



Accord cadre Port de Saint-Malo-Terminal du Naye.
Réalisation d'études scientifiques,
environnementales, socio-économiques,
architecturales, paysagères et urbaines

« Lot N 1 : Etudes naturalistes et
environnementales »

Marché subséquent N°2 :
Etude endofaune benthique, macroalgues
subtidales, herbiers



ÉTUDE ENDOFAUNE BENTHIQUE

Date : Septembre 2019



SOMMAIRE

1	Contexte et objectifs de l'étude	4
2	Présentation de l'équipe	5
3	Matériel et méthodes	5
3.1	<i>Stations de prélèvement.....</i>	5
3.2	<i>Réalisation des prélèvements</i>	5
3.1	<i>Positionnement.....</i>	6
3.2	<i>Analyses granulométriques</i>	9
3.3	<i>Analyses de matière organique.....</i>	10
3.4	<i>Analyses biologiques.....</i>	10
3.4.1	<i>Stockage et tri des échantillons.....</i>	10
3.4.2	<i>Détermination.....</i>	11
3.4.3	<i>Richesse, abondances et groupes taxonomiques</i>	11
3.4.4	<i>Assemblages faunistiques</i>	11
3.4.5	<i>Indices de qualité du milieu.....</i>	12
4	Résultats.....	14
4.1	<i>Granulométrie.....</i>	14
4.2	<i>Matière organique.....</i>	17
4.3	<i>Richesse spécifique et abondance.....</i>	17
4.4	<i>Groupes taxonomiques</i>	24
4.5	<i>Assemblages faunistiques.....</i>	30
4.6	<i>Indices de qualité du milieu.....</i>	33
5	Conclusion	38
6	Bibliographie	40

Liste des figures

Figure 1 : Chalutier Louis Fage (cliché TBM).....	6
Figure 2 : Benne Day (cliché TBM).....	6
Figure 3 : Plan d'échantillonnage.....	7
Figure 4 : Echantillon sorti de l'eau (gauche) – conditionné pour la granulométrie (droite)	8
Figure 5 : Colonne de tamis (Cliché TBM).....	9
Figure 6 : Echantillons granulométriques à l'étuve (Cliché TBM).....	9
Figure 7 : Proportions des différentes fractions granulométriques en Septembre 2018	14
Figure 8 : Proportions des différentes fractions granulométriques en Avril 2019	14
Figure 9 : Fractions granulométriques pour les échantillons de septembre 2018	15
Figure 10 : Fractions granulométriques pour les échantillons d'avril 2019.....	16
Figure 11 : Pourcentages de matière organique pour les échantillons de septembre 2018 et d'avril 2019	17
Figure 11 : Richesses spécifiques moyennes (nbre d'espèces/m ²)	19
Figure 12 : Abondances moyennes (nbre d'ind/ m ²)	19
Figure 13 : Richesses spécifiques moyennes en Septembre 2018	20
Figure 14 : Richesses spécifiques moyennes en Avril 2019	21
Figure 15 : Abondances moyennes en Septembre 2018	22
Figure 16 : Abondances moyennes en Avril 2019	23
Figure 17 : Groupes taxonomiques en termes de richesses en septembre 2018	24
Figure 18 : Groupes taxonomiques en termes de richesses en avril 2019.....	24
Figure 19 : Groupes taxonomiques en termes d'abondances en septembre 2018.....	25
Figure 20 : Groupes taxonomiques en termes d'abondances en avril 2019.....	25
Figure 21 : Groupes taxonomiques en termes de richesse en septembre 2018	26
Figure 22 : Groupes taxonomiques en termes de richesse en avril 2019	27
Figure 23 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance en septembre 2018	28
Figure 24 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance en avril 2019	29
Figure 25 : CAH réalisée sur les abondances moyennes	32
Figure 26 : Pourcentages des groupes écologiques pour septembre 2018	34
Figure 27 : Pourcentages des groupes écologiques en avril 2019	34
Figure 28 : Répartition de l'abondance selon les groupes écologiques en septembre 2018	36
Figure 29: Répartition de l'abondance selon les groupes écologiques en avril 2019	37

Liste des tableaux

Tableau 1 : Correspondances entre valeurs de l'AMBI et état écologique DCE.....	13
Tableau 2 : Espèces caractéristiques des différents regroupements de la CAH.....	31
Tableau 3 : Indices AMBI en Septembre 2018 et Avril 2019.....	35

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

La Région Bretagne et la ville de Saint-Malo envisagent de mener des opérations d'aménagement portuaires.

Le premier projet concerne le port des Sablons géré par la Ville de Saint Malo. Il connaît aujourd'hui des installations vieillissantes et une saturation de sa capacité d'accueil. Les travaux envisagés doivent permettre de moderniser les installations et développer la capacité du plan d'eau et des services associés.

Le second projet, porté par la Région Bretagne, consiste en la modernisation du terminal Ferry du Naye. Ce dernier n'est plus en capacité d'accueillir de manière satisfaisante les nouveaux ferries, aux dimensions et capacités plus importantes que les navires datant de la construction du poste le plus récent (1998). Il est également nécessaire d'optimiser la gestion des espaces fret et passagers sur le terminal.

L'analyse des peuplements vivants dans les sédiments est devenue aujourd'hui indispensable pour évaluer les conditions environnementales dans les milieux marins ou estuariens. Cette étude présente les résultats de caractérisation des peuplements benthiques au niveau de 12 stations (Figure 3), dans le but d'établir un état de référence qui pourra être suivi ultérieurement.

2 PRESENTATION DE L'EQUIPE

- Benjamin Guyonnet : Coordination, rédaction, expertise taxonomique, missions de terrain.
- Aurélie Jolivet : Relecture.
- Mélia Decombe : Missions de terrain, analyses en laboratoire.
- Lucie Schuck : Missions de terrain, analyses en laboratoire.
- Lise Latry : expertise taxonomique.
- Arthur Chauvaud : Analyses en laboratoire.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Stations de prélèvement

Pour la réalisation de cette étude, 12 stations (STM 1 à STM 12) ont été étudiées (Figure 3). En raison du cycle de vie des organismes benthiques, la saison d'échantillonnage a une forte influence sur les résultats de richesse spécifique et d'abondance. Les 12 stations ont donc été échantillonnées en automne 2018 puis au printemps 2019. En 2019, deux stations (STM 13 et STM 14) ont été ajoutées en rapport avec l'étude des herbiers de zostères (rapport distinct). L'emplacement des stations a été choisi en fonction des zones potentiellement impactées par les projets et dans le but d'obtenir des stations de référence pour le suivi ultérieur.

3.2 Réalisation des prélèvements

Les opérations à la mer se sont déroulées le 13/09/2018 (coefficient de marée de 92, Basse Mer à 17h23) et le 04/04/2019 (coefficient de marée de 83, Basse Mer à 14h37) depuis le port de Saint-Malo, à bord du navire Louis Fage (Figure 1). Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une benne Day (prélèvements de 0,1 m²) (Figure 2) dans de bonnes conditions météorologiques.



Figure 1 : Chalutier Louis Fage (cliché TBM)



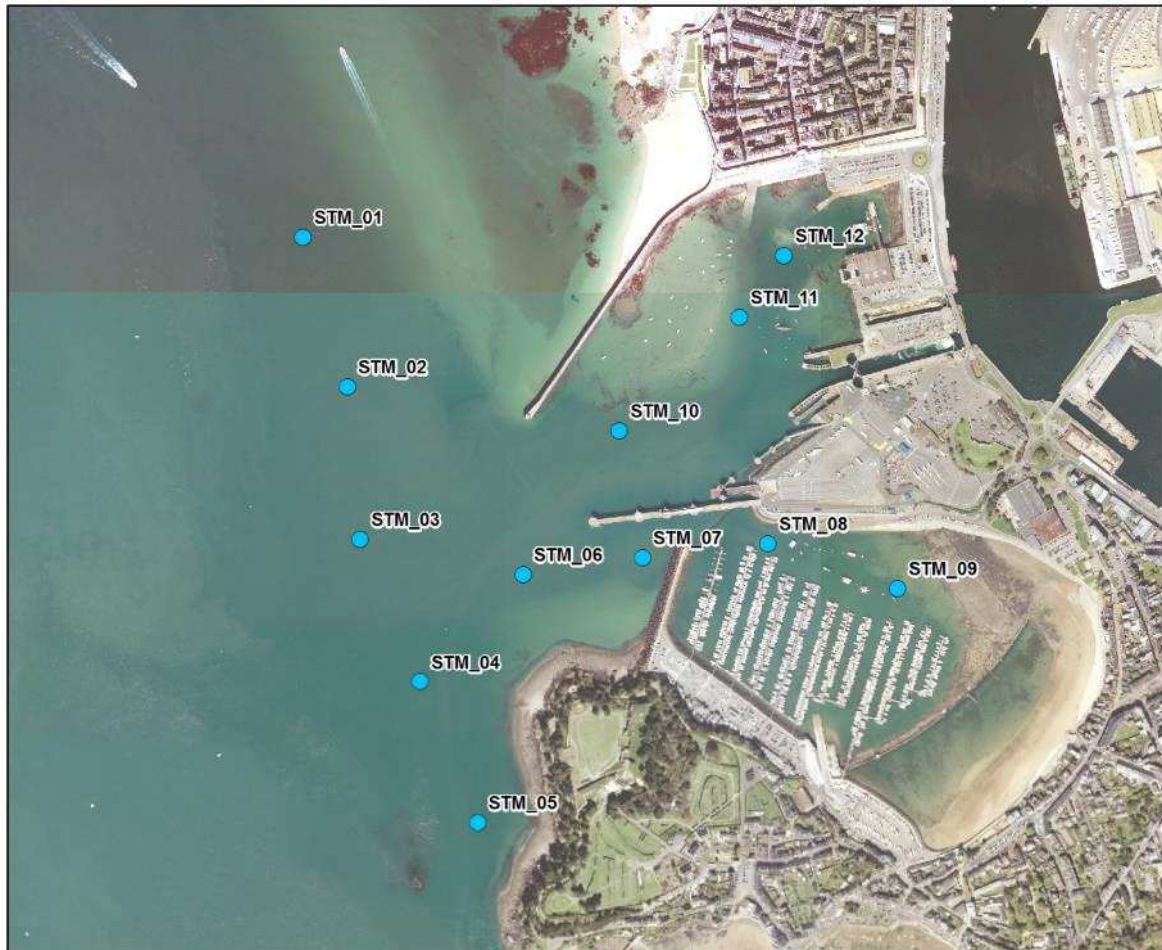
Figure 2 : Benne Day (cliché TBM)

3.1 Positionnement

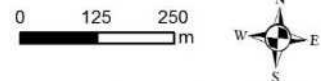
Sur le navire le Louis Fage, le logiciel de navigation Max Sea est utilisé avec une antenne GPS MC Marine. La précision de positionnement est de 1 à 3 mètres.

PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DES SUBSTRATS MEUBLES,
DES MACROALGUES SUBTIDALES, DES HERBIERS À ZOSTÈRES



● Stations de prélèvement



Carte réalisée par TBM, 2019
Sources : Région Bretagne
Fond cartographique : BD Ortho 2014

Figure 3 : Plan d'échantillonnage

Pour chacune des 12 stations, six répliquats ont été prélevés :

- 5 pour l'analyse de l'endofaune benthique,
- 1 pour l'analyse de la granulométrie.

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). Les échantillons, destinés à la granulométrie, ont été conditionnés en sac plastique puis stockés dans une glacière.



Figure 4 : Echantillon sorti de l'eau (gauche) – conditionné pour la granulométrie (droite)

3.2 Analyses granulométriques

L'analyse granulométrique a été réalisée au laboratoire par tamisage à sec (tamiseuse électrique, Figure 5). 15 tamis de maille carrée (Norme AFNOR) ont été utilisés : 64 mm, 10 mm, 6,3 mm, 5 mm, 3,15 mm, 2 mm, 1 mm, 710 μm , 500 μm , 355 μm , 250 μm , 200 μm , 125 μm , 90 μm et 63 μm . Les fractions isolées sont :

- Les vases (< 63 μm),
- Les sables fins (63-250 μm),
- Les sables moyens (250-500 μm),
- Les sables grossiers (500 μm à 2 mm),
- Les graviers (2 à 64 mm),
- Les galets (> 64 mm).

Le protocole appliqué suit plusieurs étapes standardisées bien distinctes :

- (1) Homogénéisation du prélèvement,
- (2) Séchage du sédiment (environ 300 g) dans une étuve à 60°C pendant 48h (Figure 6),
- (3) A la sortie de l'étuve, pesée du sédiment puis rinçage et tamisage sur un tamis de 63 μm (élimination de la fraction pélique et du sel),
- (4) Séchage du sédiment dans une étuve à 60°C pendant 48h,
- (5) A la sortie de l'étuve, le sédiment est pesé puis 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 0,063 mm et 64 mm de vide de maille carrée.



Figure 5 : Colonne de tamis
(Cliché TBM)



Figure 6 : Echantillons granulométriques à l'étuve
(Cliché TBM)

3.3 Analyses de matière organique

La teneur en Matière Organique (MO) a été évaluée par perte au feu. Les échantillons de sédiment sec (passage à l'étuve 48 h à 60°C) sont pesés avant de subir une crémation à 450°C pendant 4 h, afin d'obtenir le poids sec de matière minérale. La différence de masse entre le poids sec et le poids sec de matière minérale donne une estimation du poids sec de MO dans le sédiment, qui est exprimée en pourcentage de MO.

3.4 Analyses biologiques

3.4.1 Stockage et tri des échantillons

Après la mission, les échantillons de sédiments formolés conditionnés dans des seaux sont acheminés vers un espace de stockage dédié.

TBM environnement a aménagé un laboratoire de tri et de déformolage dans ses locaux, répondant aux normes de santé et sécurité vis-à-vis de ses employés. Cet aménagement a été construit et aménagé selon les exigences des services de la médecine du travail, de l'inspection du travail et de la CARSAT.

Lorsque les échantillons arrivent au laboratoire, ils sont placés sur un tamis de 1 mm, l'eau formolée est récoltée. Dans un souci de protection de l'environnement et notamment de la qualité des eaux, le mélange de fixation recueilli est stocké dans des bidons hermétiques dédiés confiés ensuite à une entreprise spécialisée qui assure sa destruction dans un centre agréé. Ensuite, les échantillons sont rincés à l'eau dans des éviers, pendant une durée minimale de 24h, conformément aux règles en vigueur, afin d'éliminer toute trace de formol. Une hotte d'aspiration adaptée assure l'évacuation des vapeurs de formol dégagées. Le local est en dépression pour éviter toute pollution des locaux adjacents.

La zone de rinçage des échantillons et d'extraction du formol est un local indépendant à accès contrôlé.

Pendant les phases de déformolage, le port d'équipements de protection individuels (EPI) est obligatoire (masque facial à cartouche, gants nitrex 802 et blouse de laboratoire).

Après déformolage, l'échantillon est divisé dans des cuvettes (le nombre de cuvettes dépend de la taille de l'échantillon), puis minutieusement trié à la pince fine afin de prélever tous les organismes de la macrofaune (> 1 mm) qu'il contient. Ces organismes sont stockés dans des piluliers remplis d'alcool à 70° en attendant l'étape de détermination.

3.4.2 Détermination

La détermination taxonomique de chaque individu a été réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire et d'un microscope, jusqu'au niveau de l'espèce tant que l'état des individus le permet. Seuls les némertes, plathelminthes et oligochètes sont mentionnés au niveau de l'embranchement. Les taxons se réfèrent au World Register of Marine Species (WORMS). Nous disposons du matériel (loupe binoculaire, microscope, étuve, four) et de la documentation nécessaire à la détermination de la flore et de la faune benthique (clef des différents groupes).

3.4.3 Richesse, abondances et groupes taxonomiques

Les déterminations menées sur chacun des réplicats permettent de calculer :

- La **richesse spécifique (S)** : nombre (total ou moyen) d'espèces différentes recensées par unité de surface.
- **L'abondance (A)** : nombre d'individus recensés (total par réplicat, total ou moyen par station, etc.).

3.4.4 Assemblages 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 afin d'identifier des assemblages faunistiques correspondant à des groupements de stations « biologiquement homogènes » à un certain degré de similarité. Le but de ces analyses est également d'étudier l'homogénéité à l'intérieur des stations (variabilité entre les réplicats d'une même station).

La Classification Ascendante Hiérarchique (C.A.H.), a été mise en œuvre afin de regrouper les peuplements de nature similaire. Les regroupements sont interprétés selon les caractéristiques de ces peuplements et les paramètres environnementaux connus dans les différentes stations. Une C.A.H. est réalisée en prenant l'indice de similitude de Bray-Curtis. Le logiciel PRIMER[®] (version 6) a été utilisé.

Les analyses sont menées sur les abondances moyennes. Une transformation $\log(x + 1)$ est appliquée sur ces données afin de diminuer l'effet des espèces dominantes.

3.4.5 Indices de qualité du milieu

L'objectif du calcul d'un indice de qualité du milieu est d'estimer l'état de santé du milieu et ses modifications éventuelles grâce à des groupes d'espèces dont la présence ou l'absence, et l'abondance relative témoignent de déséquilibres au sein des peuplements (Alzieu et al., 2003). Cette méthode est donc uniquement basée sur des données biologiques et permet de mesurer l'état de santé des peuplements. Les deux avantages principaux de l'utilisation des indices biotiques sur la macrofaune benthique de substrats meubles sont d'une part de révéler des anomalies environnementales non détectables par les autres méthodes (mesures physico-chimiques) ; d'autre part de visualiser d'une façon claire et rapide les progrès réalisés dans l'amélioration du milieu (politiques de bassin versant, assainissement...).

Les espèces benthiques sont révélatrices d'un ensemble de conditions physico-chimiques de leurs habitats. Ainsi, il est possible de les classer selon leur réaction face à l'enrichissement du milieu en matière organique. L'emploi d'un indice permet donc de résumer en une valeur unique une somme importante d'informations écologiques.

L'analyse est fondée sur la distinction au sein de la macrofaune benthique de cinq groupes d'espèces regroupées en fonction de leur sensibilité vis-à-vis d'un stress environnemental, représenté par l'excès de matière organique et le déficit éventuel d'oxygène résultant de sa dégradation. Ces 5 groupes écologiques de polluosensibilité ont été identifiés par Hily (1984) et complétés par de nombreux auteurs (Grall, Borja, etc.) :

- **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, mais comme leur prolifération est stimulée par un enrichissement du milieu, elles sont alors signe 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 dépositivores, proliférant dans les sédiments réduits.

Le Coefficient Benthique (CB, appelé également AMBI), créé par Borja et al. (2000), 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. Il permet de s'affranchir de la subjectivité pour attribuer une valeur lorsque deux groupes écologiques sont en proportions équivalentes. Il permet enfin de révéler d'infimes variations dans la composition faunistique du peuplement (Glémarec, 2003). Le Tableau 1 indique la correspondance entre les valeurs de l'indice et l'état écologique défini par la Directive Cadre Eau.

Tableau 1 : Correspondances entre valeurs de l'AMBI et état écologique DCE

Etat écologique	AMBI	Classification de la pollution
Mauvais	$5,5 < AMBI \leq 7$	Azoïque
Médiocre	$4,3 < AMBI \leq 5,5$	Gravement pollué
Moyen	$3,3 < AMBI \leq 4,3$	Modérément pollué
Bon	$1,2 < AMBI \leq 3,3$	Légèrement pollué
Très bon	$0 < AMBI \leq 1,2$	Normal

4 RESULTATS

Toutes les données brutes sont consignées dans une annexe (fichier xls joint à ce rapport).

4.1 Granulométrie

Les résultats (Figure 7, Figure 8, Figure 9, Figure 10) montrent l'existence de trois types sédimentaires et l'absence de variabilité saisonnière de ces types sédimentaires. Des variations entre les deux dates d'échantillonnages sont observées mais sans changement de type sédimentaire.

- Les stations STM01 à STM05 sont des stations avec des sédiments grossiers à très grossiers mais également des sédiments fins. Ces stations sont caractérisées par de l'hétérogène envasé.
- Les stations STM09 à STM12 ont des fractions vaseuses et sables fins qui dominent largement. Nous sommes en présence de vases sableuses.
- Les stations STM06 à STM08 ainsi que les stations STM13 et STM14 sont intermédiaires. La fraction « sables fins » est majoritaire, la vase est présente avec des pourcentages compris entre 4 et 27%. Nous sommes en présence de sables fins envasés.

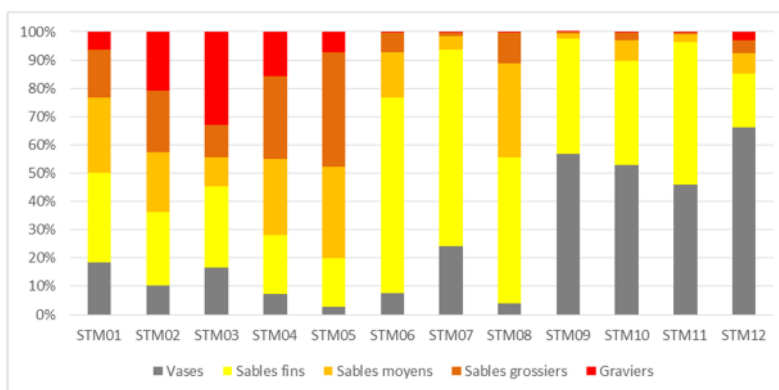


Figure 7 : Proportions des différentes fractions granulométriques en Septembre 2018

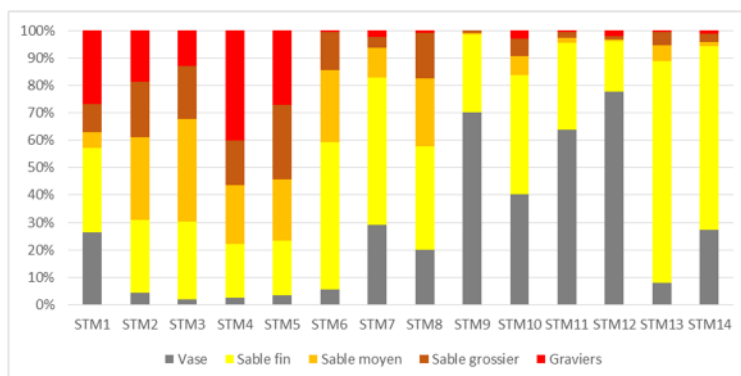


Figure 8 : Proportions des différentes fractions granulométriques en Avril 2019

FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

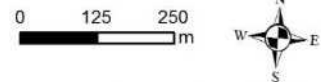
- Septembre 2018 -

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DES SUBSTRATS MEUBLES,
DES MACROALGUES SUBTIDALES, DES HERBIERS À ZOSTÈRES



Fractions granulométriques

- Vases
- Sables fins
- Sables moyens
- Sables grossiers
- Gravier



Carte réalisée par TBM, 2019
Sources : Région Bretagne
Fond cartographique : BD Ortho 2014

Figure 9 : Fractions granulométriques pour les échantillons de septembre 2018

FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

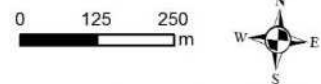
- Avril 2019 -

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DES SUBSTRATS MEUBLES,
DES MACROALGUES SUBTIDALES, DES HERBIERS À ZOSTÈRES



Fractions granulométriques

- Vases
- Sables fins
- Sables moyens
- Sables grossiers
- Gravier



Carte réalisée par TBM, 2019
Sources : Région Bretagne
Fond cartographique : BD Ortho 2014

Figure 10 : Fractions granulométriques pour les échantillons d'avril 2019

4.2 Matière organique

Les valeurs sont stables entre les deux sessions par la majorité des stations. Une légère augmentation est observée sur la station STM08 en lien avec un pourcentage de vase plus important en 2019. Le pourcentage de matière organique varie de 0,9 à 5,9 % (Figure 11). Les stations de vases sableuses avec les plus forts taux de pélites présentent également les plus forts pourcentages de matière organique. Les deux autres types sédimentaires ont des teneurs inférieures à 2% de MO.

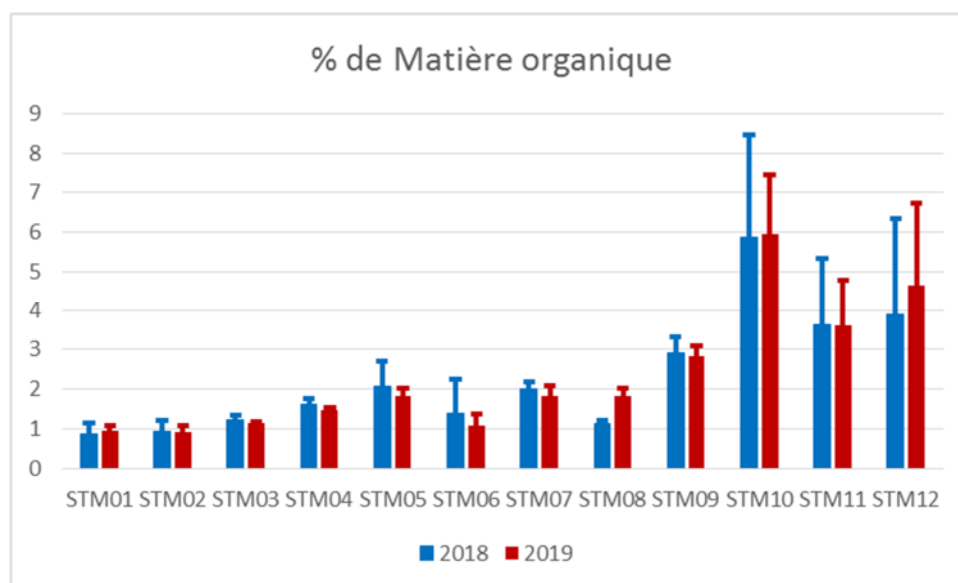


Figure 11 : Pourcentages de matière organique pour les échantillons de septembre 2018 et d'avril 2019

4.3 Richesse spécifique et abondance

371 espèces ont été identifiées sur l'ensemble des échantillons (ensemble des répliqués) : 240 espèces en septembre 2018 et 308 en avril 2019.

La richesse spécifique moyenne par station est assez stable hormis pour les stations STM11 et STM12. En effet, sur ces stations une baisse importante du nombre d'espèces est observée entre les deux campagnes. Elle est comprise entre 19 et 51 espèces pour septembre 2018 et entre 6 et 57 espèces pour avril 2019 (Figure 12, Figure 14, Figure 15). Elle est maximale pour la station STM07 et minimale pour les stations STM09 et STM10 en septembre 2018. En avril 2019, les valeurs les plus élevées sont observées sur la station STM01 et les plus faibles sur les stations STM11 et STM12.

Les stations caractérisées par des sédiments hétérogènes et des sédiments fins légèrement envasés présentent des richesses spécifiques plus fortes que les stations caractérisées par des vases sableuses.

Les abondances moyennes (nombre d'ind/m² par station) varient de 1 530 à 6 946 ind/m² en septembre. Au printemps, elles sont comprises entre 286 et 3 800 ind/m² (Figure 13).

Les abondances les plus fortes sont observées aux stations STM07 (septembre), STM08 (avril), STM11 (septembre) et STM 12 (septembre). Des abondances très faibles sont observées aux stations STM11 et STM 12 en avril.

Les valeurs d'abondance sont donc plus élevées pour la majeure partie des stations en automne. Les plus fortes baisses sont constatées pour les stations STM7, STM 8, STM10, et surtout STM11 et STM12.

Globalement, les abondances les plus fortes sont observées aux stations STM07, STM08 et STM09, localisées dans le port des bas Sablons.

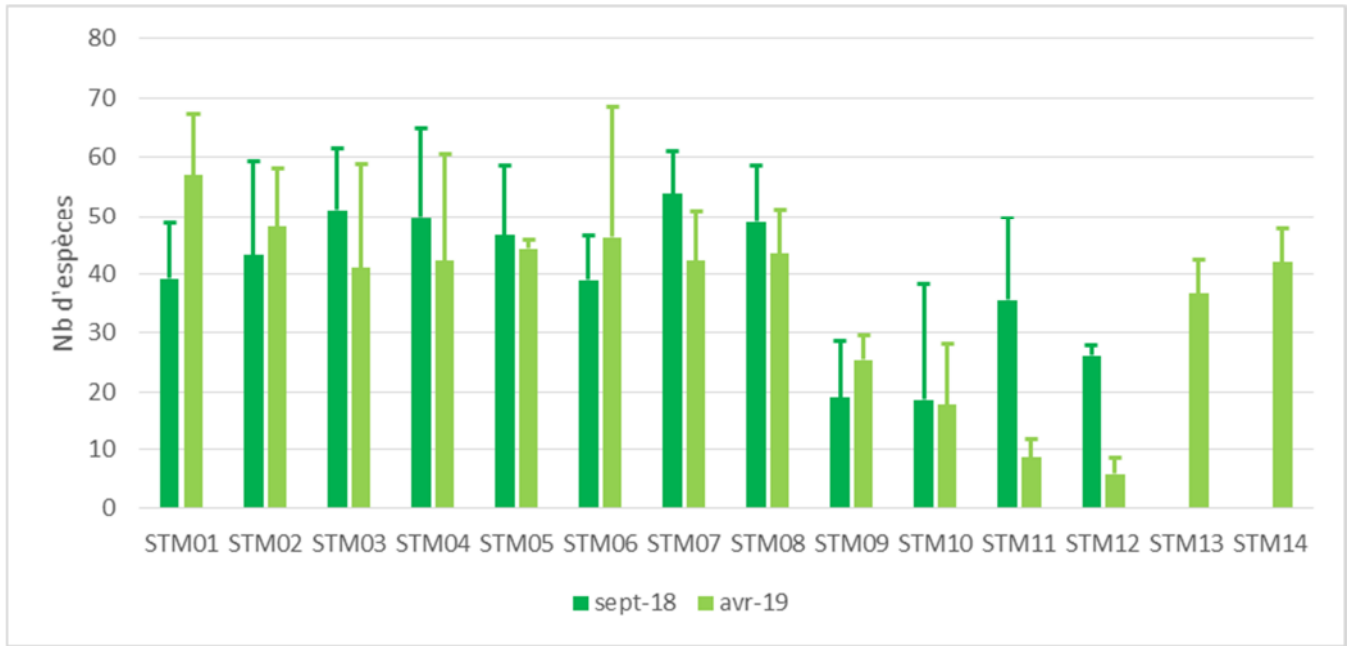


Figure 12 : Richesses spécifiques moyennes (nbre d'espèces/m²)

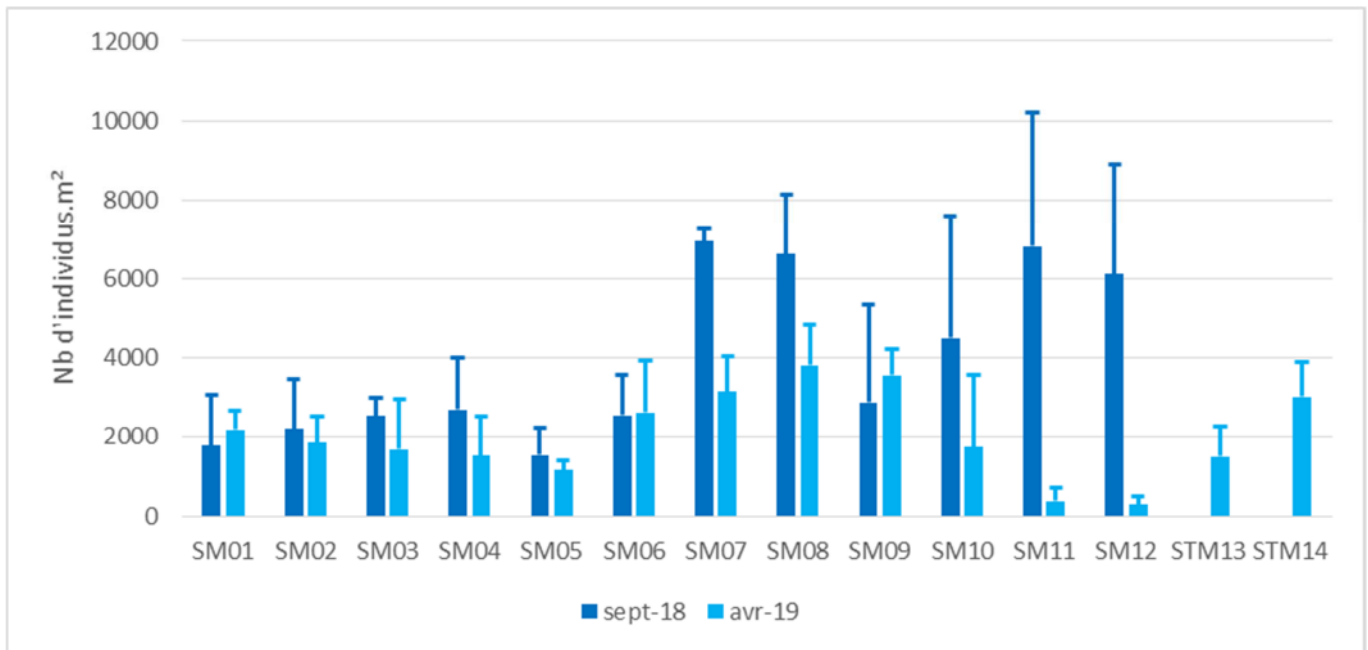
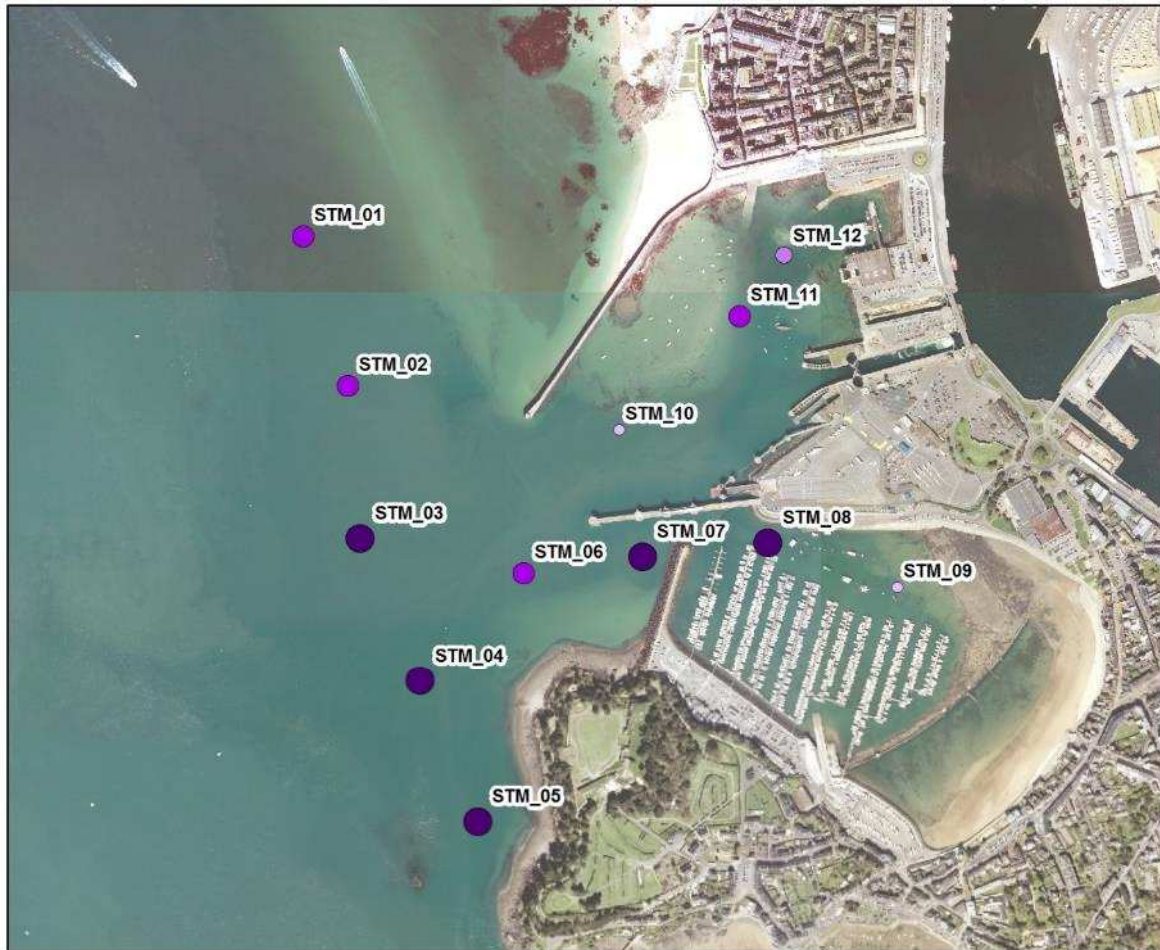


Figure 13 : Abondances moyennes (nbre d'ind/ m²)

RICHESSE SPÉCIFIQUE

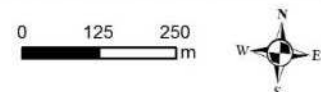
- Septembre 2018 -

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DES SUBSTRATS MEUBLES,
DES MACROALGUES SUBTIDALES, DES HERBIERS À ZOSTÈRES



Richesse spécifique moyenne
(nb d'espèces/réplikat)

- 1 - 25
- 26 - 35
- 36 - 45
- 46 - 55



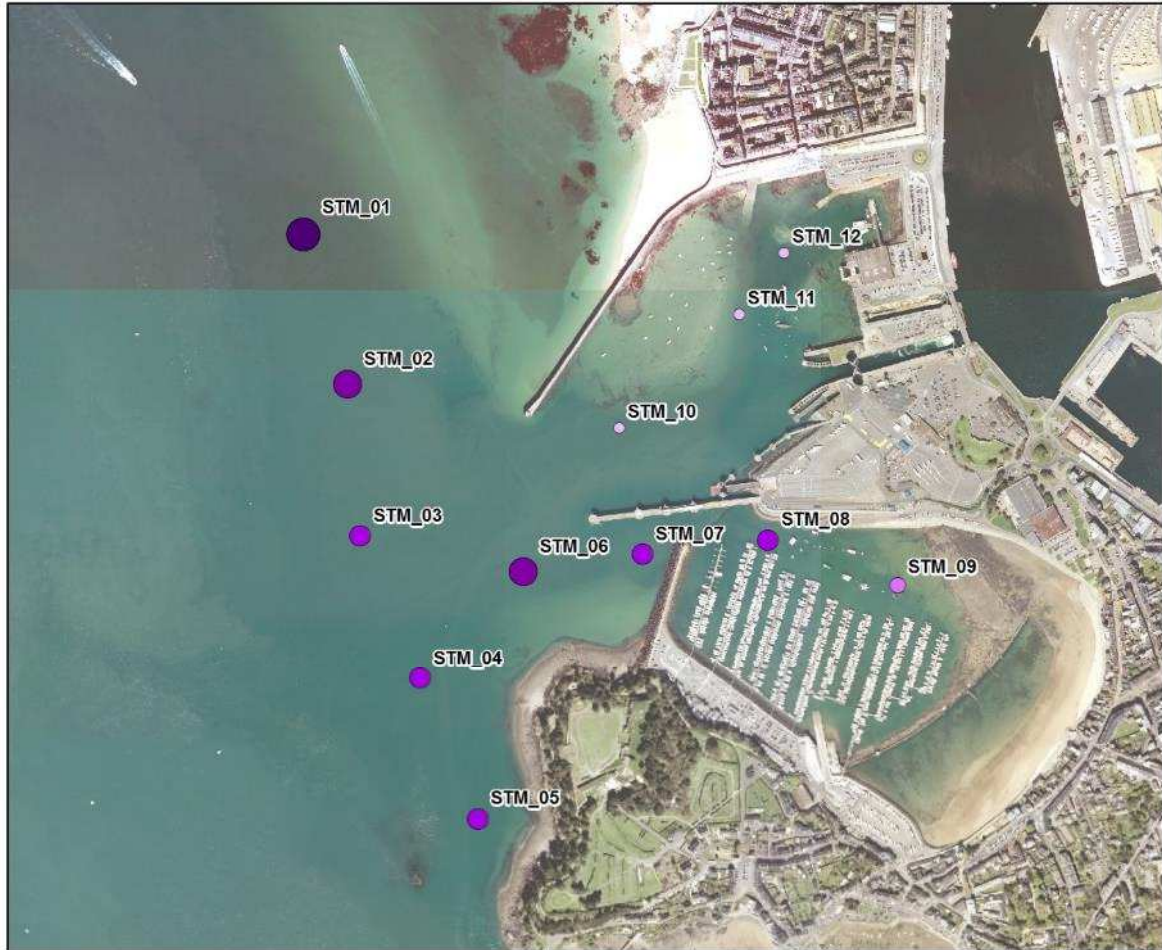
Carte réalisée par TBM, 2019
Sources : Région Bretagne
Fond cartographique : BD Ortho 2014

Figure 14 : Richesses spécifiques moyennes en Septembre 2018

RICHESSE SPÉCIFIQUE

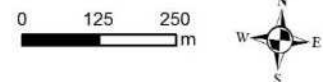
- Avril 2019 -

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DES SUBSTRATS MEUBLES,
DES MACROALGUES SUBTIDALES, DES HERBIERS À ZOSTÈRES



Richesse spécifique moyenne
(nb d'espèces/réplikat)

- 1 - 25
- 26 - 35
- 36 - 45
- 46 - 55
- 55 - 65



Carte réalisée par TBM, 2019
Sources : Région Bretagne
Fond cartographique : BD Ortho 2014

Figure 15 : Richesses spécifiques moyennes en Avril 2019

ABONDANCE MOYENNE

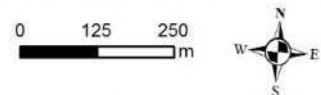
- Septembre 2018 -

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DES SUBSTRATS MEUBLES,
DES MACROALGUES SUBTIDALES, DES HERBIERS À ZOSTÈRES



Abondance moyenne (nb d'ind/m²)

- < 2000
- 2001 - 3500
- 3501 - 5000
- 5001 - 6500
- > 6500



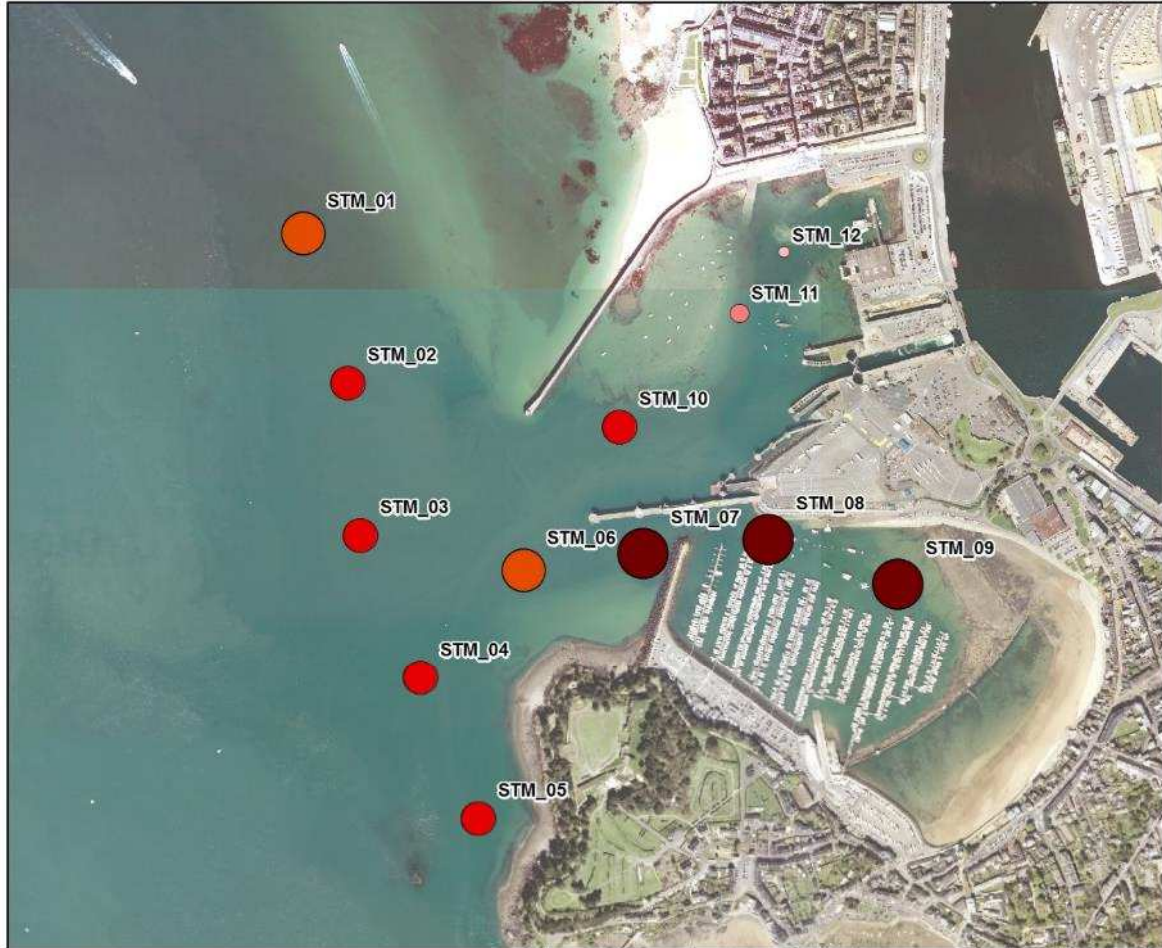
Carte réalisée par TBM, 2019
Sources : Région Bretagne
Fond cartographique : BD Ortho 2014

Figure 16 : Abondances moyennes en Septembre 2018

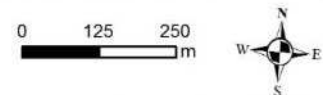
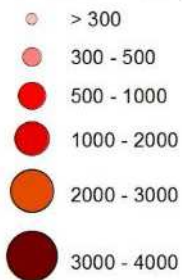
ABONDANCE MOYENNE

- Avril 2019 -

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DES SUBSTRATS MEUBLES,
DES MACROALGUES SUBTIDALES, DES HERBIERS À ZOSTÈRES



Abondance moyenne (nb d'ind/m²)



Carte réalisée par TBM, 2019
Sources : Région Bretagne
Fond cartographique : BD Ortho 2014

Figure 17 : Abondances moyennes en Avril 2019

4.4 Groupes taxonomiques

L'analyse des groupes taxonomiques en termes de richesse (Figure 18 et Figure 19) révèle une composition assez similaire en fonction des stations avec la dominance des polychètes et des crustacés. Sur certaines stations, STM06 et STM12, la dominance des polychètes est accrue. Aucune variation saisonnière n'est observable sur la majeure partie des stations, hormis STM09 et STM10 où la dominance des polychètes devient plus importante en avril 2019.

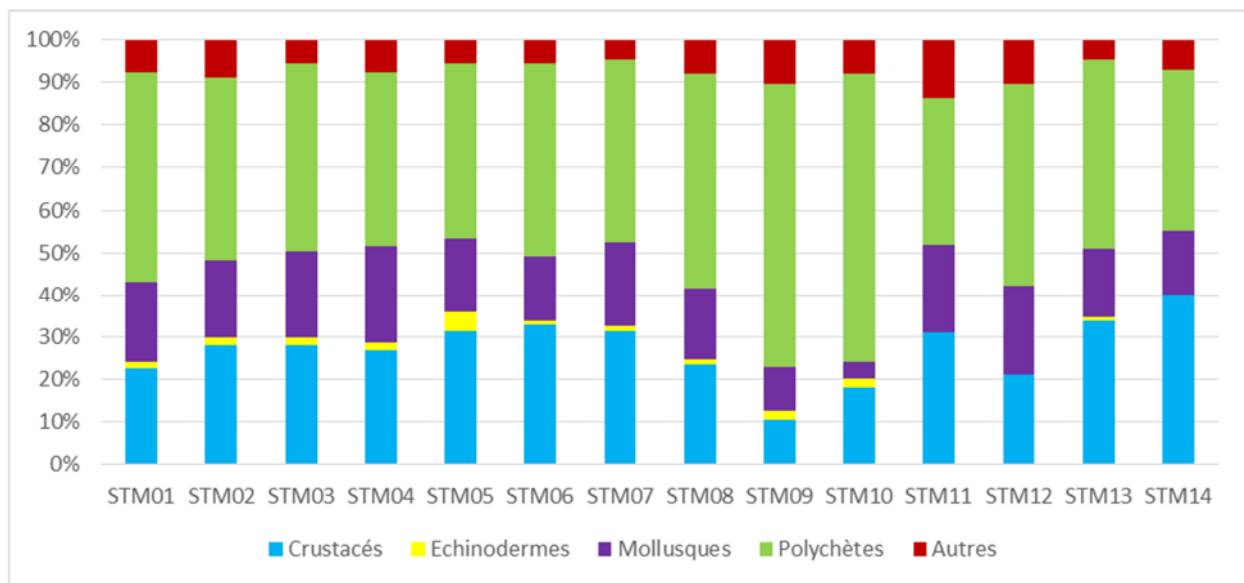


Figure 18 : Groupes taxonomiques en termes de richesses en septembre 2018

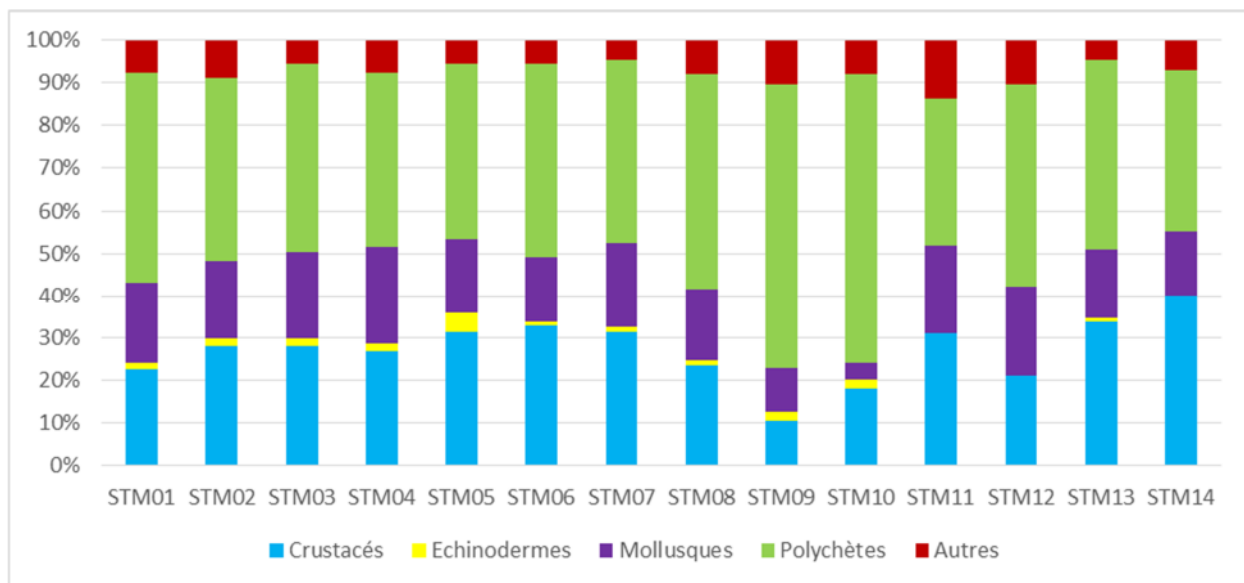


Figure 19 : Groupes taxonomiques en termes de richesses en avril 2019

L'analyse des groupes taxonomiques en termes d'abondances met en évidence des variabilités spatiales et des variabilités saisonnières (Figure 20 et Figure 21). Les stations sont principalement dominées par les polychètes. Sur un nombre réduit de stations, notamment celles caractérisées par un sédiment de type hétérogène envasé (STM01 à STM05), les mollusques et les crustacés sont bien présents. Les crustacés sont également bien présents (et dominants) sur la station STM08 en septembre 2018 à cause de la forte présence du crustacé *Apseudopsis latreilli*.

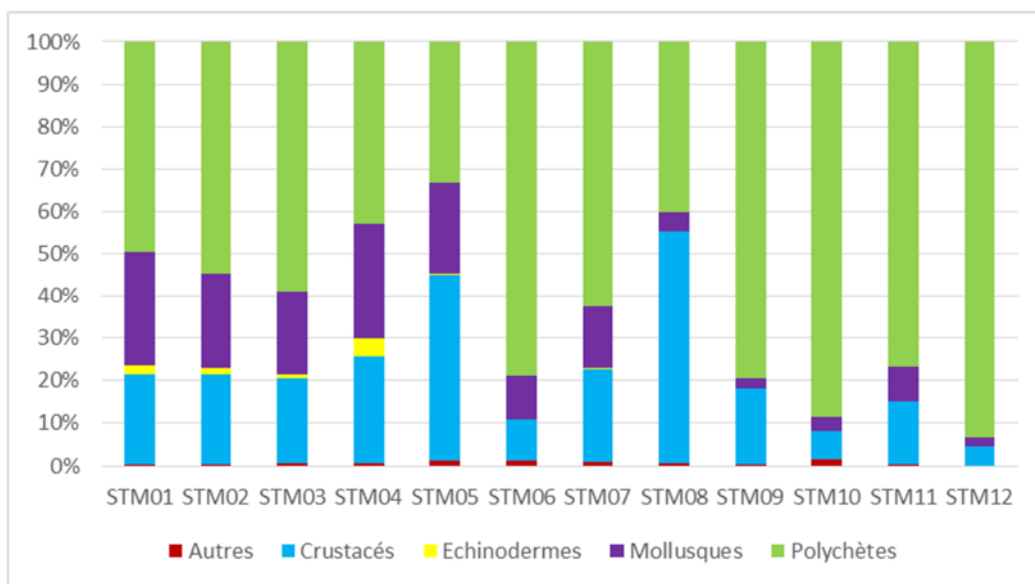


Figure 20 : Groupes taxonomiques en termes d'abondances en septembre 2018

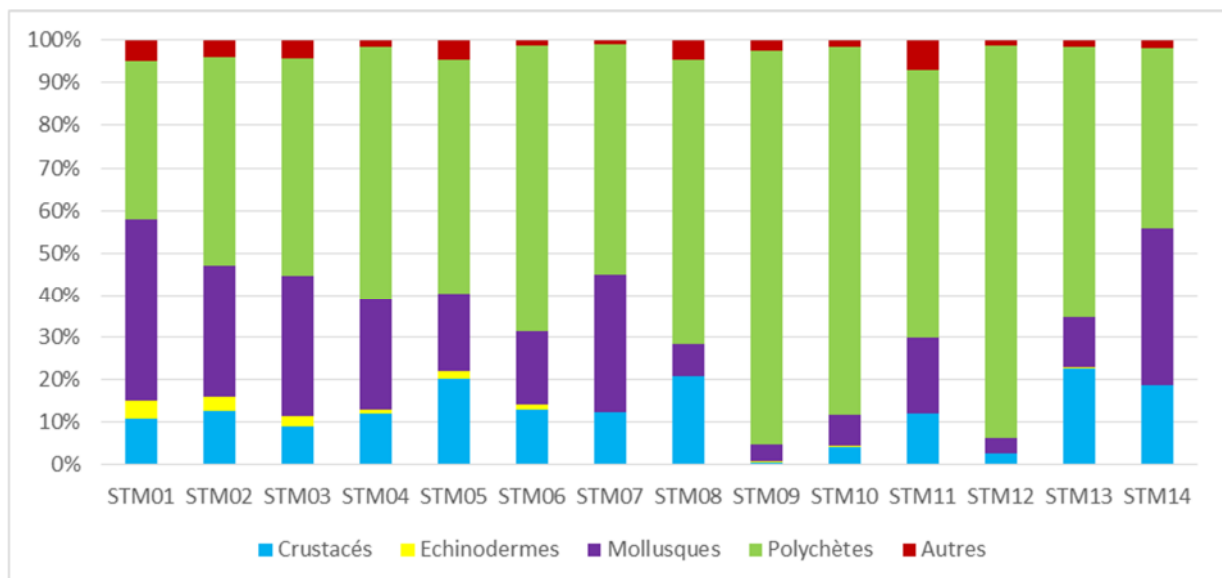


Figure 21 : Groupes taxonomiques en termes d'abondances en avril 2019

POURCENTAGES DES DIFFÉRENTS GROUPES TAXONOMIQUES EN TERME DE RICHESSE SPÉCIFIQUE

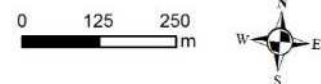
- Septembre 2018 -

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DES SUBSTRATS MEUBLES,
DES MACROALGUES SUBTIDALES, DES HERBIERS À ZOSTÈRES



Groupes taxonomiques

- Crustacés
- Echinodermes
- Mollusques
- Polychètes
- Autres



Carte réalisée par TBM, 2019
Sources : Région Bretagne
Fond cartographique : BD Ortho 2014

Figure 22 : Groupes taxonomiques en termes de richesse en septembre 2018

**POURCENTAGES DES DIFFÉRENTS GROUPES
TAXONOMIQUES EN TERME DE RICHESSE SPÉCIFIQUE**

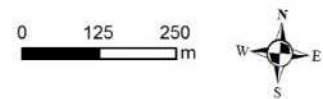
- Avril 2019 -

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DES SUBSTRATS MEUBLES,
DES MACROALGUES SUBTIDALES, DES HERBIERS À ZOSTÈRES



Groupes taxonomiques

- Crustacés
- Echinodermes
- Mollusques
- Polychètes
- Autres



Carte réalisée par TBM, 2019
Sources : Région Bretagne
Fond cartographique : BD Ortho 2014

Figure 23 : Groupes taxonomiques en termes de richesse en avril 2019

POURCENTAGES DES DIFFÉRENTS GROUPES TAXONOMIQUES EN TERME D'ABONDANCE

- Septembre 2018 -

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DES SUBSTRATS MEUBLES, DES MACROALGUES SUBTIDALES, DES HERBIERS À ZOSTÈRES



Groupes taxonomiques

- Crustacés
- Echinodermes
- Mollusques
- Polychètes
- Autres

0 125 250
m



Carte réalisée par TBM, 2019
Sources : Région Bretagne
Fond cartographique : BD Ortho 2014

Figure 24 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance en septembre 2018

POURCENTAGES DES DIFFÉRENTS GROUPES TAXONOMIQUES EN TERME D'ABONDANCE

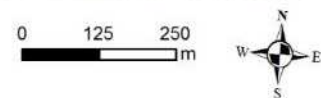
- Avril 2019 -

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DES SUBSTRATS MEUBLES,
DES MACROALGUES SUBTIDALES, DES HERBIERS À ZOSTÈRES



Groupes taxonomiques

- Crustacés
- Echinodermes
- Mollusques
- Polychètes
- Autres



Carte réalisée par TBM, 2019
Sources : Région Bretagne
Fond cartographique : BD Ortho 2014

Figure 25 : Groupes taxonomiques en termes d'abondance en avril 2019

4.5 Assemblages faunistiques

La Figure 26 et le Tableau 2 permettent de visualiser une hétérogénéité entre les stations. Les différences sont liées au type sédimentaire de chaque station.

En effet, aucune influence saisonnière sur la structure des communautés n'est observable, hormis sur les stations caractérisées par des vases sableuses et notamment les stations STM11 et STM12 qui sont inclus dans le regroupement 1 (Figure 26b). Ce regroupement est beaucoup moins diversifié et des abondances faibles sont observées. Les espèces présentes sont à affinité vasicole comme les polychètes *Scolelepis fuliginosa*, *Melinna palmata* et *Capitella capitata*.

Le regroupement 2.1 isole les stations des sédiments hétérogènes. Le cortège des espèces de cet assemblage (Stations STM01 à STM05) est principalement caractérisé par des polychètes comme *Chaetozone gibber*, *Caulleriella alata*, *Cirriformia tentaculata* ou *Notomastus latericeus* (Tableau 2). Trois espèces de mollusque, *Calyptraea chinensis*, *Crepidula fornicata* et *Abra alba* sont également caractéristiques.

En revanche, très peu d'espèces caractérisent le regroupement 2.2.1 principalement caractérisé par des polychètes comme *Melinna palmata*, *Chaetozone gibber*, *Nephtys hombergii* ou *Capitella capitata* (Tableau 2). Ces espèces sont à affinité vasicole. Les stations de ce regroupement ont des fonds sédimentaires de type vases sableuses.

Le regroupement 2.2.2 est constitué par les stations de sables fins envasés dont les herbiers de zostères marines (STM06 à STM08, STM13 et STM14). Les espèces caractéristiques sont à affinité sabulicole-vasicole, comme les polychètes *Melinna palmata*, *Chaetozone gibber*, *Leiochone leiopygos*, *Notomastus latericeus* ou *Aponuphis bilineata* (Tableau 2).

Les stations STM09 et STM10 de la session d'avril 2019 sont légèrement différents des échantillons de 2018. Ces stations sont également caractérisées par des vases sableuses mais les espèces caractéristiques sont légèrement différentes du regroupement 2.2.1 car les polychètes *Scolelepis fuliginosa* et *Capitella capitata* ne sont plus échantillonnés en grand nombre.

Tableau 2 : Espèces caractéristiques des différents regroupements de la CAH

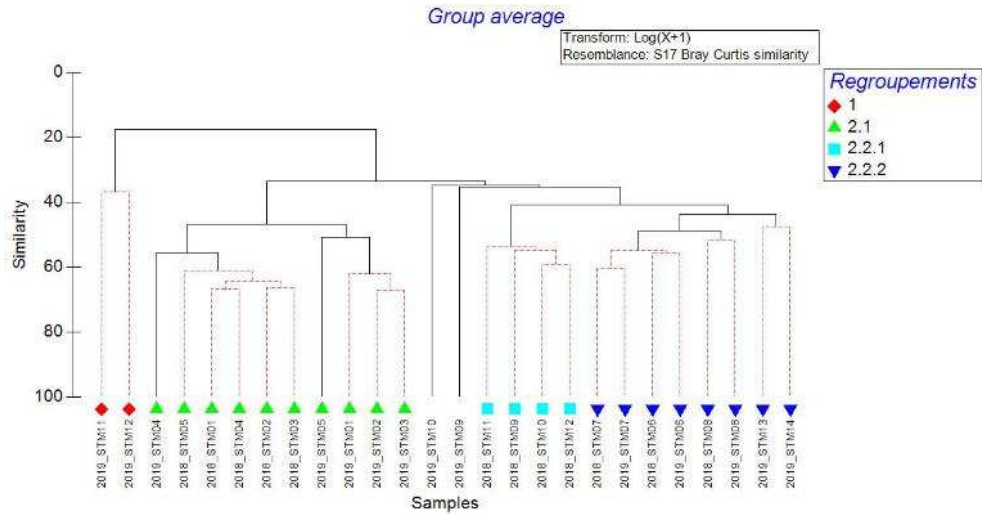
Groupes	Similarité	Espèces	Contribution cumulative à la similarité
1	36,81	<i>Melinna palmata</i>	26,69
		<i>Capitella capitata</i>	48,38
		<i>Nephtys hombergii</i>	58,23

2.1	52,95	<i>Chaetozone gibber</i>	3,91
		<i>Cauleriella alata</i>	7,63
		<i>Calyptraea chinensis</i>	11,07
		<i>Notomastus latericeus</i>	14,19
		<i>Crepidula fornicata</i>	17,26
		<i>Abra alba</i>	20,26
		<i>Cirriformia tentaculata</i>	23,19

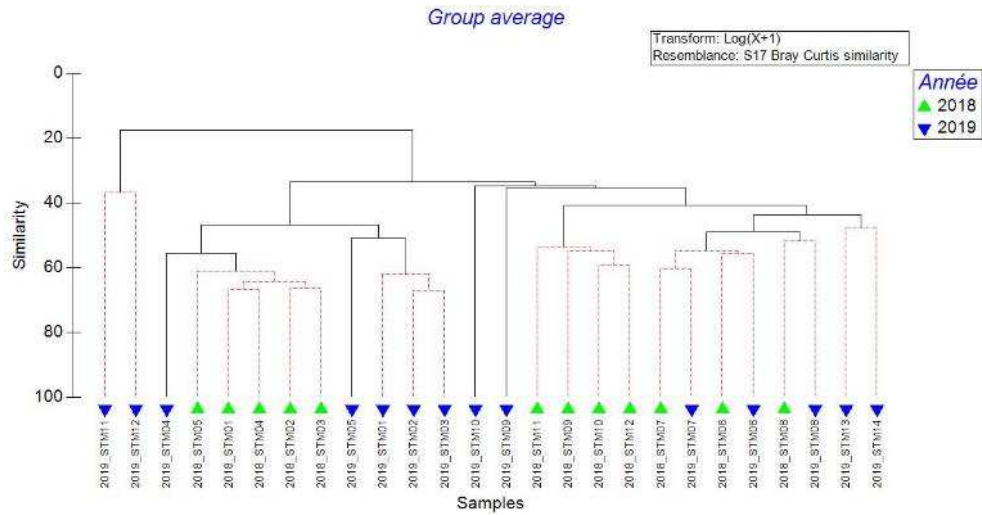
2.2.1	55,1	<i>Melinna palmata</i>	10,36
		<i>Chaetozone gibber</i>	16,02
		<i>Microdeutopus anomalus</i>	21,05
		<i>Nephtys hombergii</i>	26,05

2.2.2	48,27	<i>Chaetozone gibber</i>	5,57
		<i>Melinna palmata</i>	9,76
		<i>Abra alba</i>	13,72
		<i>Leiochone leiopygos</i>	17,32
		<i>Aponuphis bilineata</i>	20,65

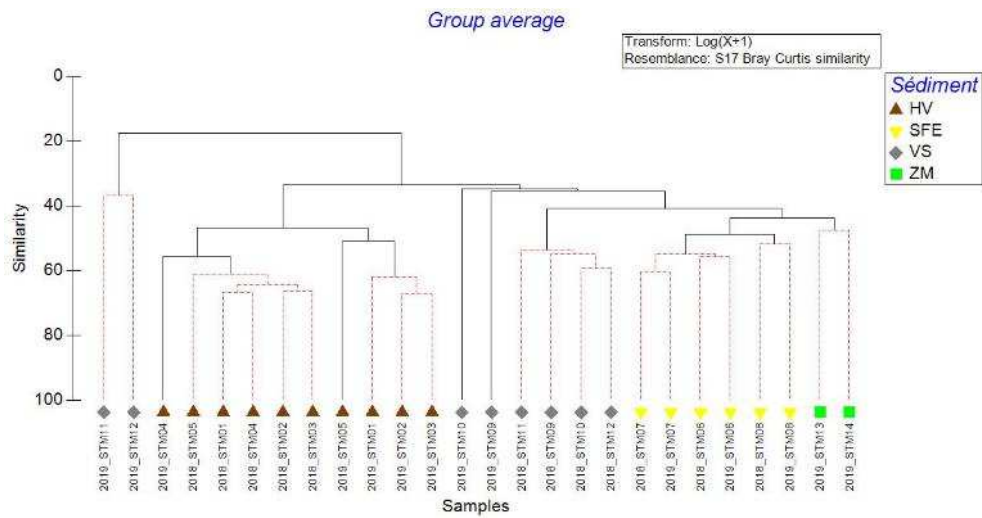
Les pourcentages de similarité sont indiqués pour chaque groupe ainsi que les contributions cumulatives pour chaque espèce (Procédure SIMPER du Logiciel PRIMER)



a) regroupements



b) influence de la date d'échantillonnage sur les regroupements



c) influence du type sédimentaire sur les regroupements

Figure 26 : CAH réalisée sur les abondances moyennes

4.6 Indices de qualité du milieu

La Figure 27 et la Figure 28 donnent la répartition de l'abondance selon les différents groupes écologiques représentés et affectés à chaque station lors des campagnes de septembre 2018 et d'avril 2019.

Les espèces du groupe écologique I et III sont les espèces dominantes sur les stations de l'hétérogène envasé STM01 à STM05 et sur les deux stations d'herbiers à zostères marines STM13 et STM14. Sur ces 7 stations le groupe écologique IV est également présent à cause de la présence de plusieurs espèces de polychètes cirratulidés comme *Chaetozone gibber*, *Caulleriella alata* ou *Cirriiformia tentaculata*.

Le groupe III domine aux stations STM07, STM08, STM11 et STM12. Des espèces opportunistes du groupe écologique IV (également des polychètes cirratulidés) sont aussi présentes sur ces stations.

Enfin, les stations STM09 (septembre), STM10 (septembre et avril) et STM11 (avril) illustrent la présence d'espèces opportunistes du groupe écologique V, à savoir les polychètes *Capitella capitata* et *Malacoceros fuliginosus*.

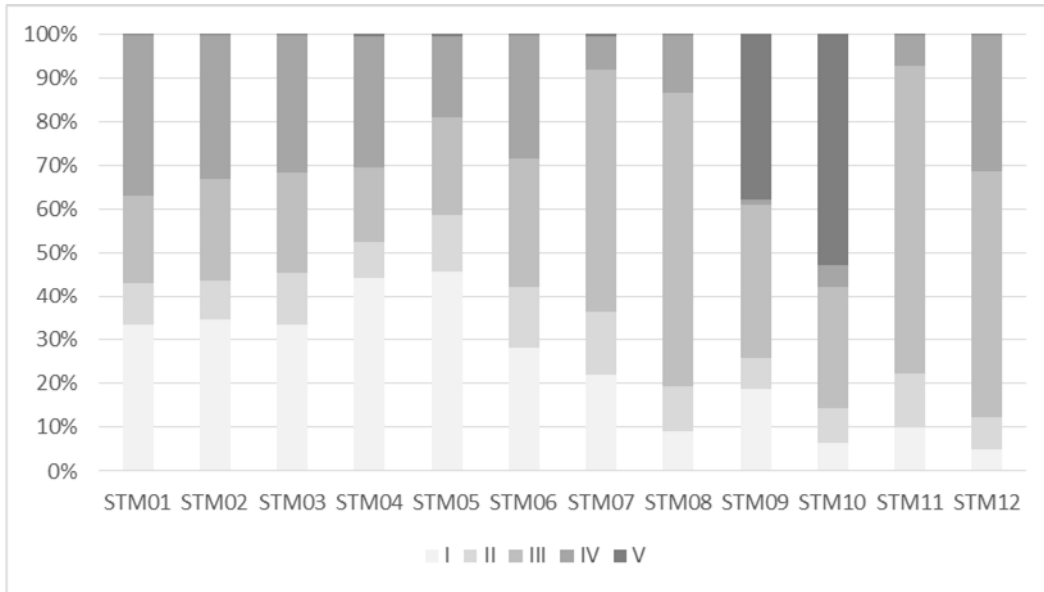


Figure 27 : Pourcentages des groupes écologiques pour septembre 2018

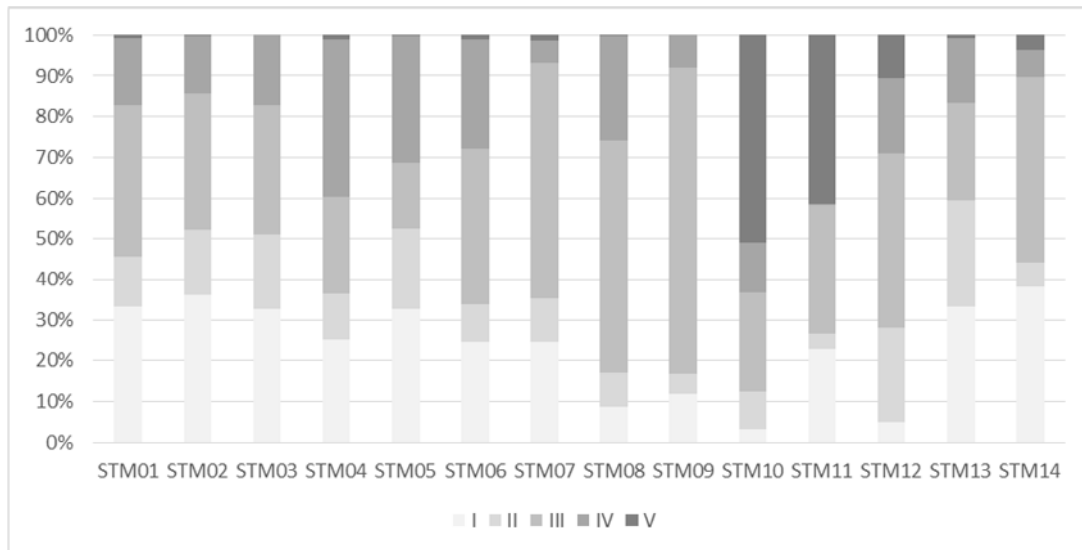


Figure 28 : Pourcentages des groupes écologiques en avril 2019

Les résultats de l'indice AMBI sont présentés dans le Tableau 3. Les valeurs sont comprises entre 1,8 et 4,6 en septembre 2018 et entre 1,8 et 3,3 en avril 2019 indiquant un milieu en « bon état écologique » pour l'ensemble des stations sauf la station STM10 : « médiocre » en septembre 2018 et « moyen » en avril 2019. Il est néanmoins intéressant de remarquer que les valeurs des indices pour les stations STM11 et STM12 sont assez élevées et proche de changer d'état écologique. Ceci est à mettre en relation avec les proportions des espèces des groupes écologiques IV et V. Aucune variabilité saisonnière n'est observable sauf sur la station STM10 où une amélioration de l'état écologique s'est produite.

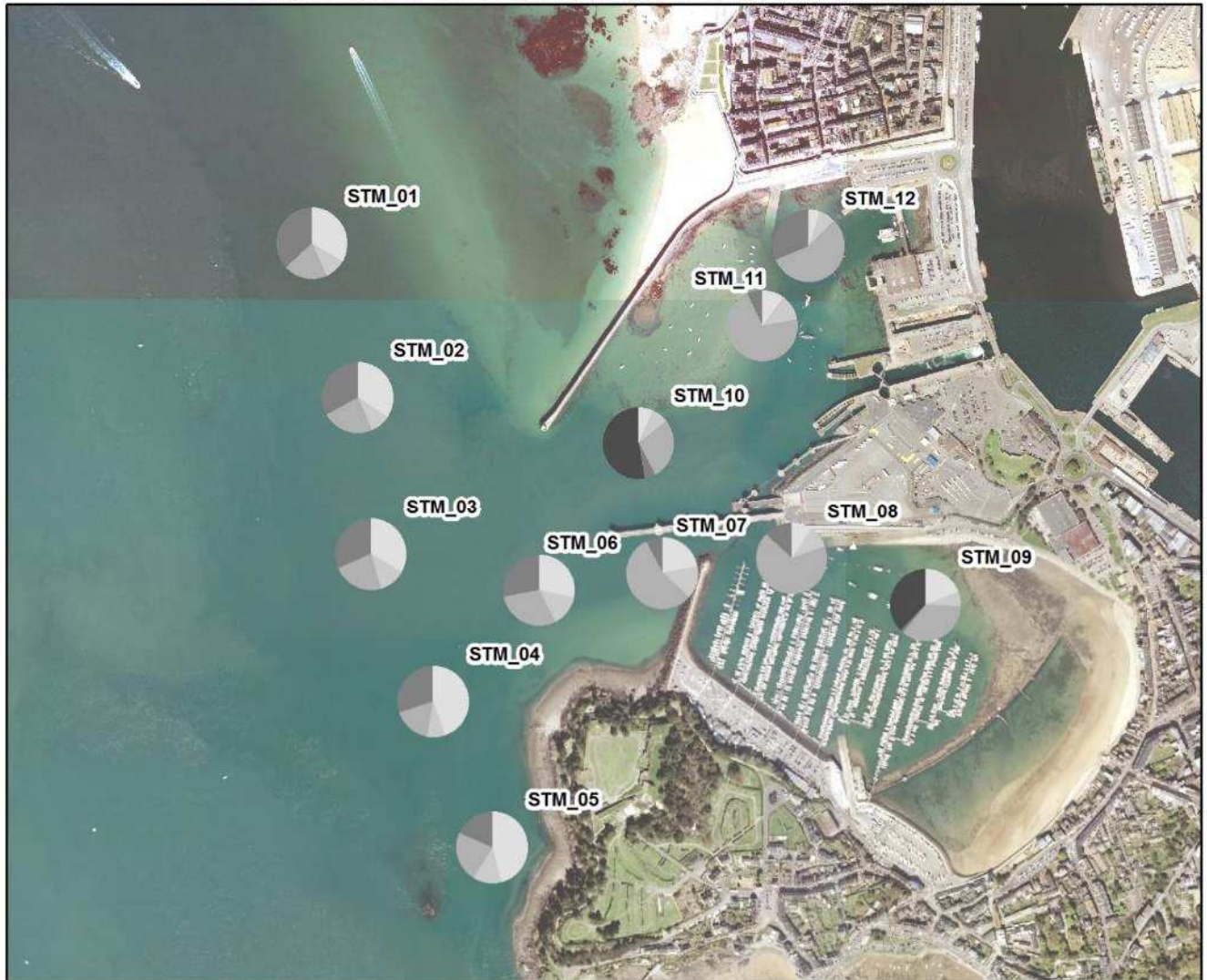
Tableau 3 : Indices AMBI en Septembre 2018 et Avril 2019

Stations	Septembre 2018		Avril 2019	
	AMBI	Etat écologique DCE	AMBI	Etat écologique DCE
STM01	2,33	Bon	2,12	Bon
STM02	2,18	Bon	1,95	Bon
STM03	2,27	Bon	1,83	Bon
STM04	1,93	Bon	2,69	Bon
STM05	1,81	Bon	2,14	Bon
STM06	2,3	Bon	2,52	Bon
STM07	2,25	Bon	2,21	Bon
STM08	2,77	Bon	2,99	Bon
STM09	2,76	Bon	2,7	Bon
STM10	4,59	Médiocre	3,3	Moyen
STM11	2,61	Bon	3,02	Bon
STM12	3,22	Bon	3,13	Bon
STM13	NC	NC	1,85	Bon
STM14	NC	NC	1,97	Bon

GROUPES ÉCOLOGIQUES

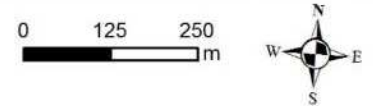
- Septembre 2018 -

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DES SUBSTRATS MEUBLES,
DES MACROALGUES SUBTIDALES, DES HERBIERS À ZOSTÈRES



Groupes écologiques

- Groupe I
- Groupe II
- Groupe III
- Groupe IV
- Groupe V



Carte réalisée par TBM, 2019
Sources : Région Bretagne
Fond cartographique : BD Ortho 2014

Figure 29 : Répartition de l'abondance selon les groupes écologiques en septembre 2018

GROUPES ÉCOLOGIQUES

- Avril 2019 -

ÉTUDE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DES SUBSTRATS MEUBLES,
DES MACROALGUES SUBTIDALES, DES HERBIERS À ZOSTÈRES



Groupes écologiques

- Groupe I
- Groupe II
- Groupe III
- Groupe IV
- Groupe V

0 125 250
m



Carte réalisée par TBM, 2019
Sources : Région Bretagne
Fond cartographique : BD Ortho 2014

Figure 30: Répartition de l'abondance selon les groupes écologiques en avril 2019

5 CONCLUSION

Les sédiments rencontrés au niveau des stations échantillonnées relèvent trois types sédimentaires. Les vases sableuses sont localisées dans les bassins portuaires, les sédiments hétérogènes envasés sont trouvés en sortie du port. Les sables fins envasés (intermédiaire entre les deux types sédimentaires précédents) caractérisent les stations situées entre les deux types sédimentaires précédents et les stations d'herbiers de *Zostera marina*. Dans les vases sableuses, les pourcentages de vase (< 63µm) oscillent entre 40 et 77%. En revanche, les teneurs en vase sont toujours inférieures à 30 % pour les autres stations.

Trois types de peuplements benthiques sont mis en évidence lors de cette étude en lien avec les types sédimentaires observés.

Le premier est associé aux sédiments hétérogènes, le second est caractérisé par des sables envasés à *Melinna palmata* et le dernier est lié aux vases sableuses eutrophisées à *Malacoceros fuliginosus* et *Capitella capitata*.

Concernant le premier peuplement (hétérogène envasé), les stations sont situées en sortie du port (STM01 à STM05). La diversité observée est forte en lien avec l'hétérogénéité du sédiment mais également avec la présence d'algues en échouage qui favorisent la présence d'espèces détritivores comme certains crustacés amphipodes tel que *Abludomelita gladiosa* ou *Gammarella fucicola*. L'état de santé du milieu est qualifié de « bon » (valeurs de l'AMBI comprises entre 1,8 et 2,3) mais des proportions non négligeables d'espèces opportunistes du groupe IV sont également observées. Ceci est à mettre bien évidemment en relation avec la présence de sédiment vaseux mais également avec la présence du mollusque invasif *Crepidula fornicata*. En effet, la prolifération des crépidules va provoquer un accroissement de la sédimentation et de l'envasement. L'agglomération des individus va favoriser la rétention des bioagrégats, l'installation durable de vasières biogènes et va sur le long terme modifier radicalement, de manière irréversible et à l'avantage de l'espèce, la nature et la texture des sédiments en place.

Le second peuplement, les sables envasés à *Melinna palmata* (STM06 à STM08), est caractérisé par des espèces à affinité sabulicole-vasicole, et principalement par des polychètes *Melinna palmata*, *Chaetozone gibber*, *Leiochone leiopygos*, *Notomastus latericeus* ou *Aponuphis bilineata*. L'état de santé est intermédiaire entre les deux autres peuplements. Les valeurs de l'AMBI sont comprises

entre 2,3 et 2,9, indiquant un « bon état écologique ». Ceci est en lien avec leur localisation. Ces stations sont sous l'influence des activités des bassins portuaires.

Le dernier peuplement (vases sableuses) est localisé dans les bassins portuaires (stations STM09, STM10, STM11 et STM12). Il est important de noter que la prolifération de quelques espèces ubiquistes, notamment les polychètes *Capitella capitata* et *Malacoceros fuliginosus*, est la dernière étape de la modification des biocénoses en réponse à la pollution. Le stade ultime étant bien évidemment le stade azoïque stade où toute vie macrobenthique disparaît. On peut ajouter que sur les stations STM09 et STM10, deux types de peuplement sont observés : les sables envasés à *Melinna palmata* et les vases sableuses eutrophisées. Les autres stations situées dans les bassins intérieurs sont à rapprocher des sables envasés à *Melinna palmata*. Ainsi, l'état écologique des bassins intérieurs est, majoritairement qualifié de « bon » sauf à quelques endroits où l'état de santé est qualifié de « moyen » voire « médiocre » (STM10). Néanmoins, dans ces milieux hypertrophiques, des hypoxies voire des anoxies se produisent induisant des stress importants sur les peuplements benthiques. C'est pourquoi il faut nuancer l'état écologique « bon ». En effet, les valeurs de l'AMBI sont comprises entre 2,7 et 3,2 qui sont des valeurs très proches de la valeur seuil qui indique un changement d'état écologique (valeur de 3,3). Cette zone constitue donc le réceptacle des activités anthropiques et il est aujourd'hui démontré que les espèces opportunistes, comme les polychètes Cirratulidés (*Chaetozone gibber*, *Cirriformia tentaculata*, *Caulleriella* spp., *Aphelochaeta* spp.), Spionidés (*Malacoceros fuliginosus*) et Capitellidés (*Capitella capitata*), se sont développées et dans certains endroits de façon importante en réponse à l'hypertrophisation croissante de ce type de milieu. Deux autres raisons peuvent aussi expliquer l'état de santé des peuplements en transition vers un état dégradé dans les bassins portuaires. D'une part, dans certains secteurs qui sont des zones d'évitage, le stationnement des navires et leurs incessants déplacements entraînent une remise en suspension des sédiments et une instabilité peu propice à l'installation d'un réel peuplement. D'autre part, les dragages (entretien, approfondissement) peuvent également induire des impacts sur les communautés benthiques. En effet, ils induisent une modification physique des habitats et de la destruction des espèces qui y vivent ou d'une augmentation de la turbidité des eaux. Ceci peut expliquer les variations saisonnières observées entre septembre 2018 et avril 2019.

6 BIBLIOGRAPHIE

Alzieu, C. (coord), 1999. Dragages et environnement marin, Etat des connaissances, IFREMER, 223p.

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

Bald, J., Borja, A., Muxika, I., Franco, J., Valencia, V., 2005. Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: A case-study from the Basque Country (Northern Spain). *Marine Pollution Bulletin* 50: 1508-1522.

Borja, A., Franco, J., Perez, 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: 1100-1114.

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.