



**Réalisation d'inventaires de la macrofaune benthique – Quai
Joannès Couvert – Année 2016**

RAPPORT DE SYNTHÈSE DES CAMPAGNES DE MARS ET
SEPTEMBRE 2016 – SECTEUR A



Date : Février 2017

Sommaire

1. Contexte de l'étude	3
2. Méthodologie	6
3. Analyses granulométriques	7
3.1 Méthodes.....	7
3.2 Résultats.....	8
4. Macrofaune benthique	10
4.1 Richesse spécifique, Abondance et Biomasse.....	10
4.2 Groupes taxonomiques	14
4.2 Assemblages faunistiques	18
4.3 Groupes écologiques et AMBI.....	21
5. Discussion.....	26

1. Contexte de l'étude

Dans le cadre de l'accueil de l'éolien offshore au sein du Grand Port Maritime du Havre, un état initial des peuplements benthiques doit être réalisé. Ainsi, l'objectif de cette étude est de réaliser des inventaires permettant d'améliorer les connaissances sur la biodiversité des bassins portuaires. La mission effectuée cible un secteur de trois stations (Figure 1) localisées dans le Bassin Théophile Ducrocq au droit du quai Joannès Couvert (Figure 2).

L'objet de ce rapport est de présenter l'ensemble des résultats des campagnes de printemps et d'automne 2016.

Localisation des points d'inventaire de la macrofaune benthique

Quai Joannès Couvert - Année 2016



■ Points de prélèvements de la macrofaune benthique

0 100 200 m



Carte réalisée par TBM, 2016
Sources : Orthophotographie IGN 2008



■ Points de prélèvements de la macrofaune benthique

0 25 50 m



Carte réalisée par TBM, 2016
Sources : Orthophotographie IGN 2008

Figure 1 : Localisation des stations de prélèvements biosédimentaires



Figure 2 : Quai Joannès secteur A

2. Méthodologie

Les opérations à la mer se sont déroulées le 21 mars 2016 et le 13 septembre 2016 à bord du navire « le Marais ». Les objectifs étaient d'échantillonner 3 stations pour le suivi des peuplements benthiques au droit du quai Joannès (Figure 1 et Figure 2) au moyen d'une benne Smith (Figure 3). Cet engin de prélèvement est très couramment employé pour prélever des sédiments de nature variée : depuis des sédiments vaseux jusqu'aux graviers. Les prélèvements « quantitatifs » réalisés pour une analyse précise de la faune et pour une évaluation de l'état de conservation des habitats, ont été effectués conformément à la norme NF EN ISO 16 665 « Qualité de l'eau - Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles ».

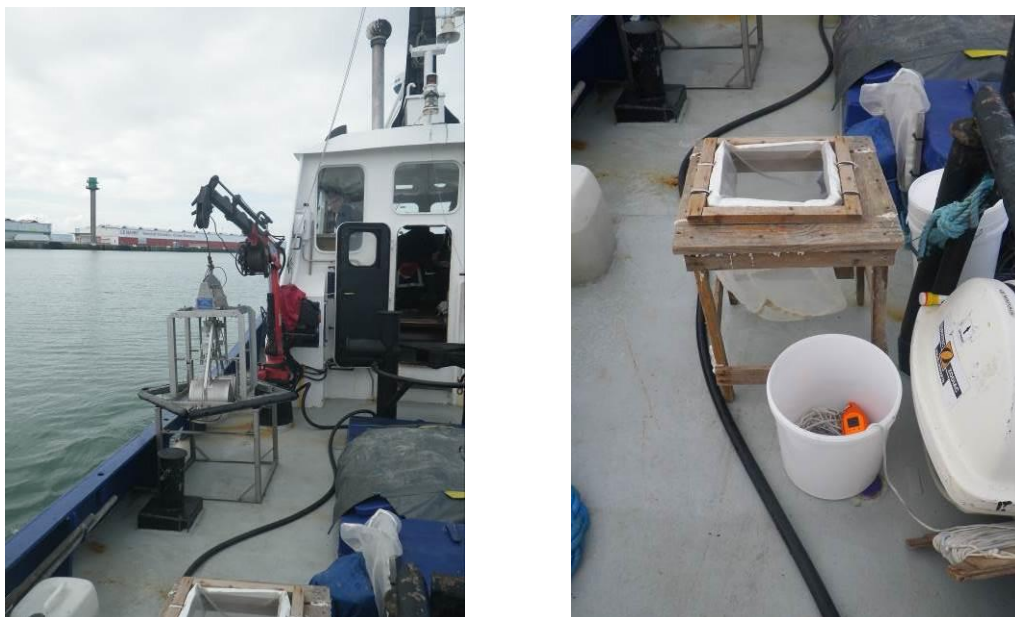


Figure 3 : Benne Smith, tamis et sonde

La météo a permis la réalisation de la mission dans de bonnes conditions. Pour chacune des stations, quatre répliquats ont été effectués dont trois pour l'analyse de la macrofaune benthique et un pour l'analyse granulométrique du sédiment. Les échantillons destinés à l'analyse de la faune benthique ont été passés sur un tamis de maille 1 mm à bord, puis mis en sac plastique et formolés (solution d'eau de mer à 6-8 % de formol). Chaque échantillon destiné à l'analyse granulométrique du sédiment a été conditionné en sac plastique puis stocké dans une glacière.

3. Analyses granulométriques

3.1 Méthodes

L'analyse granulométrique a été réalisée par tamisage à sec (tamiseuse électrique). 15 tamis de maille carrée (Norme AFNOR) ont été utilisés (Figure 4) : 64 mm, 10 mm, 6,3 mm, 5 mm, 3,15 mm, 2 mm, 1 mm, 710 μm , 500 μm , 355 μm , 250 μm , 180 μm , 125 μm , 90 μm et 63 μm .



Figure 4 : Colonne de tamis (Source : TBM)

Le protocole appliqué suit plusieurs étapes standardisées bien distinctes :

- (1) Homogénéisation du prélèvement.
- (2) Séchage du sédiment (environ 300 g) : l'échantillon est mis dans une étuve à 60°C pendant 48h (Figure 5).
- (3) Rinçage et tamisage du sédiment sur un tamis de 63 μm : le sédiment, pesé à la sortie de l'étuve, est passé sur un tamis de 63 μm . Cette étape permet l'élimination de la fraction pélique et du sel.
- (4) Séchage du sédiment : l'échantillon est mis dans une étuve à 60°C pendant 48h.
- (5) Tamisage du sédiment : le sédiment, pesé à la sortie de l'étuve, est passé sur une tamiseuse électrique (Retsch AS200 basic, 15-20 minutes à 60%) comportant une série de 15 tamis aux normes AFNOR, couvrant une gamme comprise entre 0,04 et 63 mm de vide de maille carrée.



Figure 5 : Echantillons granulométriques à l'étuve à 60°C pendant 48h (Source : TBM)

Les données brutes correspondant aux proportions des différentes classes granulométriques (Alzieu, 2003) nous ont permis :

- 1) De calculer les pourcentages des six fractions granulométriques majeures, à savoir les galets, cailloutis (≥ 64 mm) et graviers ([2 mm à 64 mm []), les sables grossiers ([500 μ m à 2 mm []), les sables moyens ([250-500 μ m []), les sables fins ([63-250 μ m []) et les vases (i.e. < 63 μ m).
- 2) D'identifier les différents habitats sédimentaires :
 - Les vases où le taux de vases est supérieur à 80%,
 - Les vases sableuses où le taux de vases est compris entre 30 et 80%,
 - Les sables fins ou envasés (15 à 30% de vase),
 - Les sables moyens où cette fraction est dominante,
 - Les sables grossiers où cette fraction est dominante,
 - Les graviers où la fraction gravier est supérieure à 20%.

3.2 Résultats

Trois analyses granulométriques ont été réalisées par saisons. Les photographies ainsi que les analyses granulométriques de tous ces points sont consultables en Annexes 1 et 2.

Les sédiments échantillonnés sont tous caractérisés par des vases (Tableau 1, Figure 6) avec des pourcentages de vases (< 63 μ m) supérieurs à 96%. Ces analyses indiquent une homogénéité des fonds.

Tableau 1 : Pourcentages granulométriques

Saisons	Stations	Gravier	Sable grossier	Sable moyen	Sable fin	Vase (< 63 μ m)
Printemps	JCV_08	0,08	0,75	0,58	0,91	97,68
	JCV_09	0,18	0,18	0,36	1,61	97,67
	JCV_10	0,00	0,88	0,22	0,37	98,53
Automne	JCV_08	0,02	0,22	0,38	2,70	96,68
	JCV_09	0,15	0,15	0,23	0,82	98,65
	JCV_10	0,00	0,44	0,61	1,09	97,86

Granulométrie

Quai Joannès Couvert - Année 2016

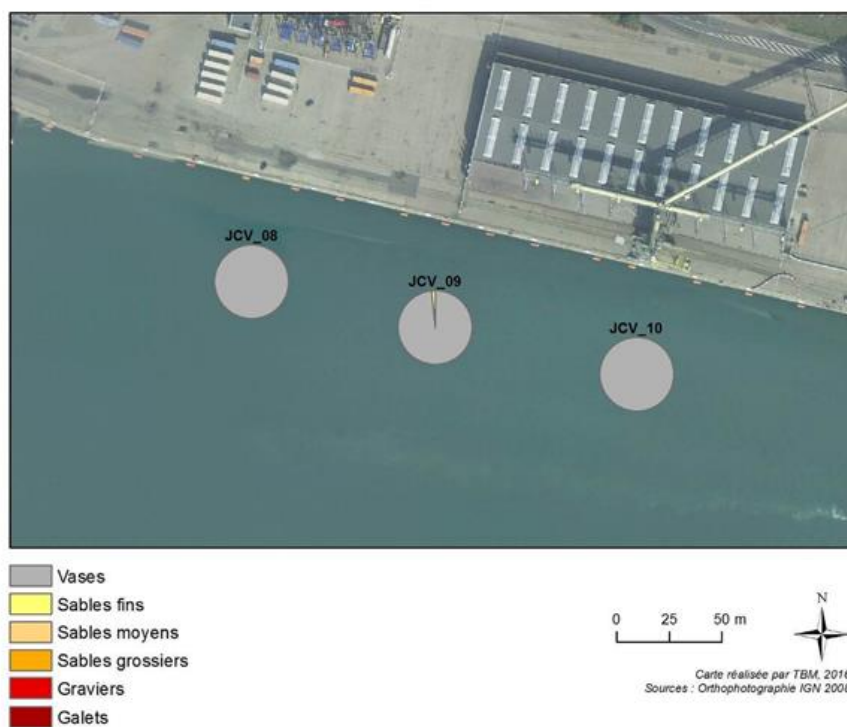


Figure 6 : Pourcentages des différentes fractions granulométriques pour le printemps et l'automne 2016

4. Macrofaune benthique

Un total de neuf échantillons (trois par station) a été prélevé lors de chaque campagne. Sur l'ensemble des échantillons analysés, 1531 individus ont été dénombrés au printemps et 3561 en automne. 25 taxons ont été identifiés au printemps et 28 en automne. Les données sont synthétisées en annexes 3 et 4.

4.1 Richesse spécifique, Abondance et Biomasse

Les figures 7 à 9 et le Tableau 2 synthétisent les résultats pour la richesse spécifique, l'abondance et la biomasse.

Au printemps, les valeurs pour la richesse spécifique sont comprises entre 10 (station JCV08) et 14 (station JCV10) espèces alors qu'elles fluctuent entre 10 et 17 espèces en automne. Les valeurs sont stables pour la station JCV09, augmentent pour la station JCV08 et diminuent pour la station JCV10.

Les abondances sont comprises entre 940 et 2600 individus par m² au printemps et entre 2513 et 5547 individus par m² à l'automne. Les valeurs sont beaucoup plus élevées en automne sur les stations JCV08 et JCV09 alors qu'elles sont stables pour la station JCV10.

Enfin, pour les biomasses les valeurs sont du même ordre de grandeur et fluctuent de 21,5 g.m² à 22,35 g.m² au printemps. En revanche, en automne les valeurs sont plus élevées et plus variables. Elles sont comprises entre 27,7 g.m² pour la station JCV10 à 42,4 g.m² pour la station JCV09.

Tableau 2 : Abondances, richesses spécifiques et biomasses moyennes, et richesses spécifiques totales pour les campagnes de printemps et d'automne 2016

Paramètres	Saisons	JCV08	JCV09	JCV10
Abondance moyenne	Printemps	940,0	1563,3	2600,0
	Automne	3810,0	5546,7	2513,3
Richesse spécifique moyenne	Printemps	10,0	14,3	13,3
	Automne	17,0	14,0	10,3
Richesse spécifique totale	Printemps	17,0	20,0	19,0
	Automne	24,0	20,0	16,0
Biomasse moyenne	Printemps	22,3	21,5	21,8
	Automne	33,8	42,4	27,7

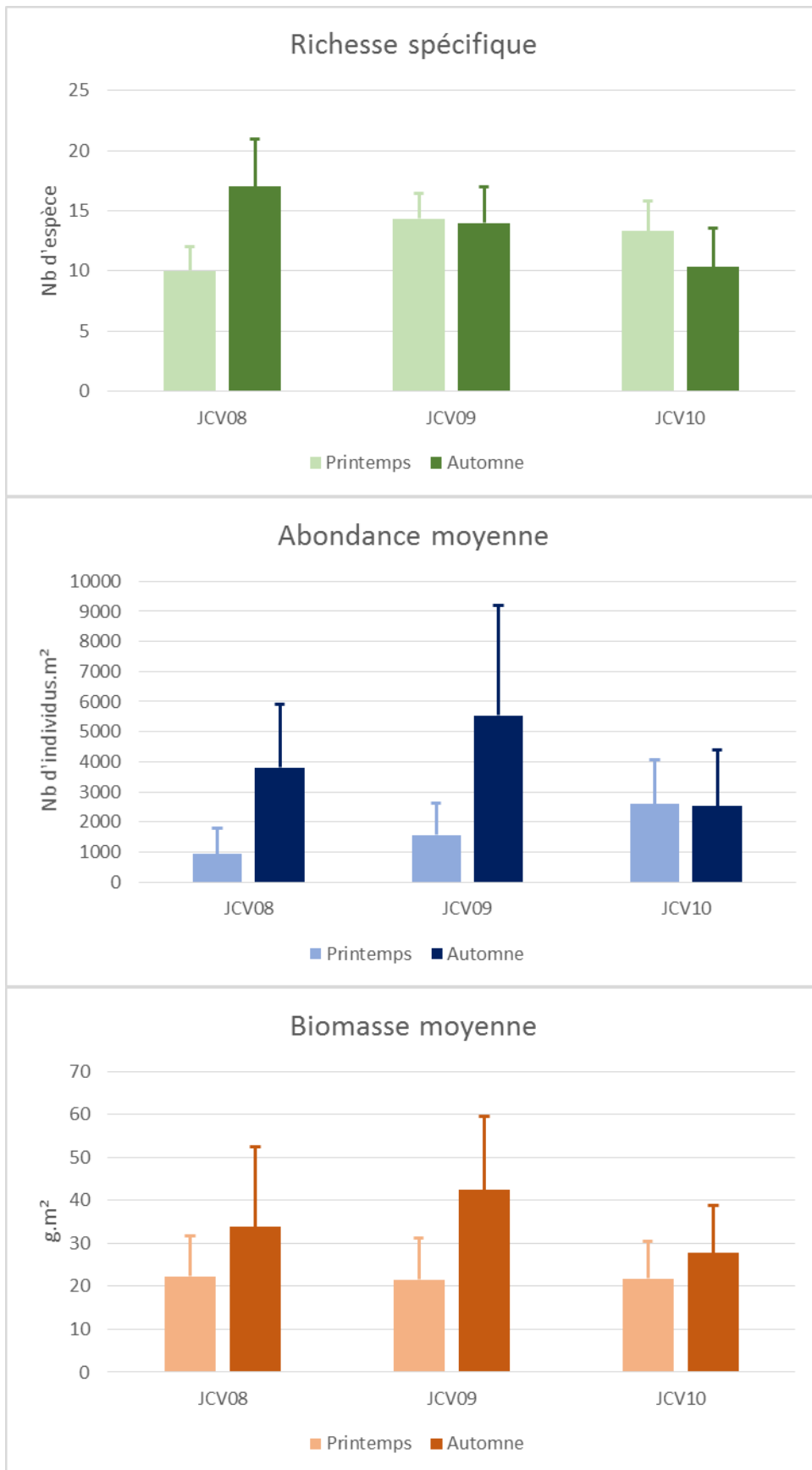
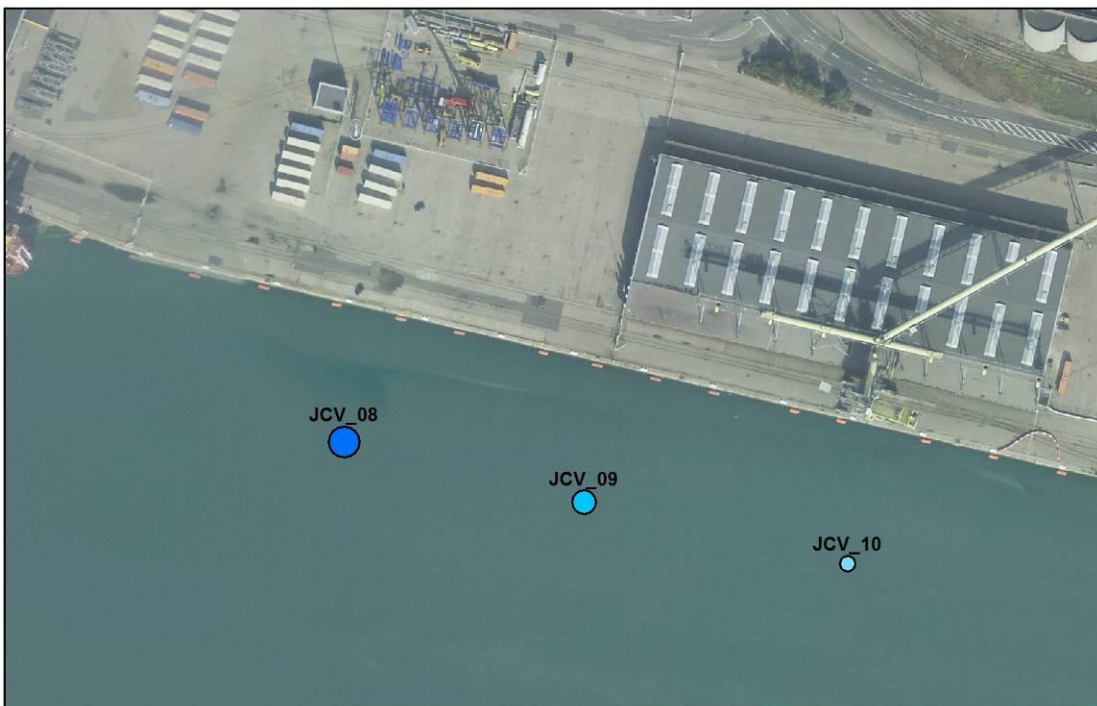
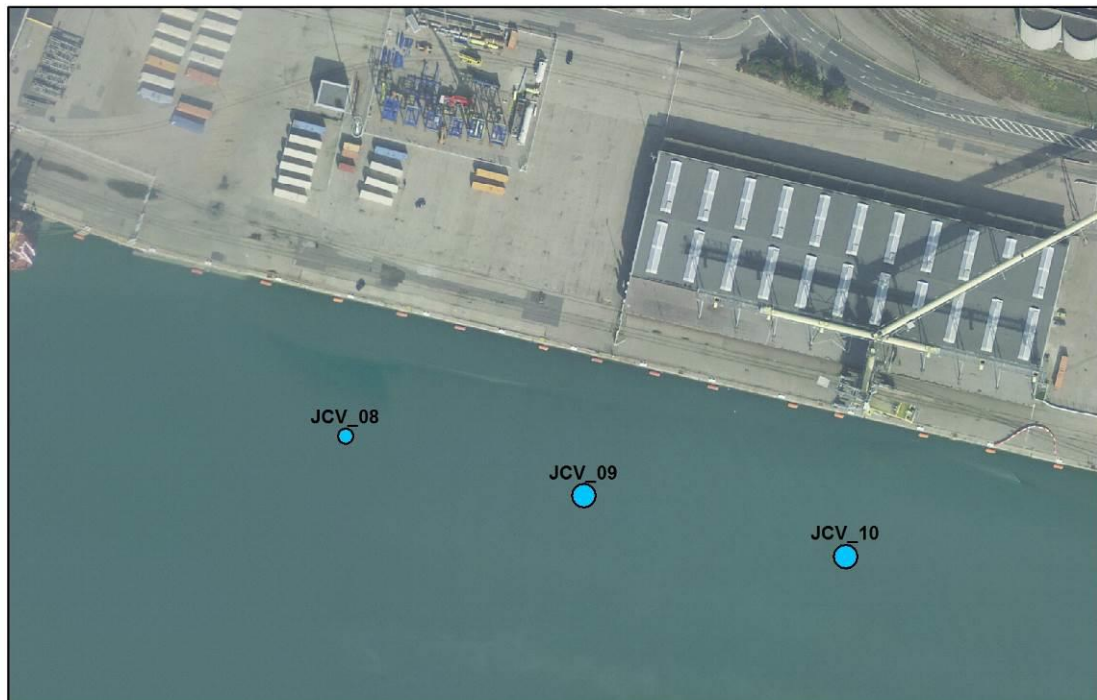





Figure 7 : Richesses spécifiques, abondances et biomasses moyennes pour les campagnes de printemps et d'automne 2016

Richesse spécifique

Quai Joannès Couvert - Année 2016



Richesse spécifique moyenne (nb d'espèces/réplikat)

-  1 - 10
-  11 - 15
-  16 - 22

0 25 50 m

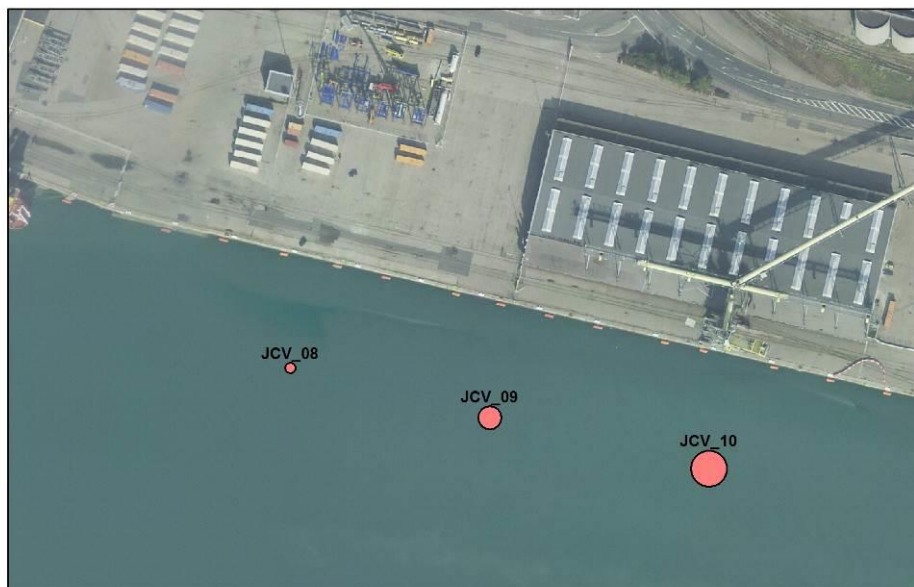


Carte réalisée par TBM, 2016
Sources : Orthophotographie IGN 2008

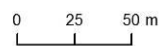
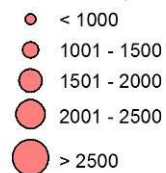
Figure 8 : Richesse spécifique moyenne pour les campagnes de printemps et d'automne 2016

Abondance moyenne

Quai Joannès Couvert - Année 2016



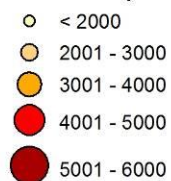
Abondance moyenne (nb d'ind/m²)



Carte réalisée par TBM, 2016
Sources : Orthophotographie IGN 2008



Abondance moyenne (nb d'ind/m²)



Carte réalisée par TBM, 2016
Sources : Orthophotographie IGN 2008

Figure 9 : Abondance moyenne (Nombre d'individus par m²) pour les campagnes de printemps et d'automne 2016

4.2 Groupes taxonomiques

En termes de richesse spécifique (Figure 10 et Figure 12), les proportions sont similaires entre les trois stations au printemps et à l'automne. Les groupes des mollusques et des polychètes y sont les plus diversifiés.

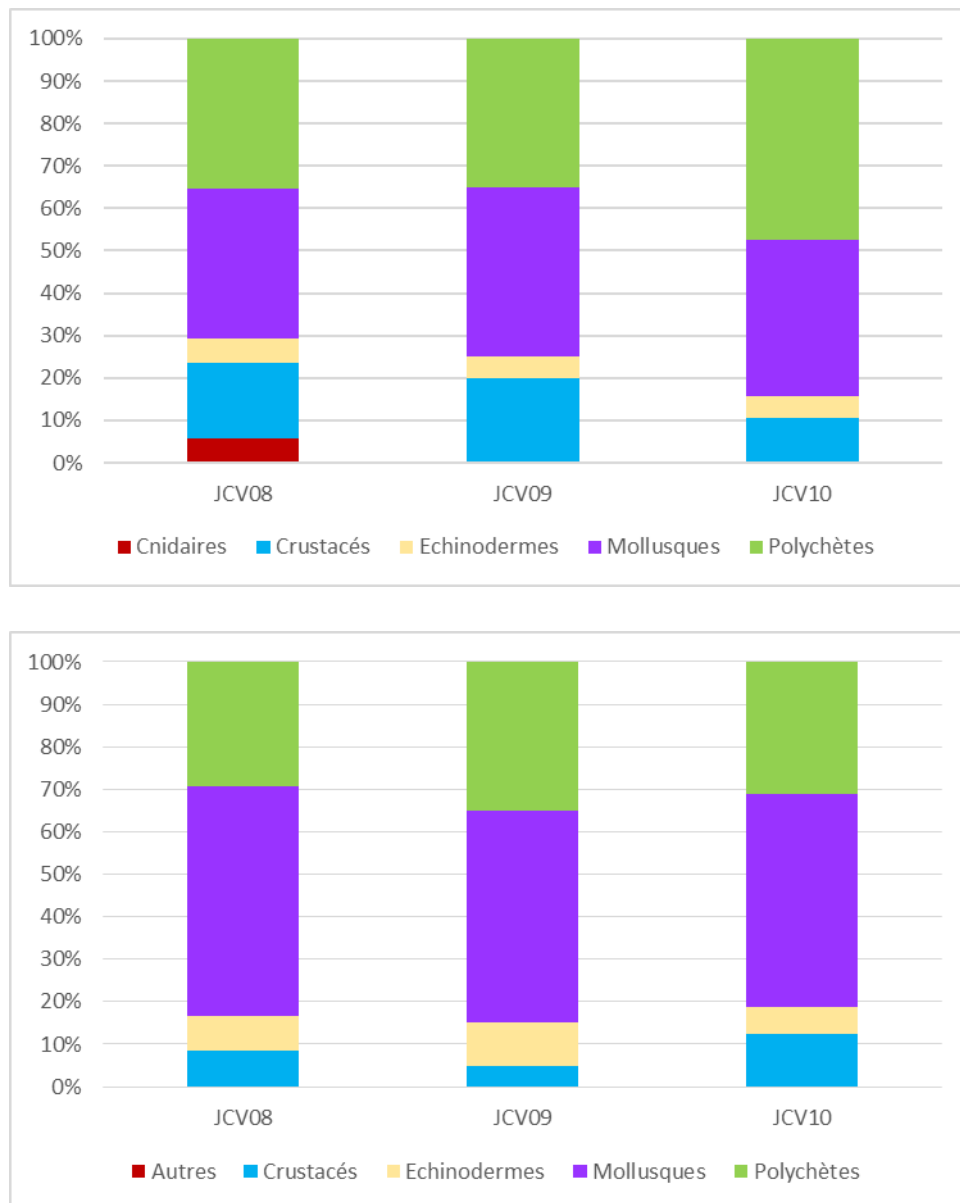


Figure 10 : Groupes taxonomiques en termes de richesse spécifique pour les campagnes de printemps et d'automne 2016

Au printemps et à l'automne, aucune variabilité n'est à noter sur l'abondance. Cependant des variabilités entre les deux saisons observées. En effet, les échantillons sont largement dominés par les polychètes au printemps et par les mollusques à l'automne (Figure 11 et Figure 13).

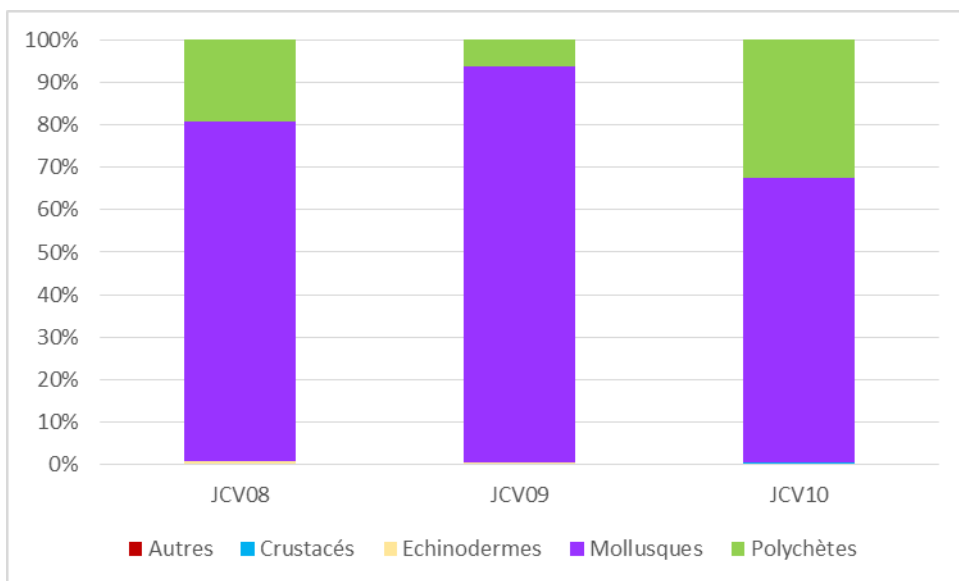
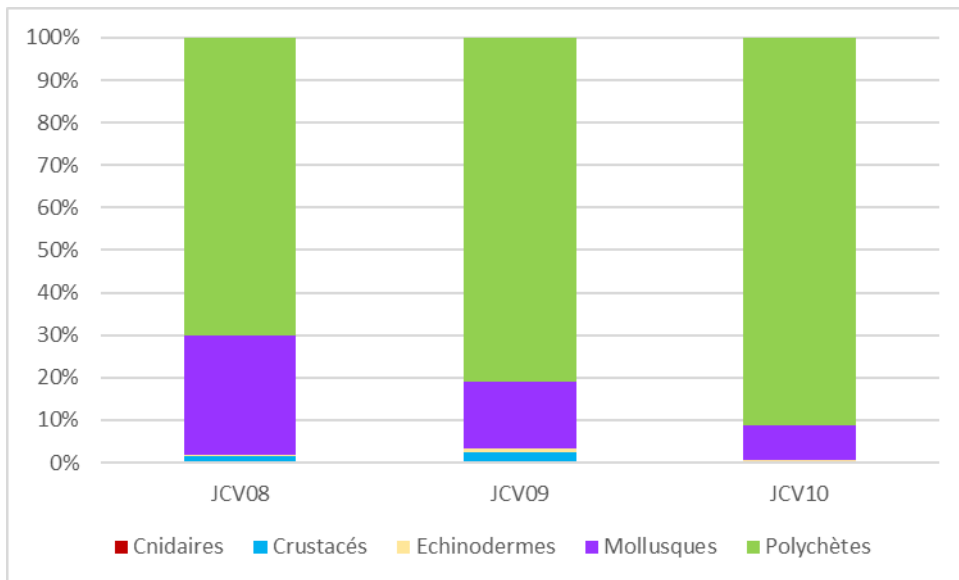


Figure 11 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance

Pourcentages des différents groupes taxonomiques en termes de richesses spécifiques

Quai Joannès Couvert - Année 2016

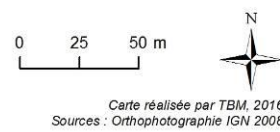
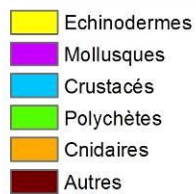
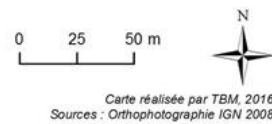
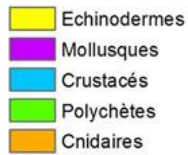


Figure 12 : Groupes taxonomiques en termes de richesse spécifique pour les campagnes de printemps et d'automne 2016

Pourcentages des différents groupes taxonomiques en termes d'abondances

Quai Joannès Couvert - Année 2016

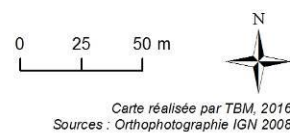
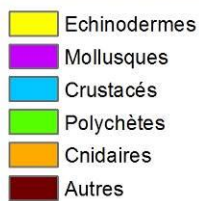
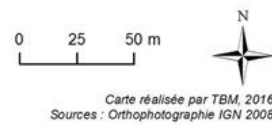
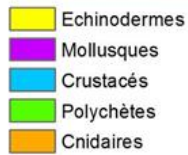


Figure 13 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance pour les campagnes de printemps et d'automne 2016

4.2 Assemblages faunistiques

4.2.1 Méthodologie

Des analyses multivariées ont été utilisées sur les données faunistiques. Une méthode d'analyse et de représentation de la structure des peuplements à partir d'une matrice « espèces-stations » a été mise en œuvre pour identifier des assemblages faunistiques correspondant respectivement à des groupements de stations « biologiquement homogènes » à un certain degré de similarité. Au préalable, les données relatives aux espèces ont subi une transformation $\log(x+1)$ pour diminuer le poids des espèces fortement représentées.

Une méthode de groupement hiérarchique, la Classification Ascendante Hiérarchique (C.A.H.), a été effectuée pour visualiser les regroupements de nature similaire. Les regroupements sont interprétés selon les caractéristiques de ces peuplements et les paramètres environnementaux connus dans les différentes stations. Les C.A.H. sont réalisées en prenant la distance euclidienne pour les données environnementales et l'indice de similarité de Bray-Curtis pour les données faunistiques. Le logiciel utilisé est PRIMER (version 6). Après la détermination des groupements d'échantillons biologiques issus des méthodes multivariées, la procédure SIMPER du logiciel est utilisée pour identifier les espèces influentes en comparant les groupements d'échantillons deux à deux (Clarke et Warwick, 2001). Cette procédure permet d'identifier plus précisément les espèces les plus discriminantes pour expliquer l'ordination et les regroupements observés. Cette procédure n'est pas une méthode statistique inférentielle (ANOVA, Kruskal-Wallis, etc.) mais au contraire une méthode exploratoire.

4.2.2 Résultats

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) isole 2 groupes statistiquement différents (test SIMPROFF) (Figure 14). L'assemblage **1** est constitué de tous les échantillons de la campagne d'automne sauf un réplicat de la station JCV10. L'assemblage **2** regroupe tous les réplicats de la campagne de printemps et un réplicat de la station JCV10.

Le groupe 1 est caractérisée principalement par des mollusques bivalves *Abra alba*, *Cerastoderma edule* et *Nucula nitidosa* (Procédure SIMPER, Tableau 3, Figure 15).

L'espèce dominante du groupe 2.1 est le polychète *Euchone limnicola* (Tableau 3, Figure 15). Les espèces caractéristiques du groupe 2.2 sont les polychètes *Euchone limnicola* et *Phyllodoce mucosa* et les mollusques *Nucula nitidosa* et *Abra alba*.

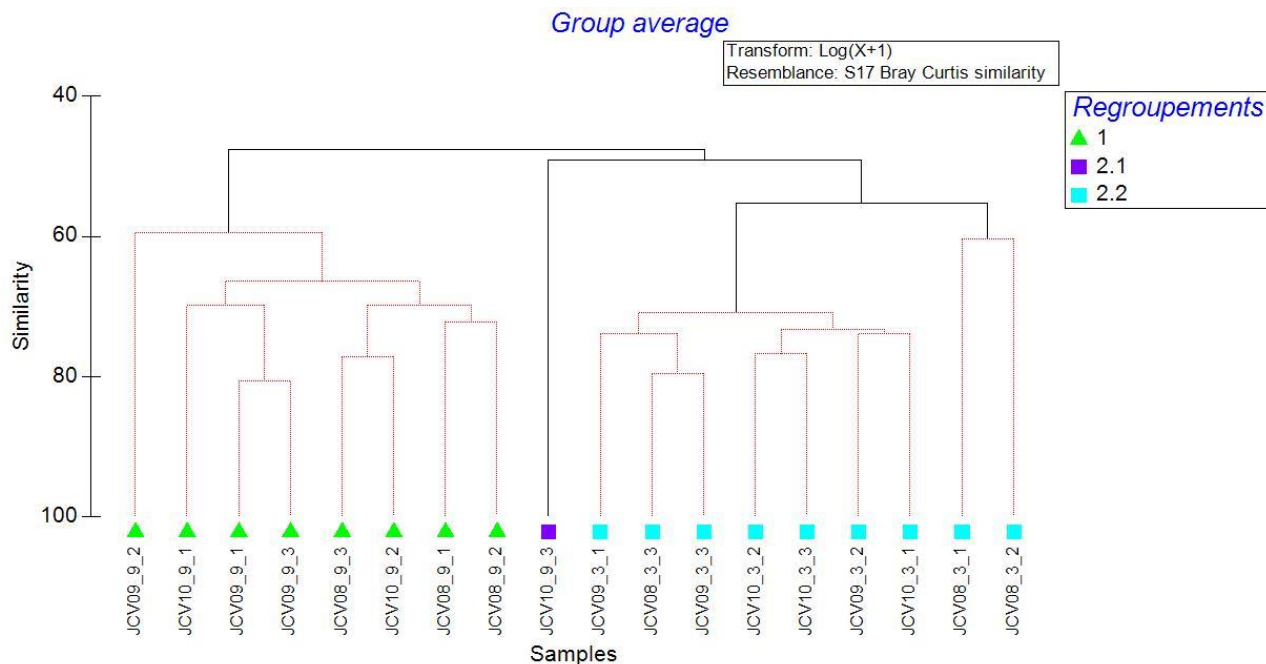


Figure 14 : CAH sur les abondances transformées en Log (x + 1)

Tableau 3: Espèces caractéristiques pour les groupes obtenus lors de la CAH (Figure 14). A) Pour le regroupement 2, les pourcentages de similarité sont indiqués pour chaque groupe ainsi que les contributions cumulatives pour chaque espèce pour la procédure SIMPER. B) Dominance des espèces du regroupement 1.

A) Procédure SIMPER

Regroupements	Similarité	Espèces	Contribution cumulative à la similarité
1	66,59	<i>Abra alba</i>	23,5
		<i>Cerastoderma edule</i>	37,6
		<i>Nucula nitidosa</i>	48,6
		<i>Nephtys hombergii</i>	58,9
		<i>Euchone limnicola</i>	67,4
2.2	65,53	<i>Euchone limnicola</i>	24,31
		<i>Nucula nitidosa</i>	41,84
		<i>Chaetozone gibber</i>	55,99
		<i>Phyllodoce mucosa</i>	68,29
		<i>Abra alba</i>	77,72

B) Dominance du regroupement 2.1

JCV10_3	Effectif	Pourcentage
<i>Euchone limnicola</i>	81	63%
<i>Cerastoderma edule</i>	22	17%
<i>Chaetozone gibber</i>	12	9%
<i>Abra alba</i>	6	5%
<i>Pholoe baltica</i>	4	3%
<i>Corbula gibba</i>	2	2%
<i>Abra prismatica</i>	1	1%
<i>Ampelisca brevicornis</i>	1	1%

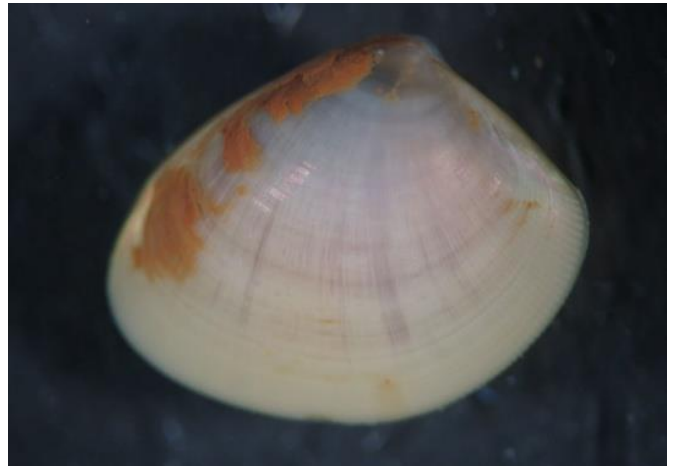


Figure 15 : Espèces caractéristiques des échantillons : *Euchone limnicola*, *Nephys hombergii*, *Phyllodoce mucosa*, *Abra alba* et *Nucula nitidosa*

4.3 Groupes écologiques et AMBI

4.3.1 Méthodologie

L'objectif du calcul de ce type d'indice est d'estimer l'état de santé du milieu et ses modifications éventuelles grâce à des groupes d'espèces dont la présence / absence et l'abondance relative témoignent de déséquilibres au sein des peuplements (Alzieu, 2003).

L'indice de qualité du milieu se fonde sur la distinction, au sein de la macrofaune benthique, de cinq groupes écologiques regroupant des espèces ayant en commun une sensibilité similaire vis-à-vis de la matière organique en excès et face au déficit éventuel d'oxygène résultant de sa dégradation. Cinq groupes écologiques de polluto-sensibilités différentes ont été identifiés par Hily (1984) et complétés par de nombreux auteurs (Borja et al., 2000, etc.). Ils sont définis comme suit :

- **groupe écologique I** : espèces sensibles à une hypertrophisation. Elles disparaissent les premières lorsqu'il y a hypertrophisation du milieu,
- **groupe écologique II** : espèces indifférentes à une hypertrophisation. Ce sont des espèces peu influencées par une augmentation de la quantité de la matière organique,
- **groupe écologique III** : espèces tolérantes à une hypertrophisation. Elles sont naturellement présentes dans les vases ; comme leur prolifération est stimulée par un enrichissement du milieu, elles sont alors un indice du déséquilibre du système,
- **groupe écologique IV** : espèces opportunistes de second ordre. Ce sont des petites espèces à cycle court (< 1an) abondantes dans les sédiments réduits des zones polluées,
- **groupe écologique V** : espèces opportunistes de premier ordre. Ce sont des déposivores, proliférant dans les sédiments réduits.

La Figure 16 illustre l'évolution des groupes écologiques en fonction d'une perturbation croissante liée à un enrichissement en matière organique.

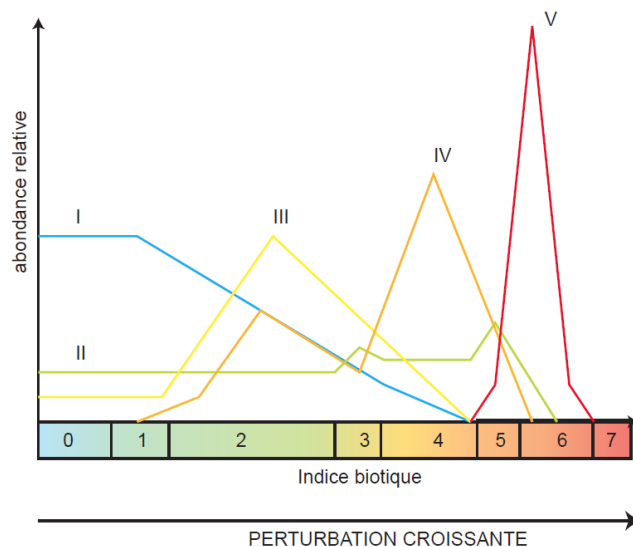


Figure 16 : Modèle des indices biotiques (groupes écologiques notés en chiffres romains) (D'après Grall et Coïc, 2006).

Le Coefficient Benthique (CB ou AMBI) a été créé par Borja et *al.* (2000). Il consiste à pondérer le pourcentage de chaque groupe écologique présent par le poids de sa contribution dans la représentation du niveau de perturbation :

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

Cette formule a l'avantage de transformer l'indice en variable continue, permettant l'utilisation de tests statistiques pour en vérifier la validité. De plus, il permet de s'affranchir de la subjectivité pour attribuer une valeur lorsque deux groupes écologiques sont en proportions équivalentes. Le Tableau 4 indique les correspondances entre les valeurs de l'indice AMBI et l'état de santé des communautés benthiques.

Tableau 4 : Valeurs d'AMBI et état de santé des communautés benthiques (selon Borja et al, 2000)

AMBI	Groupe Ecologique Dominant	Classification de la pollution	État de santé
$0,0 < AMBI \leq 1,2$	I	Normal	Très bon
$1,2 < AMBI \leq 3,3$	III	Légèrement pollué, état transitoire	Bon
$3,3 < AMBI \leq 4,3$		Modérément pollué	Moyen
$4,3 < AMBI \leq 5,5$	IV-V	Gravement pollué	Médiocre
$5,5 < AMBI \leq 7$	V	Azoïque	Mauvais

4.3.2 Résultats

La Figure 17 et la Figure 18 détaillent les pourcentages des groupes écologiques représentés lors des deux campagnes

Les stations sont dominées par des espèces des groupes écologiques III (Espèces tolérantes à l'hypertrophisation). De faibles pourcentages pour le groupe écologique IV sont observés (valeurs comprises entre 5 et 9% au printemps et entre 1 et 5% à l'automne. Enfin, aucune espèce du groupe écologique V n'a été inventoriée lors de cette étude.



Figure 17 : Groupes écologiques pour les campagnes de printemps et d'automne 2016

Les résultats pour l'AMBI sont présentés dans le Tableau 5. Les valeurs sont comprises entre 2,05 et 2,88 au printemps et entre 2,77 et 2,82 en automne. Ce qui illustre la présence d'un état de santé « bon » pour les deux saisons.

Tableau 5 : AMBI, Etats écologiques et degrés de pollution

Saisons	Stations	AMBI	Etat écologique	Pollution
Printemps	JCV08	2,05	Bon	Légèrement pollué
	JCV09	2,59	Bon	Légèrement pollué
	JCV10	2,88	Bon	Légèrement pollué
Automne	JCV08	2,81	Bon	Légèrement pollué
	JCV09	2,77	Bon	Légèrement pollué
	JCV10	2,82	Bon	Légèrement pollué

Groupes écologiques

Quai Joannès Couvert - Année 2016

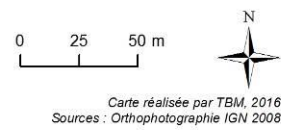
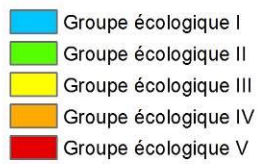
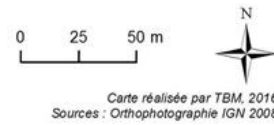
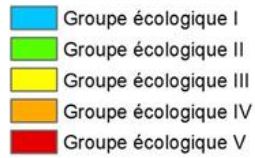


Figure 18 : Groupes écologiques pour les campagnes de printemps et d'automne 2016

5. Discussion

Les prélèvements réalisés dans cette étude indiquent une zone homogène du point de vue sédimentaire. Ainsi, les stations sont caractérisées par des vases avec des pourcentages supérieurs à 95%. Ce sont des vases molles à compactes avec de la crème de vase en surface. Ces observations confirment les résultats précédents dans la zone d'étude (Dancie, 2013) ou dans les bassins de marée (Dancie et al., 2011). En effet, cette zone, grâce aux digues de protection, est abritée de la houle et permet donc le dépôt de particules fines mais également des éléments polluants. Cependant, aucun signe d'anoxie n'a été observé ce qui peut s'expliquer par de nombreuses opérations de dragage d'entretien qui ont lieu dans le secteur d'étude.

Concernant la faune benthique, les richesses spécifiques sont comprises entre 17 et 24 espèces. Cette gamme de valeur est similaire à des études précédentes (ancien bassin aux Pétroles et le bassin Coty, Dancie et al., 2011 ; quai Joannès, Dancie, 2013) où les valeurs habituellement observées sont comprises entre 19 et 26 espèces mais légèrement plus faible que celles mesurées dans le bassin Théophile Ducrocq le long du quai Mazeline (valeurs entre 28 et 38 espèces, Dancie et al., 2012).

Les densités sont comprises entre 940 individus.m² et 5547 individus.m². Des différences saisonnières sont mises en évidence. En effet, les valeurs les plus fortes sont observées en septembre. Ces valeurs plus élevées sont principalement dues à la présence de mollusques bivalves. En termes d'évolution, les valeurs sont assez proches de celles de 2012 mais bien supérieures à celles de 2013 dans le même secteur d'étude. Ces remarques peuvent également être faites pour la biomasse où les valeurs de 2016 sont proches de celles de 2012. Ainsi, des variabilités saisonnières et interannuelles sont mises en évidence.

En revanche, en termes de peuplement, le cortège d'espèces observé reste relativement stable et appartient à la communauté à *Abra alba*. Des différences en fonction de la dominance des espèces présentes sont néanmoins observées. Ainsi, en mars, les peuplements sont dominés par le polychète *Euchone limnicola* et le mollusque *Nucula nitidosa* alors qu'en septembre ce sont les mollusques *Abra alba*, *Cerastoderma edule* et *Nucula nitidosa* qui sont les espèces majoritaires. De plus, l'ensemble des espèces observées ont toutes des affinités vasicoles et sont pour la grande majorité courante dans le secteur d'étude. Toutefois, *Euchone limnicola* est signalé pour la première fois sur les côtes françaises de la Mer du Nord, dans le Grand Port Maritime de Dunkerque en 2015 (Guyonnet et al., 2016). Sa présence dans les bassins du Grand Port Maritime du Havre était fortement envisagée et elle est désormais avérée. La présence d'*Euchone rosea* dans des prélèvements en 2013 (Dancie et al., 2013) dans un secteur très proche de celui étudié suggère une

installation plus récente. Ainsi, l'installation d'organismes exotiques dans les ports n'est pas un phénomène nouveau et de nouvelles espèces restent à découvrir.

L'état de santé des stations est, d'après l'indice AMBI, « BON ». Cet indice indique la présence d'espèces tolérantes à l'hypertrophisation (groupe écologique 3). Dans ces milieux hypertrophiques, des hypoxies voire des anoxies peuvent se produire induisant des stress importants des peuplements benthiques. Même si aucune espèce du groupe écologique 5 n'a été observée des espèces opportunistes du groupe 4 sont en revanche échantillonnées, comme le polychète *Chaetozone gibber*. Les valeurs pour l'indice AMBI et l'absence d'espèce du groupe écologique 5 indiquent que l'apport de polluant y est modéré. En effet, les espèces benthiques intègrent et mémorisent l'essentiel des composantes environnementales et sont bien de véritables indicateurs du degré de dégradation du milieu (Grall et al. 2003 in Alzieu, 2003). La bonne santé écologique de cette zone portuaire va dépendre de la qualité des eaux provenant des bassins versants et des rejets des effluents urbains, agricoles et industriels dans le milieu marin. Ces rejets constituent une des sources importantes de dégradation des biocénoses marines côtières du fait des apports de matière organique, d'éléments nutritifs et de contaminants chimiques et microbiens (Dauvin, 1997).

Bibliographie

Alzieu C. (coord.), 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion, IFREMER, 248p.

Borja A., Franco J., Pérez V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40 (12) : 1100-1114.

Dancie, C., Chaignon, C., Cramet, F., Mangane, A., 2011. Etude biosédimentaire de l'ancien bassin aux Pétroles – Etat initial Hiver 2011. Rapport CSLN/GPMH, 25p. + annexes.

Dancie, C., Chaignon, C., Cramet, F., Mangane, A., 2011. Etude biosédimentaire du bassin René Coty, Quai de Liaison Atlantique/Amériques – Etat initial Hiver 2011. Rapport CSLN/GPMH, 26p. + annexes.

Dancie, C., Chaignon, C., Dubut, S., Gavalda, M., Le Thoer, D., 2012. Etude de l'endobenthos des bassins à marée du port du Havre. Rapport de la campagne de printemps 2012. Rapport CSLN/Port Vivant/Ecotox, 29p. + annexes.

Dancie, C., 2013. Etude biosédimentaire de trois stations de prélèvement dans un bassin à marée du port du Havre – Campagne d'automne 2013. Rapport CSLN/GPMH, 28p. + annexes.

Dauvin J. C. (coord), 1997. Les Biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord, synthèse, menaces et perspectives. Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie. Service du Patrimoine naturel/IEBG/MNHN, Paris, 376pp.

Guyonnet, B., Borg, D., 2016. Premier signalement de l'espèce introduite *Euchone limnicola* Reish, 1959 (Polychaeta : Sabellidae) sur les côtes françaises de Mer du Nord (Grand Port Maritime de Dunkerque). *An aod –les cahiers naturalistes de l'Observatoire marin*, vol. IV(2), 15-23.

Hily, C., 1984. Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hypertrophiques de la Rade de Brest. *Thèse de Doctorat d'Etat*, Université de Bretagne Occidentale, Brest.

Listes des figures et des tableaux

FIGURES

Figure 1 : Localisation des stations de prélèvements biosédimentaires	4
Figure 2 : Quai Joannès secteur A	5
Figure 3 : Benne Smith, tamis et sonde	6
Figure 4 : Colonne de tamis (Source : TBM)	7
Figure 5 : Echantillons granulométriques à l'étuve à 60°C pendant 48h (Source : TBM).....	8
Figure 6 : Pourcentages des différentes fractions granulométriques pour le printemps et l'automne 2016.....	9
Figure 7 : Richesses spécifiques, abondances et biomasses moyennes pour les campagnes de printemps et d'automne 2016.....	11
Figure 8 : Richesse spécifique moyenne pour les campagnes de printemps et d'automne 2016	12
Figure 9 : Abondance moyenne (Nombre d'individus par m ²) pour les campagnes de printemps et d'automne 2016	13
Figure 10 : Groupes taxonomiques en termes de richesse spécifique pour les campagnes de printemps et d'automne 2016.....	14
Figure 11 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance	15
Figure 12 : Groupes taxonomiques en termes de richesse spécifique pour les campagnes de printemps et d'automne 2016.....	16
Figure 14 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance pour les campagnes de printemps et d'automne 2016	17
Figure 14 : CAH sur les abondances transformées en Log (x + 1).....	19
Figure 15 : Espèces caractéristiques des échantillons : <i>Euchone limnicola</i> , <i>Nephtys hombergii</i> , <i>Phyllodoce mucosa</i> , <i>Abra alba</i> et <i>Nucula nitidosa</i>	20
Figure 16 : Modèle des indices biotiques (groupes écologiques notés en chiffres romains) (D'après Grall et Coïc, 2006).....	22
Figure 17 : Groupes écologiques pour les campagnes de printemps et d'automne 2016	23
Figure 18 : Groupes écologiques pour les campagnes de printemps et d'automne 2016	25

TABLEAUX

Tableau 1 : Pourcentages granulométriques	8
Tableau 2 : Abondances, richesses spécifiques et biomasses moyennes, et richesses spécifiques totales pour les campagnes de printemps et d'automne 2016.....	10
Tableau 3: Espèces caractéristiques pour les groupes obtenus lors de la CAH (Figure 14). A) Pour le regroupement 2, les pourcentages de similarité sont indiqués pour chaque groupe ainsi que les contributions cumulatives pour chaque espèce pour la procédure SIMPER. B) Dominance des espèces du regroupement 1.	19
Tableau 4 : Valeurs d'AMBI et état de santé des communautés benthiques (selon Borja et al, 2000)	22
Tableau 5 : AMBI, Etats écologiques et degrés de pollution	24