

Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 9¹)



Septembre 2012

X. de MONTAUDOUIN
B. LABARRERE
N. LAVESQUE
B. GOUILLIEUX

¹ 9^{ème} année après la première tranche des travaux. Cependant, de nouvelles campagnes d'ensablement ont été menées pendant les hivers 2005, 2007, 2009, 2010 et 2012.

Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 9²)

Responsable scientifique : X. de Montaudouin (UMR EPOC)³

Assistants scientifiques :	B. Labarrère (UMR EPOC) ³ N. Lavesque (UMR EPOC) ³ B. Gouillieux (UMR EPOC) ³
Assistant technique :	F. Prince (INSU) ⁴
Plongeurs :	Club Oceana-VSM, Arcachon



Grande mactre (*Mactra glauca*)

Septembre 2012

² 9^{ème} année après la première tranche des travaux. Cependant, de nouvelles campagnes d'ensablement ont été menées pendant les hivers 2005, 2007, 2009, 2010 et 2012.

³ Unité Mixte de Recherche 5805 CNRS Université Bordeaux 1, Station Marine d'Arcachon

⁴ Institut National des Sciences de l'Univers

SYNTHESE

A la suite des travaux de dragage et de ré-ensablement menés pendant l'hiver 2003 sur le littoral du Pyla (1,1 Mm³), un suivi des peuplements benthiques a été réalisé aux printemps 2003 et 2004. Des travaux d'entretien (150 000 m³) ont été programmés pendant l'hiver 2005, puis l'hiver 2007, l'hiver 2009 (106 800 m³) et enfin lors des hivers 2010 et 2012 (152 469 et 156 751 m³, respectivement). La campagne de prélèvements de 2012 (= cette étude) ne peut donc être considérée que comme un bilan d'une succession de travaux 11 ans après l'étude sur l'état initial des peuplements benthiques.

1. Sur le Banc de Bernet et le Chenal du Pyla, il apparaît d'une part que la différence entre état initial et états post-travaux, en termes de peuplements benthiques, est visible mais d'autre part qu'il existe un large noyau d'espèces caractéristiques des sables moyens qui restent présentes et permettent d'estimer que l'impact des travaux est de faible durée. Par ailleurs, aucune différence n'a été relevée, hormis quelques tendances concernant la richesse spécifique, entre l'état des peuplements 6 mois après les travaux et celui 18 mois après, la variabilité interannuelle l'emportant. Il n'en demeure pas moins que les espèces de la mégafaune, mactres en tête, sont impactées par ces travaux.

2. Sur l'estran du Pyla, très peu de différences apparaissent entre l'état initial et les différentes années, de travaux ou non. Parfois, des années particulières « ressortent », comme en 2005, 2010 et 2011, en relation avec un recrutement de coques et/ou de moules, sans succès d'installation.

3. Un suivi saisonnier des récifs d'hermelles a été initié en 2010. La recolonisation après ensevelissement (travaux d'engraissement) est rapide et suit l'érosion (les rochers sont rapidement recolonisés lorsque le sable s'en va et qu'ils découvrent). Après le dépôt de sable, les valeurs de surfaces recouvertes par les hermelles est faible (<25 m² pour les 12 épis) et ne cessent d'augmenter pour dépasser les 100 m². La plus faible valeur observée correspond néanmoins à l'automne 2011, caractérisé par des destructions de récifs par les pêcheurs (recherche d'appâts).

SOMMAIRE

1	Introduction	3
2	Méthodologie.....	5
2.1	Stratégie d'échantillonnage.....	5
2.1.1	Banc de Bernet.....	5
2.1.2	Talus du Chenal du Pyla.....	5
2.1.3	Estran du Pyla	6
2.2	Traitement des échantillons.....	7
2.3	Granulométrie.....	8
2.4	Analyse des données	8
3	Résultats : comparaison 2001-2012	9
3.1	Banc de Bernet	9
3.1.1	Granulométrie	9
3.1.2	Macrofaune benthique.....	9
3.2	Chenal du Pyla	15
3.2.1	Granulométrie	15
3.2.2	Macrofaune benthique.....	15
3.3	Estran du Pyla.....	20
3.3.1	Substrats durs.....	20
3.3.2	Substrats meubles.....	24
4	Conclusions	27
4.1	Synthèse des paramètres biocénétiques	27
4.2	Impact des travaux sur les peuplements benthiques et leurs prédateurs	29
4.2.1	Critères d'évaluation	29
4.2.2	Banc de Bernet oriental	31
4.2.3	Chenal du Pyla.....	32
4.2.4	Zone intertidale du Pyla	34
4.3	Conclusion générale et perspectives	36
5	Références bibliographiques	38
	Annexes.....	39

1 Introduction

Suite au rechargement de sable pour la restauration des plages du Pyla sur plus de 3,2 km (1,1 Mm³) au nord de la Corniche, à partir de sables prélevés sur 82 ha du flanc Est du Banc de Bernet (hiver 2003) (**Figure 1**), plusieurs études d'impact sur les peuplements benthiques⁵ dans les différentes zones de travaux ont été réalisées. Les campagnes de prélèvements se sont déroulées au printemps/été sur les sites du Pyla et de Bernet afin de caractériser les peuplements benthiques (abondance, biomasse, richesse spécifique, inventaire) et de les comparer aux peuplements présents avant les travaux (de Montaudouin & Raigné 2001). Une première étude d'impact avait été réalisée juste après les travaux, en mai-juin 2003 (de Montaudouin *et al.* 2003) et un an après (de Montaudouin *et al.* 2004). Pendant l'hiver 2004-05, une nouvelle campagne d'engraissement des plages a été menée dans le cadre d'opérations d'entretien correspondant à un rechargement de 150000 m³ (SOGREAH 2005). A la suite, deux études d'impact ont été réalisées aux printemps 2005 et 2006 (de Montaudouin *et al.* 2005; de Montaudouin *et al.* 2006). Après un nouvel engraissement pendant l'hiver 2007, un nouvel état des lieux a été réalisé au printemps suivant (de Montaudouin *et al.* 2007) et encore un an après (de Montaudouin *et al.* 2008). Une nouvelle campagne d'engraissement a été menée en 2009 (de Montaudouin *et al.* 2009) et en 2010 (de Montaudouin *et al.* 2010; de Montaudouin *et al.* 2011), puis en 2012. La présente étude fait donc le point 4 mois après ce nouveau ré-ensablement et 9 ans après le premier engraissement, s'appuyant sur des prélèvements réalisés en avril-mai 2012. La stratégie d'échantillonnage a consisté à :

- 1) prélever à la benne des échantillons afin d'avoir une description quantitative des peuplements (richesse spécifique, biomasse et abondance par unité de surface) ;
- 2) prélever à la drague afin de récolter des espèces de grande taille à distribution spatiale plus dispersée (étude qualitative) ;
- 4) prélever au cadre ou au carottier, à pied, les échantillons de substrats meubles de la zone intertidale ;
- 5) estimer les surfaces des principaux peuplements pris en compte dans le calcul des rendements écologiques ;
- 6) estimer la couverture des récifs d'hermelle (annélide) sur les épis, considérés d'intérêt écologique (Gruet & Bodeur 1997).

⁵ Peuplements benthiques : faune inféodée aux fonds meubles (sables, vases...) ou durs (enrochements)

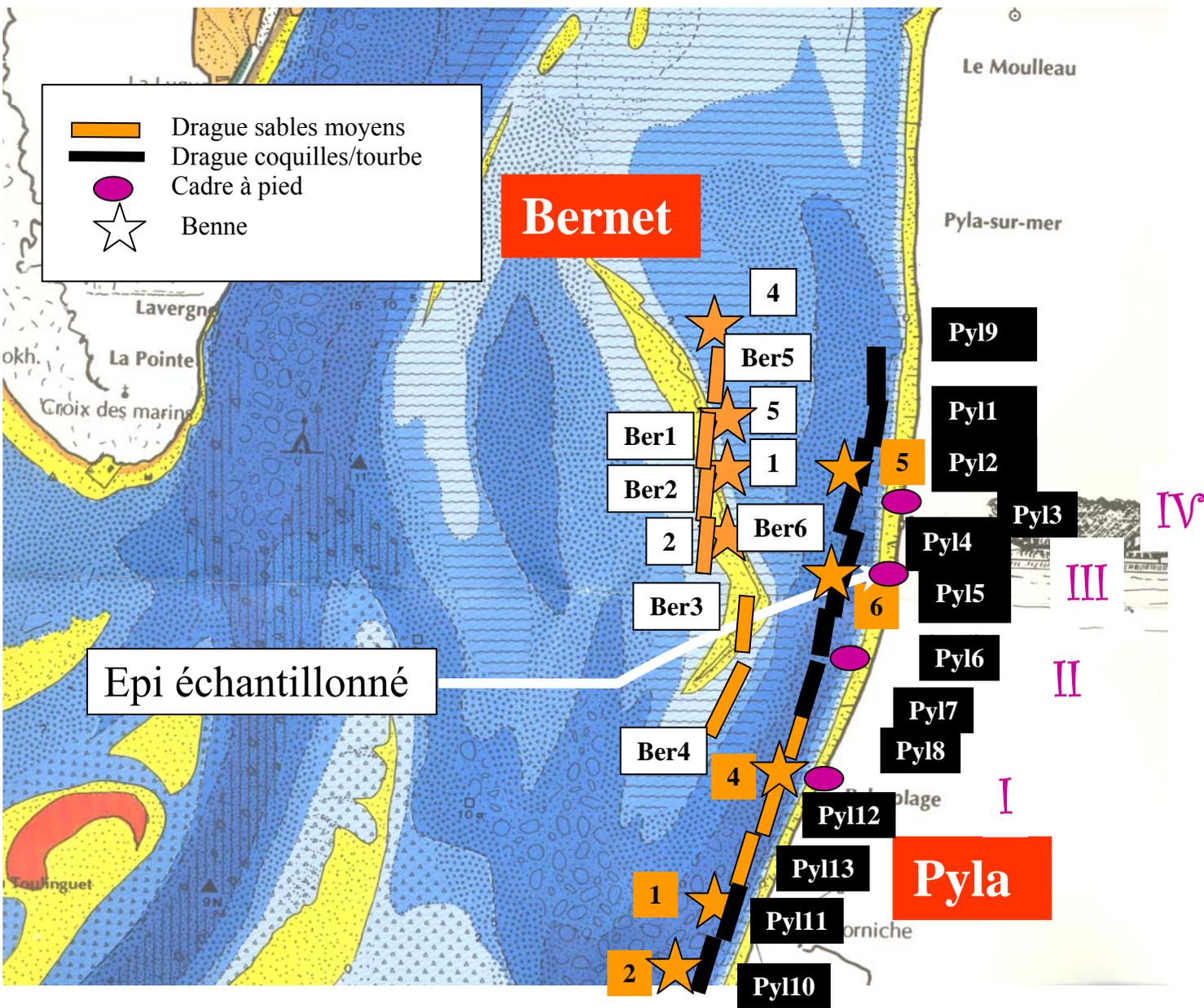


Figure 1 : Localisation des prélèvements (fonds de carte : Bouchet 1995). 1 à 6 : stations avec benne ; Ber1 à Ber6 et Pyl1 à Pyl13 : stations avec drague ; I à IV : stations à pied. Les positions sont en Annexes 1 & 2.

2 Méthodologie

Le site d'étude regroupe des biotopes dont les caractéristiques diverses ont nécessité des stratégies (engins et effort) d'échantillonnage variées (**Figure 1**). Les campagnes de prélèvement, à pied et en bateau, se sont déroulées entre le 20 et le 27 avril 2012. Une visite des épis (hermelles) a également eu lieu avant et après travaux (les 3 janvier, 21 mars et 14 juin 2010 pour le rapport 2010 (de Montaudouin *et al.* 2010), les 26 octobre 2010, 23 février et 2 juin pour le rapport 2011 (de Montaudouin *et al.* 2011) et les 12 novembre 2011, 14 janvier et 8 mai 2012 pour ce rapport).

2.1 Stratégie d'échantillonnage

2.1.1 Banc de Bernet

Les abondances et les biomasses ont été déterminées par des prélèvements à la benne Eckman (15 x 15 x 15 cm) maniée manuellement par des plongeurs (**Figure 2A**). Au total, quatre stations ont été échantillonnées, chaque station faisant l'objet de quatre replicats. Les prélèvements étaient ensuite tamisés sur maille de 1 mm. Afin de compléter cette étude, six larges coups de drague à coquilles (ouverture 100 x 24 cm, maille 25 mm, (**Figure 2B**)) ont permis d'effectuer des prélèvements qualitatifs à grande échelle.



Figure 2 : Prélèvements à la benne Eckman (A) et à la drague à coquilles (B)

2.1.2 Talus du Chenal du Pyla

✓ Substrat dur

Certains substrats durs (rochers provenant de perrés ou d'épis), suite à l'érosion, se retrouvaient avant les travaux de 2003 en milieu infralittoral, à la limite supérieure du talus

du chenal. Ces milieux ont été complètement et définitivement ensevelis par le sable dès 2003.

✓ Substrat meuble

Les abondances et les biomasses ont été déterminées par des prélèvements à la benne Eckman réalisés de manière similaire aux bancs de Bernet (§ 2.1.1.). Au total, cinq stations ont été échantillonnées. Les prélèvements étaient ensuite tamisés sur maille de 1 mm. Afin de compléter cette étude, treize traicts de drague à coquilles ont permis d'effectuer les prélèvements qualitatifs à large échelle spatiale des espèces de grande taille (mégafaune).

2.1.3 Estran du Pyla

✓ Substrat meuble

Les échantillons ont été prélevés le 20 avril 2012, par un coefficient de marée de 81. La zone d'étude des sables intertidaux s'étend de La Corniche (44° 36'00 N) à la Place Meller (44° 38'20 N). Quatre sites ont été retenus :

Allée du Banc d'Arguin :	44°36'44 N 01°12'54 W
Allée des Moineaux :	44°36'65 N 01°12'42 W
Allée des Merles :	44°36'83 N 01°12'35 W
Allée des Hirondelles :	44°37'11 N 01°12'29 W

Sur chaque site, quatre quadrats (15 x 30 cm) ont été réalisés en bas niveau sur 15 cm de profondeur (**Figure 3**) et tamisés sur maille de 1 mm afin de récolter la macrofaune benthique. Les plus hauts niveaux de plage sont dépourvus de faune.

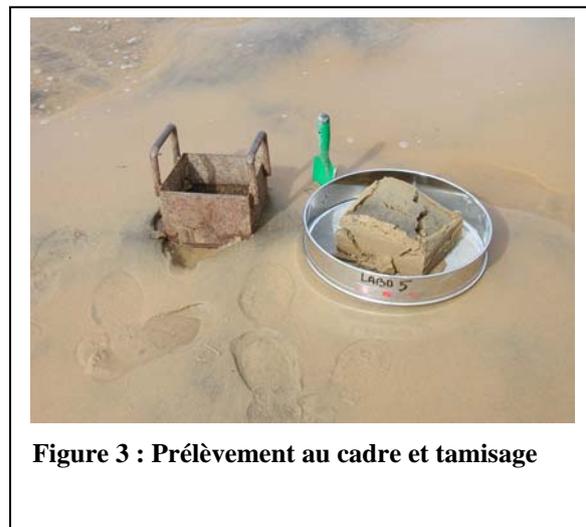


Figure 3 : Prélèvement au cadre et tamisage

✓ Substrats rocheux

Une douzaine de "tortues" ou épis rocheux sont répartis dans la zone d'étude. Les vestiges plus ou moins bien conservés des anciens épis en bois ont été retirés ou ensevelis. Contrairement au substrat meuble, la faune fixée est relativement visible. Une première série d'investigations (de Montaudouin et al. 2003, 2004, 2005) a permis d'étudier dans le détail un seul épi rocheux, celui-ci étant jugé représentatif des autres. Il existe une zonation verticale des peuplements fixés (**Figure 4**) :

- ⇒ **L'étage médiolittoral inférieur** est dominé par les récifs sableux d'hermelle (vers annelé).
- ⇒ **L'étage médiolittoral moyen** est principalement colonisé par les moules, plus ou moins recouvertes d'algues brunes (*Fucus platycarpus*).
- ⇒ **Les étages médiolittoral supérieur et supralittoral** sont recouverts de populations denses de chitamales ("cracoye") et de littorine bleue (minuscule gastéropode).

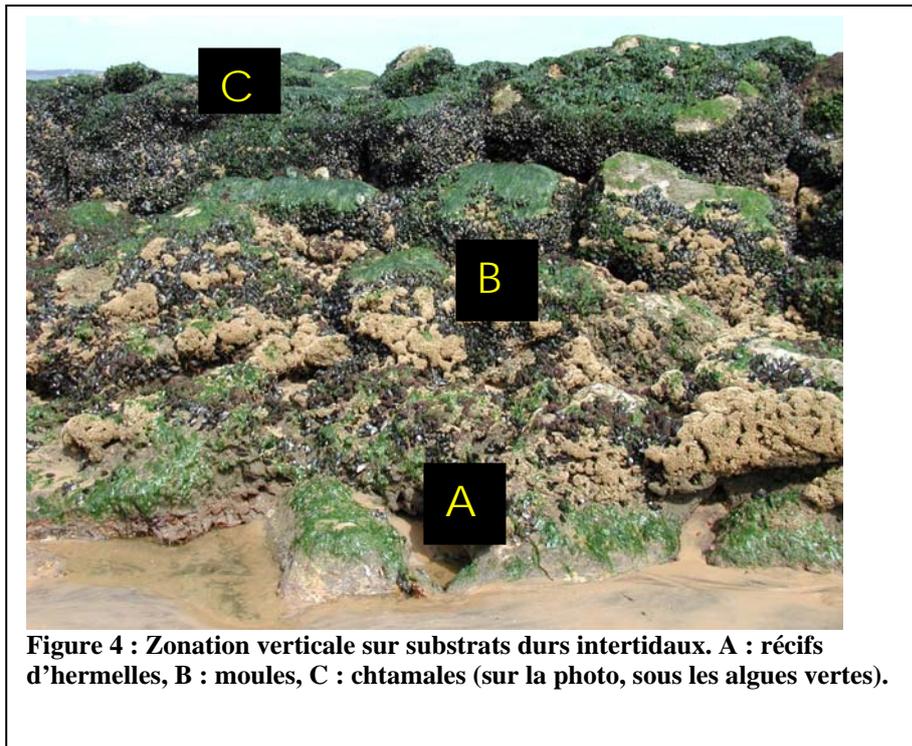


Figure 4 : Zonation verticale sur substrats durs intertidaux. A : récifs d'hermelles, B : moules, C : chitamales (sur la photo, sous les algues vertes).

Devant l'homogénéité interannuelle des résultats de biomasse, d'abondance et de richesse spécifique, il a été décidé depuis 2006 de plutôt mesurer le taux de recouvrement par les récifs d'hermelles, seule composante véritablement intéressante en terme de diversité. Pour cela, l'épi de l'Allée des Hirondelles a été photographié sur son versant nord (le versant sud est toujours enseveli, suite à la dominance des courants de flot). Sur chaque photo, la surface couverte par les récifs a été estimée (en % de surface d'épi recouvert). Par ailleurs, une estimation globale de la surface des zones colonisables par les hermelles a été réalisée sur les 12 épis (3 janvier, 21 mars, 14 juin, 26 octobre 2010 ; 23 février, 2 juin, 12 novembre 2011 ; 14 janvier, 8 mai 2012). Cela permet d'avoir une valeur approchée de la surface totale recouverte par les hermelles (=surface totale colonisable x pourcentage de la surface effectivement recouvert par les hermelles).

2.2 Traitement des échantillons

Le tri des individus a été effectué au laboratoire et l'identification des espèces réalisée à la loupe binoculaire. Les biomasses ont été estimées en poids sec sans cendre (PSSC) qui est

la différence entre le poids sec et le poids des cendres. Le poids sec est atteint après 48 h à l'étuve à 60°C. Les cendres sont obtenues après calcination au four pendant 4 h à 450°C. Le PSSC correspond au poids sec de matière organique.

2.3 Granulométrie

Les cinq premiers cm de sédiments ont été prélevés à la benne en plongée ou au carottier à pied. Le sédiment a ensuite été tamisé sur colonne de tamis humide et la médiane⁶ granulométrique a été déterminée graphiquement. La teneur en matière organique du sédiment a été calculée par perte au feu et est exprimée en % du poids de sédiment.

2.4 Analyse des données

Les peuplements benthiques de 2012 ont été comparés avec ceux de 2001 (avant travaux), 2003 (juste après travaux), 2004, 2005-2006 (après 2^{ème} tranche des travaux), 2007-2008 (après 3^{ème} tranche des travaux), 2009 (après 4^{ème} tranche des travaux), 2010-11 (après la cinquième tranche de travaux) au moyen d'Analyses des Correspondances (Logiciel Statistica). De 2001 à 2009, nous avons utilisé cette méthode graphique pour projeter les stations d'échantillonnage sur un plan, leur positionnement étant calculé d'après la présence des espèces et leur abondance. Ainsi, sur un tel plan, deux stations aux peuplements benthiques similaires seront proches. En d'autres termes, nous avons étudié dans le temps le « déplacement » des stations sur ces plans, avec deux cas de figure : soit le nuage de points rejoignait celui de 2001 (=état initial) et cela signifiait que les peuplements benthiques présentaient les caractéristiques initiales, soit le nuage était distinct, signifiant que les peuplements benthiques étaient différents. Dans ce dernier cas, il faudrait distinguer un nuage de points stable (état d'équilibre), d'un nuage de points en mouvement (colonisation, état transitoire).

A partir de 2010, le nombre de stations devenant trop important pour une bonne lisibilité des résultats, les valeurs ont été moyennées, par année et par site (exemple : au lieu des 5 stations de Bernet 2001, nous avons une valeur moyennée de Bernet 2001). Par ailleurs, les espèces rares (apparaissant sur moins de 4 stations par site sur l'ensemble des dates) ont été préalablement retirées de ces analyses. Il était préalablement vérifié que ces espèces rares étaient également présentes à très faible densité.

Les abondances et les biomasses de la faune ont été comparées entre 2001 et 2012 à travers une série de tests statistiques (§ 4.2.1).

⁶ Valeur de la taille des grains de sable (μm) pour laquelle, 50 % du poids du sédiment à des grains de taille inférieure et 50 % des grains de taille supérieure.

3 Résultats : comparaison 2001-2012

3.1 Banc de Bernet

3.1.1 Granulométrie

La médiane des sédiments de surface du flanc Est du Banc de Bernet varie entre 324 et 358 μm (sables moyens) soit des valeurs similaires aux années précédentes (**Annexe 2**). La teneur en éléments fins ($< 63 \mu\text{m}$) est inférieure à 3 %.

3.1.2 Macrofaune benthique

Le peuplement benthique du flanc Est de Bernet est caractérisé par une abondance, une biomasse et une richesse spécifique relativement faibles (**Figure 5, Annexe 3**) :

- l'abondance avait chuté de 83 % après les travaux (2003). Depuis, cette abondance n'avait cessé de croître jusqu'en 2007, et cela malgré les successions de dragage. En 2008, le niveau est celui d'avant travaux (581 ind./m²). En 2009, quelques mois après un nouvel ensablement, l'abondance est passée à 367 ind./m². En 2010, la valeur de l'abondance est parmi les plus basses enregistrées (148 ind./m²). Généralement, la recolonisation immédiate (travaux + 3 mois) est prioritairement assurée par les crustacés pécararides (2005, 2007, 2009), les vers annélides reprenant le dessus l'année suivante. En 2012 (année de travaux), l'abondance totale est à un niveau moyen (331 ind./m²) et les crustacés représentent en effet 59 % de l'abondance totale. Les mollusques comme la telline papillon (*Tellina tenuis*) sont les plus affectés par les travaux et la densité initiale de 2001 (147 bivalves/m²) n'a jamais été de nouveau atteinte (86 ind./m² en 2012). En 2012, des taches de moules ont été observées sur une station.

En moyenne, l'abondance est de 330 ind./m² juste après des travaux contre 603 ind./m² quand les travaux ont été réalisés depuis plus d'un an.

- la biomasse avait diminué de 99 % entre 2001 et 2003. Cependant, la biomasse 2001 avait été surévaluée (2001 : « La biomasse apparaît particulièrement élevée pour ce type de biotope. En fait, sur les 10 coups de bennes, un crabe de sable (*Atelecycclus undecimdentatus*) et une grande mactre (*Mactra glauca*) avaient été prélevés. Ces deux individus contribuent fortement à cette biomasse élevée (...) (de Montaudouin & Raigné 2001) ». En 2006, la biomasse était en légère augmentation par rapport aux années 2003-05, mais restait faible ($< 2 \text{ gPSSC m}^{-2}$). En 2007, les hasards de l'échantillonnage aboutissent à un résultat similaire à 2001, avec une biomasse moyenne exagérée par la capture dans une benne de deux moules. De 2008 et 2011, la biomasse était de nouveau caractéristique de ce type de milieu (entre 1,80 et 6,4 gPSSC/m²). En 2012,

l'échantillonnage (à une occasion) sur des moules explique de nouveau la biomasse élevée de 35,3 gPSSC/m².

- La richesse spécifique était passée de 30 espèces en 2001 à 19 espèces en 2003. Elle avait augmenté de nouveau en 2004 et 2005 avec 27 espèces. En 2006, cette richesse dépassait le niveau initial avec 43 espèces (présence d'une petite moulière), avant de reprendre une valeur plus classique 'post-travaux' avec 26 espèces en 2007 et augmenter de nouveau en 2008 (33 espèces). Avec 24 espèces en 2009 et 28 espèces en 2010, la richesse spécifique est typique de la période après travaux, remonte un peu en 2011 avec 35 espèces avant de d'atteindre seulement 26 espèces après les travaux de 2012. Ainsi, en moyenne, la richesse spécifique est de 25,0 juste après travaux et de 33,6 plus d'un an après chaque intervention.

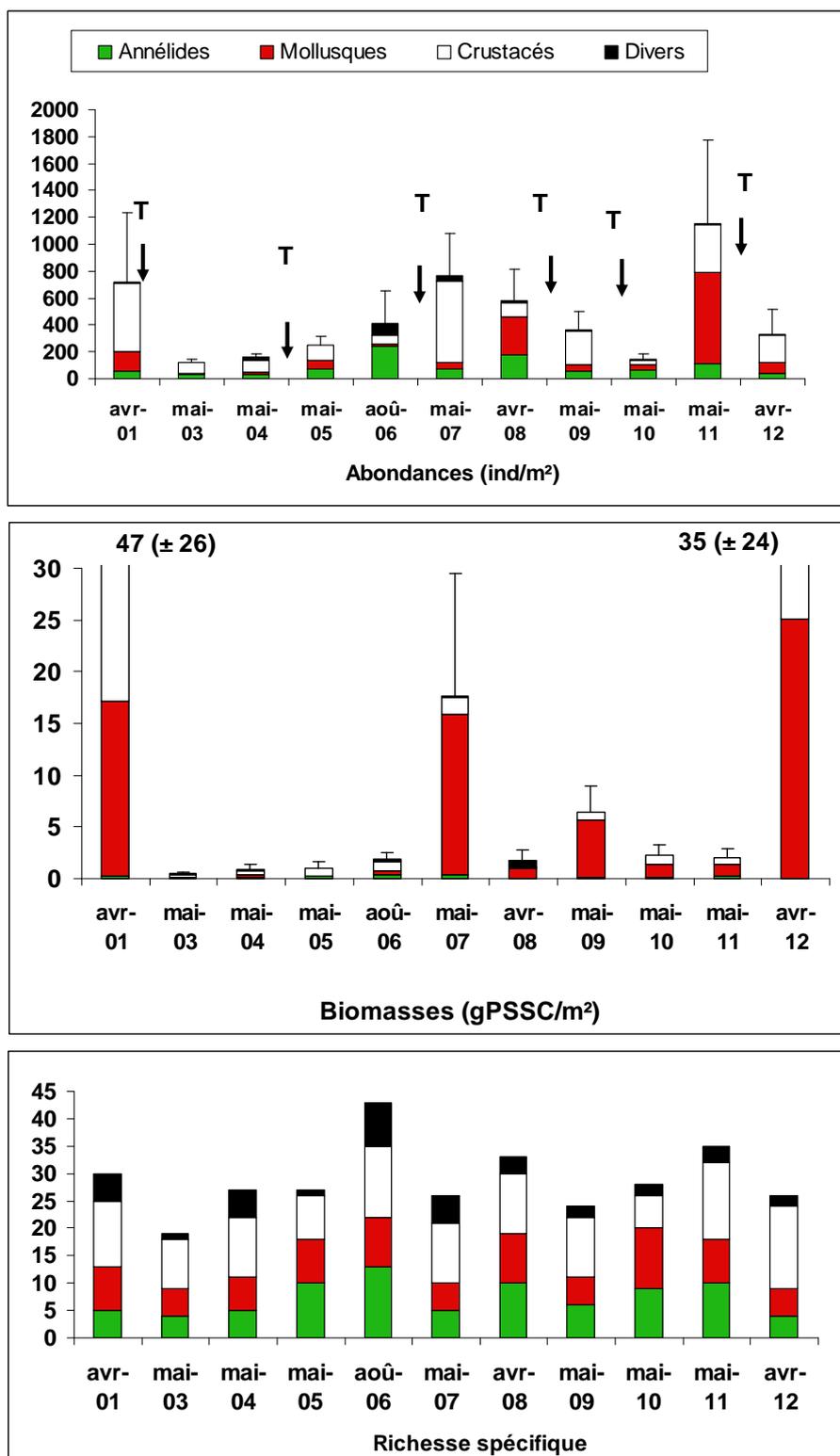


Figure 5 : Abondance moyenne (ind m⁻²), biomasse moyenne (gPSSC m⁻²) et richesse spécifique (incluant les prélèvements à la benne et à la drague) de la macrofaune benthique du flanc Est du Banc de Bernet, avant (2001) et après (2003 à 2012) travaux (T).

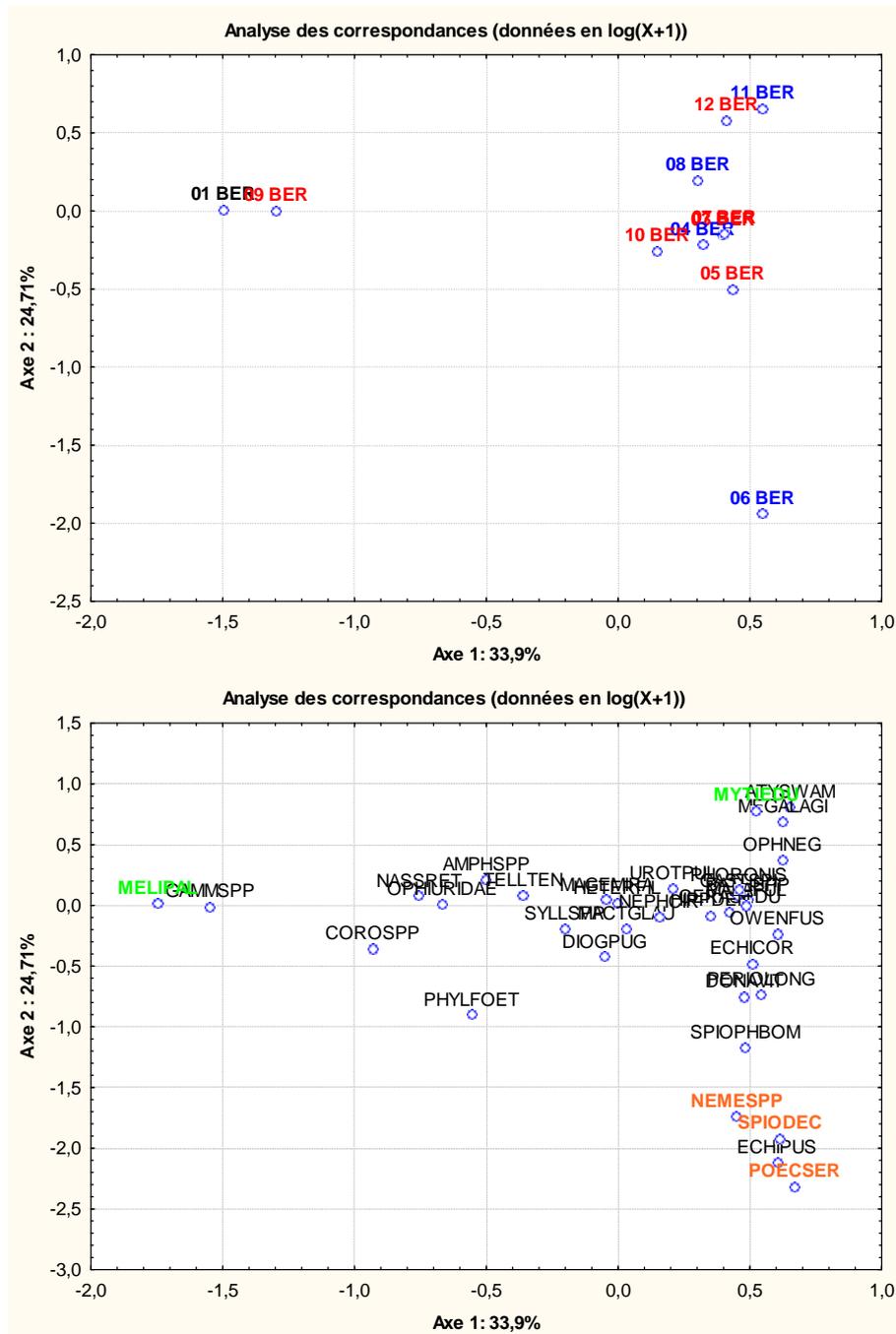


Figure 6 : Analyse des Correspondances (11 stations x 34 espèces) sur les peuplements benthiques des stations du Banc de Bernet (Est) avec : Figure du haut : en noir 2001, en rouge années de travaux (<1 an), et en bleu les années hors travaux (> 1 an). Les stations sont arbitrairement considérées contributives quand : inertie > (1/10)x2.

Figure du bas : Les espèces sont arbitrairement considérées contributives quand : inertie > (1/34)x2. En vert les espèces contribuant à l'axe 1, en orange celle contribuant à l'axe 2.

L'analyse des correspondances a été réalisée sur 34 espèces, après avoir retiré 56 espèces rares (Figure 6). Les espèces les plus constantes d'une année à l'autre sont l'annélide *Nephtys cirrosa* (83% des stations x dates), les crustacés pécararides *Bathyporeia* sp. (69%) et *Gastrosaccus spinifer* (65%). Cependant en 2012, seule *Nephtys cirrosa* est abondante (28

ind./m²). Les stations Bernet 2001 et surtout 2009 contribuent à l'axe 1, et sont caractérisées par *Melita palmata* et la moule *Mytilus edulis*. Les stations Bernet 2006 et 2011 contribuent à l'axe 2 et sont tirées par deux annélides *Spio decoratus*, *Poecilochaetus serpens*, la moule et les némerets. Aucune tendance n'est notée quant à la structure du peuplement par rapport à la durée écoulée depuis les travaux.

(Suite du tableau : page suivante)

Groupe	Espèce	2001	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
zoologique												
Cnidaires	<i>Calliactis parasitica</i> (Anémone-parasite)	1,4										
Mollusques gastéropodes	<i>Calyptrea sinensis</i>					2,3						
	<i>Crepidula fornicata</i> (Crépidule)					0,4			1,1	0,6	22,8	
	<i>Nassarius reticulatus</i> (Nasse réticulée)	1,4	1,5	1,3	1,0	15,6	7,8	12,1	1,4	10,2	15,9	13,1
Mollusques bivalves	<i>Acanthocardia aculeata</i> (Bucarde)									1,4		
	<i>Callista chione</i> (Vernis)	4,1										
	<i>Cerastoderma edule</i> (Coque)					0,5	1,3					
	<i>Donax truncatus</i> (Lavagnon, Olive)	4,1		6,6		0,4		1,0		2,6	0,6	0,8
	<i>Ensis siliqua</i> (Couteau)	1,4	2,3	4,0	3,1			1,0		1,4		
	<i>Mactra glauca</i> (Grande mactre)	110,1	3,9	15,9	26,7	1,9	27,3	15,7	24,4	4,2	1,6	4,7
	<i>Mytilus edulis</i> (Moule)	5,4			67,6	3381,7			2,6			51,2
	<i>Ostrea edulis</i> (Huître plate)									0,6	0,8	
	<i>Venus gallina</i>					0,6				1,4		
Crustacés décapodes	<i>Atelecyclus undecimdentatus</i> (Crabe de sable)	1,4	0,8			3,6	3,2	1,9			0,5	11
	<i>Clibanarius erythropus</i> (Pagure)						8,4					
	<i>Diogenes pugilator</i> (Pagure)	1,4	0,8		1,0	1,8	3,1	4,2	1,8	15,4	31,3	9,6
	<i>Liocarcinus holsatus</i> (Fausse étrille)	1,4	3,1	1,3		3,5	3,2			6,9	4,2	6,0
	<i>Liocarcinus arcuatus</i> (Etrille arquée)					0,5		2,3				
	<i>Macropodia rostrata</i> (Macropode)					0,4	0,6					
	<i>Maja squinado</i> (Araignée de mer)					0,4						1,3
	<i>Necora puber</i> (Etrille)	1,4										
	<i>Pisidia longicornis</i>			1,3								
	<i>Portunus latipes</i>					0,6						
Echinodermes	<i>Acrocorda brachiata</i> (Ophiure)					0,6						
	<i>Asterias rubens</i> (Etoile de mer)					1,7						
	<i>Echinocardium cordatum</i> (Oursin)	2,7				0,7	1,2	1,0	6,3			1,0

Groupe	Espèce	2001	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
zoologique												
Echinodermes	<i>Ophiura ophiura</i> (Ophiure)	1,4				3,2						
Poissons	<i>Arnoglossus thori</i> (Arnoglosse)	1,4										
	<i>Solea senegalensis</i> (Sole commune)	1,4									1,3	
Abondance totale		140,4	12,4	30,4	104,5	3420,2	56,0	39,2	37,6	44,7	79,4	98,7
Richesse spécifique totale												
		15	6	6	5	19	10	8	6	10	10	9
Distance totale (m)		736	1296	1323	976	1828	1770	1518	1456	1466	1861	1885

Tableau 1 : Espèces récoltées à la drague dans les sables moyens du flanc Est du Banc de Bernet. La distance cumulée des traicts est précisée et les effectifs sont ramenés à 1000 m² (Détails dans l'Annexe 4).

Le **Tableau 1** recense les espèces de grande taille et de faible abondance récoltées à la drague (**Annexe 4**). A distance parcourue égale (1000 m), il apparaît un appauvrissement en espèces jusqu'en 2009 (15 en 2001 à 6 en 2009) et en abondance (50% de l'abondance de 2005 est due à un bloc de moules). De 2010 et 2012, la richesse spécifique s'est un peu redressée avec 9-10 espèces, ainsi que l'abondance totale (99 ind./m²). L'espèce ayant le plus souffert est la grande mactre (*Macra glauca*), ce qui était non seulement prévu dans l'étude d'impact, mais qui s'est vérifié pendant les travaux à travers la multitude de coquilles brisées sur la plage.

3.2 Chenal du Pyla

En 2006, pour la première fois depuis les premiers travaux, de véritables moulières étaient apparues. Elles ont totalement disparu en 2007 et n'ont depuis pas réapparu.

3.2.1 Granulométrie

La médiane des sédiments de surface du chenal du Pyla est logiquement proche de celle des sédiments d'origine (Bernet) (Médiane : 340-370 μm ; pélites : 1,4-1,8 %).

3.2.2 Macrofaune benthique

Entre 2004 et 2005, le chenal du Pyla et son talus oriental apparaissaient au niveau faunistique comme un état intermédiaire entre les sables fins et les fonds envasés de moulières d'avant travaux. Effectivement, les sédiments sableux étaient couverts de nombreux débris (coquilles de moules et autres bivalves, fragments de tourbe ou d'aliols, ...) et recouvraient parfois d'anciennes moulières. En mai 2005, de nombreux juvéniles de moules avaient été trouvés. Lors des dragages d'août 2006, des moules adultes (50 mm) ont de nouveau été trouvées sur de larges surfaces (traicts Pyla 5 à 7). De 2007 à 2010, ces moulières ont disparu de nouveau (**Figure 1, Annexe 4**).

La **Figure 7** illustre l'évolution de l'abondance, la biomasse et la richesse spécifique de la macrofaune du chenal du Pyla (-5 à -10 m en 2001, -6 à -13 m en 2012⁷), sur les fonds de sable et de moulière (**Annexes 3 et 4**). Les paramètres des peuplements font bien ressortir le contraste entre les peuplements de moulières et ceux de sédiments nus.

L'abondance en 2012 est l'une des plus faibles enregistrées. En omettant 2005 et sa densité de moules aussi élevée que fugace, une abondance moyenne plus élevée est notée les années sans travaux (376 ind./m²) que les années de travaux (265 ind./m²), comme cela avait été observé à Bernet.

⁷ D'année en année, le nombre de corps-morts pour les bateaux augmentant, nos prélèvements s'éloignent légèrement du talus du chenal vers le large.

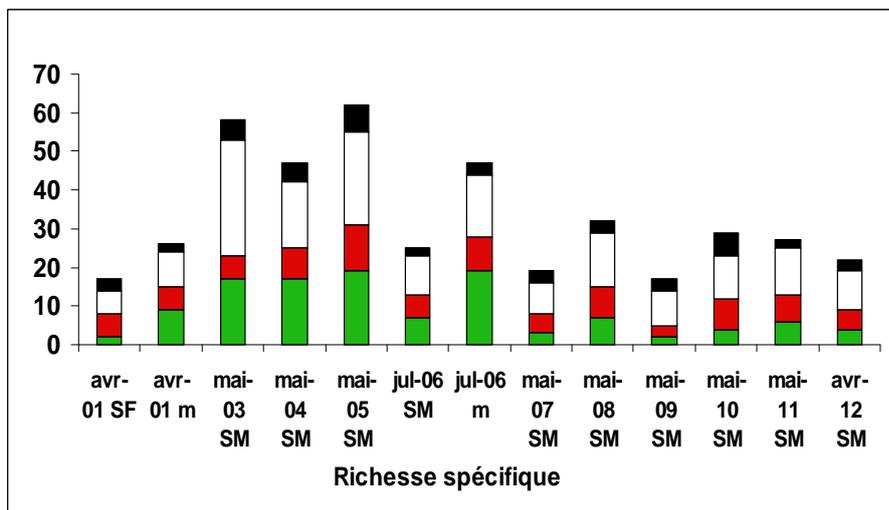
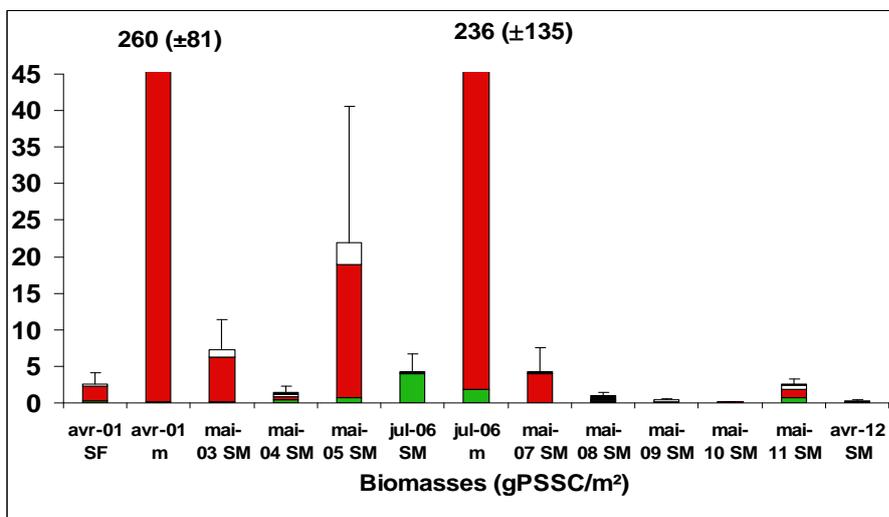
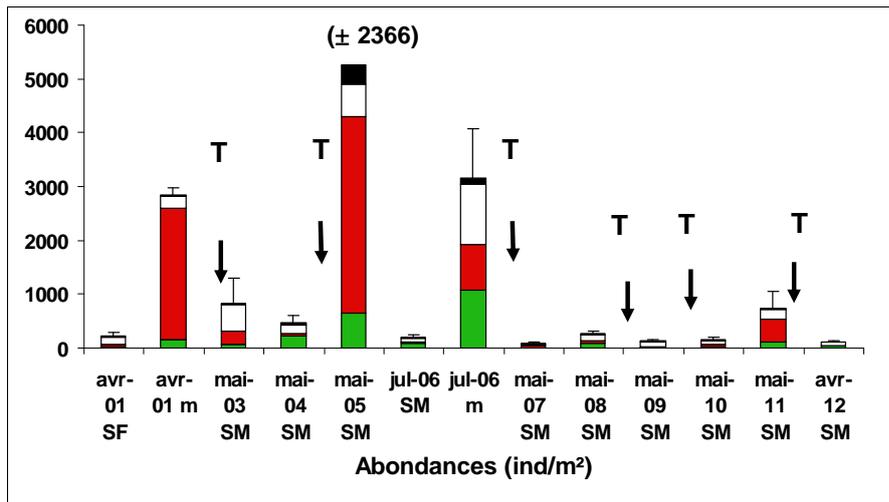


Figure 7 : Abondance moyenne (ind m⁻²), biomasse moyenne (gPSSC m⁻²) et richesse spécifique (incluant les prélèvements à la benne et à la drague) de la macrofaune benthique du talus et du chenal du Pyla (sables fins SF, moulières m et sables moyens SM). Voir aussi Annexes 3 et 4 pour le détail des espèces. T : Travaux.

Les biomasses avaient atteint en 2010 les niveaux les plus bas depuis 2001, accentuant la tendance remarquée en 2009, avec une légère reprise en 2011 (2,49 PSSC/m²), mais une rechute en 2012 (0,30 gPSSC/m²). La richesse spécifique est au-dessous de la moyenne des années précédentes avec 22 espèces. Contrairement à ce qui a été observé sur Bernet, la richesse spécifique l'année des travaux (34,5 espèce) est supérieure à celle un an après (29,6 espèces). Il semble que cette tendance soit indépendante de l'action des travaux et soit plus liée à l'apparition de petites colonies de moules.

Les prélèvements à grande échelle (drague) montrent un déclin de certaines espèces de la mégafaune, notamment au niveau des grandes mactres *Mactra glauca* (Tableau 2, Annexe 4). Le crabe de sable *Atelecyclus undecimdentatus* affiche en 2012 une abondance particulièrement élevée. Les crépidules (gastéropode d'origine américaine) n'ont pas été retrouvées cette année. Cette espèce reste à surveiller (de Montaudouin *et al.* 2001).

(Suite du tableau : page suivante)

Groupe zoologique	Espèce	2001SF	2001m	2006SM	2006m	2007 SM	2008 SM	2009 SM	2010 SM	2011 SM	2012 SM
Annélides polychètes	<i>Ophelia neglecta</i>	8,3	1,2								
Mollusques gastéropodes	<i>Crepidula fornicata</i> (Crépidule)	4,2									
	<i>Euspira catena</i> (Natrice)								0,3	0,5	
	<i>Nassarius reticulatus</i> (Nasse réticulée)	12,5	33,8	3,6	37,2	6,9	1,3	0,6	7,7	7,2	21,8
Mollusques bivalves	<i>Barnea candida</i> (Barnée)		21,0	0,4			0,5				
	<i>Cerastoderma edule</i> (coque)			0,7	1,1						
	<i>Donax truncatus</i> (Lavagnon)			0,6	2,6	0,3	0,3		0,6	0,2	0,2
	<i>Ensis siliqua</i> (Couteau)			0,3							
	<i>Mactra glauca</i> (Grande mactre)	70,8	8,1	2,9	1,1	45,3	42,7	50,2	17,9	7,9	14,5
	<i>Mytilus edulis</i> (Moule)	141,7	++++	14,1	2344,8	2,2				1,4	512,3
	<i>Solen marginatus</i> (Couteau)			0,4							
	<i>Venerupis pullastra</i> (Fausse palourde)		1,2	0,4							
Crustacés	<i>Atelecyclus undecimdentatus</i> (Crabe de sable)	8,3	10,5	1,6	22,9	9,0	3,6	3,3	3,0	3,9	23,0
	<i>Carcinus maenas</i> (crabe vert)							0,7			
	<i>Diogenes pugilator</i> (pagure)			0,7	3,2	2,1	0,6	1,6	2,1	4,2	4,5
	<i>Liocarcinus arcuatus</i> (Étrille arquée)		1,2		1,1	1,7	3,5	1,3			0,7
	<i>Liocarcinus holsatus</i> (Fausse étrille)	8,3	25,6	1,8	11,6	2,7			3,7	1,7	5,6
	<i>Macropodia rostrata</i> (Macropode)		4,7		2,1						0,2
	<i>Maia squinado</i> (Araignée de mer)								0,3	0,2	
	<i>Pilumnus hirtellus</i>		1,2		4,8	0,4	0,3				
	<i>Portumnus latipes</i>								0,4		
	<i>Pisidia longicornis</i>			0,3	32,2						
	<i>Xantho pilipes</i> (Xanthe poilu)	8,3		0,9	8,2	0,5					

Groupe zoologique	Espèce	2001SF	2001m	2006SM	2006m	2007 SM	2008 SM	2009 SM	2010 SM	2011 SM	2012 SM
Echinodermes	<i>Asterias rubens</i> (Etoile de mer)			0,3	6,4						
	<i>Echinocardium cordatum</i> (Oursin de sable)	8,3		0,7		9,2	2,2	5,5	2,2	1,4	3,1
	<i>Psammechinus miliaris</i>				1,1						
Poissons	<i>Torpedo</i> sp. (Torpille)								0,5		
	<i>Solea senegalensis</i> (Sole du Sénégal)								0,4		
Abondance sans moule		129	109	16	135	80	56	63	39	27	73
Richesse spécifique totale		9	11	16	15	11	11	7	13	11	9
Distance totale		240	859	2576	761	2173	2641	2635	2934	3493	3108

Tableau 2 : Espèces récoltées à la drague dans les sables du Chenal du Pyla. La distance cumulée des traicts est précisée et les effectifs sont ramenés à 1000 m² (Détails dans l'Annexe 4). SF : sables fins, m : moulières (moules non comptées), SM : sables moyens.

L'analyse des correspondances a été réalisée sur 51 espèces, après avoir retiré 67 espèces rares (Figure 8). Les espèces les plus constantes d'une année à l'autre sont l'annélide *Nephtys cirrosa* (69% des stations x dates), le crustacé péricaride *Urothoe pulchella* (59%) et le crustacé mysidacé *Gastrosaccus spinifer* (49%). Hormis les moules (181 ind./m²), ces trois espèces sont aussi les plus abondantes en 2012 (43, 14 et 53 ind./m², respectivement). Les stations avant travaux (2001) se distinguent bien des autres, mais ensuite il n'y a pas de distinction en fonction de la période de temps écoulée par rapport aux campagnes d'ensablement. Les stations/années à moules forment un groupe particulier et contribuent à la définition des axes (2001 et 2006, avec et sans moules). Les espèces qui contribuent aux axes constituent deux groupes, l'un à droite avec des espèces de sables moyens nus (*Gastrosaccus spinifer*, *Tellina tenuis*, *Urothoe pulchella*, etc.) et l'autre à gauche avec des espèces plutôt inféodées aux moules (*Nassarius* spp., *Pisidia longicornis*, etc.).

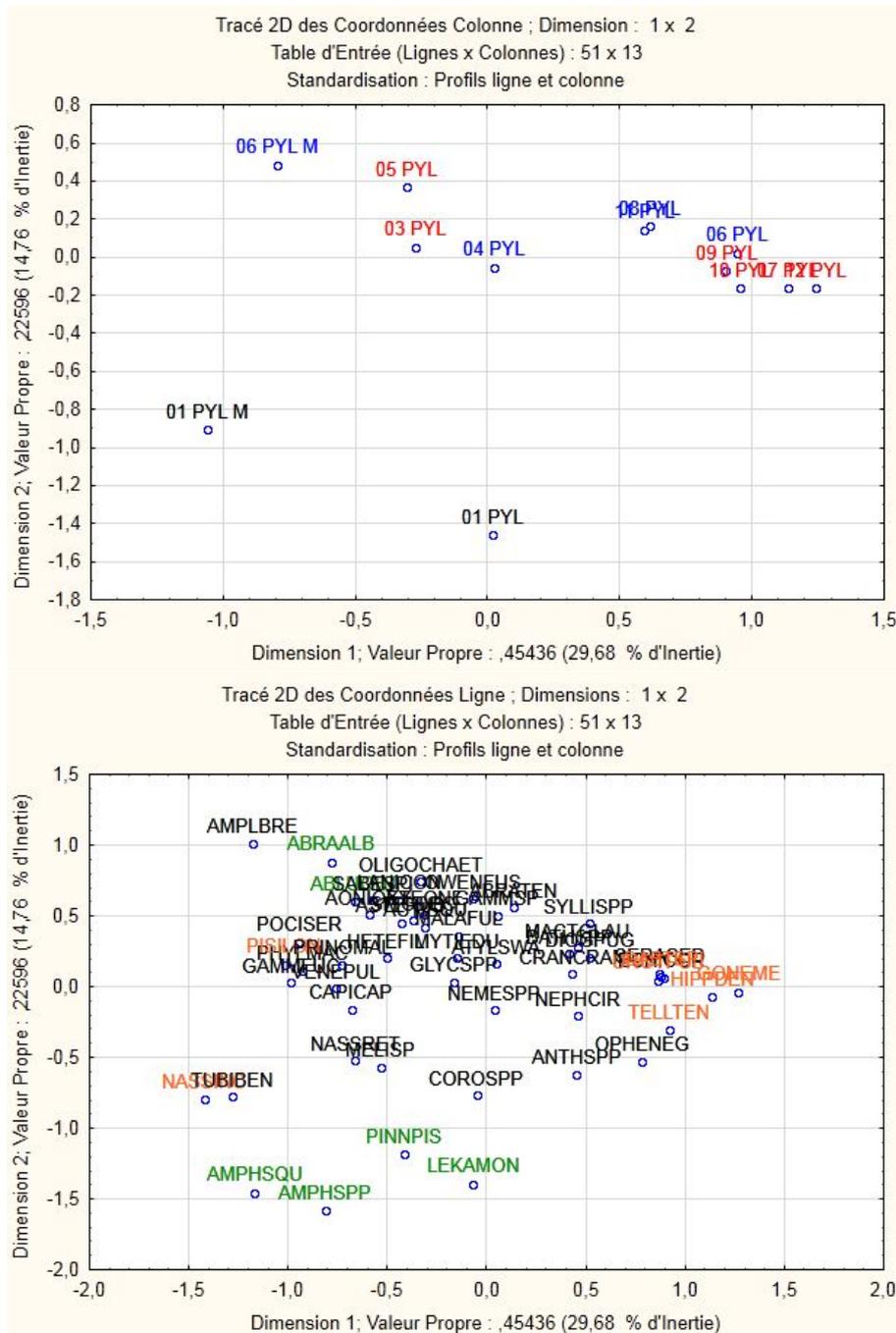


Figure 8 : Analyse des Correspondances (12 stations x 51 espèces) sur les peuplements benthiques des stations du Chenal du Pyla avec : Figure du haut : en noir 2001, en rouge années de travaux (<1 an), et en bleu les années hors travaux (> 1 an). Les stations sont arbitrairement considérées contributives quand : inertie > (1/13)x2. M : Stations avec moules.

Figure du bas : Les espèces sont arbitrairement considérées contributives quand : inertie > (1/51)x2. En vert les espèces contribuant à l'axe 1, en orange celle contribuant à l'axe 2.

3.3 Estran du Pyla

3.3.1 Substrats durs

La faune des substrats durs a été étudiée sur un épi rocheux, de bas en haut en distinguant la zonation verticale décrite sur la **Figure 4**. L'étage un peu plus profond, l'infralittoral, a disparu suite aux travaux (la totalité des épis est maintenant en zone intertidale).

✓ Infralittoral

Ce niveau correspond à la zone rocheuse immergée située, pour le Bassin d'Arcachon, entre les niveaux de basse mer de grands coefficients et -4 m. Tous les épis ont été ensevelis et il n'y a plus d'infralittoral rocheux immergé (**voir Tableau 3 pour faune des années précédentes**).

Groupe zoologique	Genre espèce	Nom vernaculaire	Sud 2001	Nord 2001	2003	2004
Cnidaires	<i>Anemonia viridis</i>	Anémone verte				■
	<i>Anthopectura ballii</i>		■			
	<i>Corynactis viridis</i>	Anémone perle	■			
	<i>Sagartia</i> sp.					■
Annélides	<i>Sabellaria alveolata</i>	Hermelle		■	■	■
Mollusques	Bivalves	<i>Crassostrea gigas</i>	■			■
		<i>Mytilus edulis</i>	■	■	■	■
		<i>Solen marginatus</i>		■		
Gastéropodes	<i>Crepidula fornicata</i>	Crépidule	■			
	<i>Gibbula umbilicalis</i>	Gibbule ombiliquée				■
	<i>Nassarius reticulatus</i>	Nasse réticulée	■	■	■	■
	<i>Ocenebra erinacea</i>	Cormaillet, perceur	■			
Crustacés	<i>Balanus crenatus</i>	Grande balane	■			
	<i>Cancer pagurus</i>	Tourteau	■	■		
	<i>Carcinus maenas</i>	Crabe vert		■	■	
	<i>Diogenes pugilator</i>	Pagure				■
	<i>Macropodia rostrata</i>	Macropode		■	■	
	<i>Maia squinado</i>	Araignée de mer				■
	<i>Necora puber</i>	Etrille	■		■	■
	<i>Pilumnus hirtellus</i>					■
Echinodermes	<i>Asterias rubens</i>	Etoile rouge	■	■		■
	<i>Echinocardium cordatum</i>	Oursin de sable		■		
	<i>Holothuria tubulosa</i>	Concombre de mer	■			
	<i>Marthasterias glacialis</i>	Grande étoile	■	■		
	<i>Ophiothrix fragilis</i>	Ophiure fragile	■			
	<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin		■		
Tuniciers	<i>Didemnum</i> sp.	Lard		■		
	<i>Molgula</i> sp.	Molgule	■			
	<i>Styela clava</i>	Ascidie		■		■
Poisson	<i>Blennius</i> sp.	Blennie	■			

Tableau 3 : Espèces récoltées sur l'infralittoral rocheux du Pyla, au sud et au nord de Haïta en 2001, comparé à 2003 et 2004.

Il était apparu en 2003 que la faune des épis avait été en grande partie détruite par ensevelissement sur l'infralittoral inférieur. Sur les 24 espèces trouvées en 2001, seulement 6 avaient été retrouvées en 2003, les plus banales. Même si en 2004 ce nombre passait à 13, les espèces demeuraient sans intérêt particulier.

✓ Médiolittoral inférieur : Récifs d'hermelles



Les hermelles (*Sabellaria alveolata*) sont des vers annelés qui construisent des tubes en sable et y vivent en colonies denses (**Figure 9**). Ces récifs se forment sur des substrats durs, les épis rocheux. Ensevelis lors de la campagne d'ensablement 2005, ces épis rocheux ont partiellement réapparu, des massifs d'hermelles se sont réinstallés et se sont surtout développés sur les flancs d'érosion

Figure 9 : Récif d'hermelle (*Sabellaria alveolata*). (nord) de chaque épi. Ce type de formation est considéré comme étant d'intérêt écologique et

		dimanche 3 janvier 2010	TRAVAUX	dimanche 21 mars 2010	lundi 14 juin 2010	mardi 26 octobre 2010	mercredi 23 février 2011	jeudi 2 juin 2011	samedi 12 novembre 2011	samedi 14 janvier 2012	TRAVAUX	mercredi 8 mai 2012
	Coefficient	101		71	90	90	90	90	79	80		106
	Allée											
1		4.5		0.0	0.2	3.0	8.5	12.0	13.5	9.4		0.0
2		6.6		0.0	2.7	7.5	10.0	12.0	7.5	18.0		0.4
3	Banc d'Arguin	4.9		0.0	5.5	4.0	8.5	25.2	21.4	23.4		10.2
4	Loubines	8.7		3.0	10.4	11.2	15.7	31.5	18.0	19.5		9.4
5	Moineaux	8.7		0.0	7.0	12.5	10.3	19.8	20.2	17.6		8.0
6		18.0		5.2	9.3	13.5	15.7	20.2	22.4	28.8		9.4
7	Merles	3.5		1.2	2.2	2.7	4.0	4.5	3.8	14.4		1.2
8		17.5		15.0	21.0	16.8	19.5	24.0	30.3	25.5		12.8
9	Hirondelles	11.5		3.7	22.1	21.0	12.8	22.1	21.0	22.4		13.9
10		29.2		3.0	16.9	17.6	23.8	30.6	31.5	22.7		12.6
11		28.5		7.5	20.8	21.6	36.0	36.9	32.4	25.2		13.5
12	Garoles	5.9		0.0	9.8	6.0	11.7	13.7	11.0	10.0		4.8
	MOYENNE (m²)	12.3		3.2	10.7	11.4	14.7	21.0	19.4	19.7		8.0
	SOMME (m²)	147.7		38.6	128.0	137.1	176.5	252.4	232.9	236.8		96.4

Tableau 4 : Surface d'accueil (m²) des versant nord des 12 épis du Pyla.

patrimonial élevé, au titre de l'originalité des structures, de la diversité d'habitat, de la diversité de la faune abritée (Gruet & Bodeur 1997; de Montaudouin *et al.* 2003; de Montaudouin *et al.* 2004; de Montaudouin *et al.* 2005). Il apparaissait donc particulièrement intéressant de suivre ces formations à travers la mesure des surfaces recouvertes par les récifs. Pour cela, la surface d'épi où apparaissent des hermelles a été calculée (**Tableau 4**) puis le pourcentage de recouvrement a été estimé sur un épi témoin (Allée des Hirondelles) afin de mesurer la surface totale de récif d'hermelles (vivantes) (**Figure 10**). La surface totale des 12 épis accueillant des hermelles varie entre 39 et 252 m². Les valeurs basses sont logiquement retrouvées après les travaux, la « reprise d'espace » étant ensuite rapide et continue, indépendamment des saisons (**Tableau 4**). En termes de surface recouverte par les hermelles, la tendance est similaire, si ce n'est une chute à la fin de l'été 2011 liée à la destruction des récifs par les estivants (**Figure 10**).

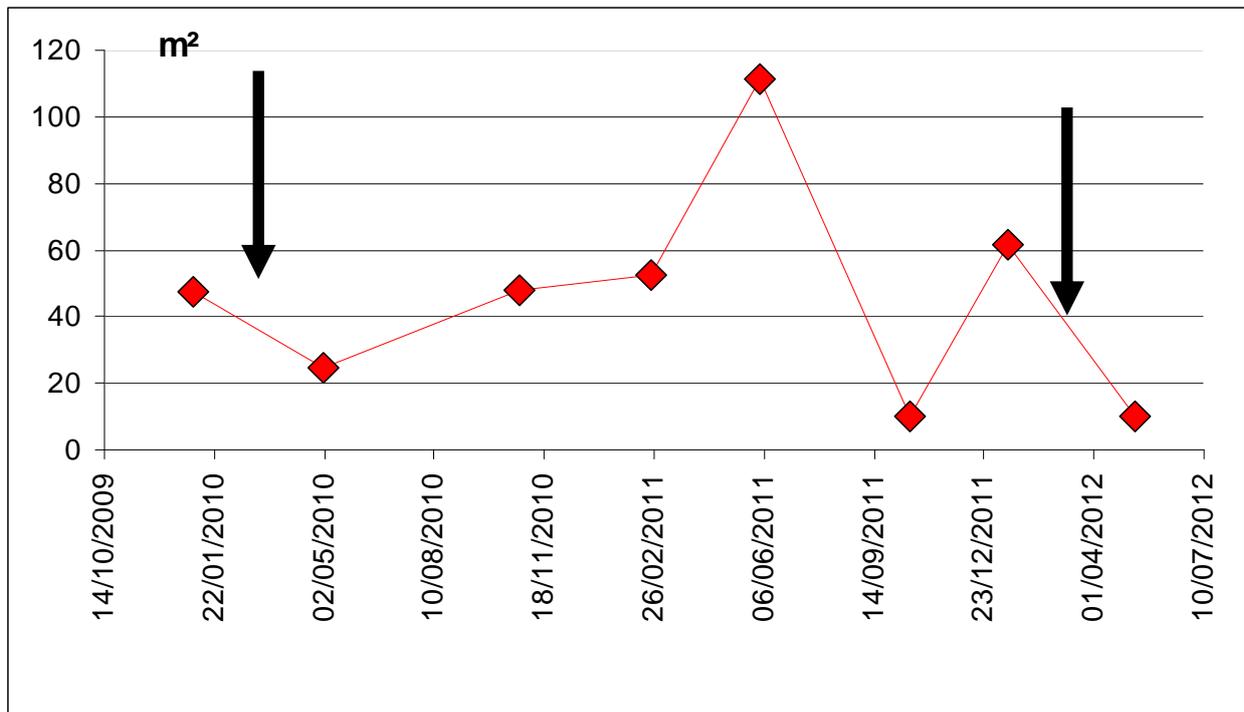


Figure 10 : Surface en m² des récifs d'hermelles sur les versants nord des 12 épis (flèche = période de travaux).

3.3.2 Substrats meubles

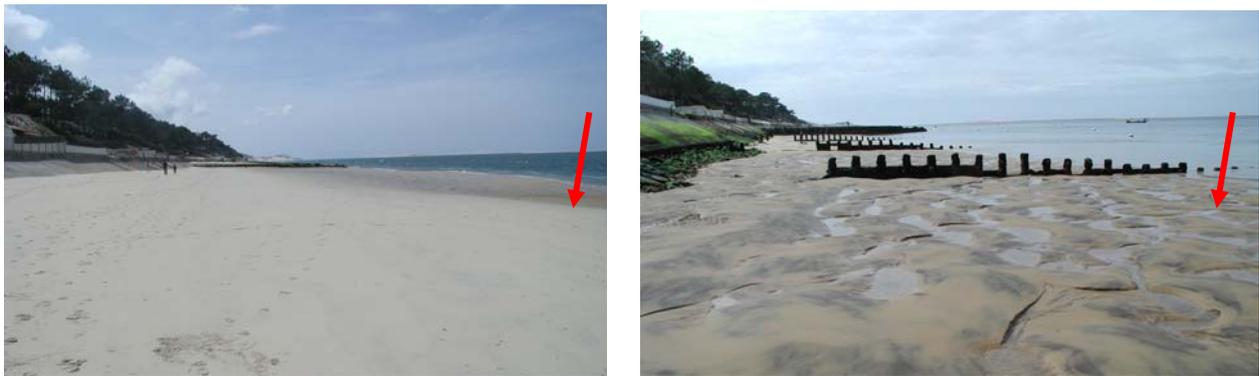


Figure 11 : Estran du Pyla, à gauche en 2008, à droite en 2001 (flèche rouge : niveau d'échantillonnage).

Les échantillons ont été prélevés en bas niveau (**Figures 1 et 11**). Ce sont des sables moyens provenant de Bernet (351-382 μm). L'abondance (139 ind./ m^2) est dans l'ordre de grandeur du niveau initial (165 ind./ m^2 en 2001). Il n'y a pas de différences entre les abondances des années de travaux (138 ind./ m^2) et celle des années sans travaux (141 ind./ m^2). La biomasse est également à un niveau normal (1,30 gPSSC/ m^2). En revanche, la richesse spécifique est l'une des plus faibles observées avec 13 espèces (**Figure 12**). La richesse spécifique l'année des travaux (15,7 espèces) est légèrement inférieure à celle calculée plus d'un an après (18,2 espèces).

L'analyse des correspondances a été réalisée sur 25 espèces, après avoir retiré 37 espèces rares (**Figure 13**). Les espèces les plus constantes d'une année à l'autre sont *Nephtys cirrosa* (91% des stations x dates), *Urothoe pulchella* (77%), *Tellina tenuis* (66%), *Haustorius arenarius* (66%), *Ophelia neglecta* (59%), *Gastrosaccus spinifer* (59%). En 2012, les amphipodes *Haustorius arenarius* et *Urothoe pulchella* et l'annélide polychète *Nephtys cirrosa* sont les espèces dominantes (71, 24 et 15 ind./ m^2).

Il n'y a pas de distinction nette en fonction de la période de temps écoulée par rapport aux campagnes d'ensablement : sur l'axe 1, les années 2005 et 2010 se caractérisent par un recrutement de coques *Cerastoderma edule* (qui ne tiendront pas), 2010 s'individualisant aussi par la présence de phoronidiens. L'axe 2 est principalement discriminé par la situation de 2011, avec la présence de moules et de la faune associée.

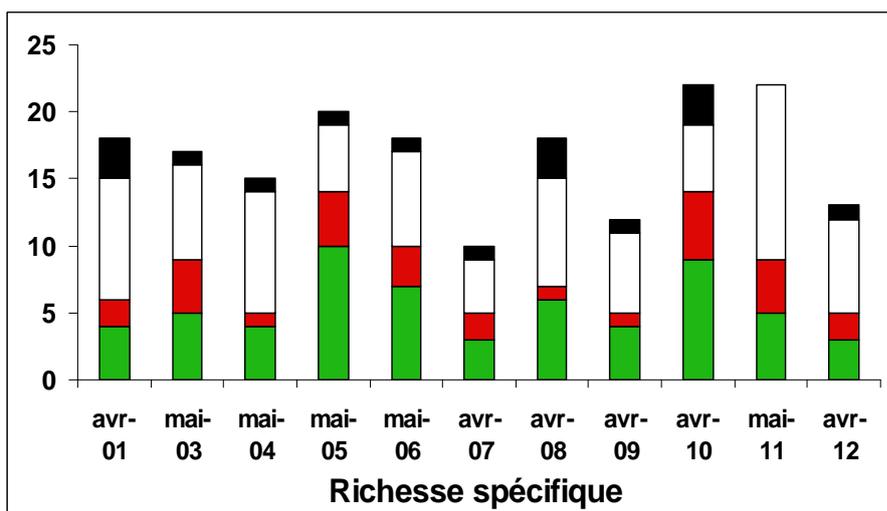
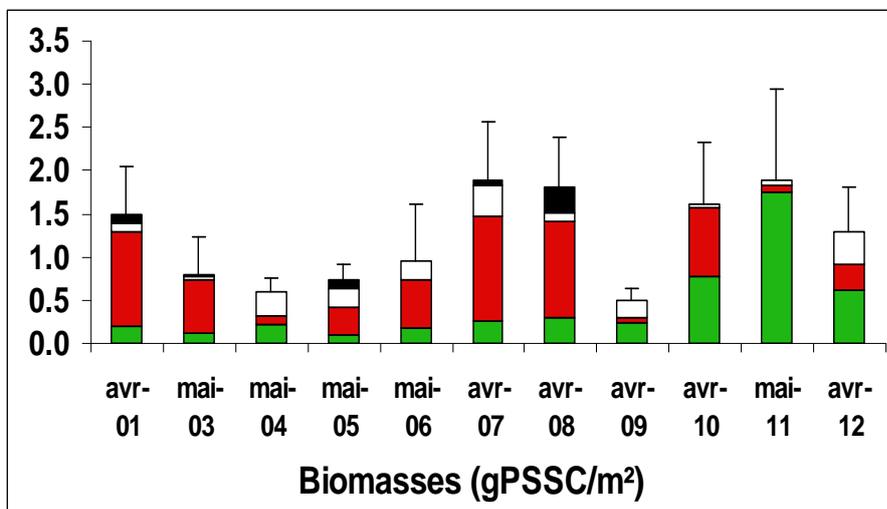
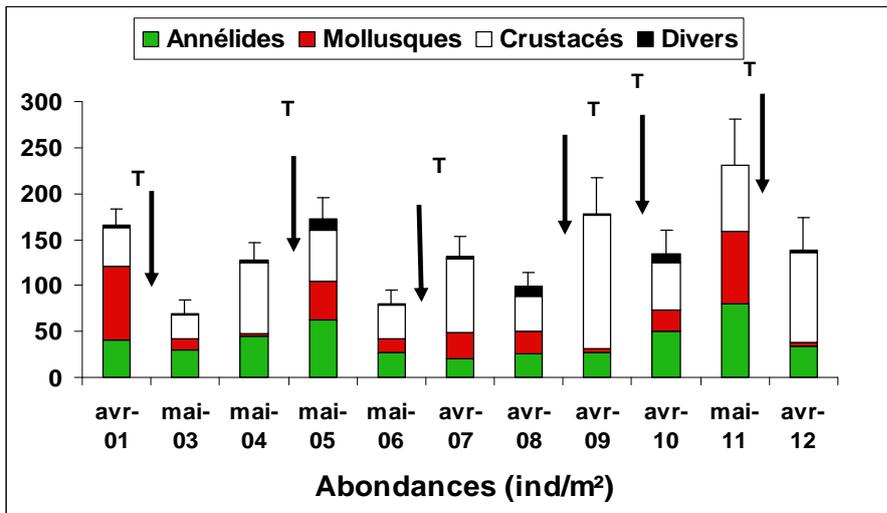


Figure 12 : Abondance moyenne (ind m⁻²), biomasse moyenne (gPSSC m⁻²) et richesse spécifique de la macrofaune benthique du niveau inférieur des estrans pilatais. T : Travaux.

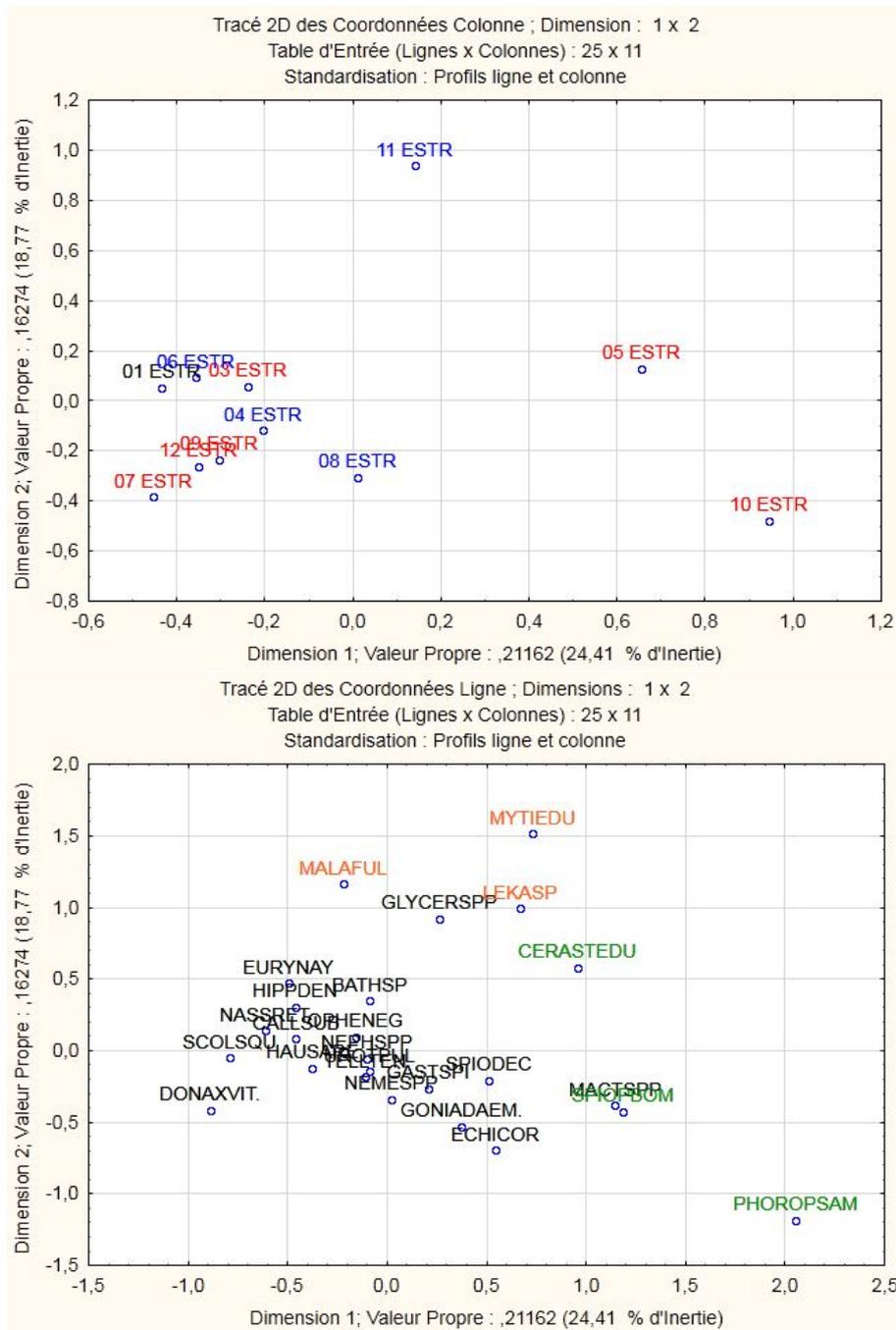


Figure 13 : Analyse des Correspondances (11 stations x 25 espèces) sur les peuplements benthiques des stations de l'estran du Pyla avec : Figure du haut : en noir 2001, en rouge années de travaux (<1 an), et en bleu les années hors travaux (> 1 an). Les stations sont arbitrairement considérées contributives quand : inertie > (1/11)x2. M : Stations avec moules.

Figure du bas : Les espèces sont arbitrairement considérées contributives quand : inertie > (1/25)x2. En vert les espèces contribuant à l'axe 1, en orange celle contribuant à l'axe 2.

4 Conclusions

4.1 Synthèse des paramètres biocénétiques

Les biotopes concernés par les travaux envisagés sont différents et une synthèse de leurs caractéristiques biocénétiques est présentée dans le **Tableau 5**.

Sites	Biotopes	Abondance (ind m ⁻²)	Biomasse (gPSSC m ⁻²)	Richesse spécifique
2001 Bernet	Sables moyens	716 (± 517)	38,1 (± 25,8)	30
2003 Bernet	Sables moyens	122 (± 27)	0,4 (± 0,2)	19
2004 Bernet	Sables moyens	158 (± 27)	0,9 (± 0,6)	27
2005 Bernet	Sables moyens	251 (± 60)	1,0 (± 0,6)	27
2006 Bernet	Sables moyens	408 (± 245)	2,2 (± 0,7)	43
2007 Bernet	Sables moyens	767 (± 311)	17,6 (± 11,9)	26
2008 Bernet	Sables moyens	583 (± 237)	1,8 (± 1,0)	33
2009 Bernet	Sables moyens	367 (± 137)	6,4 (± 2,6)	24
2010 Bernet	Sables moyens	148 (± 36)	2,2 (± 1,1)	28
2011 Bernet	Sables moyens	1150 (± 628)	2,0 (± 1,0)	35
2012 Bernet	Sables moyens	350 (± 186)	35,3 (± 24,0)	26
2001 Ch. Pyla	Sables fins	215 (± 85)	2,1 (± 1,6)	17
2001 Ch. Pyla	Moulières	2867 (± 602)	259,5 (± 81,2)	26
2003 Ch. Pyla	Sables moyens	831 (± 458)	7,3 (± 4,1)	58
2004 Ch. Pyla	Sables moyens	465 (± 134)	1,4 (± 0,8)	47
2005 Ch. Pyla	Sables moyens	5270 (± 2366)	22,3 (± 18,6)	61
2006 Ch. Pyla	Sables moyens	196 (± 44)	4,3 (± 2,5)	25
2006 Ch. Pyla	Moulières	3161 (± 918)	235,9 (± 135,2)	47
2007 Ch. Pyla	Sables moyens	91 (± 15)	4,3 (± 3,2)	19
2008 Ch. Pyla	Sables moyens	273 (± 45)	1,0 (± 0,5)	32
2009 Ch. Pyla	Sables moyens	131 (± 22)	0,4 (± 0,2)	17
2010 Ch. Pyla	Sables moyens	153 (± 37)	0,2 (± 0,0)	29
2011 Ch. Pyla	Sables moyens	728 (± 324)	2,5 (± 0,9)	27
2012 Ch. Pyla	Sables moyens	118 (± 317)	2,5 (± 0,9)	22

Tableau 5 (suite page suivante) : Synthèse des paramètres biocénétiques des différents sites de travaux en 2001, et de 2003 à 2012 (l'erreur standard est précisée entre parenthèses).

Sites	Biotopes	Abondance (ind m ⁻²)	Biomasse (gPSSC m ⁻²)	Richesse spécifique
Estran du Pyla				
2001	Epi : hermelles	39444 (± 4441)	222,1 (± 37,2)	38
2003		215846 (± 31169)	347,6 (± 110,5)	12
2004		31345 (± 3515)	943,0 (± 623,0)	13
2005		80662 (± 13169)	534,4(± 93,0)	12
2001	Epi : moules	29858 (± 6323)	142,8 (± 33,3)	20
2003		99196 (± 10699)	880,1 (± 223,4)	16
2004		35041 (± 10844)	196,8 (± 75,2)	15
2005		51422 (± 11577)	993,0 (± 205,2)	20
2001	Epi : chtamales	110304 (± 12085)	134,8 (± 30,7)	5
2003		90992 (± 16721)	178,7 (± 45,3)	6
2004		91195 (± 12099)	187,4 (± 18,0)	4
2005		67884 (± 8811)	144,0 (± 47,1)	5
2001	Estran sableux	166 (± 19)	1,6 (± 0,6)	18
2003		69 (± 14)	0,8 (± 0,4)	17
2004		128 (± 19)	0,6 (± 0,2)	15
2005		172 (± 24)	0,7 (± 0,2)	20
2006		81 (± 14)	1,0 (± 0,7)	18
2007		132 (± 21)	1,9 (± 0,7)	10
2008		99 (± 16)	1,8 (± 0,6)	18
2009		178 (± 39)	0,5 (± 0,1)	12
2010		135 (± 26)	1,6 (± 0,7)	22
2011		231 (± 51)	1,9 (± 1,0)	22
2012		139 (± 35)	1,3 (± 0,5)	13

Tableau 5 (fin): Synthèse des paramètres biocénotiques des différents sites de travaux en 2001, et de 2003 à 2012 (l'erreur standard est précisée entre parenthèses).

4.2 Impact des travaux sur les peuplements benthiques et leurs prédateurs

4.2.1 Critères d'évaluation

Les critères d'appréciation sont très variés, et seront repris pour chaque zone (hormis les épis dont la surface est négligeable) sous forme d'un tableau (Exemple : **Tableau 6**) :

- La nature des travaux (qui dans ce cas est soit du dragage soit du clapage), la superficie directement affectée, le calendrier d'exécution et la date de l'élaboration de l'état initial sont rappelés.
- Les modifications sédimentaires sont précisées, en mentionnant l'apparition d'herbiers (facteur positif pour l'écosystème), l'accumulation d'algues (facteur plutôt négatif) ou la variation des superficies de moulière.
- Les abondances des peuplements sont rappelées par groupe zoologique et sont comparées à l'état initial. Cette comparaison est faite par deux types de test statistique sur des données $\log(x+1)$ -transformées : soit par une Analyse de Variance à un facteur (année) s'il y a homogénéité des variances (test de Cochran), soit par le test de Kolmogorov-Smirnov dans le cas contraire. 'ns', signifie l'absence de différence significative avec un risque de 5 % de se tromper, '*' signifie une différence significative avec un risque de 5 % de se tromper, '**' signifie une différence significative avec un risque de 1 % de se tromper, et '***' signifie une différence significative avec un risque de 0,1 % de se tromper.
- Les biomasses sont traitées comme les abondances. Elles serviront à estimer les pertes en biomasse animale et les répercussions sur les réseaux trophiques supérieurs (production des prédateurs) calculées selon la méthode décrite dans Sautour et al. (2000) et Montaudouin et Raigné (2001).

- L'évolution de la diversité est analysée au travers la richesse spécifique et les résultats des analyses des correspondances et des dendrogrammes calculés sur les distances euclidiennes.
- L'apparition d'espèces exotiques (comme les crépidules) est recherchée.
- Enfin un avis est émis sur l'état de la restauration ou d'installation d'un nouvel équilibre de l'environnement.

Par ailleurs, les caractères orange soulignent les paramètres encore éloignés des conditions initiales, tandis que les caractères bleus signifient que la restauration est (presque) atteinte pour un paramètre donné.

4.2.2 Banc de Bernet oriental

Banc de Bernet

TRAVAUX	Type de travaux	Dragage
	Superficie travaux (m ²)	820 000
	Période des travaux	-Mars 2003, Janvier 2005, Janvier 2007, Janvier 2009, Février 2010, Février 2011
	Etat initial	Mai-Juin 2001
	Dernière expertise	Mai 2012
SEDIMENTS	Médiane (µm)	324-358 µm
	Macroalgues	
	Herbiers	
	Teneur en matière organique (%)	0,22-0,36
ABONDANCE PEUPELEMENTS	Impact sur les annélides	53 -> 31 -> 29 -> 71 -> 244 -> 72 -> 178 -> 56 -> 67 -> 111 -> 39 ind. m ⁻² , ns
	Impact sur les mollusques	147 -> 11 -> 16 -> 62 -> 17 -> 47 -> 283 -> 53 -> 34 -> 681 -> 86 ind. m ⁻² , ns
	Impact sur les crustacés	507 -> 76 -> 96 -> 116 -> 64 -> 608 -> 103 -> 247 -> 39 -> 353 -> 194 ind. m ⁻² , ns
	Impact sur la faune totale	-> 122 -> 158 -> 251 -> 408 -> 767 -> 581 -> 367 -> 148 -> 1150 -> 330 ind. m ⁻² , ns
BIOMASSE PEUPELEMENTS	Impact sur les annélides	0,20 -> 0,16 -> 0,08 -> 0,25 -> 0,37 -> 0,33 -> 0,06 -> 0,17 -> 0,13 -> 0,29 -> 0,04 gpssc m ⁻² , ns
	Impact sur les mollusques	16,91 -> 0,02 -> 0,36 -> 0,05 -> 0,39 -> 15,51 -> 1,80 -> 5,56 -> 1,29 -> 1,15 -> 25,0 gpssc m ⁻² , ns
	Impact sur les crustacés	20,64 -> 0,26 -> 0,37 -> 0,70 -> 0,85 -> 1,74 -> 0,16 -> 0,65 -> 0,80 -> 0,57 -> 9,98 gpssc m ⁻² , ns
	Impact sur la faune totale	38,13 -> 0,44 -> 0,85 -> 1,00 -> 1,90 -> 17,6 -> 1,80 -> 6,39 -> 2,21 -> 2,01 -> 35,29 gpssc m ⁻² , ns
		Perte biomasse (kgPSSC)
	Perte biomasse (kgC)	1164,4
	Perte production secondaire annuelle (kgC an ⁻¹)	2911
	Perte production prédateurs annuelle (kgC an ⁻¹)	437
	Perte production prédateurs annuelle (tPF an ⁻¹)	6,6
DIVERSITE	Impact sur la faune totale	30 -> 19 -> 27 -> 27 -> 43 -> 26 -> 33 -> 24 -> 28 -> 35 -> 26 espèces
	Similarité des communautés (AFC)	Nouvel équilibre
	Apparition espèces exotiques	
RESTAURATION		PARTIELLE/ NOUVEL EQUILIBRE

Tableau 6 : Synthèse des éléments pris en compte pour estimer l'état de restauration du site. Les valeurs sont comparées : 2001 -> 2003 -> 2004 -> 2005 -> 2006 -> 2007 -> 2008 -> 2009 -> 2011 -> 2012 (comparaison statistique entre l'état initial et l'état actuel). Les caractères orange soulignent les paramètres encore éloignés des conditions initiales, tandis que les caractères bleus signifient que la restauration est (presque) atteinte pour un paramètre donné. 'ns' signifie aucune différence significative avec un risque de 5 % de se tromper et '*' signifie une différence significative avec un risque de 5 % de se tromper.

La faune de la partie orientale des bancs de Bernet a toujours été caractérisée par un peuplement relativement peu abondant. La petite moulière détectée en 2006 n'est pas réapparue. La population de grande mactre (*Mactra glauca*) reste très affectée (110 ind/1000m² en 2001 contre 5 en 2012). La perte pour les échelons supérieurs (prédateurs) n'est que de 7 tonnes en poids frais par an (= négligeable), sur les 82 ha de bancs dragués. Statistiquement, cette perte n'est pas significative. La richesse spécifique cumulant le nombre d'espèces capturées à la benne et à la drague est dans les valeurs moyennes avec 26 espèces. Les peuplements semblent installés dans un nouvel équilibre qui peut apparaître comme une perturbation constante, étant donnée la répétition des travaux.

4.2.3 Chenal du Pyla

La moulière réapparue en 2006 a complètement disparu depuis.

Moulière Chenal du Pyla

TRAVAUX	Type de travaux	Clapage
	Superficie travaux (m ²)	54 167
	Période des travaux	2005, Janvier 2007, Janvier 2009, Février 2010, Février 2012
	Etat initial	Mai-Juin 2001
	Dernière expertise	Mai 2012
SEDIMENTS	Médiane (µm)	340-370
	Macroalgues	
	Herbiers	
	Teneur en matière organique (%)	0,20-0,26
	Surface actuelle moulière	0
ABONDANCE PEUPELEMENTS	Impact sur les annélides	163 -> 1067 -> 18 -> 109 -> 47 ind. m ⁻² , **
	Impact sur les mollusques	2445 -> 3650 -> 53 -> 420 -> 4 ind. m ⁻² , *
	Impact sur les crustacés	222 -> 1117 -> 56 -> 191 -> 62 ind. m ⁻² , ns
	Impact sur la faune totale	2845 -> 3161 -> 153 -> 728 -> 118 ind. m ⁻² , *
BIOMASSE PEUPELEMENTS	Impact sur les annélides	0,19 -> 1,85 -> 0,04 -> 0,64 -> 0,05 gpssc m ⁻² , ns
	Impact sur les mollusques	254,91 -> 219,96 -> 0,06 -> 1,26 -> 0,06 gpssc m ⁻² , *
	Impact sur les crustacés	4,42 -> 13,51 -> 0,05 -> 0,57 -> 0,19 gpssc m ⁻² , ns
	Impact sur la faune totale	259,53 -> 235,89 -> 0,16 -> 2,49 -> 0,30 gpssc m ⁻² , *
	Perte biomasse (kgPSSC)	14 058
	Perte biomasse (kgC)	7 029
	Perte production secondaire annuelle (kgC an ⁻¹)	17 572
	Perte production prédateurs annuelle (kgC an ⁻¹)	2636
	Perte production prédateurs annuelle (tPF an ⁻¹)	40.1
DIVERSITE	Impact sur la faune totale	26 -> 47 -> 29 -> 27 -> 22 espèces
	Similarité des communautés (AFC)	NON
	Apparition espèces exotiques	NON
RESTAURATION		NON

Tableau 7 : Synthèse des éléments pris en compte pour estimer l'état de restauration du site. Les valeurs sont comparées : 2001 -> 2006 -> 2010 -> 2011-> 2012 (comparaison statistique entre l'état initial et l'état actuel). Les caractères orange soulignent les paramètres encore éloignés des conditions initiales, tandis que les caractères bleus signifient que la restauration est (presque) atteinte pour un paramètre donné. 'ns' signifie aucune différence significative avec un risque de 5 % de se tromper, '**' signifie une différence significative avec un risque de 5 % de se tromper, '***' signifie une différence significative avec un risque de 1 % de se tromper et '****' signifie une différence significative avec un risque de 0,1 % de se tromper.

La perte de production en prédateur (40 t/an) reste modeste car les surfaces sont relativement faibles (Tableau 7). La présence de crépidule n'a pas été notée cette année. Vu le caractère invasif de cette espèce exotique (de Montaudouin *et al.*, 2001), ce point reste à surveiller.

Les peuplements des sables moyens qui recouvrent le reste du chenal du Pyla sont dans un état quantitatif légèrement déficitaire par rapport à l'état initial de cet habitat. Les répercussions sur la production secondaire sont cependant négligeables (Tableau 8).

Sables Chenal du Pyla

TRAVAUX	Type de travaux		Clapage	
	Superficie travaux (m ²)		108 333	
	Période des travaux	Janvier-Mars 2003, Janvier 2005, Janvier 2007, Janvier 2009, Février 2010, Février 2012		
SEDIMENTS	Etat initial		Mai-Juin 2001	
	Dernière expertise		Mai 2012	
	Médiane (µm)		340-370	
	Macroalgues			
	Herbiers			
ABONDANCE PEUPEMENTS	Teneur en matière organique (%)		0,20-0,26	
	Surface de sédiments nus (m ²)		125 125	
	Impact sur les annélides	15 -> 70 -> 224 -> 641 -> 81 -> 9 -> 80 -> 27 -> 18 -> 109 -> 47 ind. m⁻², ns		
	Impact sur les mollusques	44 -> 239 -> 43 -> 3650 -> 30 -> 33 -> 47 -> 2 -> 53 -> 420 -> 4 ind. m⁻², ns		
	Impact sur les crustacés	141 -> 504 -> 148 -> 609 -> 70 -> 31 -> 129 -> 93 -> 56 -> 191 -> 62 ind. m⁻², ***		
BIOMASSE PEUPEMENTS	Impact sur la faune totale	215 -> 832 -> 465 -> 5270 -> 196 -> 90 -> 273 -> 131 -> 153 -> 728 -> 118 ind. m⁻², ns		
	Impact sur les annélides	0,30 -> 0,12 -> 0,48 -> 0,73 -> 3,93 -> 0,01 -> 0,09 -> 0,10 -> 0,04 -> 0,64 -> 0,05 gpssc m⁻², ns		
	Impact sur les mollusques	1,96 -> 6,13 -> 0,36 -> 18,25 -> 0,24 -> 3,91 -> 0,14 -> 0,03 -> 0,06 -> 1,26 -> 0,06 gpssc m⁻², *		
	Impact sur les crustacés	0,20 -> 1,04 -> 0,23 -> 2,97 -> 0,04 -> 0,03 -> 0,21 -> 0,28 -> 0,05 -> 0,57 -> 0,19 gpssc m⁻², ns		
	Impact sur la faune totale	2,50 -> 7,32 -> 1,44 -> 22,30 -> 4,21 -> 4,33 -> 0,95 -> 0,41 -> 0,16 -> 2,49 -> 0,30 gpssc m⁻², ***		
DIVERSITE	Perte biomasse (kgPSSC)		233	
	Perte biomasse (kgC)		117	
	Perte production secondaire annuelle (kgC an⁻¹)		292	
	Perte production prédateurs annuelle (kgC an⁻¹)		44	
	Perte production prédateurs annuelle (tPF an⁻¹)		0,7	
DIVERSITE	Impact sur la faune totale	17 -> 58 -> 47 -> 61 -> 25 -> 32 -> 17 -> 29 -> 27 -> 22 espèces		
	Similarité des communautés (AFC)		Partielle	
	Apparition espèces exotiques		non	
RESTAURATION		PARTIELLE/ NOUVEL EQUILIBRE		

Tableau 8 : Synthèse des éléments pris en compte pour estimer l'état de restauration du site. Les valeurs sont comparées : 2001 -> 2003 -> 2004 -> 2005 -> 2006 -> 2007 -> 2008 -> 2009 -> 2010 -> 2011 -> 2012 (comparaison statistique entre l'état initial et l'état actuel). Les caractères orange soulignent les paramètres encore éloignés des conditions initiales, tandis que les caractères bleus signifient que la restauration est (presque) atteinte pour un paramètre donné. 'ns' signifie aucune différence significative avec un risque de 5 % de se tromper et '*' signifie une différence significative avec un risque de 5 % de se tromper.

4.2.4 Zone intertidale du Pyla

Il faut distinguer la faune de l'estran sableux de la faune fixée des épis rocheux.

✓ Faune des substrats meubles

La zone correspond à la bande étroite du bas niveau de l'estran (≈ 3 ha). Globalement, l'abondance (et certaines années la biomasse) des mollusques a été la plus perturbée (**Tableau 9**). Les peuplements sont cependant proches de l'état initial et de toute manière dans un état assez stable.

Estran bas niveau du Pyla

TRAVAUX	Type de travaux Superficie travaux (m ²) Période des travaux	Clapage 30 000 Janvier-Mars 2003, Janvier 2005, Janvier 2007, Janvier 2009, Février 2010, Février 2011
	Etat initial Dernière expertise	Mai-Juin 2001 Mai 2012
SEDIMENTS	Médiane (µm)	351-382
	Macroalgues Herbiers	
	Teneur en matière organique (%)	0,11-0,27
ABONDANCE PEUPELEMENTS	Impact sur les annélides	41 -> 29 -> 44 -> 63 -> 28 -> 21 -> 26 -> 28 -> 50 -> 81 -> 33 ind. m ⁻² , ns
	Impact sur les mollusques	80 -> 13 -> 3 -> 42 -> 14 -> 28 -> 24 -> 3 -> 24 -> 78 -> 4 ind. m ⁻² , ***
	Impact sur les crustacés	42 -> 26 -> 78 -> 61 -> 38 -> 81 -> 39 -> 146 -> 51 -> 72 -> 98 ind. m ⁻² , ns
	Impact sur la faune totale	166 -> 69 -> 128 -> 179 -> 81 -> 132 -> 99 -> 135 -> 231 -> 139 ind. m ⁻² , ns
BIOMASSE PEUPELEMENTS	Impact sur les annélides	0,20 -> 0,11 -> 0,21 -> 0,11 -> 0,19 -> 0,26 -> 0,30 -> 0,24 -> 0,77 -> 1,74 -> 0,61 gpssc m ⁻² , ns
	Impact sur les mollusques	1,10 -> 0,62 -> 0,11 -> 0,31 -> 0,55 -> 1,20 -> 1,11 -> 0,06 -> 0,80 -> 0,10 -> 0,31 gpssc m ⁻² , ns
	Impact sur les crustacés	0,10 -> 0,05 -> 0,28 -> 0,23 -> 0,21 -> 0,37 -> 0,12 -> 0,19 -> 0,04 -> 0,06 -> 0,37 gpssc m ⁻² , ns
	Impact sur la faune totale	1,50 -> 0,79 -> 0,60 -> 0,73 -> 0,95 -> 1,89 -> 1,81 -> 0,50 -> 1,62 -> 1,89 -> 1,30 gpssc m ⁻² , ns
	Perte biomasse (kgPSSC)	6
	Perte biomasse (kgC)	3
	Perte production secondaire annuelle (kgC an ⁻¹)	8
	Perte production prédateurs annuelle (kgC an ⁻¹)	1
	Perte production prédateurs annuelle (tPF an ⁻¹)	0.0
DIVERSITE	Impact sur la faune totale	18 -> 17 -> 15 -> 20 -> 18 -> 10 -> 18 -> 12 -> 22 -> 22 -> 13 espèces
	Similarité des communautés (AFC)	Partielle
	Apparition espèces exotiques	non
RESTAURATION		PARTIELLE/ NOUVEL EQUILIBRE

Tableau 9 : Synthèse des éléments pris en compte pour estimer l'état de restauration du site. Les valeurs sont comparées : 2001 -> 2003 -> 2004 -> 2005 -> 2006 -> 2007 -> 2008 -> 2009 -> 2010 -> 2011 -> 2012 (comparaison statistique entre l'état initial et l'état actuel). Les caractères orange soulignent les paramètres encore éloignés des conditions initiales, tandis que les caractères bleus signifient que la restauration est (presque) atteinte pour un paramètre donné. 'ns' signifie aucune différence significative avec un risque de se tromper de 5 %, '*' signifie une différence significative avec un risque de se tromper de 5%.

✓ Faune des épis

La faune des épis et des perrés était vouée à totalement disparaître. Cependant, 12 épis rocheux, émergent partiellement du sable, principalement sur les flancs nord. Parmi les espèces présentes, il est intéressant que les massifs d'hermelles (*Sabellaria alveolata*) se soient reconstitués. Ils témoignent des mouvements incessants de sables sur ce site. Ces vers ne sont présents dans le Bassin d'Arcachon que sur ces estrans du Pyla.



La plus grande menace pour ces écosystèmes est pour l'instant l'ensablement et la destruction par des estivants ignorants. **A ce titre, et depuis l'été 2010, des panneaux d'information ont été installés au bout des allées d'accès aux plages (Figure 14) pour limiter le piétinement et la destructions de ces récifs dont l'intérêt patrimonial a déjà été souligné ailleurs (Gruet & Bodeur 1997). En juin 2011, il a été noté de nombreuses dégradations pour la récolte d'appâts (Figure 15).**

Figure 14 : Panneau d'information sur Les hermelles des épis du Pyla.



Figure 15 : Massifs d'hermelles détruits par des pêcheurs à la recherche d'appâts (photo 2011).

4.3 Conclusion générale et perspectives

Avec le recul des années depuis 2001, quelques tendances générales peuvent être avancées :

- Globalement, hormis les moulières qui ont disparu, les peuplements de la macrofaune sont restés relativement similaires d'une année à l'autre dans leur pauvreté. Même si les 3 sites (Bernet, chenal du Pyla et estran du Pyla) marquent des particularités, il existe de grandes similitudes granulométriques (sables moyens) et faunistiques. L'annélide polychète *Nephtys cirrosa* est l'espèce la plus caractéristique et l'une des plus abondantes.
- La mégafaune est la plus affectée par les travaux.
- Aucune différence claire n'est apparue entre la structure des peuplements après 6 mois et celle après 18 mois sur les sites de rejet de sable (chenal et estran). En revanche, sur le seul site de Bernet la richesse spécifique et l'abondance sont en moyenne plus faibles l'année des travaux.

Concernant les tendances par secteur :

- La faune de la partie orientale des bancs de Bernet peut être aujourd'hui considérée comme dans un état d'équilibre dans un contexte de perturbation continue. Cette perturbation (les dragages) est cependant de faible ampleur et seule une population de grandes mactres (*Mactra glauca*) a été significativement affectée. Celle-ci n'a pas disparu mais les effectifs sont au-dessous de 5 adultes/1000 m² contre 110 en 2001. Le réajustement de la faune étant généralement envisageable quatre à huit ans après cessation du dragage (Boyd *et al.* 2003), il est peu vraisemblable, dans un régime de perturbation continue, de pouvoir atteindre parfaitement l'état initial.
- L'abondance et la richesse spécifique de la macrofaune du Chenal du Pyla ont fortement diminué du fait de la disparition de la moulière (réapparue pour la première fois en 2006 mais disparue dès 2007) et ont atteint les valeurs classiques des sables moyens océaniques.
- En ce qui concerne les épis disposés sur les plages du Pyla, les récifs d'hermelles recolonisent rapidement les rochers dénudés par l'érosion (sable qui s'en va après les

opérations d'engraissement des plages). De nombreux récifs peuvent aussi être détruits par le piétinement et la recherche d'appâts (juin 2011).

Au niveau de l'estran, la plupart des paramètres quantitatifs atteignent des valeurs proches de l'état initial.

5 Références bibliographiques

- Boyd S.E., Limpenny D.S., Rees H.L., Cooper K.M., Campbell S. (2003) Preliminary observations of the effects of dredging intensity on the re-colonisation of dredged sediments off the southeast coast of England (Area 222). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **57**, 209-233.
- de Montaudouin X., Andren G., Lebleu P. (2007) Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 4), UMR 5805, Station Marine d'Arcachon - Ville de La Teste, Arcachon
- de Montaudouin X., Cajori P., Lavesque N. (2009) Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 6), UMR 5805, Station Marine d'Arcachon - Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon, Arcachon
- de Montaudouin X., Chancollon O., Blanchet H., Lebleu P. (2003) Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 0), Laboratoire d'Océanographie Biologique - Ville de La teste, Arcachon
- de Montaudouin X., Cottet M., Lebleu P. (2005) Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 2), Laboratoire d'Océanographie Biologique - Ville de La teste, Arcachon
- de Montaudouin X., Garcia A., Lavesque N., Blanchet H., Cottet M., Lebleu P. (2006) Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 3), Laboratoire d'Océanographie Biologique - Ville de La teste, Arcachon
- de Montaudouin X., Gourves P.-Y., Lavesque N. (2010) Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 7), UMR 5805, Station Marine d'Arcachon - Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon, Arcachon
- de Montaudouin X., Héroult A., Lavesque N., Leconte M. (2008) Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 5), UMR 5805, Station Marine d'Arcachon - Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon, Arcachon
- de Montaudouin X., Labarraque D., Giraud K., Bachelet G. (2001) Why does the introduced gastropod *Crepidula fornicata* fail to invade Arcachon Bay (France)? *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **81**, 97-104.
- de Montaudouin X., Lucia M., Blanchet H., Lebleu P. (2004) Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 1), Laboratoire d'Océanographie Biologique - Ville de La Teste, Arcachon
- de Montaudouin X., Raigné H. (2001) Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques, Laboratoire d'Océanographie Biologique - SOGREAH, Arcachon
- de Montaudouin X., Vébret B., Lavesque N. (2011) Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 8), UMR 5805, Station Marine d'Arcachon - Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon, Arcachon
- Gruet Y., Bodeur Y. (1997) Les récifs d'hermelles. In: Dauvin J-C (ed) *Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord, synthèse, menaces et perspectives*. Service du Patrimoine naturel / IEGB / MNHN, Paris, p 168-176.
- Sautour B., de Montaudouin X., Bachelet G. (2000) Projet Médoc - Etat initial des communautés planctoniques et benthiques dans l'anse de la Chambrette, Laboratoire d'Océanographie Biologique
- SOGREAH (2005) Entretien de la plage du Pyla-sur-Mer - Document d'incidence au titre de la loi sur l'eau. Report No. n°171 1459, SOGREAH - Syndicat Mixte du Bassin d'Arcachon

Annexes

ANNEXE 1 : Positions des traicts de drague (Système géodésique WGS 84), profondeurs, distances (2012).

Date	Heure	Traict	Station	Départ	profondeur	Arrivée	profondeur corri	Distance
26-avr.-12	16:10	1	PYLA1	44°37'591 1°12'385	8,2-9,7	44°37'673 1°12'450	7,2-8,7	178 Coquilles,Tourbe
26-avr.-12	16:20	2	PYLA2	44°37'533 1°12'345	8,5-9,6	44°37'611 1°12'404	7,5-8,6	170 Tourbe-coquille
26-avr.-12	16:30	3	PYLA3	44°37'436 1°12'383	9,0-10,7	44°37'562 1°12'355	7,7-9,4	200 Tourbe-coquille
26-avr.-12	16:50	4	PYLA4	44°37'338 1°12'408	9,7-11,3	44°37'467 1°12'396	8,2-9,8	220 Coquilles
26-avr.-12	17:10	5	PYLA5	44°37'214 1°12'413	10,9-13,0	44°37'360 1°12'410	9,4-11,5	204 Coquilles
26-avr.-12	17:25	6	PYLA6	44°37'132 1°12'415	11,7-14,6	44°37'278 1°12'412	9,7-12,6	227 Tourbe-coquille
26-avr.-12	17:45	7	PYLA7	44°37'026 1°12'431	13,4-14,5	44°37'171 1°12'419	11,4-12,5	220 Coquilles
26-avr.-12	18:00	8	PYLA8	44°36'917 1°12'445	14,6-13,4	44°37'063 1°12'416	12,3-11,1	211
26-avr.-12	15:50	9	PYLA9	44°37'650 1°12'428	9,0-8,4	44°37'810 1°12'516	7,8-7,2	360 Tourbe
26-avr.-12	12:50	10	PYLA10	44°36'266 1°12'716	10,0-14,0	44°36'420 1°12'793	8,0-12,0	228 Tourbe
26-avr.-12	12:30	11	PYLA11	44°36'104 1°12'883	13,0-11,5	44°36'253 1°12'753	10,9-9,4	210 Tourbe
26-avr.-12	13:20	12	PYLA12	44°36'578 1°12'632	13,6-13,0	44°36'747 1°12'529	12,5-12,5	350
26-avr.-12	13:05	13	PYLA13	44°36'435 1°12'647	12,5-14,0	44°36'616 1°12'623	10,5-12,0	330
26-avr.-12	07:35	1	Bernet1	44°37'642 1°12'828	3,0-9,0	44°37'562 1°12'929	0,0-6,0	262 Coquilles, moules
26-avr.-12	07:50	2	Bernet2	44°37'550 1°12'853	6,6-8,0	44°37'372 1°12'757	3,5-4,9	372 Coquilles
26-avr.-12	12:00	3	Bernet3	44°37'156 1°12'697	7,0-7,0	44°36'991 1°12'679	4,5-4,5	210 Coquilles
26-avr.-12	11:40	4	Bernet4	44°36'905 1°12'681	7,0-4,3	44°37'060 1°12'757	4,8-2,1	300
26-avr.-12	07:10	5	Bernet5	44°37'790 1°12'820	6,6-6,6	44°37'658 1°12'707	3,3-3,3	329 Coquilles, argile
26-avr.-12	11:15	6	Bernet6	44°37'491 1°12'742	6,8-7,5	44°37'308 1°12'730	3,8-4,5	412 Coquilles, argile

ANNEXE 2 : Positions des prélèvements à la benne (Système géodésique WGS 84), profondeurs, caractéristiques granulométriques dans les 5 premiers cm (2012).

Station	Date	Heure	Latitude	Longitude	Profondeur	Médiane (µm)	Pélites (%)	% MO
Estran1	20/04/2012		44°36'44	1°12'54	0	351	1.72	0.21
Estran2	20/04/2012		44°36'65	1°12'42	0	354	3.23	0.22
Estran3	20/04/2012		44°36'83	1°12'35	0	361	3.57	0.11
Estran4	20/04/2012		44°37'11	1°12'29	0	382	1.69	0.27
Chenal1	26/04/2012	10h4	44°36'34	1°12'69	9.2	357	1.70	0.20
Chenal2	26/04/2012	10h11	44°36'01	1°12'87	10.9	350	1.75	0.26
Chenal4	26/04/2012	15h15	44°36'80	1°12'50	13	370	1.81	0.23
Chenal5	26/04/2012	08h30	44°37'59	1°12'58	7.3	350	1.86	0.22
Chenal6	26/04/2012	14h30	44°37'43	1°12'66	6	340	1.43	0.23
Bernet1	26/04/2012	08h53	44°37'61	1°12'87	5.7	324	2.06	0.36
Bernet2	26/04/2012	09h15	44°37'44	1°12'90	0.2	350	2.47	0.26
Bernet4	26/04/2012	09h30	44°36'94	1°12'60	1	344	3.09	0.30
Bernet5	26/04/2012	09h50	44°36'69	1°12'81	4.2	358	2.09	0.22

ANNEXE 3 : Prélèvements à la benne Eckman sur les Bancs de Bernet Est

DATE: 26/04/2012
 SITE: Banc du Bernet
 STATION:
 LATITUDE: PROF.:
 LONGITUDE:
 REPERE:
 BIOTOPE: SABLES
 Surface (1 benne): 0.0225 Benne Eckman

ABONDANCES	1				Par benne 2				4				5				Moy (m ²)	ES (m ²)
	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d		
Annélides																		
Annélides	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5.6	3.79516695
Aonides oxycephala	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.77777778
Lumbrineris sp	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.77777778
Nephtys cirrosa	1	0	1	4	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	27.8	11.3855009
Mollusques																		
Mytilus edulis	0	18	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75.0	54.3905629
Nassarius reticulatus	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.77777778
Tellina tenuis	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8.3	4.47903208
Crustacés																		
Abladonetta obtusata	0	14	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55.6	39.6487
Atelecyclus undecimdentatus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.7778
Bathyporeia guillamsoniana	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	11.1	4.9690
Diogenes pugilator	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.7778
Elasmopus sp	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.3	8.3333
Gammarella fucicola	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	77.8	74.8661
Gastrosaccus spinifer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2.8	2.7778
Hippomedon denticulatus	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	8.3	4.4790
Iphinoe trispinosa	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.7778
Pilumnus hirtellus	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.7778
Pinnotheres pisum	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.6	5.5556
Piscidia longicornis	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.6	5.5556
Urothoe pulchella	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	8.3	4.4790
Echinodermes																		
Echinocardium cordatum	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.7778
Divers																		
Phoroniden	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8.3	4.47903208

BIOMASSE (ppsc)	0.0009	0.0006	0.0003	0.0054	0	0	1E-04	0	0.0016	0.0003	0	0	0.0007	0.0005	0	0.0015	0.0406	0.01614173
Annélides	0.0009	0.0006	0.0003	0.0054	0	0	1E-04	0	0.0016	0.0003	0	0	0.0007	0.0005	0	0.0015	0.0406	0.01614173
Mollusques	0.0044	6.0692	2.9034	0.0015	0	0	0	0.0241	0	0	0	0	0	0	0	0	25.0072	18.1896948
Crustacés	0	0.03627	3.4838	0.0035	0	0.0014	0	0.0052	0.0027	0	0.0024	0.0024	1E-04	0	0.0019	0	9.9769	9.66026262
Echinodermes	0	0.0956	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2656	0.26555566
Divers	0.0004	0.0003	0	0	0	0	0	0	0	0.0002	0	0	0	0	0	0	0.0025	0.00140383
TOTAL	0.0057	6.25397	6.3902	0.0104	0	0.0014	1E-04	0.0293	0.0043	0.0003	0.0026	0.0024	0.0008	0.0005	0.0019	0.0015	35.29	23.9785

RICHESSSE SPECIFIQUE	1	1	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	4
Annélides	1	1	3	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	4
Mollusques	1	2	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Crustacés	0	5	3	2	0	1	0	1	3	0	2	3	1	0	2	0	13
Echinodermes	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Divers	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	3	10	7	4	0	1	1	2	4	0	3	3	2	1	2	1	22

ANNEXE 3 (suite): Prélèvements à la benne Eckman sur le chenal du Pyla (sable)

DATE: 2012
 SITE: Chenal du Pyla
 STATION:
 LATITUDE: PROF.:
 LONGITUDE:
 REPERE:
 BIOTOPE: SABLES
 Surface (1 benne): 0.0225 Benne Eckman

ABONDANCES	Par benne																				Moy (m ³)	ES (m ³)
	C1				C2				C4				C5				C6					
	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d		
Annélides																						
Annélides	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Glycera sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Gonadia ementa	0	1	0	1	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nephtys cirrosa	0	0	0	0	1	0	1	3	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0		
Mollusques																						
Tellina tenuis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0		
Crustacés																						
Atylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
Bathyporeia guillamsoniana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2		
Gastrosaccus spinifer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
Hippomedon denticulatus	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	1	0	2	0	0	0	1	1	2	2		
Thia oculatella	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
Urothoe puchella	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1		
Echinodermes																						
Divers																						
Insecte	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Bryozoa	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL	1	1	0	1	2	1	3	3	0	1	5	1	0	0	0	0	1	1	0	0		

BIOMASSE (ppsc)																						
Annélides	0.0008	0.0006	0	0.0005	0.0019	0.0013	0.0024	0.003	0	0.0012	0.0039	0.0011	0.0008	0	0	0	0.0012	0.0019	0.0007	0.0018		
Mollusques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0004	0.0287	0	0		
Crustacés	0	0.0009	0.0014	0	0.0006	0.0011	0	0.0011	0	0.0025	0.0007	0.0011	0.0012	0.0656	0	0.0005	0.0008	0.001	0.0028	0.0036		
Echinodermes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Divers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL	0.0008	0.0015	0.0014	0.0005	0.0025	0.0024	0.0024	0.0041	0	0.0037	0.0046	0.0022	0.002	0.0656	0	0.0005	0.0024	0.0316	0.0035	0.0054		

RICHESSSE SPECIFIQUE																						
Annélides	1	1	0	1	2	1	2	1	0	1	4	1	0	0	0	0	1	1	0	0		
Mollusques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0		
Crustacés	0	1	2	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	2	0	2	1	2	3	3		
Echinodermes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Divers	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
TOTAL	1	2	2	2	3	2	3	2	0	2	5	2	1	2	0	2	3	4	3	13		

ANNEXE 3 (suite): Prélèvements estran du Pyla

DATE: 19/05/2011
STATION: Estran du Pyla

BIOTOPE: SABLES PROF.: Méditerranéen inférieur

Surface (2 bennes) : 0.045 Carrotier

Allées : LATITUDE ABONDANCES	IV Hirondelle				III Merles				II Moineaux				I Banc d'Arguin				Moy (m ²)	ES (m ²)
	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d		
Annélides																		
<i>Nephtys cirrosa</i>	0	3	2	3	2	1	1	0	0	0	0	1	1	0	2	1	23.6	5.90
<i>Aonides oxycephala</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1.4	1.39
<i>Ophelia neglecta</i>	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	8.3	4.48
Mollusques																		
<i>Tellina tenuis</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	1.90
<i>Donax trunculus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	1.39
Crustacés																		
<i>Bathyporeia pilosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00
<i>Bathyporeia pelagica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.4	1.39
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4.2	2.24
<i>Hauistorius arenarius</i>	2	1	3	1	0	4	0	0	1	0	13	24	0	1	1	0	70.8	35.61
<i>Callinassa subterranea</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.78
<i>Urothoe pulchella</i>	0	0	3	1	1	0	4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	15.3	6.64
<i>Urothoe brevicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00
<i>Eurydice pulchra</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2.8	1.90
<i>Eurydice naytori</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00
<i>Sphaeroma monodi</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	1.39
Echinodermes																		
Divers																		
<i>Nemerte</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	1.90

ANNELIDES	0	3	2	3	5	1	2	0	0	0	1	1	1	0	3	2	33.3	8.11
MOLLUSQUES	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.2	2.24
CRUSTACES	3	2	6	4	1	4	5	1	3	0	14	24	1	1	1	1	98.6	34.48
ECHINODERMES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00
DIVERS	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	1.90
TOTAL	4	5	9	7	7	6	8	1	3	0	15	25	2	1	4	3	138.9	34.69

BIOMASSE (PSSC)	0.0000	0.0045	0.0025	0.0151	0.3210	0.0039	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0550	0.0102	0.0159	0.0000	0.0034	0.0016	0.6101	0.44
Annélides	0.0210	0.0000	0.0183	0.0000	0.0000	0.1839	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.25
Mollusques	0.0135	0.0133	0.0322	0.0841	0.0015	0.0168	0.0083	0.0008	0.0022	0.0000	0.0254	0.0609	0.0015	0.0023	0.0001	0.0012	0.3668	0.13
Crustacés	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00
Echinodermes	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0076	0.0000	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0128	0.01
Divers	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00
TOTAL	0.0345	0.0178	0.053	0.0992	0.3301	0.2046	0.0161	0.0008	0.0022	0	0.0804	0.0711	0.0174	0.0023	0.0035	0.0028	1.2997	0.50

RICHESSSE SPECIFIQUE	0	1	1	1	2	1	2	0	0	0	1	1	1	0	2	2	3	3
Annélides	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Mollusques	2	2	2	3	1	1	2	1	3	0	2	1	1	1	1	1	1	7
Crustacés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinodermes	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Divers	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOTAL	3	3	4	4	4	3	5	1	3	0	3	2	2	1	3	3	13	13

ANNEXE 4 (suite): Prélèvements à la drague (biomasses)

			26-avr.-12 CHENAL P. 1	26-avr.-12 CHENAL P. 2	26-avr.-12 CHENAL P. 3	26-avr.-12 CHENAL P. 4	26-avr.-12 CHENAL P. 5	26-avr.-12 CHENAL P. 6	26-avr.-12 CHENAL P. 7	26-avr.-12 CHENAL P. 8	26-avr.-12 CHENAL P. 9	26-avr.-12 CHENAL P. 10	26-avr.-12 CHENAL P. 11	26-avr.-12 CHENAL P. 12	26-avr.-12 CHENAL P. 13	26-avr.-12 BERNET 1	26-avr.-12 BERNET 2	26-avr.-12 BERNET 3	26-avr.-12 BERNET 4	26-avr.-12 BERNET 5	26-avr.-12 BERNET 6
			/m2	/m2	/m2	/m2	/m2	/m2	/m2	/m2	/m2	/m2									
Mollusques																					
	Gastéropodes																				
		Crepidula fornicata				4	0.02			6	0.03	79	0.36	48	0.23						
		Cyclope neritea														5	0.01				
		Euspira catena																			
		Gibbula umbilicalis																			
		Nassarius reticulatus	2.0	0.01																	
	Bivalves																				
		Acanthocardia																			
		Barnea candida																			
		Cerastoderma edule																			
		Crassostrea gigas																			
		Donax trunculus																			
		Ensis siliqua																			
		Macra glauca	269.0	1.51	580	3.41	357	1.79	236	1.07	373	1.83	191	0.84							
		Mytilus edulis																			
		Ostrea edulis																			
		Ruditapes philippinarum																			
		Solen marginatus																			
		Venerupis pullastra																			
		Venus gallina																			
Annélides																					
	Polychètes																				
		Ophelia neglecta																			
Arthropodes																					
	Crustacés																				
	Décapodes																				
		Ateleycius undecimdentatus	19.0	0.11		28	0.14	34	0.15	85	0.42	52	0.23	401	1.82	739	3.50				
		Carcinus maenas																			
		Clibanarius erythropus																			
		Crangon crangon																			
		Diogenes pugilator																			
		Liocarcinus holissatus	5.0	0.03																	
		Liocarcinus arcuatus	4.0	0.02	7	0.04		4	0.02	5	0.02		2	0.01	33	0.16					
		Macropodae																			
		Maia squinado																			
		Pilumnus hirtellus																			
		Pisidia longicornis																			
		Portunus latipes																			
		Xantho incisus																			
		Xantho pilipes																			
Echinodermes																					
	Echinidés																				
		Echinocardium cordatum	49.0	0.28				42	0.21												
		Psammechinus miliaris																			
	Astériidés																				
		Asterias rubens																			
	Ophiuriidés																				
Tuniciens																					
		Ascidella edspersa																			
		Ciona intestinalis																			
		Styela clava																			
Vertébrés																					
	Chondrichthyen																				
		Torpeda sp.																			
	Actinoptérygien																				
		Solea senegalensis																			