

Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 6¹)



Septembre 2009

X. de MONTAUDOUIN
P. CAJERI
N. LAVESQUE

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

Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques (année 6²)

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

Assistants scientifiques :	P. Cajeri (UMR EPOC) ³ N. Lavesque (UMR EPOC) ³
Assistants techniques :	L. Letord (INSU) ⁴ F. Prince (INSU) ⁴
Plongeurs :	Club Oceana-VSM, Arcachon



Mesure du recouvrement par
les hermelles d'un épi du Pyla

Septembre 2009

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

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

⁴ Institut National des Sciences de l'Univers

RESUME

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 (150000 m³) ont été programmés pendant l'hiver 2004-05, puis l'hiver 2006-07, et enfin l'hiver 2009 (106800 m³). La campagne de prélèvements de 2009 (=cette étude) ne peut donc être considérée que comme un bilan d'une succession de travaux 8 ans après l'étude sur l'état initial des peuplements benthiques.

Dans la zone de dragage (Banc de Bernet), les peuplements benthiques sont naturellement pauvres et l'impact des travaux sur les paramètres quantitatifs (biomasse et abondance) est peu ressenti. Les analyses multivariées (AFC et dendrogrammes) soulignent un état de nouvel équilibre, légèrement différent de celui de 2001 (période avant travaux). L'impact le plus significatif concerne la mégafaune prélevée à la drague même si l'année 2009 est caractérisée par l'un des meilleurs résultats obtenus depuis 2001 (surtout pour les grandes mactres dont l'effectif de la population atteint ¼ de celui de la population initiale). Aucune moulière n'est signalée cette année.

La moulière réapparue sur le chenal du Pyla en 2006 a été de nouveau détruite en 2007. Les peuplements caractérisent donc des sables moyens nus avec une biomasse, une abondance et une richesse spécifique plutôt basses pour ce type d'habitat, mais normales si on considère que les travaux ont été réalisés il y a 4 mois.

La totalité des épis rocheux étant aujourd'hui largement encadrée par la nouvelle plage, les peuplements infralittoraux⁵ de substrats durs ont logiquement disparu. La faune médiolittorale⁶ est particulièrement intéressante par la présence de récifs d'hermelles (vers tubicoles). La surface de recouvrement des épis par ces structures biogènes est de 14% mais il est à craindre que l'ignorance des estivants, comme chaque année, altère cette population (2% de recouvrement en septembre 2006). Une information pédagogique au niveau des allées d'accès à la mer et concernant notamment la protection des massifs d'hermelle (effective sur certains sites du littoral français) serait souhaitable.

Les peuplements benthiques de l'estran sableux du Pyla sont en re-structuration constante, certainement perturbés par la succession des travaux. Abondance et biomasse ont rapidement retrouvé des valeurs proches des années précédentes, mais la richesse spécifique est l'une des plus basse jamais notée sur cette zone.

⁵ Infralittoral : zone allant dans le bassin d'Arcachon de 0 à 4 m sous le niveau des basses mers.

⁶ Médiolittoral : zone de balancement des marées concernée par tous les coefficients de marée.

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 2001-2006	9
3.1	Banc de Bernet	9
3.1.1	Granulométrie.....	9
3.1.2	Macrofaune benthique.....	9
3.2	Chenal du Pyla	13
3.2.1	Granulométrie.....	13
3.2.2	Macrofaune benthique.....	13
3.3	Estran du Pyla.....	17
3.3.1	Substrats durs	17
3.3.2	Substrats meubles.....	20
4	Conclusions	22
4.1	Synthèse des paramètres biocénétiques	22
4.2	Impact des travaux sur les peuplements benthiques et leurs prédateurs	23
4.2.1	Critères d'évaluation	23
4.2.2	Banc de Bernet oriental	25
4.2.3	Chenal du Pyla	26
4.2.4	Zone intertidale du Pyla	28
4.3	Conclusion générale et perspectives	29
5	Références bibliographiques	31
	Annexes	333

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 benthiques⁷ 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 et la présente étude fait donc le point quelques mois après ce nouveau ré-ensablement et 6 ans après le premier engraissement, s'appuyant sur des prélèvements réalisés entre avril et juin 2009.

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).

⁷ Peuplements benthiques : faune inféodée aux fonds meubles (sables, ...) ou durs (enrochements)

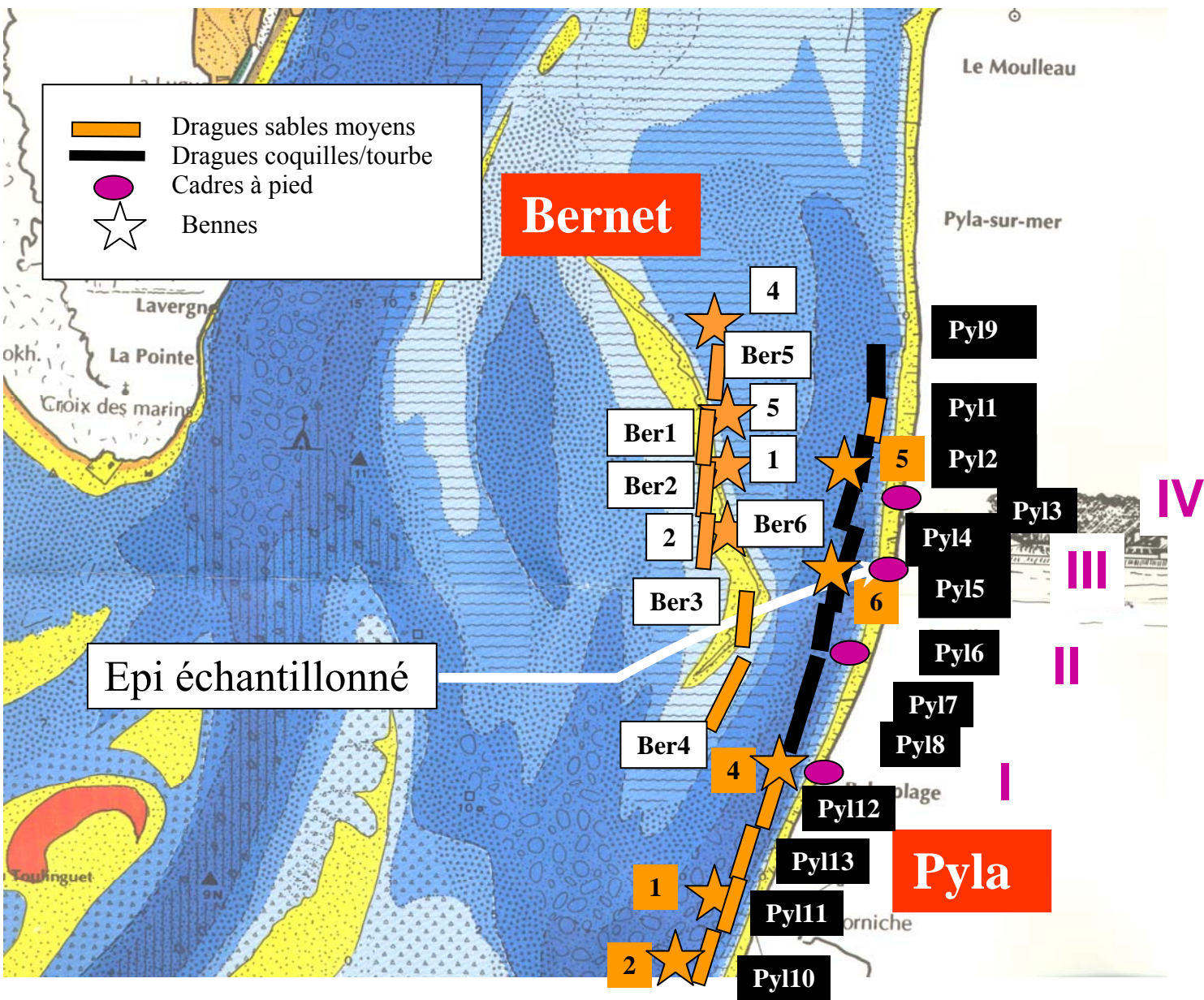


Figure 1 : Localisation des prélèvements (fonds de carte : Bouchet 1995). 1 à 6 : stations avec benne ; Ber1 à Ber6 et Pyl1 à Pyl13 : stations avec drague ; I à IV : stations à pied. Les positions sont en Annexes 1 & 2.

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 27 avril et le 4 juin 2009.

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, cinq 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.

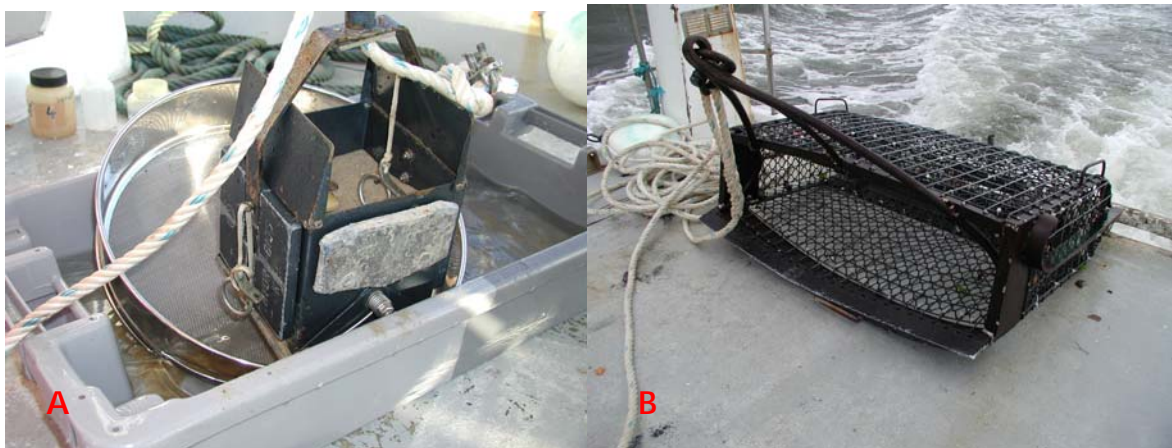


Figure 2 : Prélèvements à la benne Eckman (A) et à la drague à coquilles (B)

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 ensevelis par le sable.

✓ 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.

2.1.3 Estran du Pyla

✓ Substrat meuble

Les échantillons ont été prélevés le 27 avril 2009, par un coefficient de marée de 97. 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

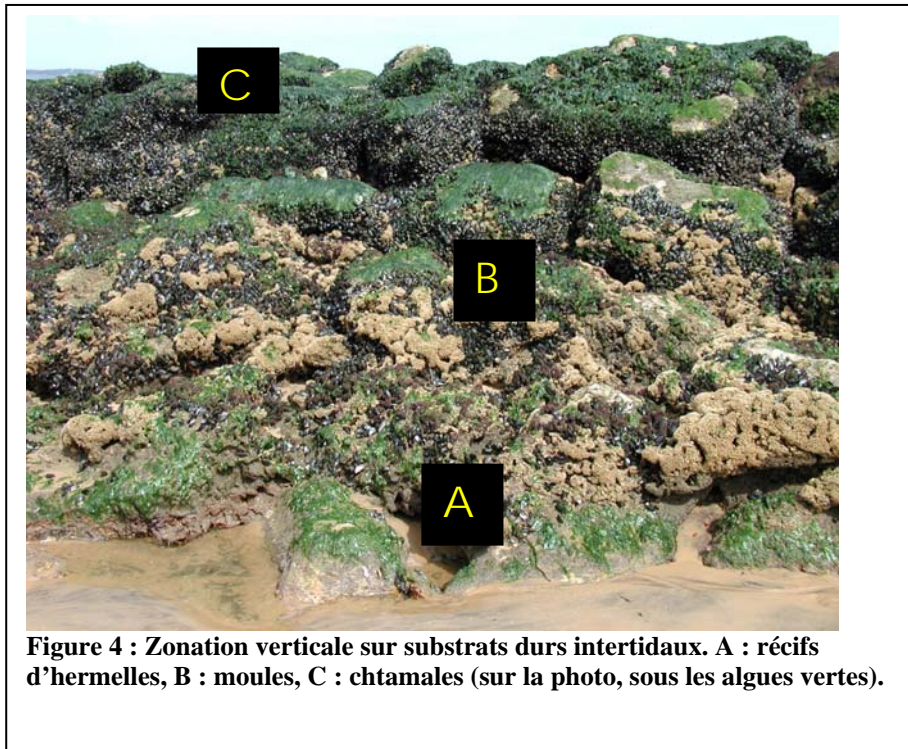
✓ Substrats rocheux

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 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).



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 Hironnelles 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.

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 pendant 2 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 médiane⁸ 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 2009 ont été comparés avec ceux de 2001 (avant travaux), 2003 (juste après travaux), 2004, 2005-2006 (après 2^{ème} tranche des travaux) et 2007-2008 (après 3^{ème} tranche des travaux) au moyen d'Analyses des Correspondances (Logiciel Statistica). Cette méthode graphique permet de 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 étudierons dans le temps le « déplacement » des stations sur ces plans, avec deux cas de figure : soit le nuage de points rejoint celui de 2001 (=état initial) et cela signifie que les peuplements benthiques présentent les caractéristiques initiales, soit le nuage est distinct, signifiant que les peuplements benthiques sont différents. Dans ce dernier cas, il faudra distinguer un nuage de points stable (état d'équilibre), d'un nuage de points en mouvement (colonisation, état transitoire).

Ces Analyses des Correspondances ont été couplées à des Dendrogrammes (utilisant la distance euclidienne) qui donnent les « distances », en terme de ressemblances, entre les stations.

Les abondances et les biomasses de la faune ont été comparées entre 2001 et 2009 à travers une série de tests statistiques (§ 4.2.1).

⁸ 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 2001-2006

3.1 Banc de Bernet

3.1.1 Granulométrie

La médiane des sédiments de surface du flanc Est du Banc de Bernet varie entre 310 et 350 μm (sables moyens) soit des valeurs similaires aux années précédentes (**Annexe 2**). La teneur en éléments fins ($< 63 \mu\text{m}$) est généralement inférieure à 2,5 %. Les courbes granulométriques sont en **Annexe 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 4**) :

- l'abondance avait chuté de 83 % après les travaux (2003). Depuis, cette abondance n'a cessé de croître jusqu'en 2007, et cela malgré les successions de dragage. En 2008, le niveau est celui d'avant travaux (580 ind./m²). En 2009, quelques mois après le nouvel ensablement, l'abondance est passée à 367 ind./m². Il semble que la recolonisation immédiate (travaux + 3 mois) soit prioritairement assurée par les crustacés pérecarides (2005, 2007, 2009), les vers annélides reprenant le dessus l'année suivante. Les mollusques comme la telline papillon (*Tellina tenuis*) sont les plus affectés par les travaux et la densité initiale de 2001 (147 ind./m²) n'a jamais été de nouveau atteinte (densité nulle en 2009).
- 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 (*Atelecyclus undecimdentatus*) et une grande mactre (*Mactra glauca*) ont été prélevés (**Annexe 2**). 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, et 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. En 2008 et 2009, la biomasse était de nouveau caractéristique de ce type de milieu (1,80 et 6,4 gPSSC/m², respectivement).
- 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

repandre une valeur plus classique ‘post-travaux’ avec 26 espèces en 2007 et augmenter de nouveau en 2008 (33 espèces). Avec 24 espèces en 2009, la richesse spécifique est typique de la période après travaux.

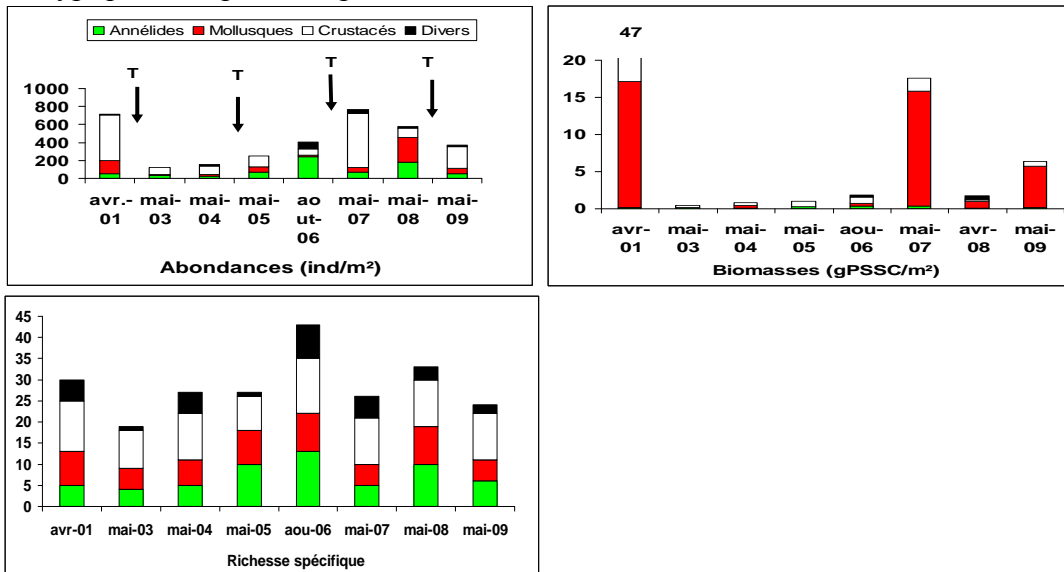


Figure 5 : Abondance moyenne (ind m⁻²), biomasse moyenne (gPSSC m⁻²) et richesse spécifique (incluant les prélèvements à la benne et à la drague) de la macrofaune benthique du flanc Est du Banc de Bernet, avant (2001) et après (2003 à 2009) travaux (T).

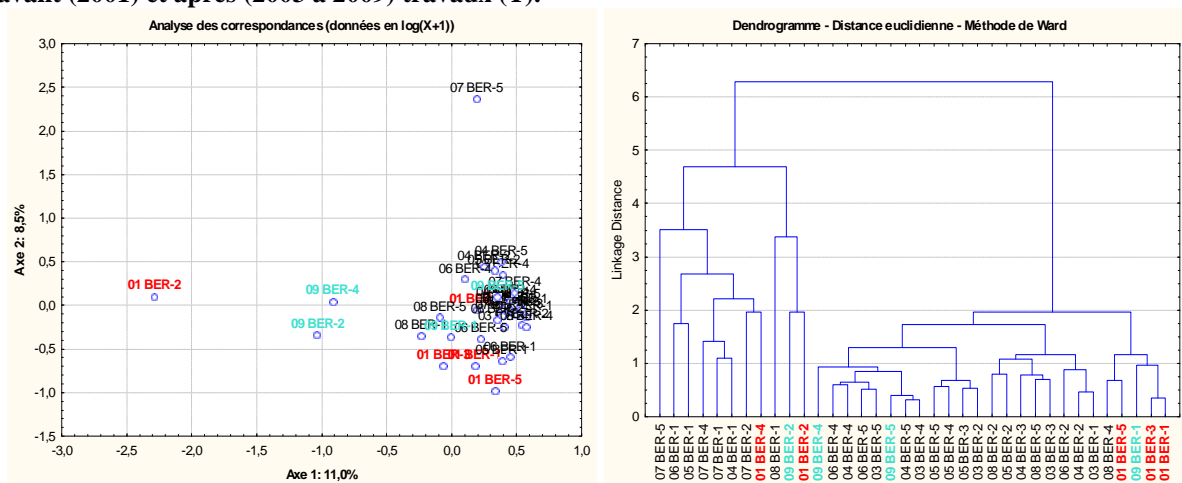


Figure 6 : Analyse des Correspondances et Dendrogramme basés sur les distances euclidiennes discriminant les peuplements benthiques des stations du Banc de Bernet (Est) avec en noir les stations de 2001, en rouge les stations de 2003, en noir les stations de 2004 à 2008, et en bleu clair les stations de 2009.

L'analyse des correspondances et le dendrogramme montrent principalement trois choses (**Figure 6**): 1) que les prélèvements 2003 à 2008 sont plus homogènes dans leur pauvreté que les prélèvements 2001 ; 2) que ces prélèvements sont « confondus » ce qui peut apparaître comme l'atteinte d'un nouvel équilibre (perturbation durable) ; 3) que les prélèvements 2009 sont légèrement éclatés du fait de l'abondance élevée de petits crustacés (*Melita palmata*) autour de débris très épars (coquilles, tourbe).

Groupe zoologique	Espèce	2001	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
-------------------	--------	------	------	------	------	------	------	------	------

Cnidaires	<i>Calliactis parasitica</i> (Anémone-parasite)	1,4							
Mollusques gastéropodes	<i>Calyptraea sinensis</i>					2,3			
	<i>Crepidula fornicata</i> (Crépidule)					0,4			1,1
	<i>Nassarius reticulatus</i> (Nasse réticulée)	1,4	1,5	1,3	1,0	15,6	7,8	12,1	1,4
Mollusques bivalves	<i>Callista chione</i> (Vernis)	4,1							
	<i>Cerastoderma edule</i> (Coque)					0,5	1,3		
	<i>Donax vittatus</i> (Lavagnon, Olive)	4,1		6,6		0,4		1,0	
	<i>Ensis siliqua</i> (Couteau)	1,4	2,3	4,0	3,1			1,0	
	<i>Mactra glauca</i> (Grande mactre)	110,1	3,9	15,9	26,7	1,9	27,3	15,7	24,4
	<i>Mytilus edulis</i> (Moule)	5,4			67,6	3381,7			2,6
	<i>Venus gallina</i>					0,6			
Crustacés décapodes	<i>Atelecyclus</i> <i>undecimdentatus</i> (Crabe de sable)	1,4	0,8			3,6	3,2	1,9	
	<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
	<i>Liocarcinus holsatus</i> (Fausse étrille)	1,4	3,1	1,3		3,5	3,2		
	<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			
	<i>Necora puber</i> (Etrille)	1,4							
	<i>Pisidia longicornis</i>			1,3					
	<i>Portumnus latipes</i>					0,6			
Echinodermes	<i>Acrocnida brachiata</i> (Ophiure)					0,6			
	<i>Asterias rubens</i> (Etoile de mer)					1,7			
	<i>Echinocardium cordatum</i> (Oursin de sable)	2,7				0,7	1,2	1,0	6,3
	<i>Ophiura ophiura</i> (Ophiure)	1,4				3,2			
Poissons	<i>Arnoglossus thori</i> (Arnoglosse)	1,4							
	<i>Solea vulgaris</i> (Sole commune)	1,4							
Abondance totale		140,4	12,4	30,4	104,5	3420,2	56,0	39,2	37,6
Richesse spécifique totale		15	6	6	5	19	10	8	6
Distance totale (m)		736	1296	1323	976	1828	1770	1518	1456

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 5).

Le **Tableau 1** recense les espèces de grande taille et de faible abondance récoltées à la drague (**Annexe 5**). A distance parcourue égale (1000 m), il apparaît clairement 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). L'espèce ayant le plus souffert est la grande mactre (*Mactra 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. La population se maintient tout de même à un niveau convenable.

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 pas réapparu en 2009.

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 : 340-420 μm ; pélites : 0,7-1,9%). Les courbes granulométriques sont en **Annexe 3**.

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 Pyl 5 à 7). De 2007 à 2009, ces moulières ont disparu de nouveau (**Figure 1, Annexe 5**).

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, -10 à -13 m en 2009⁹), sur les fonds de sable et de moulière (**Annexes 4 et 5**). Les paramètres des peuplements font bien ressortir le contraste entre les peuplements de moulières et ceux de sédiments nus.

⁹ D'année en année, le nombre de corps-morts pour les bateau augmentant, nos prélèvements s'éloignent légèrement du talus du chenal vers le large.

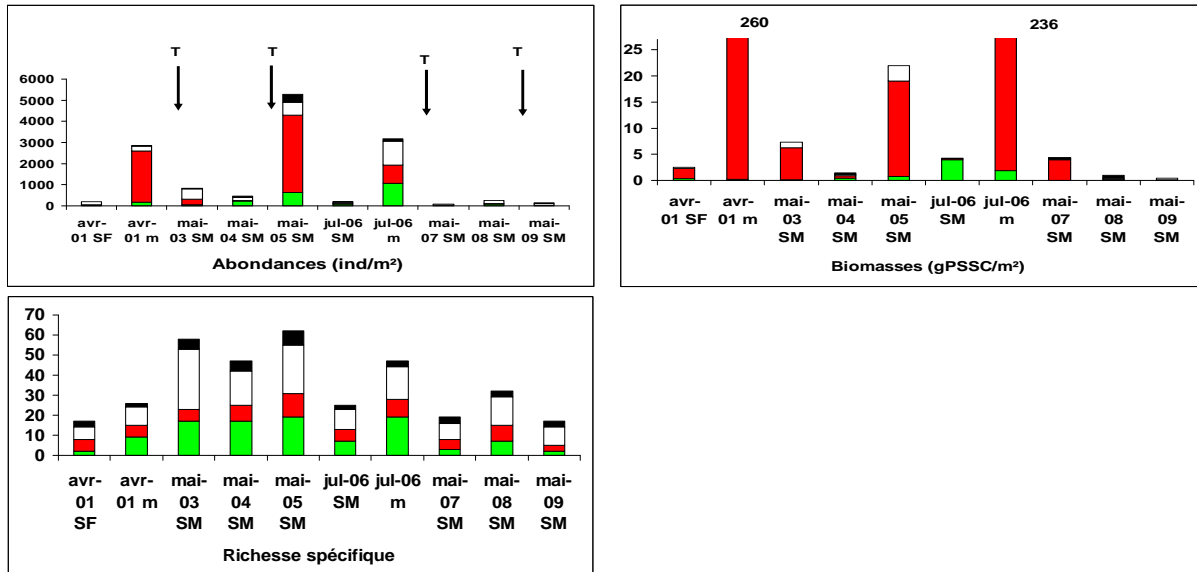


Figure 7 : Abondance moyenne (ind m^{-2}), biomasse moyenne (gPSSC m^{-2}) et richesse spécifique (incluant les prélèvements à la benne et à la drague) de la macrofaune benthique du talus et du chenal du Pyla (sables fins SF, moulières m et sables moyens SM). Voir aussi Annexes 4 et 5 pour le détail des espèces. T : Travaux.

Les biomasses ont atteint en 2009 les niveaux les plus bas depuis 2001. L'abondance et la richesse spécifique sont en 2009 à des niveaux d'état initial avec 131 ind m^{-2} et de 17 espèces, respectivement.

Les prélèvements à grande échelle (drague) montrent un retour progressif à l'équilibre par la mégafaune, notamment au niveau des grandes mactres *Mactra glauca* (Tableau 2, Annexe 5). Les crépidules (gastéropode d'origine américaine) n'ont pas été retrouvées cette année. Cette espèce reste à surveiller (de Montaudouin et al., 2001).

Groupe zoologique	Espèce	2001SF	2001m	2006SM	2006m	2007 SM	2008 SM	2009 SM
Annélides polychètes	<i>Ophelia neglecta</i>	8,3	1,2					
Mollusques gastéropodes	<i>Crepidula fornicata</i> (Crépidule)	4,2						
	<i>Nassarius reticulatus</i> (Nasse réticulée)	12,5	33,8	3,6	37,2	6,9	1,3	0,6
Mollusques bivalves	<i>Barnea candida</i> (Barnée)		21,0	0,4			0,5	
	<i>Cerastoderma edule</i> (coque)			0,7	1,1			
	<i>Donax vittatus</i> (Lavagnon)			0,6	2,6	0,3	0,3	
	<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
	<i>Mytilus edulis</i> (Moule)	141,7	++++	14,1	2344,8	2,2		
	<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
	<i>Carcinus maenas</i> (crabe vert)							0,7
	<i>Diogenes pugilator</i> (pagure)			0,7	3,2	2,1	0,6	1,6
	<i>Liocarcinus arcuatus</i> (Etrille arquée)		1,2		1,1	1,7	3,5	1,3
	<i>Liocarcinus holsatus</i> (Fausse étrille)	8,3	25,6	1,8	11,6	2,7		
	<i>Macropodia rostrata</i> (Macropode)		4,7		2,1			
	<i>Pilumnus hirtellus</i>		1,2		4,8	0,4	0,3	
	<i>Pisidia longicornis</i>			0,3	32,2			
	<i>Xantho pilipes</i> (Xanthe poilu)	8,3		0,9	8,2	0,5		
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
	<i>Psammechinus miliaris</i>				1,1			
Abondance sans moule		129	108,5	15,7	135,0	80,3	55,8	63
Richesse spécifique totale		9	11	16	15	11	11	7
Distance totale		240	859	2576	761	2173	2641	2635

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 5). SF : sables fins, m : moulières (moules non comptées), SM : sables moyens.

L'analyse des correspondances et le dendrogramme réalisés sur la faune prélevée à la benne montrent les mêmes tendances que celles observées dans les bancs de Bernet (**Figure 8**): 1) les prélèvements 2003 à 2008 sont plus homogènes que les prélèvements 2001; 2) certains prélèvements 2001 sont « éclatés », soit à cause de la présence des moules (A1, B1 et B2), soit de la forte abondance d'une espèce (*Lekanosphaeroma monodi* en C2); 3) l'axe 1 (qui a la plus forte inertie) discrimine partiellement les stations avec moules (partie négative de l'axe).

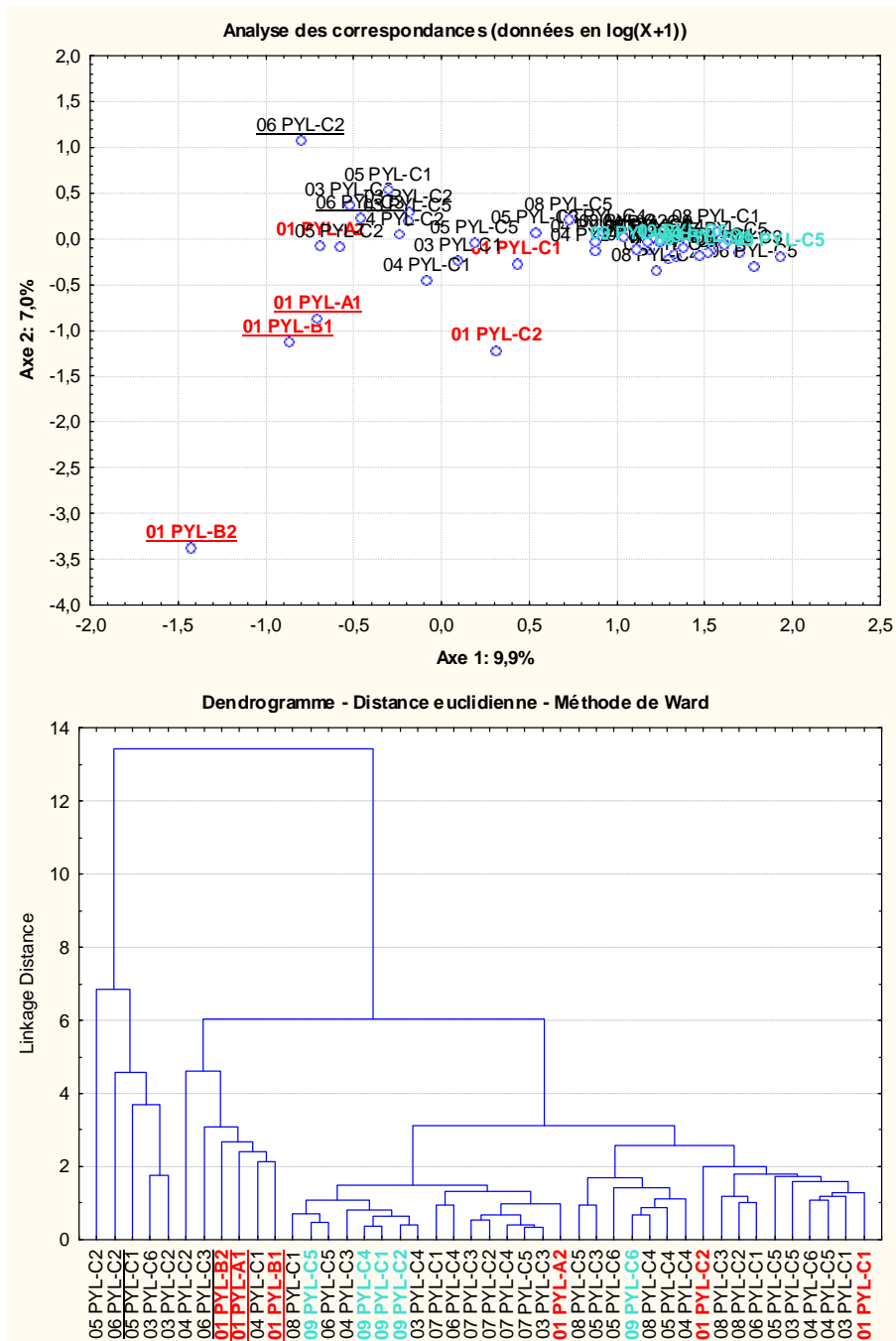


Figure 8 : Analyse des Correspondances et Dendrogramme basés sur les distances euclidiennes discriminant les peuplements benthiques des stations du Chenal du Pyla avec en rouge les stations de 2001 (souligné : avec moules), en noir les stations de 2003 à 2008 et en bleu clair les stations de 2009.

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'infra littoral 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'infra littoral 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



Figure 9 : Récif d'hermelle (*Sabellaria alveolata*).

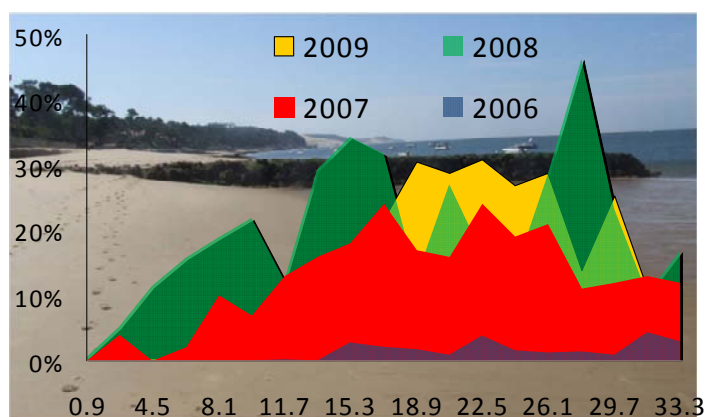


Figure 10 : Taux de recouvrement (%) des récifs d'hermelles (septembre 2006, mai 2007, mai 2008) de l'allée des Hirondelles, du haut de plage vers le chenal (distance en mètres).

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 (nord) de chaque épi. Ce type de formation est considéré comme étant d'intérêt écologique et 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 un calcul des taux de recouvrement des rochers par les récifs. L'épi de l'Allée des Hirondelles présente une longueur colonisable d'une 40^{aine} de mètres, sur une hauteur ne dépassant pas 1,6 m. Le taux de recouvrement moyen printanier est stable depuis 2007, fluctuant entre 13 et 20% (14% en 2009) (contre 1,2% en septembre 2006, après la saison touristique) (**Figure 10**).

3.3.2 Substrats meubles

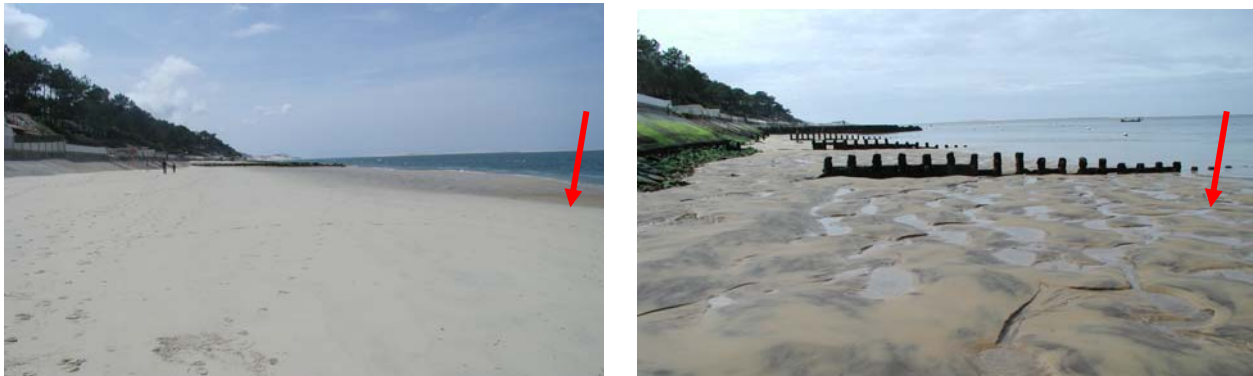


Figure 11 : Estran du Pyla, à gauche en 2008, à droite en 2001 (flèche rouge : niveau d'échantillonnage).

Les échantillons ont été prélevés en bas niveau (**Figures 1 et 11**). Ce sont des sables moyens provenant de Bernet (350 μm). L'abondance (178 ind/m²) est au niveau initial (2001) mais avec une perte en annélides et mollusques au profit des petits crustacés pécararides. La biomasse est à un niveau bas (0,5 gPSSC/m²) (**Figure 12**). La richesse spécifique (12) se retrouve à un niveau comparable à la période post-travaux de 2007. Le dendrogramme (et dans une moindre mesure l'analyse des correspondances) sépare assez bien les peuplements par année, et surtout de 2001 (avant travaux) des autres. En 2009, l'estran est découpé en deux groupes de deux stations, les stations I et II ayant été recouverte par les travaux hivernaux alors que les stations III et IV n'ont été recouverte que par migration secondaire des sables (**Figure 13**).

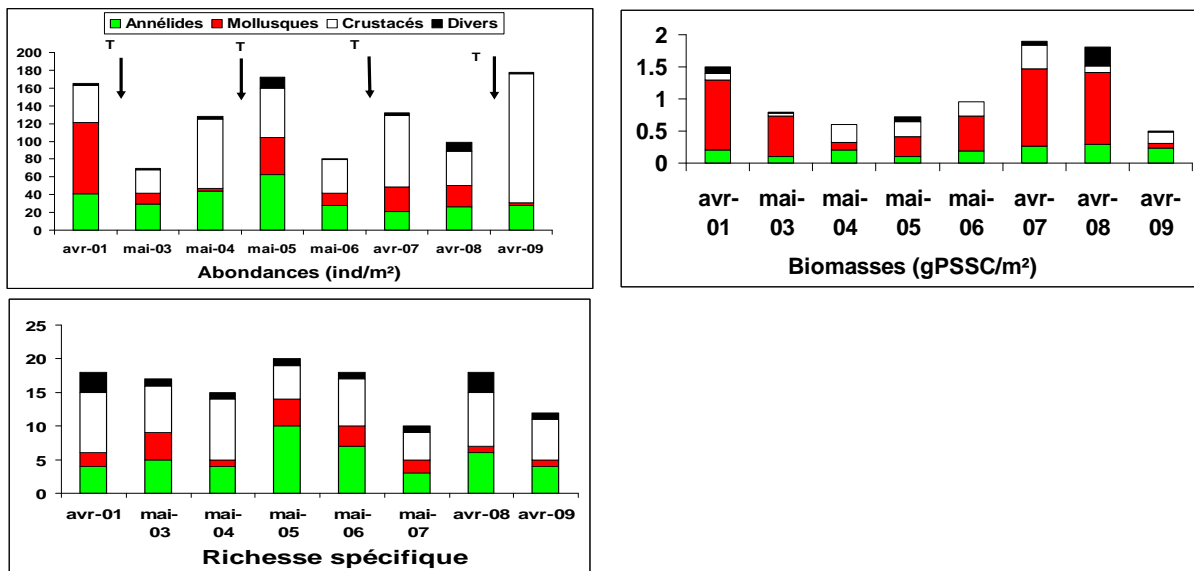


Figure 12 : Abondance moyenne (ind m⁻²), biomasse moyenne (gPSSC m⁻²) et richesse spécifique de la macrofaune benthique du niveau inférieur des estrans pilatais. T : Travaux.

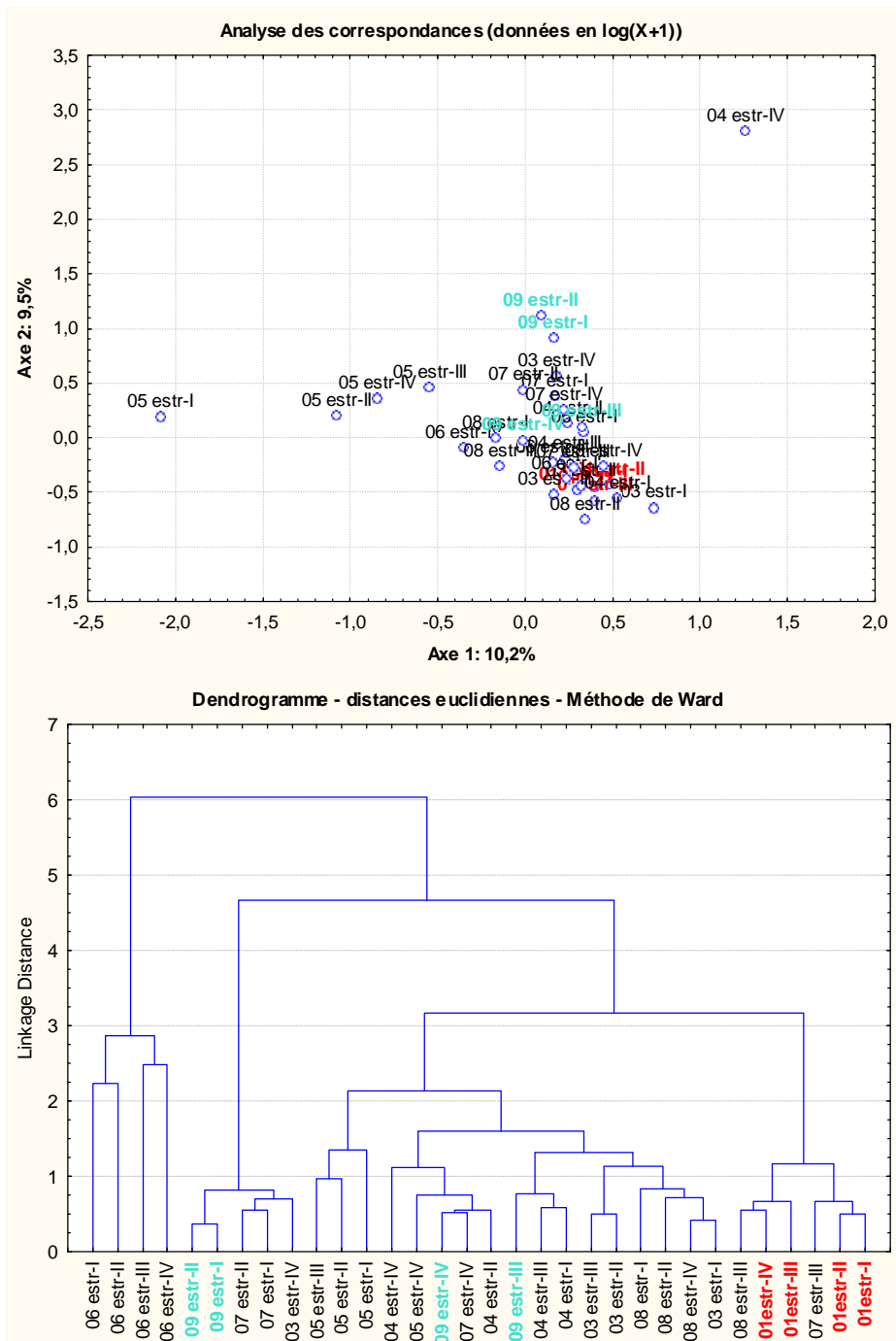


Figure 13 : Analyse des Correspondances et Dendrogramme basés sur les distances euclidiennes discriminant les peuplements benthiques avec en rouge les stations de 2001, en noir les stations de 2003 à 2008, et en bleu clair les stations de 2009.

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 4**.

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
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
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

Tableau 4 : Synthèse des paramètres biocénétiques des différents sites de travaux en 2001, et de 2003 à 2009 (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 5**) :

- 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) calculés 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	Janvier-Mars 2003, Janvier 2005, Janvier 2007, Janvier 2009
	Etat initial	Mai-Juin 2001
	Dernière expertise	Avril-Mai 2009
SEDIMENTS	Médiane (µm)	310-350 µm
	Macroalgues	
	Herbiers	
	Teneur en matière organique (%)	0,19-0,40
ABONDANCE PEUPEMENTS	Impact sur les annélides	53 -> 31 -> 29 -> 71 -> 244 -> 72 -> 178 -> 56 ind. m ⁻² , ns
	Impact sur les mollusques	147 -> 11 -> 16 -> 62 -> 17 -> 47 -> 283 -> 53 ind. m ⁻² , *
	Impact sur les crustacés	507 -> 76 -> 96 -> 116 -> 64 -> 608 -> 103 -> 247 ind. m ⁻² , ns
	Impact sur la faune totale	716 -> 122 -> 158 -> 251 -> 408 -> 767 -> 581 -> 367 ind. m ⁻² , ns
BIOMASSE PEUPEMENTS	Impact sur les annélides	0,20 -> 0,16 -> 0,08 -> 0,25 -> 0,37 -> 0,33 -> 0,06 -> 0,17 gpssc m ⁻² , ns
	Impact sur les mollusques	16,91 -> 0,02 -> 0,36 -> 0,05 -> 0,39 -> 15,51 -> 1,80 -> 5,56 gpssc m ⁻² , *
	Impact sur les crustacés	20,64 -> 0,26 -> 0,37 -> 0,70 -> 0,85 -> 1,74 -> 0,16 -> 0,65 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 gpssc m ⁻² , ns
		Perte biomasse (kgPSSC)
	Perte biomasse (kgC)	13013,4
	Perte production secondaire annuelle (kgC an ⁻¹)	32533,5
	Perte production prédateurs annuelle (kgC an-1)	4880
	Perte production prédateurs annuelle (tPF an-1)	74,2
DIVERSITE	Impact sur la faune totale	30 -> 19 -> 27 -> 27 -> 43 -> 26 -> 33 -> 24 espèces
	Similarité des communautés (AFC)	Nouvel équilibre
	Apparition espèces exotiques	Crépidule
RESTAURATION		PARTIELLE/ NOUVEL EQUILIBRE ?

Tableau 5 : 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 (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 affectée (110 ind/1000m² en 2001 contre 24 en 2009). La perte pour les échelons supérieurs (prédateurs) n'est que de 74 tonnes en poids frais par an, sur les 82 ha de bancs dragués (même valeur que les années précédentes, hormis 2007). Statistiquement, cette perte n'est pas significative. La richesse spécifique cumulant le nombre d'espèces capturées à la benne et à la drague est basse avec 24 espèces, soit un peu plus faible que la moyenne des années précédentes. 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 l'an passée pour la première fois depuis 2001 a complètement disparu en 2008.

Moulière Chenal du Pyla

TRAVAUX	Type de travaux	Clapage
	Superficie travaux (m ²)	54 167
	Période des travaux	Janvier-Mars 2003, Janvier 2005, Janvier 2007, Janvier 2009
	Etat initial	Mai-Juin 2001
	Dernière expertise	Avril-Mai 2009
SEDIMENTS	Médiane (µm)	340-420
	Macroalgues	
	Herbiers	
	Teneur en matière organique (%)	0,3-1,2
	Surface actuelle moulière	0
ABONDANCE PEUPELEMENTS	Impact sur les annélides	163 -> 1067 -> 27 ind. m ⁻² , **
	Impact sur les mollusques	2445 -> 3650 -> 2 ind. m ⁻² , ***
	Impact sur les crustacés	222 -> 1117 -> 93 ind. m ⁻² , *
	Impact sur la faune totale	2845 -> 3161 -> 131 ind. m ⁻² , *
BIOMASSE PEUPELEMENTS	Impact sur les annélides	0,19 -> 1,85 -> 0,10 gpssc m ⁻² , ns
	Impact sur les mollusques	254,91 -> 219,96 -> 0,03 gpssc m ⁻² , *
	Impact sur les crustacés	4,42 -> 13,51 -> 0,28 gpssc m ⁻² , ns
	Impact sur la faune totale	259,53 -> 235,89 -> 0,41 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 -> 24 espèces
	Similarité des communautés (AFC)	NON
	Apparition espèces exotiques	NON
RESTAURATION		NON

Tableau 6 : Synthèse des éléments pris en compte pour estimer l'état de restauration du site. Les valeurs sont comparées : 2001 -> 2006 -> 2009 (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 6**). 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 proche de l'état initial de cet habitat, qualitativement et quantitativement, hormis le peuplement de mollusques qui a subi des pertes en abondance et en biomasse (**Tableau 7**).

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
	Etat initial		Mai-Juin 2001
	Dernière expertise		Avril-Mai 2009
SEDIMENTS	Médiane (µm)		340-420
	Macroalgues		
	Herbiers		
	Teneur en matière organique (%)		0,3-1,2
	Surface de sédiments nus (m ²)		125 125
ABONDANCE PEUPELEMENTS	Impact sur les annélides		15 -> 70 -> 224 -> 641 -> 81 -> 9 -> 80 -> 27 ind. m ⁻² , ns
	Impact sur les mollusques		44 -> 239 -> 43 -> 3650 -> 30 -> 33 -> 47 -> 2 ind. m ⁻² , *
	Impact sur les crustacés		141 -> 504 -> 148 -> 609 -> 70 -> 31 -> 129 -> 93 ind. m ⁻² , ns
	Impact sur la faune totale		215 -> 832 -> 465 -> 5270 -> 196 -> 90 -> 273 -> 131 ind. m ⁻² , **
BIOMASSE PEUPELEMENTS	Impact sur les annélides		0,30 -> 0,12 -> 0,48 -> 0,73 -> 3,93 -> 0,01 -> 0,09 -> 0,10 gpssc m ⁻² , ns
	Impact sur les mollusques		1,96 -> 6,13 -> 0,36 -> 18,25 -> 0,24 -> 3,91 -> 0,14 -> 0,03 gpssc m ⁻² , *
	Impact sur les crustacés		0,20 -> 1,04 -> 0,23 -> 2,97 -> 0,04 -> 0,03 -> 0,21 -> 0,28 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 gpssc m ⁻² , ns
DIVERSITE	Perte biomasse (kgPSSC)		179
	Perte biomasse (kgC)		90
	Perte production secondaire annuelle (kgC an ⁻¹)		224
	Perte production prédateurs annuelle (kgC an ⁻¹)		34
	Perte production prédateurs annuelle (tPF an ⁻¹)		0.5
DIVERSITE	Impact sur la faune totale		17 -> 58 -> 47 -> 61 -> 25 -> 32 -> 17 espèces
	Similarité des communautés (AFC)		Partielle
	Apparition espèces exotiques		non
RESTAURATION			PARTIELLE

Tableau 7 : 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 (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 1 % 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 la biomasse des mollusques ont été les plus perturbées (**Tableau 8**). 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	Clapage
	Superficie travaux (m ²)	30 000
	Période des travaux	Janvier-Mars 2003, Janvier 2005, Janvier 2007, Janvier 2009
	Etat initial	Mai-Juin 2001
	Dernière expertise	Avril-Mai 2009
SEDIMENTS	Médiane (μ m)	340-360 μ m
	Macroalgues	
	Herbiers	
	Teneur en matière organique (%)	0,11-0,28
ABONDANCE PEUPELEMENTS	Impact sur les annélides	41 -> 29 -> 44 -> 63 -> 28 -> 21 -> 26 -> 28 ind. m ² , ns
	Impact sur les mollusques	80 -> 13 -> 3 -> 42 -> 14 -> 28 -> 24 -> 3 ind. m ² , ***
	Impact sur les crustacés	42 -> 26 -> 78 -> 61 -> 38 -> 81 -> 39 -> 146 ind. m ² , ns
	Impact sur la faune totale	166 -> 69 -> 128 -> 179 -> 81 -> 132 -> 99 -> 178 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 gpssc m ² , ns
	Impact sur les mollusques	1,10 -> 0,62 -> 0,11 -> 0,31 -> 0,55 -> 1,20 -> 1,11 -> 0,06 gpssc m ² , ***
	Impact sur les crustacés	0,10 -> 0,05 -> 0,28 -> 0,23 -> 0,21 -> 0,37 -> 0,12 -> 0,19 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 gpssc m ² , ns
	Perte biomasse (kgPSSC)	32
	Perte biomasse (kgC)	16
	Perte production secondaire annuelle (kgC an ⁻¹)	39
	Perte production prédateurs annuelle (kgC an ⁻¹)	6
	Perte production prédateurs annuelle (tPF an ⁻¹)	0.1
DIVERSITE	Impact sur la faune totale	18 -> 17 -> 15 -> 20 -> 18 -> 10 -> 18 -> 12 espèces
	Similarité des communautés (AFC)	Partielle
	Apparition espèces exotiques	non
RESTAURATION		PARTIELLE

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 (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 1%.**

✓ 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. L'estimation réalisée au printemps 2007 faisait état d'un recouvrement de 13%. En 2008, le taux de recouvrement avait encore augmenté (20%) mais est redescendue à 14% en 2009. La forte augmentation notée en comparaison avec septembre 2006 (1,2%) est certainement liée à la période d'échantillonnage. La plus grande menace pour ces écosystèmes est pour l'instant la destruction par des estivants ignorants. **A ce titre, il pourrait être envisagé des mesures d'information au bout des allées d'accès aux plages pour éviter le piétinement et la destructions de ces récifs dont l'intérêt patrimonial a déjà été souligné ailleurs (Gruet & Bodeur, 1997).**

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.
- La mégafaune est la plus affectée par les travaux.
- Il est apparu, comme en 2004, que l'année des travaux est caractérisée par une dominance des petits crustacés dans la faune.

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 25 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 a fortement diminué du fait de la disparition de la moulière (réapparue pour la

première fois en 2006 mais disparue dès 2007) et a atteint les valeurs classiques des sables moyens océaniques.

- En ce qui concerne les épis disposés sur les plages du Pyla, les récifs d'hermelles sont en bon état avant l'été.
- Au niveau de l'estran, la plupart des paramètres quantitatifs atteignent des valeurs proches de l'état initial. Seuls les mollusques ont des valeurs d'abondance significativement inférieures à 2001 (3 ind/m² contre 80 ind./m² avant les travaux).

Il a été proposé que le réajustement d'un peuplement se fait lorsque celui-ci est capable de se maintenir et de retourner à plus de 80 % de sa diversité et de sa biomasse originelle (Blanchard & Feder, 2003). Dans le cas présent, en 2009 (par rapport à 2001), les biomasses ne sont significativement différentes qu'au niveau des moulières, celles-ci ayant disparu. Concernant la richesse spécifique, la tendance est plutôt à la baisse : -20% de la richesse initiale pour le Banc de Bernet, stabilité dans les sables moyens du chenal du Pyla, -33% sur l'estran du Pyla.

L'étude des récifs d'hermelles et la comparaison septembre 2006/mai 2007 avaient permis d'évaluer que la destruction par les estivants entraîne une diminution de 85% du taux de recouvrement mais a cependant montré que les hermelles se réinstallent dès l'hiver et le printemps suivant. L'expertise des printemps 2008 et 2009 a confirmé cette observation.

5 Références bibliographiques

- Blanchard, A.L. & Feder, H.M., 2003. Adjustment of benthic fauna following sediment disposal at a site multiple tressors in Port Valdez, Alaska. *Marine Pollution Bulletin*, **46**, 1590-1599.
- Bouchet J.-M., 1995. *Bassin d'Arcachon : carte de l'environnement marin*. AGP Cartographie.
- 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. & Raigné, H., 2001. Rechargement et restauration des plages du Pyla sur Mer : impact sur les peuplements benthiques. *Laboratoire d'Océanographie Biologique - SOGREAH*. 1-22 pp.
- 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*. 1-45 pp.
- 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*. 1-50 pp.
- 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*. 1-46 pp.
- 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*. 1-48 pp.
- Gruet, Y. & Baudet, J., 1997. Les introductions d'espèces d'invertébrés marins. In *Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord. Synthèses, menaces et perspectives* (ed. J.C. Dauvin), pp. 242-250. Paris: MNHN.
- Menn, I., Junghans, C. & Reise, K., 2003. Buried alive: effects of beach nourishment on the infauna of an erosive shore in the North Sea. *Senckenbergiana maritima*, **32**, 125-145.
- 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*. 1-39 pp.

Sheridan, P., 2004. Recovery of floral and faunal communities after placement of dredged material on seagrasses in Laguna Madre, Texas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **59**, 441-458.

SOGREAH, 2005. Entretien de la plage du Pyla-sur-Mer - Document d'incidence au titre de la loi sur l'eau. *SOGREAH - Syndicat Mixte du Bassin d'Arcachon*. n°171 1459, 1-37 pp.

Annexes

ANNEXE 1 : Positions des traicts de drague (Système géodésique WGS 84), profondeurs, distances (2009).

Date	Heure	Traict	Station	Départ	profondeur	Heure	Arrivée	profondeur corrigée	Distance
30-avr.-09	09:14	1	PYLA1	44°36'203 1°12'833	14	09:26	44°36'368 1°12'802	11.5	307
30-avr.-09	09:30	2	PYLA2	44°36'199 1°12'729	10	09:38	44°36'343 1°12'716	6.5	287
30-avr.-09	09:45	3	PYLA3	44°36'409 1°12'663	14	09:50	44°36'511 1°12'649	10.4	189
30-avr.-09	09:53	4	PYLA4	44°36'538 1°12'613	15.6	09:58	44°36'638 1°12'593	11.9	186
30-avr.-09	10:04	5	PYLA5	44°36'905 1°12'418	14.3	10:10	44°37'008 1°12'422	10.6	191
30-avr.-09	10:16	6	PYLA6	44°37'026 1°12'411	14.6	10:22	44°37'120 1°12'434	10.9	177
30-avr.-09	10:28	7	PYLA7	44°37'147 1°12'403	14.5	10:35	44°37'239 1°12'425	11	173
30-avr.-09	10:42	8	PYLA8	44°37'241 1°12'240	14.3	10:50	44°37'343 1°12'406	10.8	270
30-avr.-09	10:55	9	PYLA9	44°37'361 1°12'401	12.7	11:04	44°37'455 1°12'399	9.3	169
30-avr.-09	11:09	10	PYLA10	44°37'416 1°12'393	13.2	11:15	44°37'500 1°12'358	9.9	176
30-avr.-09	13:16	11	PYLA11	44°37'513 1°12'344	9.6	13:25	44°37'605 1°12'360	7.6	170
30-avr.-09	13:30	12	PYLA12	44°37'588 1°12'350	9.6	13:38	44°37'679 1°12'379	7.8	173
30-avr.-09	13:43	13	PYLA13	44°37'657 1°12'452	8.8	13:50	44°37'645 1°12'470	7.3	167
30-avr.-09	11:21	1	Bernet1	44°36'994 1°12'564	14/8.8	11:26	44°36'991 1°12'638		92
30-avr.-09	11:32	2	Bernet2	44°37'027 1°12'621	9,3/6,4	11:42	44°37'075 1°12'617		94
30-avr.-09	11:57	3	Bernet3	44°37'419 1°12'896	3/7,8	12:08	44°37'494 1°12'740		246
30-avr.-09	12:13	4	Bernet4	44°37'523 1°12'880	7,5/7,5	12:27	44°37'678 1°12'787		314
30-avr.-09	12:32	5	Bernet5	44°37'649 1°12'815	7,8/6,7	12:48	44°37'833 1°12'765		347
30-avr.-09	12:54	6	Bernet6	44°37'440 1°12'616	7,9/7,4	13:10	44°37'580 1°12'805		363

ANNEXE 2 : Positions des prélèvements à la benne (Système géodésique WGS 84), profondeurs, caractéristiques granulométriques dans les 5 premiers cm (2009).

Station	Date	Heure	Latitude	Longitude	Profondeur	Médiane	Pélites	% MO
Estran1	27/04/2009	11:30	44°36'44	1°12'54	0	340	1.26	0.14
Estran2	27/04/2009	11:45	44°36'65	1°12'42	0	340	2.33	0.11
Estran3	27/04/2009	12:00	44°36'83	1°12'35	0	360	1.13	0.23
Estran4	27/04/2009	12:15	44°37'11	1°12'29	0	360	1.51	0.28
Chenal1	12/05/2009	13:35	44°36'34	1°12'69	10.9	360	0.68	0.66
Chenal2	12/05/2009	13:56	44°36'01	1°12'87	11.2	340	0.88	0.27
Chenal4	12/05/2009	13:15	44°36'80	1°12'50	12.9	420	1.87	0.38
Chenal5	12/05/2009	08:30	44°37'59	1°12'58	10.0	340	0.56	1.21
Chenal6	12/05/2009	08:45	44°37'43	1°12'66	9.6	340	0.84	0.26
Bernet1	12/05/2009	08:00	44°37'61	1°12'87	9.1	310	0.86	0.35
Bernet2	12/05/2009	07:50	44°37'44	1°12'90	9.5	330	1.01	0.32
Bernet4	12/05/2009	07:25	44°36'94	1°12'60	12	350	0.48	0.40
Bernet5	12/05/2009	07:05	44°36'69	1°12'81	7.1	340	2.12	0.19

ANNEXE 3 : Etude granulométrique du Banc de Bernet Est (Stations 1 & 2)

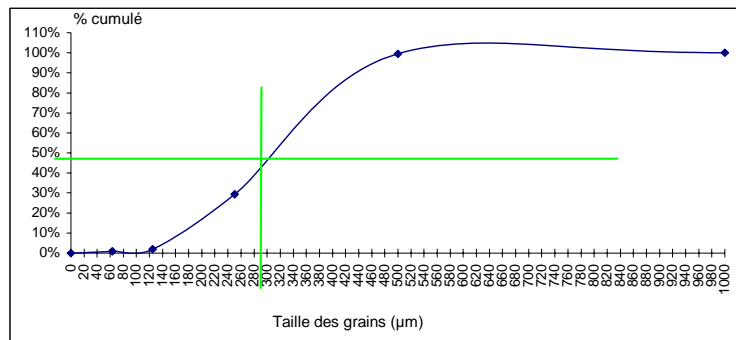
SITE: Bernet
 STATION: 1
 Date: 12/05/2009

Latitude:
 Longitude:
 Profondeur:

µm	Poids sec (g)	%
<63	0.9276	0.86%
63	1.0934	1.01%
125	29.6703	27.47%
250	75.7391	70.12%
500	0.5229	0.48%
1000	0.0254	0.02%
2000	0.0350	0.03%

Poids sec total (g) **108.0137**

µm	% cumulé
0	0
63	0.86%
125	1.87%
250	29.34%
500	99.46%
1000	99.94%
2000	99.97%



Médiane: **310**

% MO: **0.346**

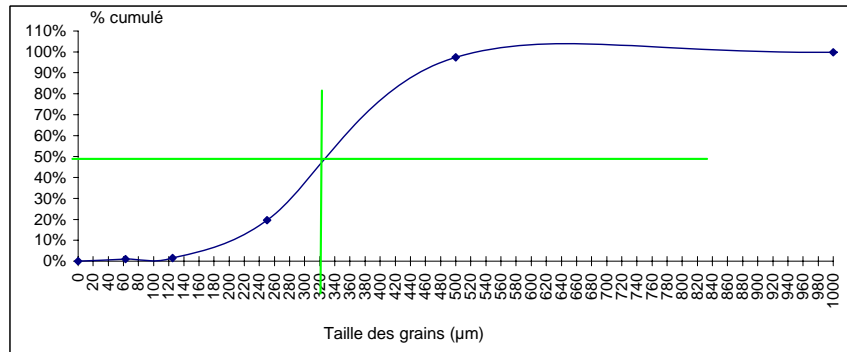
SITE: Bernet
 STATION: 2
 Date: 12/05/2009

Latitude:
 Longitude:
 Profondeur:

µm	Poids sec (g)	%
<63	1.0304	1.01%
63	0.5368	0.53%
125	18.4973	18.13%
250	79.3234	77.74%
500	2.4064	2.36%
1000	0.2156	0.21%
2000	0.0242	0.02%

Poids sec total (g) **102.0341**

µm	% cumulé
0	0
63	1.01%
125	1.54%
250	19.66%
500	97.41%
1000	99.76%
2000	99.98%



Médiane: **330**

% MO: **0.319**

ANNEXE 3 (suite) : Etude granulométrique du Banc de Bernet Est (Stations 4 & 5)

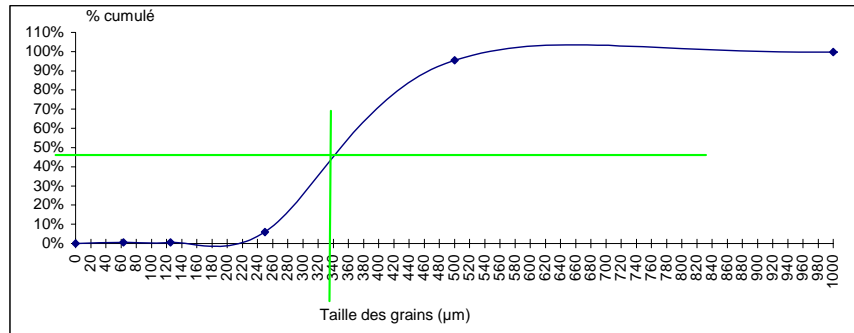
SITE: Bernet
 STATION: 4
 Date: 12/05/2009

Latitude:
 Longitude:
 Profondeur:

µm	Poids sec (g)	%
<63	0.5055	0.48%
63	0.0600	0.06%
125	5.5946	5.35%
250	93.7260	89.67%
500	4.4081	4.22%
1000	0.1125	0.11%
2000	0.1184	0.11%

Poids sec total (g) **104.5251**

µm	% cumulé
0	0
63	0.48%
125	0.54%
250	5.89%
500	95.56%
1000	99.78%
2000	99.89%



Médiane: **350**

% MO: **0.403**

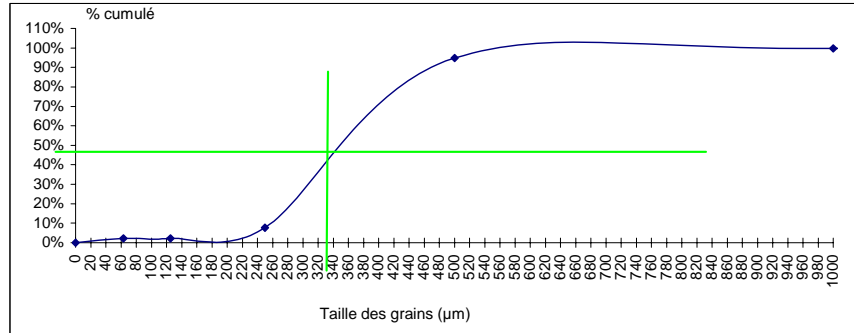
SITE: Bernet
 STATION: 5
 Date: 12/05/2009

Latitude:
 Longitude:
 Profondeur:

µm	Poids sec (g)	%
<63	2.4482	2.12%
63	0.0450	0.04%
125	6.2952	5.45%
250	100.7088	87.21%
500	5.6492	4.89%
1000	0.1313	0.11%
2000	0.1971	0.17%

Poids sec total (g) **115.4748**

µm	% cumulé
0	0
63	2.12%
125	2.16%
250	7.61%
500	94.82%
1000	99.72%
2000	99.83%



Médiane: **340**

% MO: **0.189**

ANNEXE 3 (suite) : Etude granulométrique du Chenal du Pyla (Stations 1 & 2).

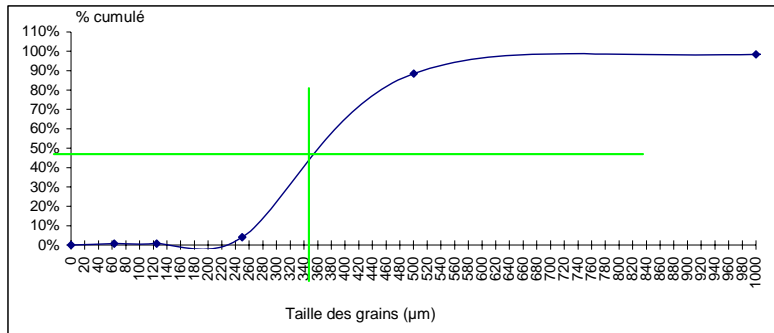
SITE: Chenal
 STATION: 1
 Date: 12/05/2009

Latitude:
 Longitude:
 Profondeur: surface

µm	Poids sec (g)	%
<63	0.7197	0.68%
63	0.0137	0.01%
125	3.5148	3.33%
250	89.1579	84.38%
500	10.5211	9.96%
1000	0.8170	0.77%
2000	0.9144	0.87%

Poids sec total (g) **105.6586**

µm	% cumulé
0	0
63	0.68%
125	0.69%
250	4.02%
500	88.40%
1000	98.36%
2000	99.13%



Médiane: **360**

% MO: **0.658**

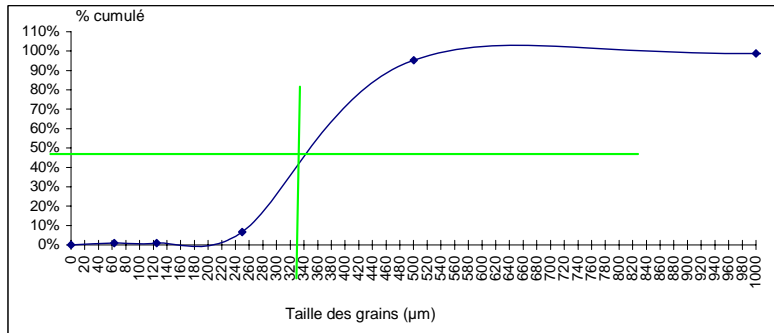
SITE: Chenal
 STATION: 2
 Date: 12/05/2009

Latitude:
 Longitude:
 Profondeur: surface

µm	Poids sec (g)	%
<63	0.9838	0.88%
63	0.0611	0.05%
125	6.3259	5.68%
250	98.7515	88.74%
500	3.7481	3.37%
1000	0.4610	0.41%
2000	0.9496	0.85%

Poids sec total (g) **111.2810**

µm	% cumulé
0	0
63	0.88%
125	0.94%
250	6.62%
500	95.36%
1000	98.73%
2000	99.15%



Médiane: **340**

% MO: **0.267**

ANNEXE 3 (suite) : Etude granulométrique du Chenal du Pyla (Stations 4 & 5)

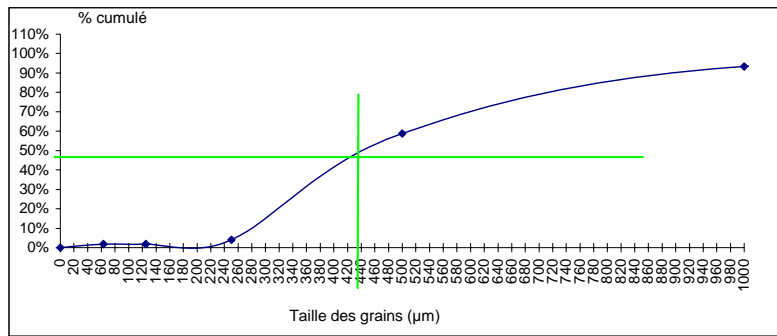
SITE: Chenal
 STATION: 4
 Date: 12/05/2009

Latitude:
 Longitude:
 Profondeur: surface

µm	Poids sec (g)	%
<63	2.0340	1.87%
63	0.0583	0.05%
125	2.3466	2.16%
250	59.4518	54.73%
500	37.4707	34.50%
1000	3.1568	2.91%
2000	4.1074	3.78%

Poids sec total (g) **108.6256**

µm	% cumulé
0	0
63	1.87%
125	1.93%
250	4.09%
500	58.82%
1000	93.31%
2000	96.22%



Médiane: **420**

% MO: **0.380**

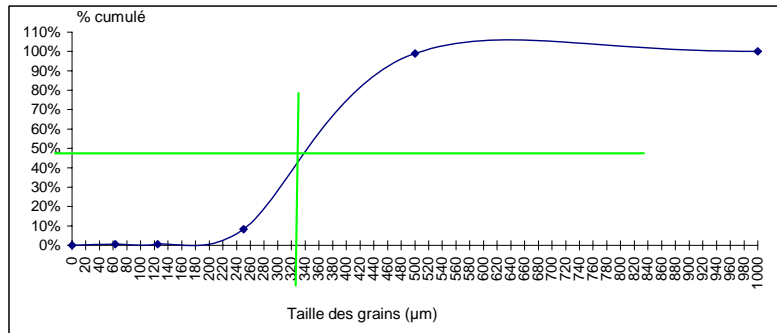
SITE: Chenal
 STATION: 5
 Date: 12/05/2009

Latitude:
 Longitude:
 Profondeur: surface

µm	Poids sec (g)	%
<63	0.6410	0.56%
63	0.0178	0.02%
125	8.8555	7.74%
250	103.7794	90.71%
500	1.1144	0.97%
1000	0.0041	0.00%
2000	0.0000	0.00%

Poids sec total (g) **114.4122**

µm	% cumulé
0	0
63	0.56%
125	0.58%
250	8.32%
500	99.02%
1000	100.00%
2000	100.00%



Médiane: **340**

% MO: **1.206**

ANNEXE 3 (suite) : Etude granulométrique du Chenal du Pyla (Stations 6)

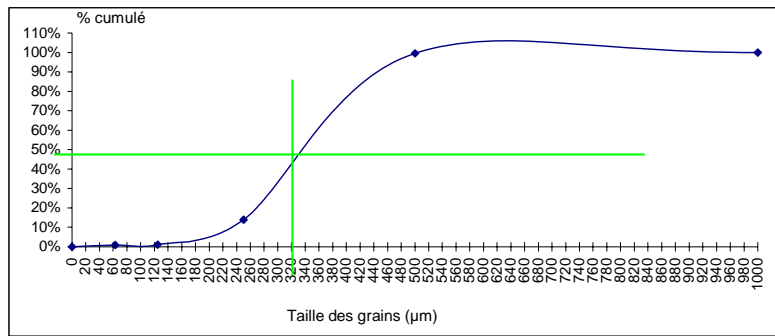
SITE
STATION: 6
Date: 12/04/2009

Latitude:
Longitude:
Profondeur: surface

µm	Poids sec (g)	%
<63	0.9748	0.84%
63	0.3230	0.28%
125	14.8121	12.75%
250	99.4727	85.63%
500	0.4795	0.41%
1000	0.0512	0.04%
2000	0.0568	0.05%

Poids sec total (g) **116.1701**

µm	% cumulé
0	0
63	0.84%
125	1.12%
250	13.87%
500	99.49%
1000	99.91%
2000	99.95%



Médiane: **340**

% MO: **0.255**

ANNEXE 3 (suite) : Etude granulométrique de l'estran du Pyla (Stations I & II)

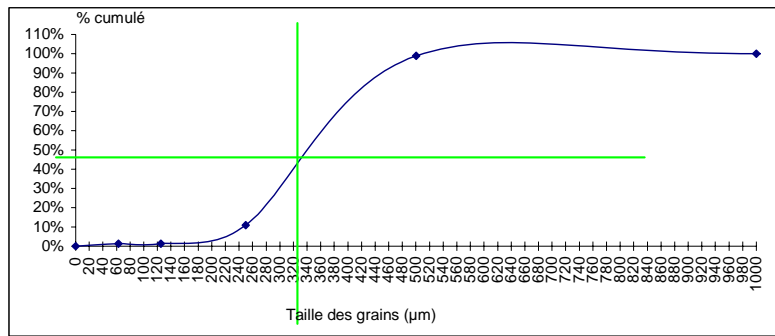
SITE: Estran Pyla
 STATION: 1
 Date: 27/04/2009

Latitude:
 Longitude:
 Profondeur: surface

µm	Poids sec (g)	%
<63	1.5351	1.26%
63	0.1353	0.11%
125	11.5971	9.55%
250	106.8463	87.95%
500	1.3474	1.11%
1000	0.0246	0.02%
2000	0.0000	0.00%

Poids sec total (g) **121.4858**

µm	% cumulé
0	0
63	1.26%
125	1.37%
250	10.92%
500	98.87%
1000	99.98%
2000	100.00%



Médiane: **340**

% MO: **0.14**

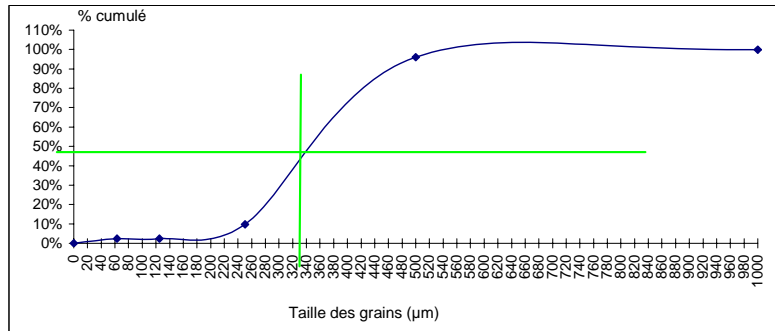
SITE: Estran
 STATION: 2
 Date: 27/04/2009

Latitude:
 Longitude:
 Profondeur: surface

µm	Poids sec (g)	%
<63	2.6117	2.33%
63	0.0487	0.04%
125	8.2012	7.32%
250	96.6733	86.25%
500	4.3505	3.88%
1000	0.1126	0.10%
2000	0.0857	0.08%

Poids sec total (g) **112.0837**

µm	% cumulé
0	0
63	2.33%
125	2.37%
250	9.69%
500	95.94%
1000	99.82%
2000	99.92%



Médiane: **340**

% MO: **0.11**

ANNEXE 3 (suite) : Etude granulométrique de l'estran du Pyla (Stations III & IV)

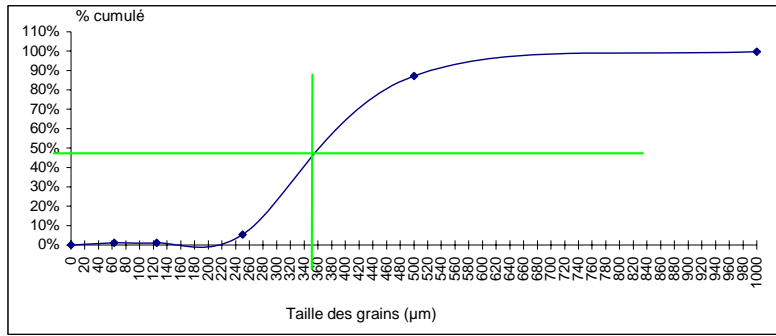
SITE: Estran
 STATION: 3
 Date: 27/04/2009

Latitude:
 Longitude:
 Profondeur: surface

µm	Poids sec (g)	%
<63	1.1970	1.13%
63	0.0446	0.04%
125	4.3401	4.10%
250	86.6750	81.84%
500	13.3887	12.64%
1000	0.2434	0.23%
2000	0.0217	0.02%

Poids sec total (g) **105.9105**

µm	% cumulé
0	0
63	1.13%
125	1.17%
250	5.27%
500	87.11%
1000	99.75%
2000	99.98%



Médiane: **360**

% MO: **0.227**

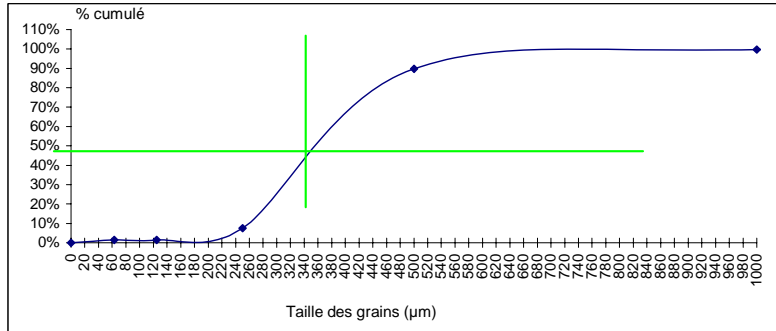
SITE: Estran
 STATION: 4
 Date: 27/04/2009

Latitude:
 Longitude:
 Profondeur: surface

µm	Poids sec (g)	%
<63	1.7499	1.51%
63	0.0654	0.06%
125	6.9601	5.99%
250	95.5879	82.29%
500	11.3479	9.77%
1000	0.3591	0.31%
2000	0.0878	0.08%

Poids sec total (g) **116.1581**

µm	% cumulé
0	0
63	1.51%
125	1.56%
250	7.55%
500	89.85%
1000	99.62%
2000	99.92%



Médiane: **360**

% MO: **0.280**

ANNEXE 4 : Prélèvements à la benne Eckman sur les Bancs de Bernet Est

DATE: 12/05/2009
 SITE: Banc du Bernet
 STATION:
 LATITUDE PROF.:
 LONGITUDE
 REPERE
 BIOTOPE SABLES
 Surface (1 benne): 0.0225 Benne Eckman

ABONDANCES	Par benne																Moy (m ²)	ES (m ²)
	1				2				4				5					
	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d		
Annélides																		
<i>Glycera tridactyla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2.8	2.77777778
<i>Heteromastus filiformis</i>	0	1	1	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22.2	9.9380799
<i>Phyllodoce laminosa</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.6	3.79516695
<i>Magelona mirabilis</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.6	3.79516695
<i>Nephtys cirrosa</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	19.4	6.99058744
Mollusques																		
<i>Abra alba</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.77777778
<i>Macra glauca</i>	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.1	4.96903995
<i>Mytilus edulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.77777778
<i>Nassarius reticulatus</i>	1	0	5	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	36.1	16.835564
Crustacés																		
<i>Bathyporeia pelagica</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.77777778
Corophiidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.77777778
<i>Diogenes pugilator</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.77777778
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	2	22.2	7.02728369
<i>Hippomedon deniculatus</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.6	3.79516695
<i>Ampelca brevicornis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.77777778
<i>Mella obtusata</i>	0	0	0	0	28	0	2	30	0	0	1	5	0	0	0	0	183.3	108.932342
<i>Pinnotheres pisum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.77777778
<i>Gammarus sp</i>	0	0	0	0	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	22.2	17.2132593
Echinodermes																		
Ophiuridae	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	11.1	6.41500299
Divers																		
Nemerte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0

ANNELES	1	2	1	1	0	3	4	3	2	0	0	1	1	1	0	0	55.6	13.7586489
MOLLUSQUES	2	1	7	0	0	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	52.8	21.5524053
CRUSTACES	0	0	3	0	37	2	3	33	1	0	2	5	0	0	1	2	247.2	128.93797
ECHINODERMES	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	11.1	6.41500299
DIVERS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0
TOTAL	3	3	11	1	37	9	10	40	3	0	2	7	1	1	2	2	366.7	136.777

BIOMASSE (ppsc)																		
Annélides	0.0008	0.0016	0.0001	0.0006	0	0.0067	0.0137	0.0002	0.0139	0	0	0.0008	0.0224	0.0004	0	0	0.1700	0.07578777
Mollusques	0.0993	0.0014	0.4977	0	0	0.6938	0.585	0.1143	0	0	0	0	0	0	0.0099	0	5.5594	2.63556486
Crustacés	0	0	0	0.042	0.1712	0.0023	0.0008	0.0124	0.0018	0	0.0008	0.0008	0	0	0.0008	0.0014	0.6508	0.47841662
Echinodermes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0
Divers	0	0	0	0	0	0	0.001	0.0007	0	0	0	0.0001	0	0	0	0	0.0050	0.00326788
TOTAL	0.1001	0.003	0.4978	0.0426	0.1712	0.7028	0.6005	0.1276	0.0157	0	0.0008	0.0017	0.0224	0.0004	0.0107	0.0014	6.39	2.61428

RICHESSSE SPECIFIQUE																		
Annélides	1	2	1	1	0	2	2	3	1	0	0	1	1	1	0	0	5	
Mollusques	2	1	3	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	4	
Crustacés	0	0	3	0	5	2	2	3	1	0	2	1	0	0	1	1	9	
Echinodermes	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
Divers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	3	3	7	1	5	5	7	9	2	0	2	3	1	1	2	1	19	

ANNEXE 4 (suite): Prélèvements estran du Pyla

DATE: 27/4/09
STATION: Estran du Pyla

PROF.: Médiolittoral inférieur

BIOTOPE SABLES

Surface (2 bennes) : 0.045 Carrotier

Allées :	IV Hirondelle				III Merles				II Moineaux				I Banc d'Arguin				Moy (m ²)	ES (m ²)
LATITUDE	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d	#a	#b	#c	#d		
Annélides																		
<i>Scolelepis squamata</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	5.6	3.21
<i>Nephtys cirrosa</i>	3	1	1	2	1	0	1	3	0	0	0	0	1	0	0	0	18.1	5.82
<i>Ophelia neglecta</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	1.90
<i>Spiophanes bombyx</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	1.39
Mollusques																		
<i>Tellina tenuis</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.78
Crustacés																		
<i>Bathyporeia pelagica</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	1.39
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	2	1	0	0	1	0	1	0	11.1	4.06
<i>Haustorius arenarius</i>	0	1	4	1	0	0	0	1	25	8	0	0	12	1	16	9	108.3	40.82
<i>Microdeutopus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1.4	1.39
<i>Urothoe pulchella</i>	0	2	1	0	2	2	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22.2	11.29
<i>Eurydice pulchra</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	1.39
Echinodermes																		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00
Divers																		
Nemertes	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	1.39

ANNELIDES	3	2	1	3	2	1	1	4	0	0	0	0	3	0	0	0	27.8	7.72
MOLLUSQUES	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	2.78
CRUSTACES	0	3	6	1	2	4	10	2	27	9	0	0	13	2	17	9	145.8	41.42
ECHINODERMES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.00
DIVERS	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4	1.39
TOTAL	3	5	8	6	4	5	11	6	27	9	0	0	16	2	17	9	177.8	39.23

BIOMASSE (PSSC)																		
Annélides	0.0701	0.0023	0.0018	0.0292	0.025	0.0039	0.001	0.007	0	0	0	0	0.032	0	0	0	0.2390	0.11
Mollusques	0	0	0	0.0456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0633	0.06
Crustacés	0	0.0054	0.0152	0.005	0.002	0.004	0.011	0.006	0.026	0.006	0	0	0.021	5E-04	0.023	0.009	0.1858	0.05
Echinodermes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	0.00
Divers	0	0	0.009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0125	0.01
TOTAL	0.0701	0.0077	0.026	0.0798	0.027	0.0079	0.013	0.013	0.026	0.006	0	0	0.053	5E-04	0.023	0.009	0.5007	0.14

RICHESSSE SPECIFIQUE																		
Annélides	1	2	1	2	2	1	1	2	0	0	0	0	2	0	0	0	4	
Mollusques	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Crustacés	0	2	3	1	1	3	2	2	2	2	0	0	2	2	2	1	6	
Echinodermes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Divers	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
TOTAL	1	4	5	4	3	4	3	4	2	2	0	0	4	2	2	1	12	

ANNEXE 5 (suite): Prélèvements à la drague (biomasses)

		2-mai-07 CHENAL P. 1	2-mai-07 CHENAL P. 2	2-mai-07 CHENAL P. 3	2-mai-07 CHENAL P. 4	2-mai-07 CHENAL P. 5	2-mai-07 CHENAL P. 6	2-mai-07 CHENAL P. 7	2-mai-07 CHENAL P. 8	2-mai-07 CHENAL P. 9	21-mai-07 CHENAL P. 10	21-mai-07 CHENAL P. 11	22-mai-07 CHENAL P. 12	22-mai-07 CHENAL P. 13	22-mai-07 Barnet 1	22-mai-07 Barnet 2	22-mai-07 Barnet 3	22-mai-07 Barnet 4	22-mai-07 Barnet 5	22-mai-07 Barnet 6			
Mollusques																							
	Gasitropodes																						
	Crepidula fornicata Cyclotrocha Cibicides Nassarius reticulatus					4.0 0.04	3.0 0.02	4.0 0.02	7.0 0.04	3.0 0.02	1.0 0.00					9.0 0.03	9.0 0.03			2.0 0.01			
Bivalves																							
	Balanus crenatus Cerastoderma edule Cassiopeia gigas Doxa vittata Ensis siliqua Mactra glauca Mytilus edulis Ruditapes philippinarum Solen marginatus Venereopsis pullata	630.0 5.50	307.0 2.74	304.0 2.14	1242.0 8.28	866.0 13.52	413.0 2.63	20.0 0.12	18.0 0.09	63.0 0.35	128.0 0.87	443.0 2.14							9.0 0.01	1069.0 4.24	1741.0 5.94	34.0 0.04	
Annélides																							
Polythéles	Ophelia neglecta																						
Anthropodes																							
	Décapodes																						
	Alpheoidea unelocumbentata Carcinus maenas Callinectes erythropus Cancer magister Libinia emarginata Libinia holmwoodi Libinia setacea Libinia setacea Mastigolepatus Mithuna longipes Portunus latipes Xantho Xantho	85.0 0.75	10.0 0.07	48.0 0.33	31.0 0.21		130.0 0.82	20.0 0.13	81.0 0.48	76.0 0.43				20.0 0.07						43.0 0.16		4.0 0.02	
	Echinodermes																						
	Echinodermes																						
	Echinocardium contatum Pannoschelus miscalis		8.0 0.06		22.0 0.19	45.0 0.37								24.0 0.09	4.0 0.02						2.0 0.01	5.0 0.02	
	Asiniés																						
	Ophiuridés																						
	Tuniciers																						
	Ascidella edgerleri Cora intestinalis Styela clava																						
	Ascidie du Pacifique																						
	ABONDANCE MOYENNE (ind m ⁻³)	6.28	2.81	2.58	8.71	14.38	3.58	0.29	0.88	0.80	0.89	2.18	0.18	0.02	0.10	0.52	0.03	0.30	4.30	5.58	0.08		
	RICHESSE SPECIFIQUE	3.00	2.00	4.00	5.00	3.00	4.00	3.00	5.00	4.00	3.00	2.00	3.00	3.00	1.00	3.00	6.00	2.00	5.00	3.00	1.00		
	MOLLUSQUES	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00		
	ANNELIDES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
	CRUSTACÉS	2.00	1.00	2.00	3.00	0.00	2.00	1.00	4.00	2.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.00	4.00	1.00	3.00	0.00	0.00		
	ECHINODERMES	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00		
	DIVERS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		