RCS.

Masse Eau	Lieu libellé	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
FRGC53	Pointe d'Arcay SM	■ ■			■			■	■		■		■
FRGC53	La Flotte SM	■ ■			■			■	■		■		■
FRGC53	Plage de la Charge Neuve	■ ■			■			■	■		■		■

7 - Bibliographie

- Auby, I., Dalloyau, S., Hily, C., Oger-Jeanneret, H., Plus, M., Sauriau, P.-G. & Trut, G., 2012. Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). *REBENT réseau benthique*, RST/LER/MPL/12.17, Ifremer, Arcachon : 20 p.
- Auby, I., Sauriau, P.-G., Oger-Jeanneret, H., Hily, C., Dalloyau, S., Rollet, C., Trut, G., Fortune, M., Plus, M. & Rigouin, L., 2014. Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). *Zostera marina - Zostera noltii*. Version 2. *REBENT réseau benthique*, RST/LER/MPL/14.01, Ifremer, RST/LER/MPL/14.01, Arcachon : 42 p.
- Bald, J., Borja, A., Muxika, I., Franco, J. & Valencia, V., 2005. Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: A case-study from the Basque Country (Northern Spain). *Marine Pollution Bulletin*, **50** : 1508-1522.
- Barillé-Boyer, A.-L., Barillé, L., Massé, H., Razet, D. & Héral, M., 2003. Correction for particulate organic matter as estimated by loss on ignition in estuarine ecosystems. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **58** : 147-153.
- Bellan-Santini, D. & Dauvin, J.-C., 1988. Actualisation des données sur l'écologie, la biogéographie et la phylogénie des Ampeliscidae (crustacés - amphipodes) atlantiques après la révision des collections d'E. Chevreux. *Aspects Récents de la Biologie des Crustacés*, **8** : 207-216.
- Blott, S.J. & Pye, K., 2001. Gradstat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, **26** : 1237-1248.
- Borja, A., Franco, J. & Muxika, I., 2004. The biotic indices and the Water Framework Directive: the required consensus in the new benthic monitoring tools. *Marine Pollution Bulletin*, **48** : 405-408.
- Borja, A., Franco, J. & Pérez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, **40** (12) : 1100-1114.
- Borja, A. & Mader, J., 2008. Instructions for the use of the AMBI index software (version 4.1). AZTI-Tecnalia (www.azti.es), : 13 p.
- Borja, Á., Mader, J. & Muxika, I., 2012. Instructions for the use of the AMBI index software (Version 5.0). *Revista de Investigación Marina, AZTI-Tecnalia*, **19** (3) : 71-82.
- Borja, A., Mader, J., Muxika, I., Rodríguez, J.G. & Bald, J., 2008. Using M-AMBI in assessing benthic quality within the Water Framework Directive: some remarks and recommendations. *Marine Pollution Bulletin*, **56** (7) : 1377-1379.
- Borja, A. & Muxika, I., 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's marine biotic index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Marine Pollution Bulletin*, **50** : 787-789.
- Borja, A., Muxika, I. & Franco, J., 2003. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine Pollution Bulletin*, **46** : 835-845.
- Chambers, S.J. & Muir, A.I., 1997. *Polychaetes: British Chrysopetaloidea, Pisionoidea and Aphroditoidea*. Shrewsbury, Field Studies Council : 202 p.

- 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. : 28 p.
- Cojan, I. & Renard, M.**, 1999. *Sédimentologie*. Paris, Dunod : 418 p.
- Dauvin, J.-C., Bachelet, G. & Bellan, G.**, 2006. Biodiversity and biogeographic relationships of the polychaete fauna in French Atlantic and Mediterranean waters. *Scientia Marina (Barcelona)*, **70S3** : 259-267.
- Dauvin, J.-C. & Bellan-Santini, D.**, 1988. Illustrated key to *Ampelisca* species from the North-Eastern Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **68** : 659-676.
- Dauvin, J.-C. & Bellan-Santini, D.**, 1996. *Ampeliscidae* (Amphipoda) from the Bay of Biscay. *Journal of Crustacean Biology*, **16** (1) : 149-168.
- Dauvin, J.-C. & Bellan-Santini, D.**, 2002. Les crustacés Amphipodes Gammaridea benthiques des côtes françaises métropolitaines: bilan des connaissances. *Crustaceana*, **73** (3-4) : 299-340.
- de Montaudouin, X. & Sauriau, P.-G.**, 2000. Contribution to a synopsis of marine species richness in the Pertuis Charentais Sea with new insights in soft-bottom macrofauna of the Marennes-Oléron Bay. *Cahiers de Biologie Marine*, **41** (2) : 181-222.
- Degraer, S., Wittoeck, J., Appeltans, W., Cooreman, K., Deprez, T., Hillewaert, H., Hostens, K., Mees, J., Vanden Berghe, E. & Vincx, M.**, 2006. *L'atlas du macrobenthos de la partie belge de la mer du Nord*. Bruxelles, Politique scientifique fédérale : 164 p.
- Emig, C.C.**, 1979. *British and other Phoronids*. London, Academic Press, The Linnean Society of London & The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association : 57 p.
- Fauvel, P.**, 1923. *Faune de France. Polychètes errantes*. Paris, Librairie de la Faculté des Sciences : 488 p.
- Fauvel, P.**, 1927. *Faune de France. Polychètes sédentaires*. Paris, Lechevalier, P. : 492 p.
- Frontier, S. & Pichod-Viale, D.**, 1991. *Ecosystèmes : structure, fonctionnement et évolution*. Paris, Masson : 392 p.
- Garcia, A., Desroy, N., Le Mao, P. & Miossec, L.**, 2014. Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidiaux et intertidaux dans le cadre de la DCE - Façades Manche et Atlantique. Rapport AQUAREF. Rapport AQUAREF, Ifremer, : 13 p.
- Gauthier, E., Pothier, A. & Buchet, R.**, 2018. Consignes de saisie Quadrige. Macrofaune benthique de substrats meubles (intertidal & subtidal) Masses d'eau Côtières et de Transition. *Quadrige² - Référentiel National de gestion des données de la surveillance littorale*, Ifremer, Quadrige², Nantes : 20 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. : 221 p.**
- Gibbs, P.E.**, 2001. *Sipunculans*. Shrewsbury, Field Studies Council : 46 p.
- Gibson, R.**, 1994. *Nemerteans*. Shrewsbury, Field Studies Council : 224 p.
- Glémarec, M.**, 1968. Pélécytopodes marins de la côte atlantique française. In: Brest, Laboratoire de Zoologie : 21.
- 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. : 662 p.
- 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), Plouzané, Editions Ifremer : 51-86.

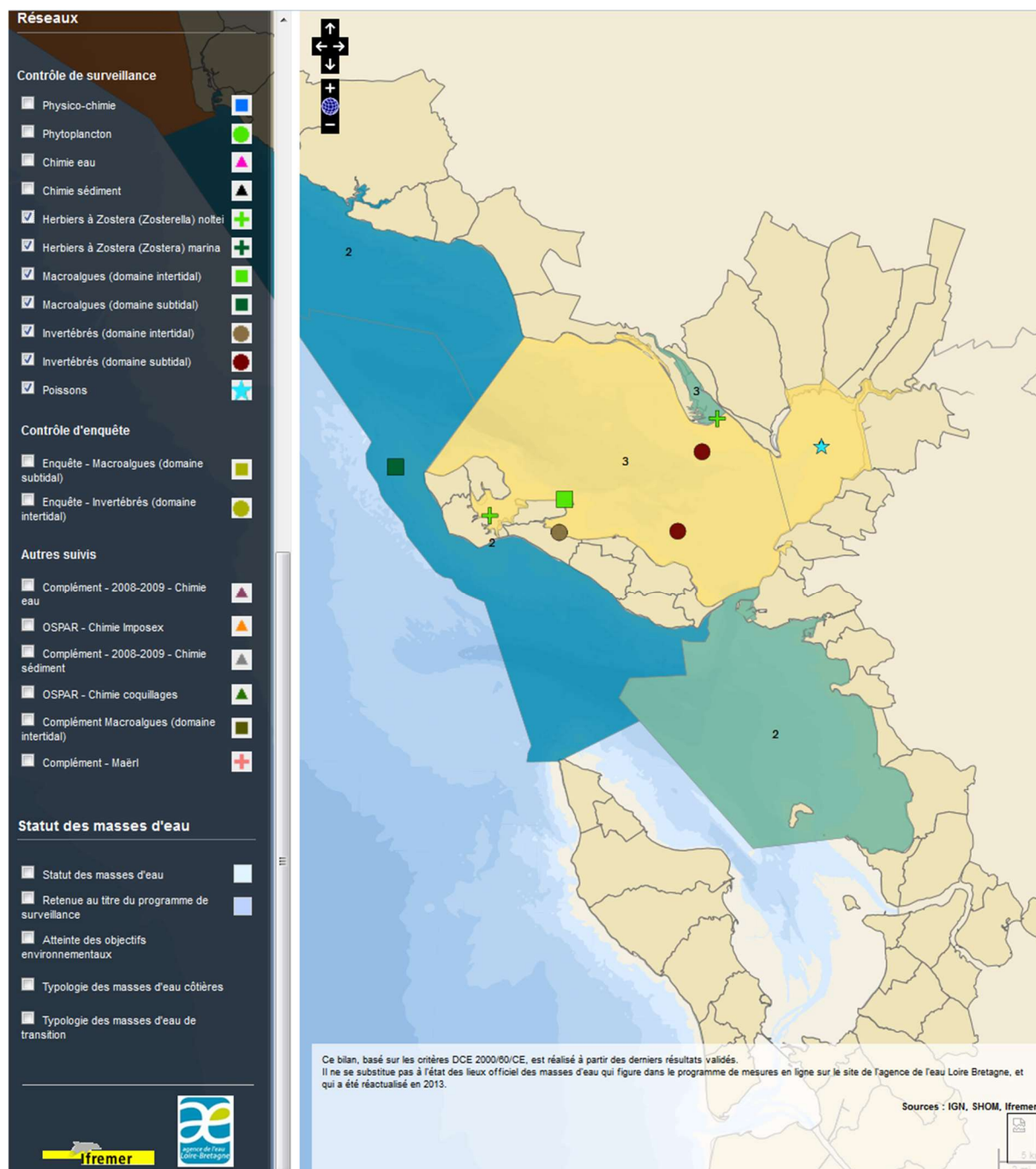
- Hartmann-Schröder, G.**, 1971. *Annelida, Borstenwürmer, Polychaeta*. Jena, Veb Gustav Fischer Verlag : 594 p.
- Hayward, P.J. & Ryland, J.S.**, 1990a. *The Marine Fauna of the British Isles and North-West Europe. Volume 1. Introduction and Protozoans to Arthropods*. Oxford, Oxford University Press : 1-627 p.
- 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 : 628-996 p.
- Hily, C.**, 1976. Ecologie benthique des pertuis Charentais. Thèse de Doctorat de 3^{ème} Cycle, **Université de Bretagne Occidentale**, Brest : pp. 236.
- Hily, C.**, 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la rade de Brest. **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 : 227 p.
- Ingle, R.W.**, 1996. *Shallow-water crabs*. Shrewsbury, Field Studies Council : 243 p.
- Ingle, R.W. & Christiansen, M.E.**, 2004. *Lobsters, mud shrimps and anomuran crabs*. Shrewsbury, Field Studies Council : 271 p.
- 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. : 123 p.
- Manuel, R.L.**, 1988. *British Anthozoa (Coelenterata: Octocorallia & Hexacorallia)*. Leiden, The Linnean Society of London & The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association : 241 p.
- Martin, J.**, 2011. *Les invertébrés marins du golfe de Gascogne à la Manche orientale*. Versailles, Éditions Quae : 299 p.
- 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. : 91 p.
- Millar, R.H.**, 1969. *Catalogue of main marine fouling organisms (found on ships coming into European waters). Ascidiens of European waters*. Paris, Organisation de Coopération et de Développement Economiques : 34 p.
- Millar, R.H.**, 1970. *British Ascidiens*. London and New York, Academic Press : 88 p.
- 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 : 90 p.
- Pleijel, F.**, 1988. Phyllodoce (Polychaeta, Phyllodocidae) 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. : 202 p.
- Poppe, G.T. & Goto, Y.**, 1991. *European seashells. Vol. I. (Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda)*. Wiesbaden, Verlag Christa Hemmen : 352 p.
- Poppe, G.T. & Goto, Y.**, 1993. *European seashells. Vol. II (Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda)*. Wiesbaden, Christa Hemmen Verlag : 221 p.
- Pothier, A.**, 2013. Reprise automatique des résultats taxinomiques dans Quadrigé². Mode d'emploi pour l'élaboration et l'intégration du fichier Excel. Données Macrofaune



- (IM-SM). *Quadrige² - Référentiel National de gestion des données de la surveillance littorale*, Ifremer, Quadrige², Nantes : 25 p.
- Rouse, G.W. & Pleijel, F.**, 2001. *Polychaetes*. Oxford University Press : 354 p.
- Ruellet, T. & Dauvin, J.-C.**, 2008. Comments on Muxika *et al.* "Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive" [Marine Pollution Bulletin 55 (2007) 16-29]. *Marine Pollution Bulletin*, **56** (6) : 1234-1235.
- Sauriau, P.-G.**, 2006. Prospection faune et flore benthique dans le cadre de la DCE : masse d'eau FRGC53 Pertuis Breton. Contrat de prestation Ifremer n° 2006 5 50528219, CNRS - Ifremer - Agence de l'Eau Loire Bretagne, L'Houmeau : 28 + annexes p.
- Shannon, C.E.**, 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, **27** : 379-423.
- Smaldon, G., Holthuis, L.B. & Fransen, C.H.J.M.**, 1993. *Coastal shrimps and prawns*. Shrewsbury, Field Studies Council : 142 p.
- Southward, E.C. & Campbell, A.C.**, 2006. *Echinoderms*. Shrewsbury, Field Studies Council : 272 p.
- Tebble, N.**, 1966. *British bivalve seashells. A handbook for identification*. London, Trustees of the British Museum (Natural History) : 212 p.
- Thomas, A., Pothier, A. & Gauthier, E.**, 2018. Reprise automatique des résultats taxinomiques dans Quadrige. Mode d'emploi pour l'élaboration et l'intégration du fichier Excel. *Quadrige² - Référentiel National de gestion des données de la surveillance littorale*, Rapport Ifremer, Ifremer, Nantes : 26 p.
- 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. : 356 p.
- Westheide, W.**, 1990. *Polychaetes: interstitial families*. Oegstgeest, The Netherlands, Universal Book Services / Dr. Backhuys, W. : 152 p.
- Wood, C.**, 2005. *Seasearch guide to sea anemones and corals of Britain and Ireland*. Ross-on-Wye, Marine Conservation Society : 128 p.

8 - Annexe

8.1 - Fiche des stations du réseau de surveillance DCE

http://envlit.ifremer.fr/var/envlit/storage/documents/atlas_DCE/scripts/site/carte.php?map=LB



Fiche point réseau  



Réseau : Invertébrés (domaine subtidal)
076-P-061 - Pointe d'Arcay SM



Masse d'eau : FRGC53 - Pertuis Breton
 Type de réseau : Contrôle de surveillance
 Longitude (WGS84) : -1.283503

Type masse d'eau : MEC
 Point : 076-P-061 - Pointe d'Arcay SM
 Latitude (WGS84) : 46.268702

Paramètres	Opérateur terrain	Opérateur labo	Dernière année de prélèvement	Fréquence annuelle	Période	Fréquence dans plan de gestion
Diversité	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	mars-avril	2 ans/6
Richesse spécifique	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	mars-avril	2 ans/6
AMBI	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	mars-avril	2 ans/6

Dernière mise à jour : 08/09/2015

Fiche point réseau  



Réseau : Invertébrés (domaine subtidal)
076-P-060 - La Flotte SM

Masse d'eau : FRGC53 - Pertuis Breton
 Type de réseau : Contrôle de surveillance
 Longitude (WGS84) : -1.304331

Type masse d'eau : MEC
 Point : 076-P-060 - La Flotte SM
 Latitude (WGS84) : 46.212311

Paramètres	Opérateur terrain	Opérateur labo	Dernière année de prélèvement	Fréquence annuelle	Période	Fréquence dans plan de gestion
Diversité	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	mars-avril	2 ans/6
Richesse spécifique	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	mars-avril	2 ans/6
AMBI	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	mars-avril	2 ans/6

Dernière mise à jour : 08/09/2015



Fiche point réseau 📄 ✕

Réseau : Invertébrés (domaine intertidal)
076-P-058 - Plage de la Charge Neuve

Masse d'eau : FRGC53 - Pertuis Breton
 Type de réseau : Contrôle de surveillance
 Longitude (WGS84) : -1.423817

Type masse d'eau : MEC
 Point : 076-P-058 - Plage de la Charge Neuve
 Latitude (WGS84) : 46.207528

Paramètres	Opérateur terrain	Opérateur labo	Dernière année de prélèvement	Fréquence annuelle	Période	Fréquence dans plan de gestion
Diversité	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2010	1/an	mars-avril	2 ans/6
AMBI	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	mars-avril	2 ans/6
Diversité	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	mars-avril	2 ans/6
Richesse spécifique	CNRS L'Houmeau	CNRS L'Houmeau	2014	1/an	mars-avril	2 ans/6

8.2 - Fiche des analyses sédimentaires 2018

Pointe d'Arcay SM 2018

	Arcay A	Arcay B	Arcay C	
ANALYST AND DATE:	Aubert, 2018	Aubert, 2018	Aubert, 2018	
SIEVING ERROR:	0.0%	0.0%	0.0%	
SAMPLE TYPE:	Unimodal, Poorly Sorted	Unimodal, Poorly Sorted	Unimodal, Well Sorted	
TEXTURAL GROUP:	Slightly Gravelly Muddy Sand	Slightly Gravelly Muddy Sand	Slightly Gravelly Sand	
SEDIMENT NAME:	Fine Gravelly Medium Silty Medium	Fine Gravelly Very Coarse Silty Fir	Slightly Fine Gravelly Fine Sand	
METHOD OF MOMENTS	MEAN (\bar{x}_a):	366.0	170.2	246.3
Arithmetic (μm)	SORTING (σ_a):	567.0	344.3	495.0
	SKEWNESS (Sk_a):	5.527	12.01	7.658
	KURTOSIS (K_a):	38.99	162.5	65.26
METHOD OF MOMENTS	MEAN (\bar{x}_g):	171.6	85.77	164.0
Geometric (μm)	SORTING (σ_g):	4.359	3.819	2.263
	SKEWNESS (Sk_g):	-1.058	-0.973	-1.183
	KURTOSIS (K_g):	3.536	2.872	12.37
METHOD OF MOMENTS	MEAN (\bar{x}_ϕ):	2.543	3.543	2.608
Logarithmic (ϕ)	SORTING (σ_ϕ):	2.124	1.933	1.178
	SKEWNESS (Sk_ϕ):	1.058	0.973	1.183
	KURTOSIS (K_ϕ):	3.536	2.872	12.37
FOLK AND WARD METHOD	MEAN (M_G):	203.6	95.41	173.9
(μm)	SORTING (σ_G):	3.193	2.777	1.394
	SKEWNESS (Sk_G):	-0.460	-0.752	-0.117
	KURTOSIS (K_G):	1.573	2.043	1.803
FOLK AND WARD METHOD	MEAN (M_I):	2.296	3.390	2.523
(ϕ)	SORTING (σ_I):	1.675	1.474	0.480
	SKEWNESS (Sk_I):	0.460	0.752	0.117
	KURTOSIS (K_I):	1.573	2.043	1.803
FOLK AND WARD METHOD	MEAN:	Fine Sand	Very Fine Sand	Fine Sand
(Description)	SORTING:	Poorly Sorted	Poorly Sorted	Well Sorted
	SKEWNESS:	Very Fine Skewed	Very Fine Skewed	Fine Skewed
	KURTOSIS:	Very Leptokurtic	Very Leptokurtic	Very Leptokurtic
	MODE 1 (μm):	357.5	180.0	180.0
	MODE 2 (μm):			
	MODE 3 (μm):			
	MODE 1 (ϕ):	1.494	2.483	2.483
	MODE 2 (ϕ):			
	MODE 3 (ϕ):			
	D ₁₀ (μm):	23.87	13.40	123.9
	D ₅₀ (μm):	268.9	156.3	175.6
	D ₉₀ (μm):	560.2	219.8	242.1
	(D ₉₀ / D ₁₀) (μm):	23.47	16.41	1.954
	(D ₉₀ - D ₁₀) (μm):	536.3	206.4	118.2
	(D ₇₅ / D ₂₅) (μm):	3.206	2.025	1.355
	(D ₇₅ - D ₂₅) (μm):	271.5	94.42	52.47
	D ₁₀ (ϕ):	0.836	2.186	2.046
	D ₅₀ (ϕ):	1.895	2.678	2.509
	D ₉₀ (ϕ):	5.389	6.222	3.012
	(D ₉₀ / D ₁₀) (ϕ):	6.446	2.847	1.472
	(D ₉₀ - D ₁₀) (ϕ):	4.553	4.036	0.966
	(D ₇₅ / D ₂₅) (ϕ):	2.253	1.420	1.189
	(D ₇₅ - D ₂₅) (ϕ):	1.681	1.018	0.438
	% GRAVEL:	2.1%	0.6%	1.6%
	% SAND:	82.6%	76.9%	94.0%
	% MUD:	15.3%	22.5%	4.4%

La Flotte SM 2018

	La Flotte A	La Flotte B	La Flotte C	
ANALYST AND DATE:	Aubert, 2018	Aubert, 2018	Aubert, 2018	
SIEVING ERROR:	0.0%	0.0%	0.0%	
SAMPLE TYPE:	Bimodal, Very Poorly Sorted	Polymodal, Very Poorly Sorted	Polymodal, Very Poorly Sorted	
TEXTURAL GROUP:	Slightly Gravelly Sandy Mud	Slightly Gravelly Sandy Mud	Gravelly Muddy Sand	
SEDIMENT NAME:	Very Fine Gravelly Very Fine Sand	Very Gravelly Very Fine Sandy	Very Gravelly Very Coarse Silty Very Fine	
METHOD OF MOMENTS	MEAN (\bar{x}_a):	157.7	202.7	
Arithmetic (μm)	SORTING (σ_a):	484.0	555.0	
	SKEWNESS (Sk_a):	6.492	5.814	
	KURTOSIS (K_a):	52.83	42.57	
	MEAN (\bar{x}_g):	21.86	30.19	
METHOD OF MOMENTS	SORTING (σ_g):	5.000	5.775	
	Geometric (μm)	SKEWNESS (Sk_g):	1.280	0.881
		KURTOSIS (K_g):	3.513	2.545
	METHOD OF MOMENTS	MEAN (\bar{x}_ϕ):	5.516	5.050
Logarithmic (ϕ)		SORTING (σ_ϕ):	2.322	2.530
		SKEWNESS (Sk_ϕ):	-1.280	-0.881
		KURTOSIS (K_ϕ):	3.513	2.545
FOLK AND WARD METHOD	MEAN (M_G):	31.26	39.48	
	WARD METHOD	SORTING (σ_G):	4.326	4.771
		SKEWNESS (Sk_G):	0.147	0.076
		KURTOSIS (K_G):	0.926	0.962
FOLK AND WARD METHOD	MEAN (M_I):	4.999	4.663	
	WARD METHOD	SORTING (σ_I):	2.113	2.254
		SKEWNESS (Sk_I):	-0.147	-0.076
		KURTOSIS (K_I):	0.926	0.962
FOLK AND WARD METHOD	MEAN:	Very Coarse Silt	Very Coarse Silt	
	(Description)	SORTING:	Very Poorly Sorted	Very Poorly Sorted
		SKEWNESS:	Coarse Skewed	Symmetrical
		KURTOSIS:	Mesokurtic	Mesokurtic
MODE 1 (μm):	142.5	90.00	4500.0	
MODE 2 (μm):	90.00	715.0	90.00	
MODE 3 (μm):		450.0	142.5	
MODE 1 (ϕ):	2.822	3.483	-2.161	
MODE 2 (ϕ):	3.483	0.494	3.483	
MODE 3 (ϕ):		1.161	2.822	
D ₁₀ (μm):	5.871	6.253	7.929	
D ₅₀ (μm):	29.95	41.05	99.64	
D ₉₀ (μm):	190.6	414.5	4120.7	
(D ₉₀ / D ₁₀) (μm):	32.46	66.29	519.7	
(D ₉₀ - D ₁₀) (μm):	184.7	408.2	4112.8	
(D ₇₅ / D ₂₅) (μm):	8.693	9.273	13.87	
(D ₇₅ - D ₂₅) (μm):	83.21	104.8	295.0	
D ₁₀ (ϕ):	2.392	1.271	-2.043	
D ₅₀ (ϕ):	5.061	4.606	3.327	
D ₉₀ (ϕ):	7.412	7.321	6.979	
(D ₉₀ / D ₁₀) (ϕ):	3.099	5.762	-3.416	
(D ₉₀ - D ₁₀) (ϕ):	5.021	6.051	9.022	
(D ₇₅ / D ₂₅) (ϕ):	1.915	2.040	3.295	
(D ₇₅ - D ₂₅) (ϕ):	3.120	3.213	3.793	
% GRAVEL:	1.5%	1.7%	15.4%	
% SAND:	30.3%	39.3%	45.4%	
% MUD:	68.1%	59.0%	39.2%	

Plage de la Charge Neuve 2018

	PCN A	PCN B	PCN C	
ANALYST AND DATE:	Aubert, 2018	Aubert, 2018	Aubert, 2018	
SIEVING ERROR:	0.0%	0.0%	0.0%	
SAMPLE TYPE:	Unimodal, Poorly Sorted	Unimodal, Poorly Sorted	Unimodal, Poorly Sorted	
TEXTURAL GROUP:	Slightly Gravelly Muddy Sand	Slightly Gravelly Muddy Sand	Slightly Gravelly Muddy Sand	
SEDIMENT NAME:	Slightly Very Fine Gravelly Medium Silty Very Fine Sand	Slightly Fine Gravelly Coarse Silty Very Fine Sand	Slightly Very Fine Gravelly Coarse Silty Very Fine Sand	
METHOD OF MOMENTS	MEAN (\bar{x}):	185.1	258.3	147.0
Arithmetic (μm)	SORTING (σ_s):	583.5	783.8	453.6
	SKEWNESS (Sk_s):	6.147	4.764	8.348
	KURTOSIS (K_s):	42.99	25.22	78.53
METHOD OF MOMENTS	MEAN (\bar{x}):	39.68	54.27	47.90
Geometric (μm)	SORTING (σ_s):	4.783	4.820	4.060
	SKEWNESS (Sk_s):	0.455	0.382	-0.044
	KURTOSIS (K_s):	2.681	3.223	2.590
METHOD OF MOMENTS	MEAN (\bar{x}):	4.655	4.204	4.384
Logarithmic (ϕ)	SORTING (σ_s):	2.258	2.269	2.021
	SKEWNESS (Sk_s):	-0.455	-0.382	0.044
	KURTOSIS (K_s):	2.681	3.223	2.590
FOLK AND WARD METHOD	MEAN (M_z):	49.02	57.27	55.99
(μm)	SORTING (σ_s):	3.502	3.909	2.977
	SKEWNESS (Sk_s):	-0.431	-0.311	-0.599
	KURTOSIS (K_s):	0.915	1.599	1.025
FOLK AND WARD METHOD	MEAN (M_z):	4.350	4.126	4.159
(ϕ)	SORTING (σ_s):	1.808	1.967	1.574
	SKEWNESS (Sk_s):	0.431	0.311	0.599
	KURTOSIS (K_s):	0.915	1.599	1.025
FOLK AND WARD METHOD	MEAN:	Very Coarse Silt	Very Coarse Silt	Very Coarse Silt
(Description)	SORTING:	Poorly Sorted	Poorly Sorted	Poorly Sorted
	SKEWNESS:	Very Fine Skewed	Very Fine Skewed	Very Fine Skewed
	KURTOSIS:	Mesokurtic	Very Leptokurtic	Mesokurtic
	MODE 1 (μm):	112.5	90.00	112.5
	MODE 2 (μm):			
	MODE 3 (μm):			
	MODE 1 (ϕ):	3.161	3.483	3.161
	MODE 2 (ϕ):			
	MODE 3 (ϕ):			
	D_{10} (μm):	7.378	8.997	8.801
	D_{50} (μm):	77.70	89.47	89.93
	D_{90} (μm):	168.1	157.8	150.9
	(D_{90} / D_{10}) (μm):	22.79	17.54	17.14
	$(D_{90} - D_{10})$ (μm):	160.7	148.8	142.1
	(D_{75} / D_{25}) (μm):	6.111	3.868	4.027
	$(D_{75} - D_{25})$ (μm):	97.88	90.19	90.08
	D_{10} (ϕ):	2.572	2.664	2.729
	D_{50} (ϕ):	3.686	3.483	3.475
	D_{90} (ϕ):	7.083	6.796	6.828
	(D_{90} / D_{10}) (ϕ):	2.753	2.551	2.502
	$(D_{90} - D_{10})$ (ϕ):	4.510	4.133	4.099
	(D_{75} / D_{25}) (ϕ):	1.844	1.642	1.657
	$(D_{75} - D_{25})$ (ϕ):	2.611	1.952	2.010
	% GRAVEL:	2.3%	3.7%	1.3%
	% SAND:	54.1%	63.0%	64.5%
	% MUD:	43.6%	33.3%	34.2%