

Rte

Réseau de transport d'électricité

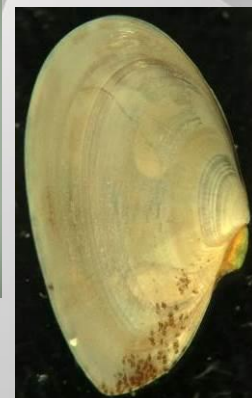


Cartographie des habitats et peuplements benthiques subtidaux

Raccordement électrique
du site éolien de Dieppe - Le
Tréport



Date : Juin 2016



Sommaire

1. Contexte et objectifs	3
2. Acquisitions et analyse des données.....	5
2.1 Outils et techniques mis en œuvre.....	5
2.1.1. Moyens nautiques.....	5
2.1.2 Engins de prélèvements sédimentaires et biologiques.....	5
2.2 Stratégie d'acquisition des données.....	9
2.2.1 Stratégie	9
2.2.2 Echantillonnage sédimentaire.....	9
2.3 Analyses sédimentaires et biologiques	17
2.3.1 Granulométrie, Matière organique (Stations semi-quantitatives).....	17
2.3.2 Analyses physico-chimiques.....	18
2.3.3 Tri et détermination.....	19
2.3.4 Traitement des données	19
2.3.5 Typologie des Habitats	23
3. Résultats	24
3.1. Substrats meubles	24
3.1.1 Caractéristiques granulométriques des stations échantillonnées	24
3.1.3 Stations semi-quantitatives.....	34
3.1.4 Stations quantitatives.....	44
3.1.5 Physico-chimie dans l'eau de surface.....	63
3.2 Habitats inventoriés et espèces	66
3.2.1 Habitats inventoriés	66
3.2.2 Carte d'habitat	69
4. Enjeux et Conclusions	74
5. Bibliographie.....	76

1. Contexte et objectifs

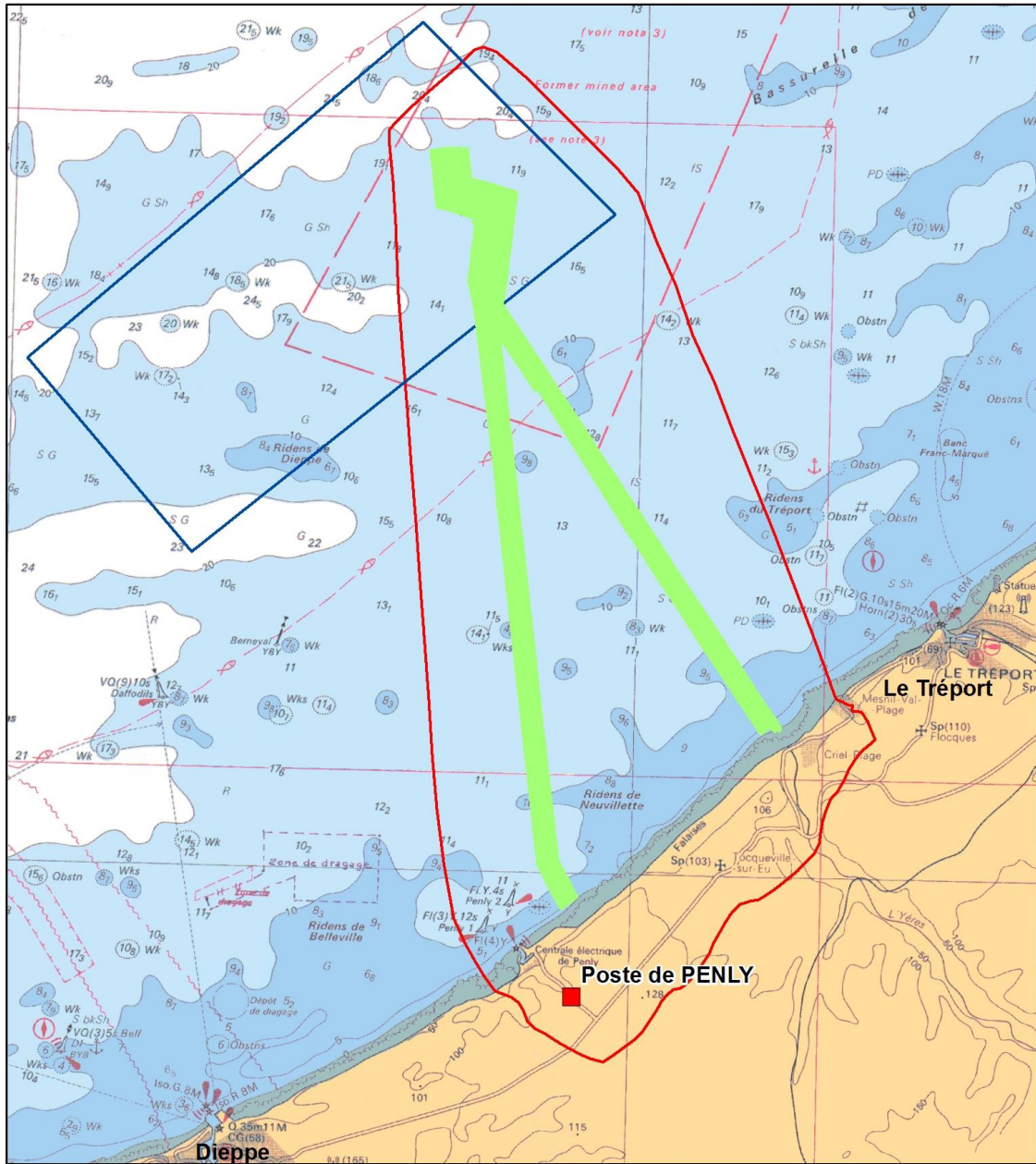
Ainsi, dans le cadre du projet d'implantation d'un câble entre le parc éolien et le poste de raccordement à terre, RTE souhaite que des campagnes de terrain soient réalisées afin d'étudier les habitats et les peuplements benthiques sur le tracé du câble (Carte 1).

L'objectif de cette étude est d'établir une situation de référence des biocénoses marines sur la zone de travaux et sur des sites témoins. Ainsi, un état de conservation sera défini et des suivis pourront être réalisés en se basant sur cet état initial réalisé le plus exhaustif possible à la fois sur les biocénoses de fond meuble et de fond rocheux. De plus, cette étude permet d'une part, de faire le point sur les données existantes, et d'autre part, d'acquérir de nouvelles données. L'ensemble de ces données est pris en compte pour apprécier la richesse du patrimoine naturel du site ainsi que l'état de conservation des habitats inventoriés.

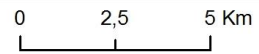
Le rapport détaille les méthodes et moyens mis en œuvre pour permettre de dresser une cartographie détaillée des habitats et d'avoir des données quantitatives pour assurer un suivi et permettre d'apprécier l'état de conservation. Les résultats seront présentés de manière détaillée.

Cette étude vise aussi à constituer une référence précise permettant :

- d'établir l'état initial du site en terme d'habitats, d'espèces marines patrimoniales, en déclin ou menacées,
- d'évaluer leur état de conservation ainsi que les enjeux de conservation,
- de permettre d'évaluer les enjeux sur le site du projet.



- Aire d'étude
- Parc éolien
- Zone inventoriée



Carte réalisée par TBM, 2016
Support cartographique : SHOM / Sources des données : RTE, TBM 2015

Carte 1: Localisation de la zone d'étude.

2. Acquisitions et analyse des données

2.1 Outils et techniques mis en œuvre

2.1.1. Moyens nautiques

Les prélèvements biosédimentaires ont été réalisés en deux sessions. La première s'est déroulée du 12 octobre 2015 au 15 octobre 2015 et la seconde les 11 et 12 mars 2016. Les campagnes se sont faites depuis le port du Tréport, à bord du navire « la Fée des mers » (Figure 1).



Figure 1 : Embarcation « la Fée des mers » utilisée pour les prélèvements biosédimentaires et

Les comptes rendus de mission des différentes campagnes sont indiqués en Annexes 1 et 2.

2.1.2 Engins de prélèvements sédimentaires et biologiques

Pour les prélèvements bio-sédimentaires, deux types d'engins ont été utilisés : une drague et une benne. La drague a servi à échantillonner des stations dites qualitatives et semi-quantitatives et à étudier à la fois l'endofaune et l'épifaune, alors que la benne a permis d'échantillonner des stations dites quantitatives permettant l'étude plus précise de l'endofaune.

- Données qualitatives : Drague Rallier du Baty (Figure 2)

Cet engin traînant permet d'échantillonner sur une large variété de substrats et de déterminer, dans de nombreuses situations, les espèces indicatrices des principales unités de peuplement et de leurs divers faciès. Il a été utilisé comme engin de prélèvements durant l'exploration des peuplements benthiques de la Manche (Cabioch, 1968, Retière, 1979), du Golfe de Gascogne (Glémarec, 1969), et dans le cadre du projet CARTHAM. Cette drague est constituée d'un cylindre métallique robuste de 45 cm de diamètre sur lequel est placé un filet qui permet la récolte du sédiment tout en permettant l'évacuation de l'eau. Le cylindre est relié par un axe central à un anneau métallique sur lequel est fixé le gréement. Simple d'utilisation, elle a été utilisée pour les prélèvements dits « qualitatifs » dans le but de préciser les habitats biosédimentaires et d'étudier la macro- et la mégafaune associées.

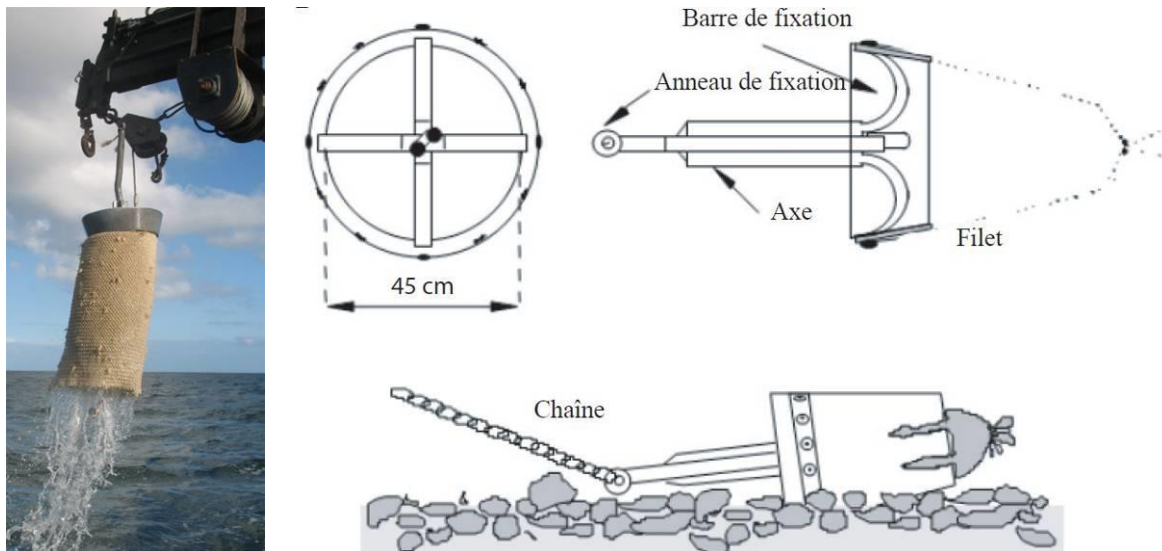


Figure 2 : Drague rallier du Baty et schéma descriptif de son mécanisme de fonctionnement (Trigui, 2009)

Pour chaque station semi-quantitative échantillonnée, un volume moyen de 30 litres de sédiment est tamisé, directement sur le bateau, sur des tamis de maille décroissante (10, 5 et 2 mm) (Figure 3). Seules les espèces présentes sur les deux premiers tamis sont déterminées et dénombrées à bord (tri exhaustif). Les données ainsi acquises sur l'ensemble du site d'étude fournissent une excellente représentation qualitative de la distribution des espèces macrobenthiques et apportent, parfois, une information semi-quantitative sur le niveau d'abondance des espèces les plus communes. Ce protocole a été largement utilisé pour la cartographie et l'étude des peuplements en Manche-Atlantique (Cabioch, 1968 ; Glémarec, 1969, Gentil, 1976 ; Retière, 1979). Le refus de 2 mm a été conservé dans le formol pour des analyses ultérieures en laboratoire.



Figure 3 : Table de tri

Des photographies et des prélèvements de sédiments avant le passage sur les tamis ont été réalisés pour chaque station pour l'analyse de la granulométrie et de la matière organique.

- Données quantitatives : Benne Day (Figure 4)

Cette benne a été utilisée pour l'échantillonnage des peuplements benthiques aux stations dites « quantitatives » (macrofaune des sédiments : sables, vases, graviers). Cet engin de prélèvement est très couramment employé pour prélever des sédiments de nature variée : depuis des sédiments vaseux jusqu'aux graviers.

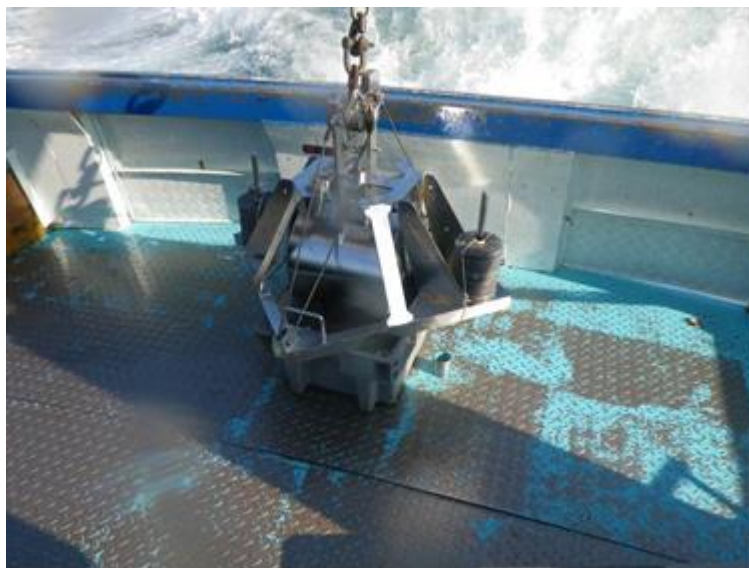


Figure 4 : Benne Day

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 »,
- la Fiche Contrôle de surveillance Eaux côtières Invertébrés Substrats meubles, « Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Etat des lieux et propositions, REBENT, Ifremer ».

Ainsi, six répliquats ont été réalisés :

- cinq pour déterminer et caractériser la faune benthique,
- un pour l'analyse granulométrique

Chaque répliquat, destiné à l'analyse de la macrofaune, a été passé sur un tamis de maille carrée de 1 mm puis conditionné dans un flacon plastique étiqueté. La fixation s'est faite dans une solution formolée (solution d'eau de mer à 6-8 % de formol). Chaque échantillon, destiné à la caractérisation du sédiment est stocké dans un sac plastique et mis dans des glacières.

Des analyses physico-chimiques ont également été réalisées lors de la deuxième campagne (mars 2016). Les échantillons sont conditionnés conformément aux recommandations du laboratoire agréé pour réaliser l'analyse chimique. Les échantillons sont réfrigérés avant dépôt dans les meilleurs délais à ce laboratoire afin notamment de garantir les agréments NF et COFRAC.

2.2 Stratégie d'acquisition des données

2.2.1 Stratégie

L'objectif fixé par cette étude est triple :

- réaliser un état initial du site sur lequel le projet doit s'implanter (détermination de l'état de conservation du site, des enjeux environnementaux, des fonctions écologiques, etc.),
- évaluer les enjeux,
- établir un protocole d'évaluation avec un objectif de suivi à long terme des biocénoses marines afin de mesurer, dans un premier temps, l'impact potentiel du projet éolien puis son impact effectif.

Pour ce faire, une cartographie précise des habitats et de leur état de conservation est donc un préalable obligatoire et la stratégie d'échantillonnage proposée dans cette étude a été réfléchie dans ce but. Le travail cartographique effectué a permis (1) de caractériser l'éventail des faciès rocheux et sédimentaires du périmètre d'étude, (2) de déterminer avec discernement un ensemble de stations pertinentes désignées comme « stations de surveillance » à suivre sur le long terme, (3) de se confronter aux contraintes engendrées par l'utilisation des différentes méthodes (transects en plongée, surfaces à échantillonner, espèces indicatrices à inventorier, etc.) afin d'établir un protocole robuste et reproductible lors des suivis ultérieurs. Ainsi, plusieurs types d'observations ont été entrepris : échantillonnage sédimentaire semi-quantitatif et quantitatif et échantillonnage rocheux. Des échantillonnages par vidéos étaient programmés mais à cause de mauvaises conditions météorologiques et des conditions hydrodynamiques locales, elles n'ont pas pu être réalisées.

En complément de ces investigations fines sur la zone d'étude, des stations de référence, externes à la zone d'influence potentielle du projet ont été choisies. L'intérêt d'intégrer à cette étude des stations de référence est de pouvoir discriminer et quantifier les variations naturelles ou d'origines anthropiques de celles qui sont liées au projet et qui influent le développement et la structuration des populations animales et végétales.

2.2.2 Echantillonnage sédimentaire

2.2.2.1 Stations semi-quantitatives

Le positionnement des stations semi-quantitatives a été fait grâce au levé acoustique et des données antérieures. Comme indiqué précédemment, nous avons utilisé la drague Rallier du Baty pour analyser la granulométrie des fonds et la macrofaune.

Le plan d'échantillonnage comprend 40 stations (Carte 2) sur lesquelles des prélèvements à la drague Rallier du Baty ont été faits.

2.2.3.2 Stations quantitatives

16 stations ont fait l'objet de prélèvements quantitatifs, à raison de six réplicats par station (Cartes 3 et 4). 8 stations sont situées sur les fuseaux et 8 servent de référence. Le plan d'échantillonnage de la deuxième session est légèrement différent car un fuseau a été choisi et nous avons priorisé celui-ci.

Des échantillons pour des analyses physico-chimiques ont été réalisés lors de la deuxième session sur les 8 stations situées dans les fuseaux (Carte 5). Sur ces stations, des échantillons de sédiments et d'eau de surface ont été effectués. Les échantillons d'eau ont été prélevés au moyen d'une bouteille Niskin et les échantillons de sédiments ont été prélevés conformément à la norme en vigueur (Figure 5). La méthodologie utilisée pour le prélèvement des sédiments a été conforme au guide de prélèvement d'échantillons marins pour l'analyse des contaminants chimiques (Août 2007 –R.INT.DCN-BE/2007.05/Nantes – Didier CLAISSE). Un flaconnage adapté à l'étude des contaminants sédimentaires et conforme aux préconisations du RNO-Sed¹, fourni par le laboratoire d'analyses, a été utilisé. L'opérateur a prélevé le sédiment dans les premiers centimètres, au centre de la masse sédimentaire bennée comme schématisé sur la Figure 5. De plus, afin de prévenir de toute contamination des échantillons, l'opérateur était équipé de gants changés à chaque prélèvement (Figure 6).

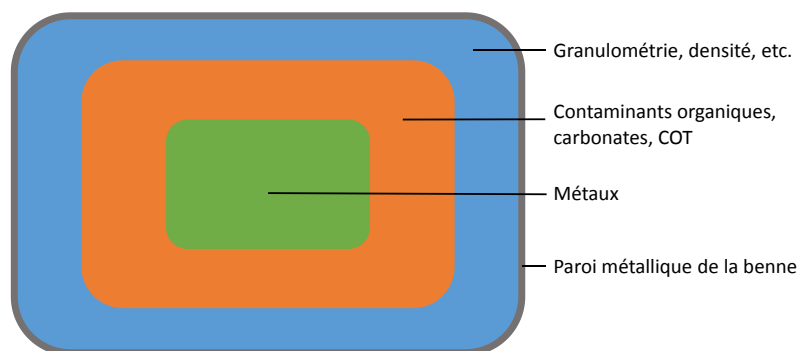
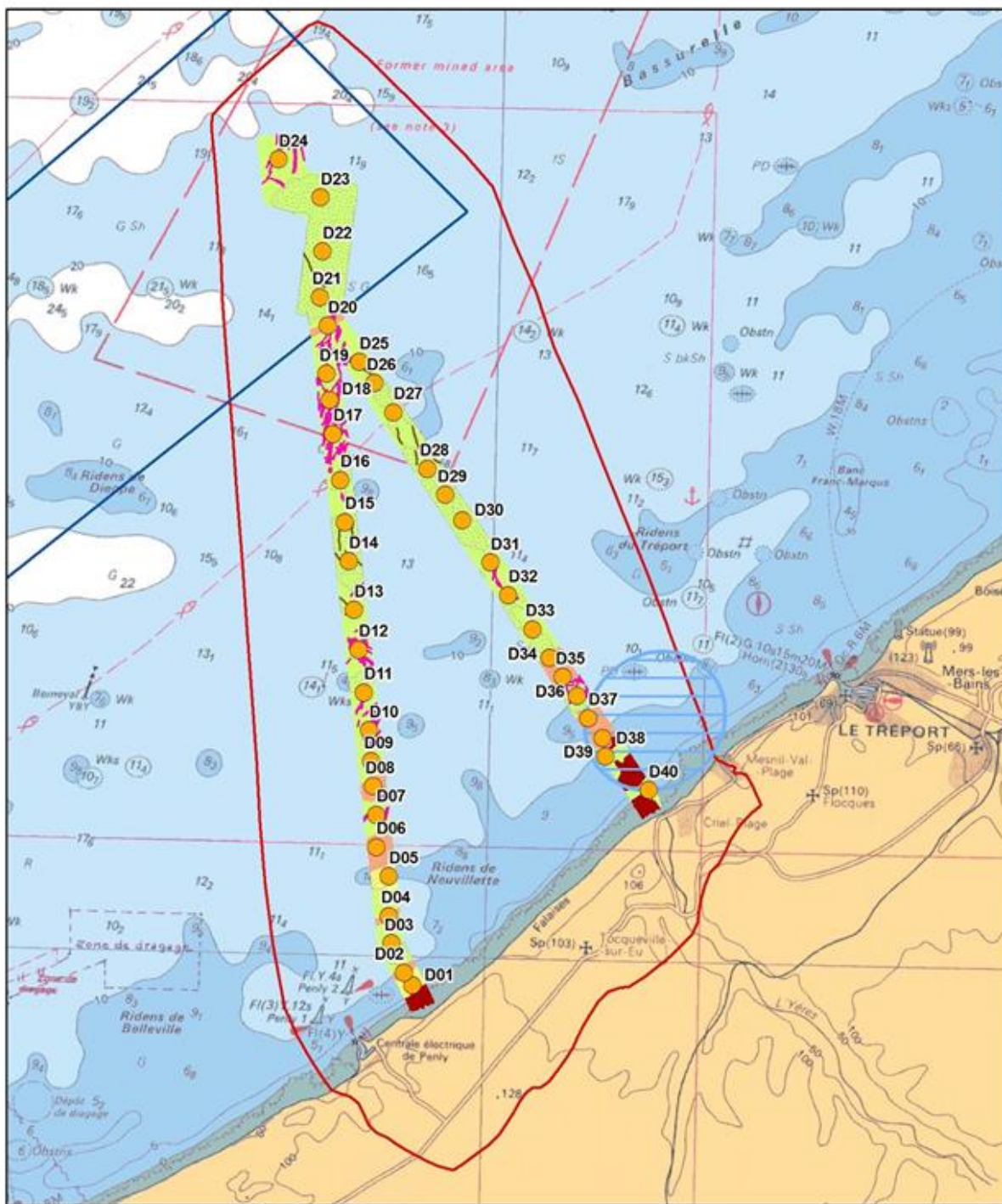


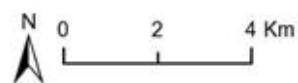
Figure 5 : répartition des prélèvements destinés aux analyses physico-chimiques sur une benne vue de dessus (D'après IFREMER, 2007)

¹ IFREMER, 2007. RNO-SED,

PLAN D'ECHANTILLONAGE "macrofaune benthique" - Dragues



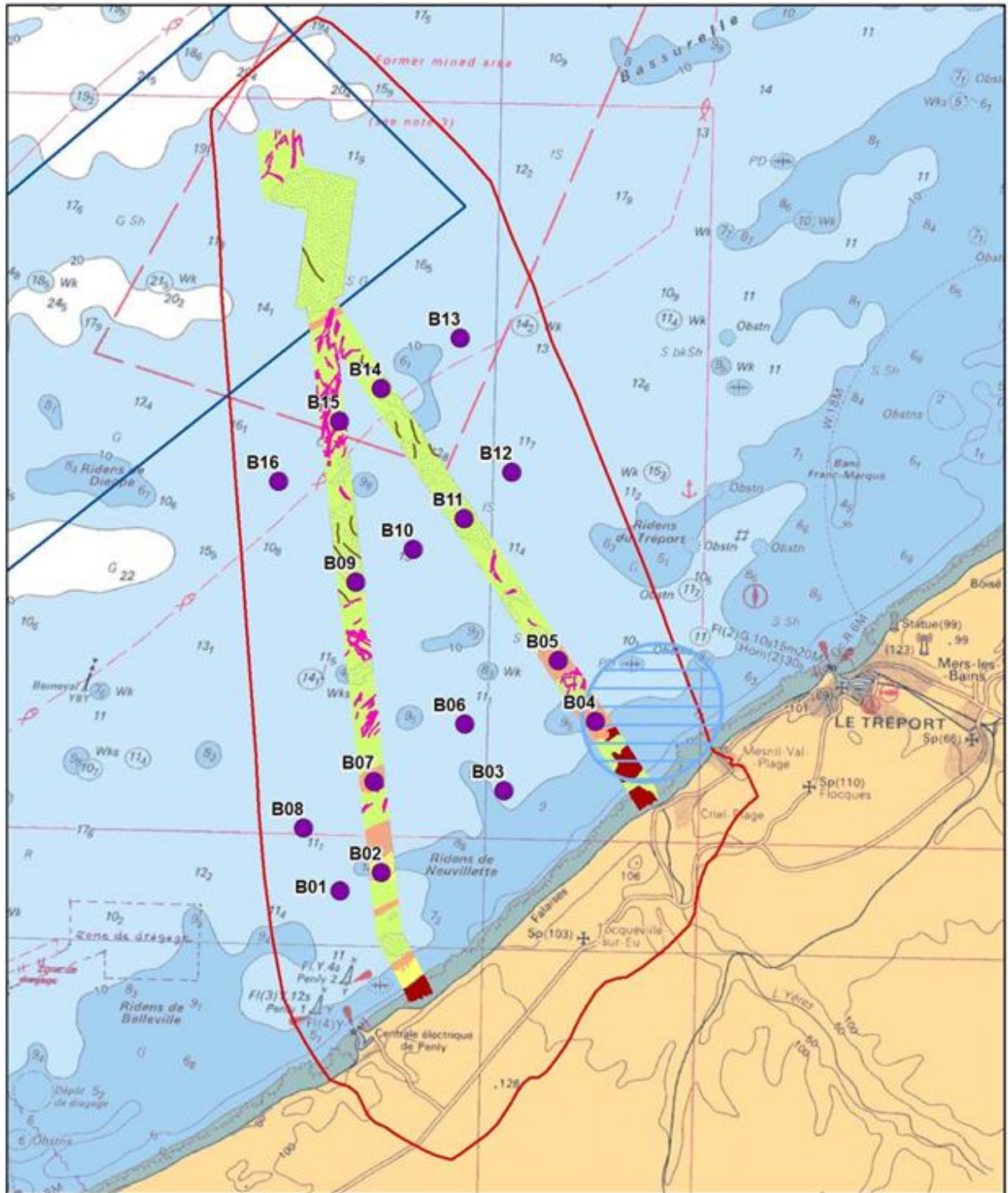
- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| Aire d'étude | Small to medium dunes |
| Parc éolien | Rock outcrop |
| Dragues | Fine to medium sediments |
| Nature du fond | Fine sediments |
| sand waves | Fine and medium sediments |
| trawl marks | |



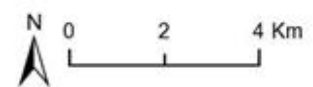
Carte réalisée par TBM, 2015
Support cartographique : SHOM
Sources des données : RTE, TBM

Carte 2 : Plan d'échantillonnage pour les inventaires semi-quantitatifs (drague rallier du Baty)

PLAN D'ECHANTILLONAGE "macrofaune benthique" - Bennes



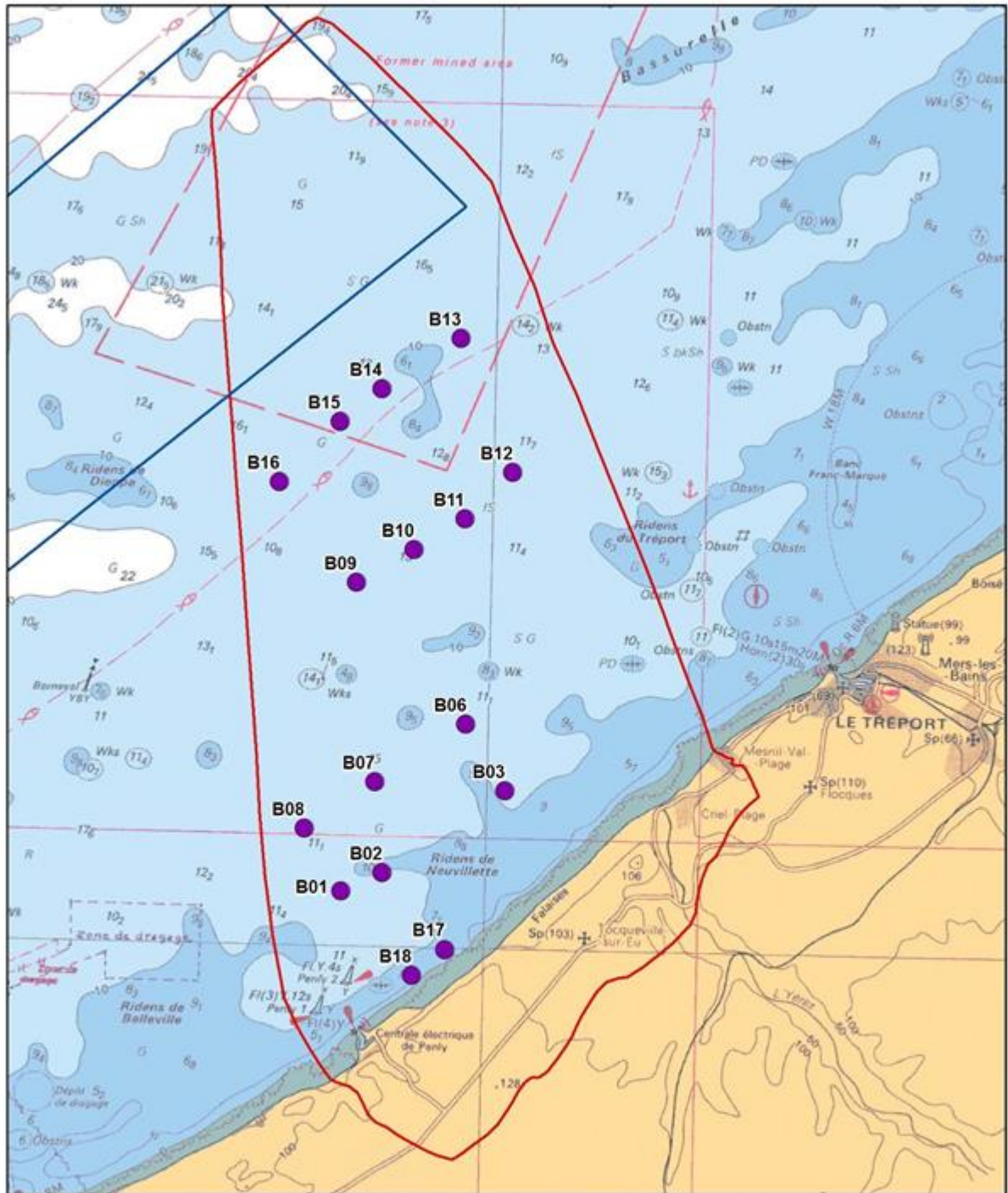
- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| Aire d'étude | Small to medium dunes |
| Parc éolien | Rock outcrop |
| Bennes | Fine to medium sediments |
| Nature du fond | Fine sediments |
| sand waves | Fine and medium sediments |
| trawl marks | |



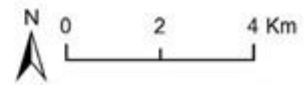
Carte réalisée par TBM, 2015
Support cartographique : SHOM
Sources des données : RTE, TBM

Carte 3 : Localisation des prélèvements quantitatifs à la benne Day pour la session 1 (octobre 2015)

PLAN D'ECHANTILLONAGE "macrofaune benthique" - Bennes



- Aire d'étude
- Parc éolien
- Bennes

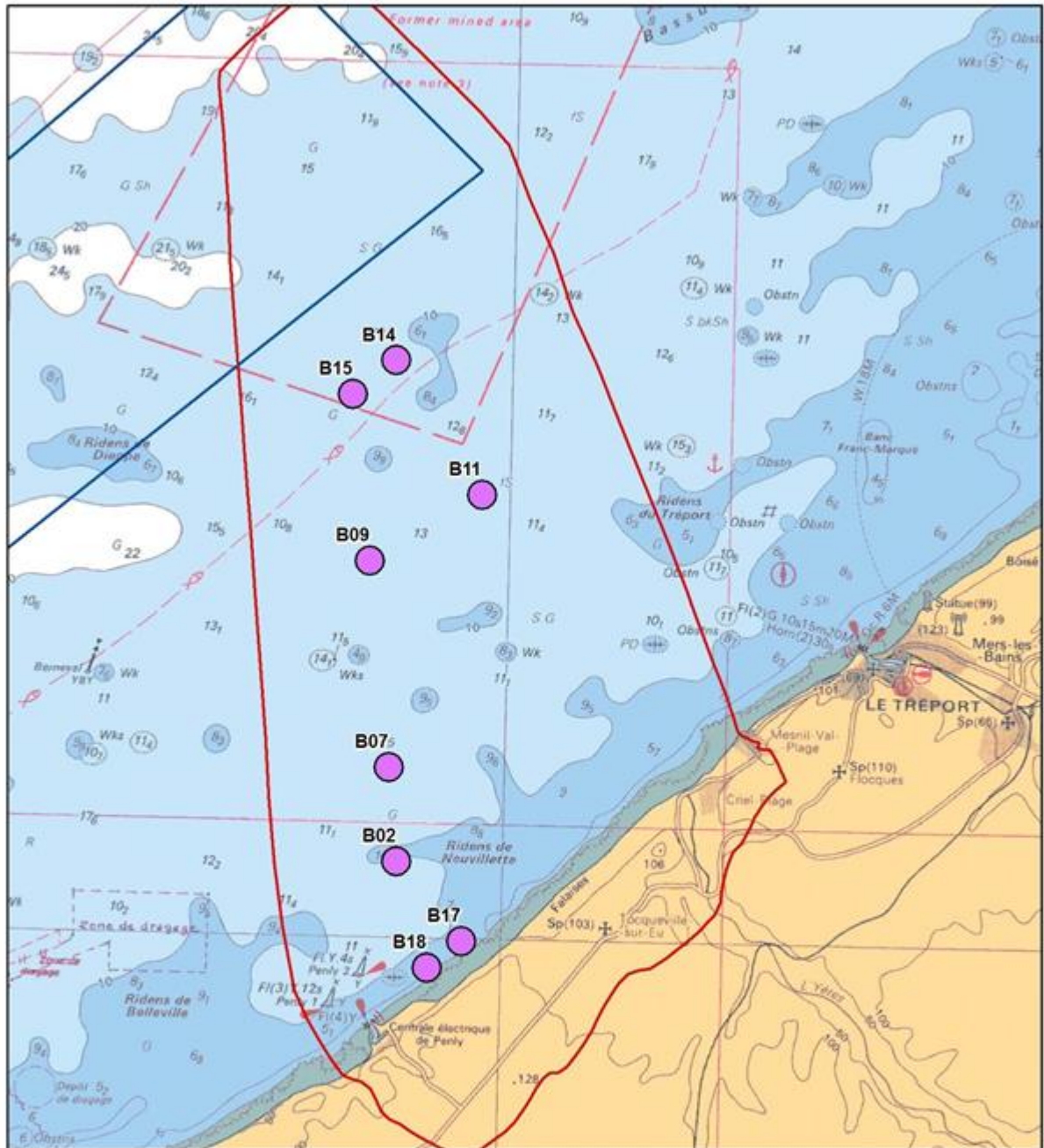


Carte réalisée par TBM, 2016
Support cartographique : SHOM
Sources des données : RTE, TBM

Carte 4 : Localisation des prélèvements quantitatifs à la benne Day pour la session 2 (mars 2016)



Figure 6 : Prélèvement et conditionnement pour les analyses de sédiment et bouteille Niskin

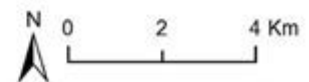


▭ Aire d'étude

▭ Parc éolien

Prélèvements en vue d'analyses physico-chimiques

● Subtidaux



Carte réalisée par TBM, 2016
Support cartographique : SHOM
Sources des données : RTE, TBM

Carte 5 : Localisation des prélèvements physico-chimie lors de la session 2 (mars 2016)

Chaque échantillon destiné à l'analyse physico-chimique du sédiment ou de l'eau a été conditionné en pot plastique et en verre suivant le protocole imposé par IFREMER et stockés dans une glacière avec des pains de glace à bord du bateau. Un double étiquetage a été mis en place (étiquette DYMO sur le flan de chaque flacon et marquage indélébile sur le bouchon).

L'étiquette apposée sur le flan des flacons et le marquage du bouchon comprendront les informations suivantes :

- Code point,
- Numéro de l'échantillon,
- Date, heure et lieu de prélèvement,
- Nom du préleveur.

2.3 Analyses sédimentaires et biologiques

2.3.1 Granulométrie, Matière organique (Stations semi-quantitatives)

L'analyse granulométrique a été réalisée par tamisage à sec (tamiseuse électrique). 15 tamis de maille carrée (Norme AFNOR) ont été utilisés (Figure 7) : 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 7 : Colonne de tamis

Le protocole appliqué suit plusieurs étapes standardisées et bien distinctes :

- (1) homogénéisation du prélèvement,
- (2) séchage du sédiment (environ 300 g) : l'échantillon est mis à sécher dans une étuve à 60°C pendant 48h (Figure 8),



Figure 8 : Echantillons granulométriques à l'étuve

(3) rinçage et tamisage du sédiment sur un tamis de 45 μm : le sédiment, pesé à la sortie de l'étuve, est passé sur un tamis de 45 μm . Cette étape permet l'élimination de la fraction pélitique et du sel,

(4) séchage du sédiment : l'échantillon est laissé 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 0,063 et 64 mm de vide de maille carrée.

Les données brutes correspondant aux proportions des différentes classes granulométriques nous ont permis de calculer les pourcentages des cinq fractions granulométriques majeures, à savoir les galets, cailloutis et graviers (i.e. ≥ 2 mm), les sables grossiers ([500 μm à 2 mm[), les sables moyens ([250-500 μm], les sables fins ([63-250 μm]) et les vases (i.e. < 63 μm).

2.3.2 Analyses physico-chimiques

Des analyses physico-chimiques sur les sédiments ont été réalisées sur huit stations quantitatives meubles lors de la deuxième session (mars 2016).

Conformément à la circulaire associée à l'arrêté du 14 juin 2000 (associé à l'article R.214-6 du Code de l'Environnement), les analyses ont porté sur :

- la caractérisation du sédiment : le Carbone Organique Total (COT), la matière sèche, l'Aluminium, la densité et la granulométrie,
- les éléments traces inorganiques : Arsenic, Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Plomb, Mercure, Zinc,
- les composés traces organiques : les PCB réglementaires (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180), 16 HAP, les dérivés de l'Etain (TBT, DBT, MBT),
- les nutriments : Azote NTK et phosphore total.
- la radioactivité.

La démarche d'analyse des résultats retenue vise à définir l'état du milieu (sédiments) en prenant en compte les niveaux réglementaires dits GEODE des arrêtés du 09 août 2006 (métaux et PCB), du 23 décembre 2009 (TBT) et du 8 février 2013 (HAP), mais aussi le calcul du score de risque (logiciel GEODRISK®).

2.3.3 Tri et détermination

Au laboratoire, les échantillons, conditionnés au cours de la campagne en mer, ont été triés et analysés selon un protocole standardisé.

Préalablement à l'étape du tri, chaque échantillon a été placé sur un tamis de maille carrée de 1 mm et rincé à l'eau pendant au moins une heure pour en extraire le formol. L'échantillon rincé est alors mis dans une cuvette, puis minutieusement trié à la pince fine afin de prélever tous les organismes de la macrofaune (>1 mm) qu'il contient. Ces organismes sont placés en pilulier avec de l'alcool à 70° en attendant l'étape de détermination.

La détermination taxonomique de chaque individu est réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire et/ou d'un microscope jusqu'au niveau de l'espèce dans la majorité des cas et tant que l'état des individus le permet. Seuls les némertes, les plathelminthes et les oligochètes ne sont mentionnés qu'au niveau de l'embranchement ou groupe taxonomique. Le référentiel taxonomique utilisé est l'European Register of Marine Species (ERMS) (Costello et *al.*, 2001) ainsi que le World Register of Marine Species (WORMS).

2.3.4 Traitement des données

Pour chacune des stations, l'analyse des prélèvements permet de mesurer plusieurs paramètres. L'objectif de ces analyses est de caractériser les habitats mais également leur état de conservation au travers d'indices tels que :

- la **richesse spécifique, S** (nombre total ou moyen d'espèces recensées par unité de surface),
- **l'abondance totale et moyenne, A** (nombre d'individus d'une espèce),
- les **groupes taxonomiques** recensés,
- pour les substrats meubles, la détermination de **l'indice biotique (AMBI)** a été réalisée à partir des données quantitatives obtenues avec la benne Day.

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 (Grall et Glémarec, 1997, 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 dépositivores, proliférant dans les sédiments réduits.

La Figure 9 illustre l'évolution des groupes écologiques en fonction d'une perturbation croissante liée à un enrichissement en matière organique.

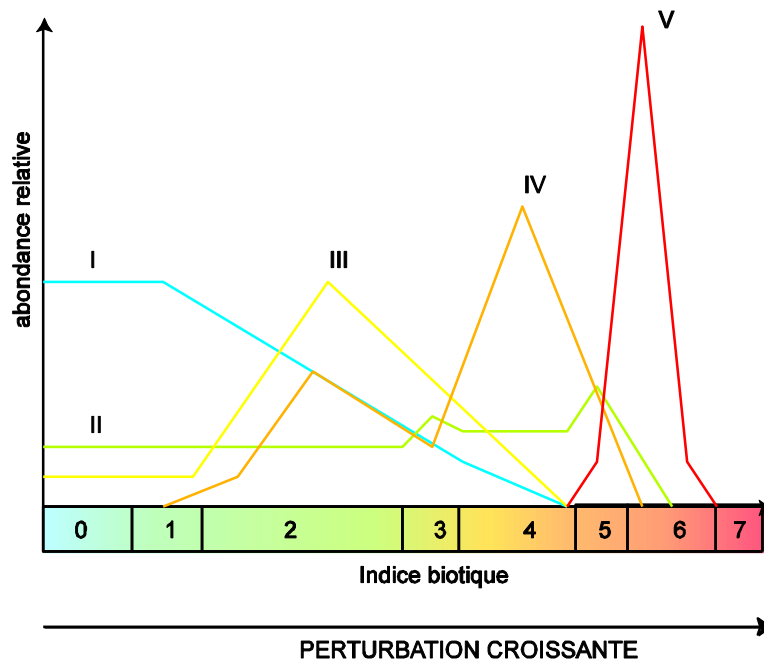


Figure 9 : Modèle des indices biotiques (groupes écologiques notés en chiffres romains) (D'après Grall et Coïc, 2006).

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 1 indique les correspondances entre les valeurs de l'indice AMBI et l'état de santé des communautés benthiques.

Tableau 1 : 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
$0,0 < \text{AMBI} \leq 1,2$	I	Normal	Très bon
$1,2 < \text{AMBI} \leq 3,3$	III	Légèrement pollué, état transitoire	Bon
$3,3 < \text{AMBI} \leq 4,3$		Modérément pollué	Moyen
$4,3 < \text{AMBI} \leq 5,5$	IV-V	Gravement pollué	Médiocre
$5,5 < \text{AMBI} \leq 7$	V	Azoïque	Mauvais

- **Analyses multivariées**

Des analyses multivariées ont été utilisées sur les données faunistiques qualitatives et quantitatives. 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, nous avons transformé nos données. Les 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.

2.3.5 Typologie des Habitats

Le référentiel retenu est celui du rapport du MNHN qui est paru en avril 2013 et en avril 2015 (Michez et al., 2013, Michez et al., 2015). En effet, plusieurs référentiels existent aujourd'hui comme les cahiers d'Habitats Natura 2000 (2004) ou la classification EUNIS. Cette dernière est la seule typologie couvrant les eaux marines européennes et qui est utilisée notamment dans les programmes européens comme MESH et UK SeaMap. Les spécialistes des Universités, des Stations marines et d'Ifremer ont proposé une typologie pour les eaux françaises, et plus particulièrement en Bretagne, en intégrant les derniers résultats des groupes de réflexions qui travaillent sur ce sujet. Cette nouvelle proposition de typologie des habitats marins benthiques en Bretagne a été validée (Bajjouk et al., 2010 ; Bajjouk, 2009 ; Guillaumont et al., 2008) et intégrée par le MNHN (Michez et al. 2015). C'est cette typologie qui est utilisée dans la présente étude.

Cette nouvelle typologie repose sur trois grands ensembles de substrats (meubles, rocheux et habitats particuliers). En fonction de la précision recherchée, trois niveaux hiérarchiques peuvent être distingués pour chacun de ces trois ensembles. Le niveau 1 reste très général alors que les niveaux 2 et 3 apportent des précisions sur les populations animales et végétales, ou encore sur le taux de recouvrement.

Les documents de référence qui ont été utilisés pour la typologie des habitats sont récapitulés dans la bibliographie.

3. Résultats

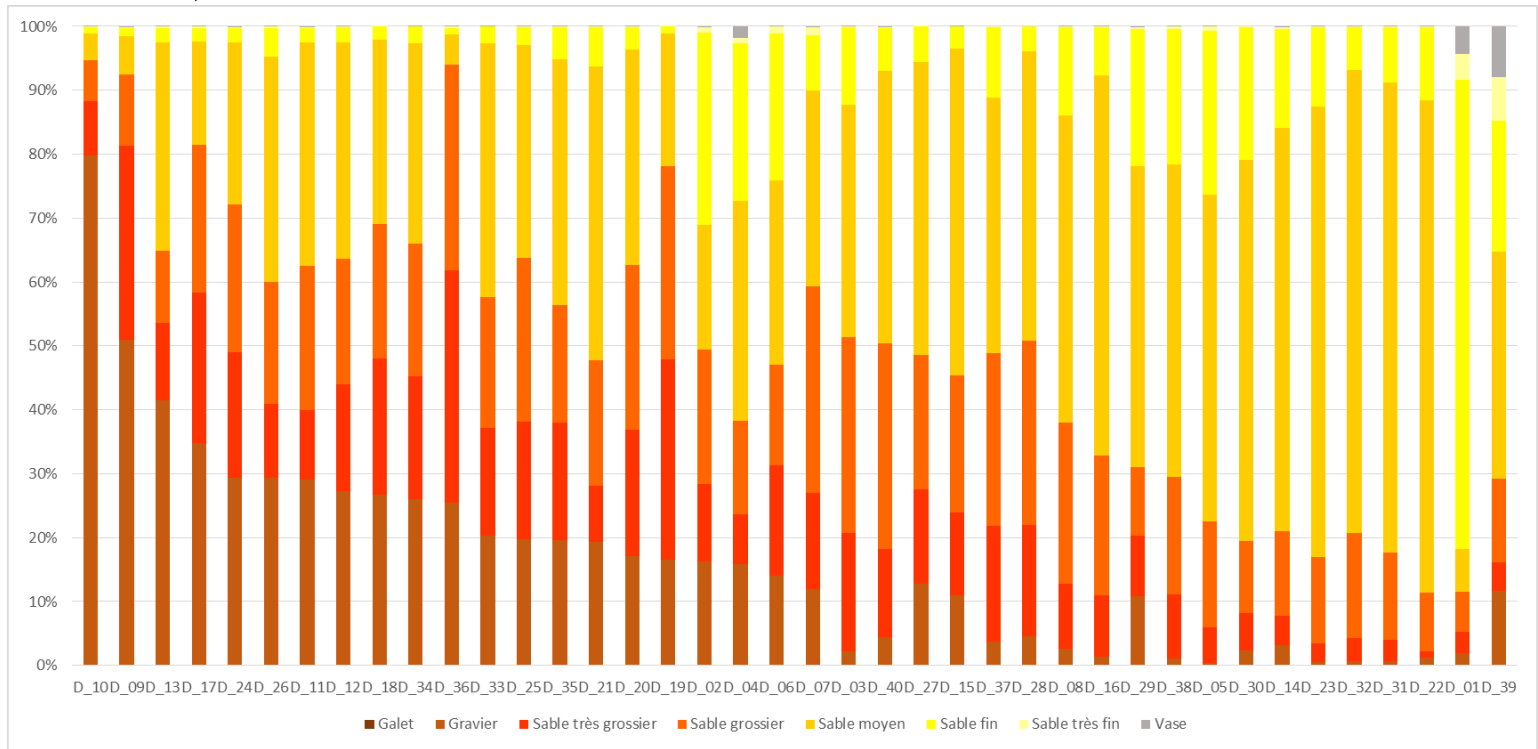
3.1. Substrats meubles

3.1.1 Caractéristiques granulométriques des stations échantillonnées

72 analyses granulométriques ont été réalisées. 40 concernent les prélèvements semi-quantitatifs à la drague et 32 sont issues des prélèvements quantitatifs à la benne Day. Les photographies ainsi que les analyses granulométriques de tous ces points sont consultables en Annexes 3, 4 et 5.

La figure 10 et les cartes 6, 7 et 8 indiquent les résultats obtenus. Les analyses réalisées sur les échantillons obtenus à la drague illustrent un gradient sédimentaire allant des graviers aux sédiments fins. Les résultats sur les échantillons à la benne confirment ces observations. Peu de différence est à noter entre les résultats de la campagne d'octobre 2015 et celle de mars 2016, hormis pour la station B13. Sur cette station, nous passons d'un gravier sableux à un sable grossier à moyen. Ainsi, trois ensembles majeurs sont mis en évidence i) les sables fins légèrement envasés (stations D01, B17 et B18), ii) les sédiments fins à moyens et iii) les sédiments grossiers à très grossiers.

A)



B)

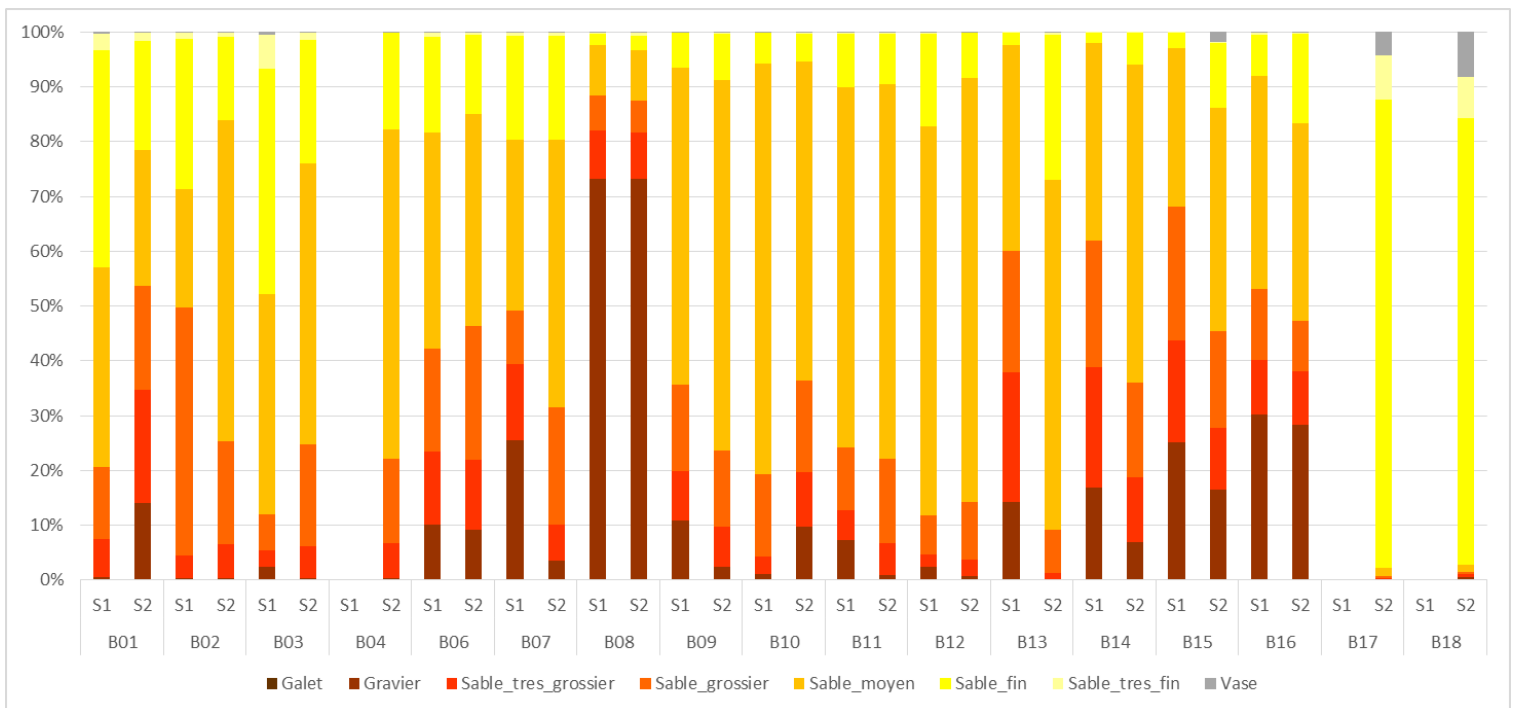
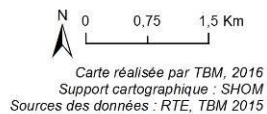
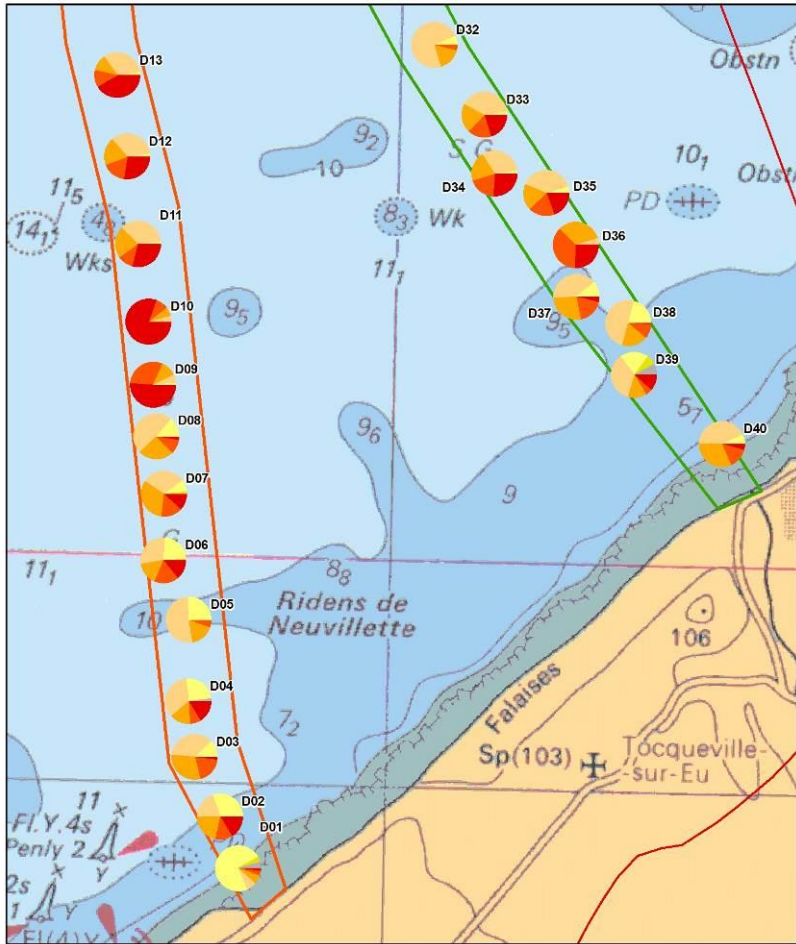
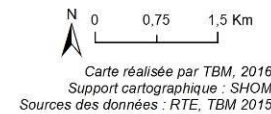
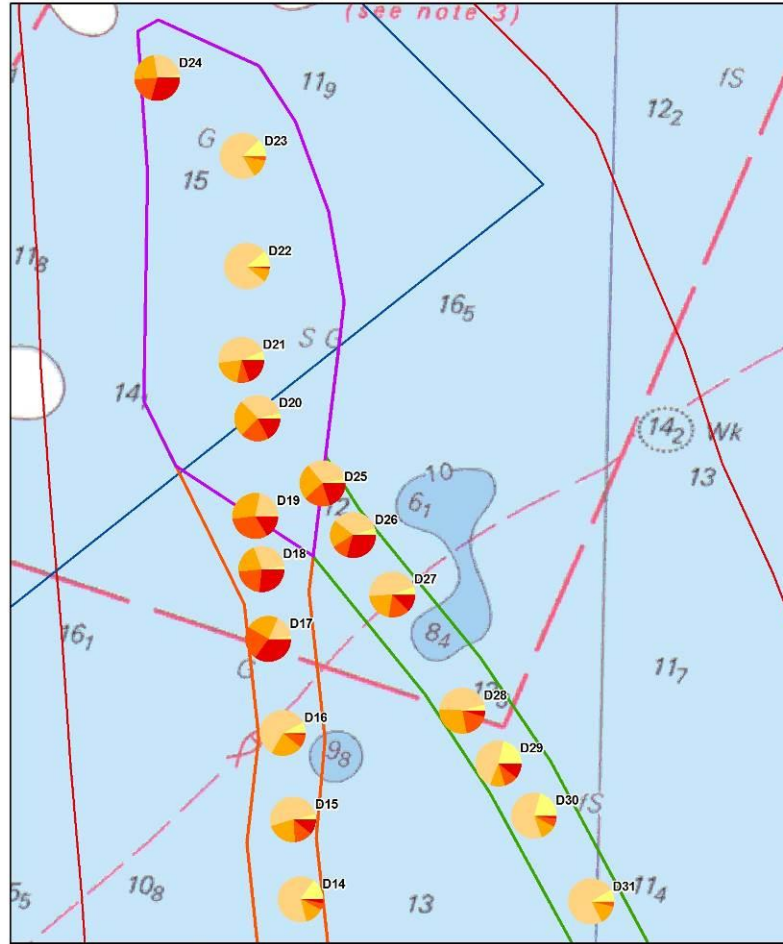


Figure 10 : Pourcentages des fractions granulométriques pour les 40 stations semi-quantitatives (A) et les 16 stations quantitatives pour les deux sessions (B)

Raccordement du parc éolien en mer de Dieppe - Le Treport

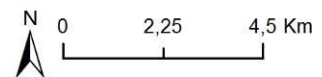
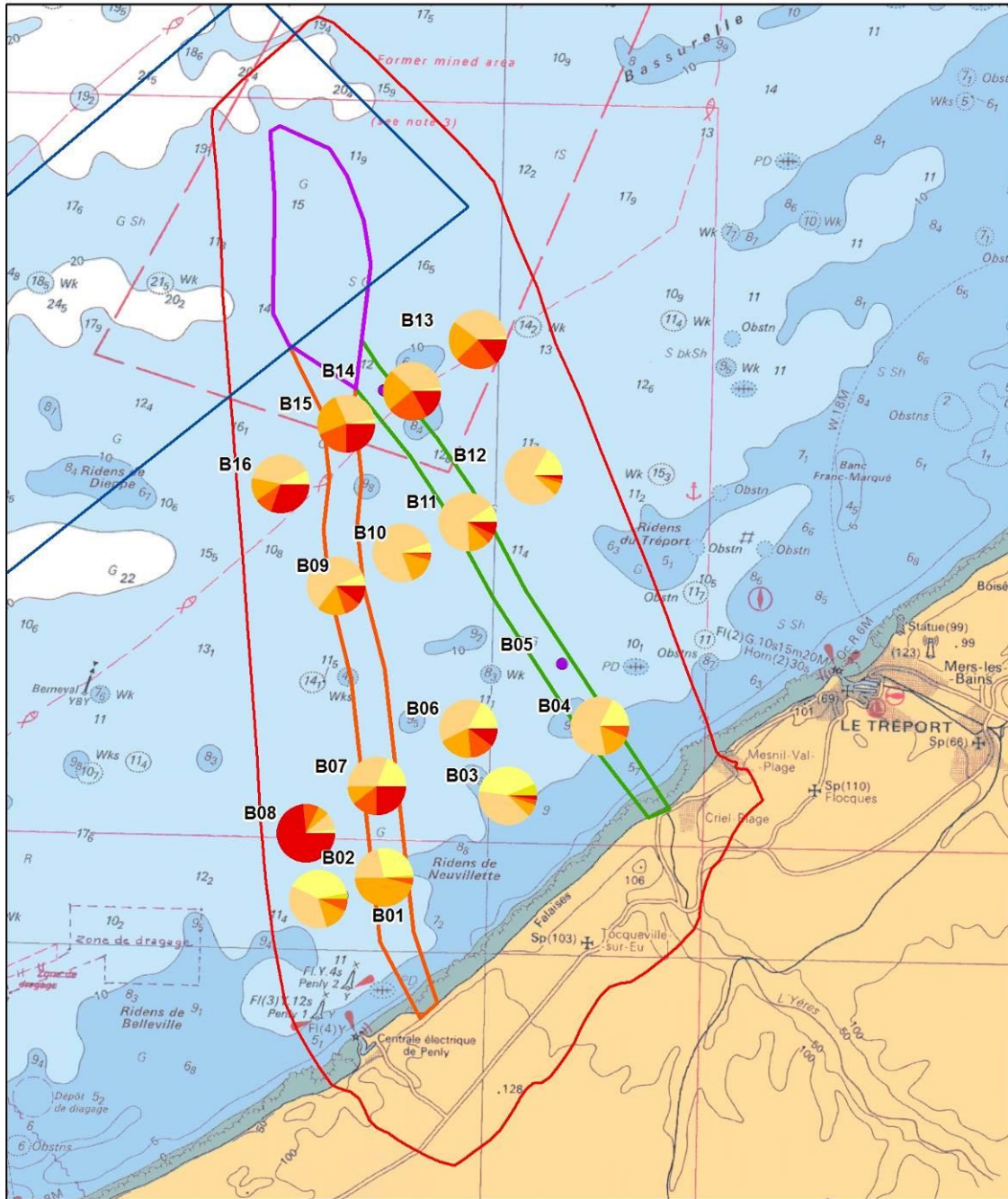


Raccordement du parc éolien en mer de Dieppe - Le Treport



Carte 6 : pourcentages des fractions granulométriques pour les échantillons à la drague rallier du Baty.

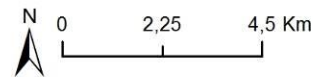
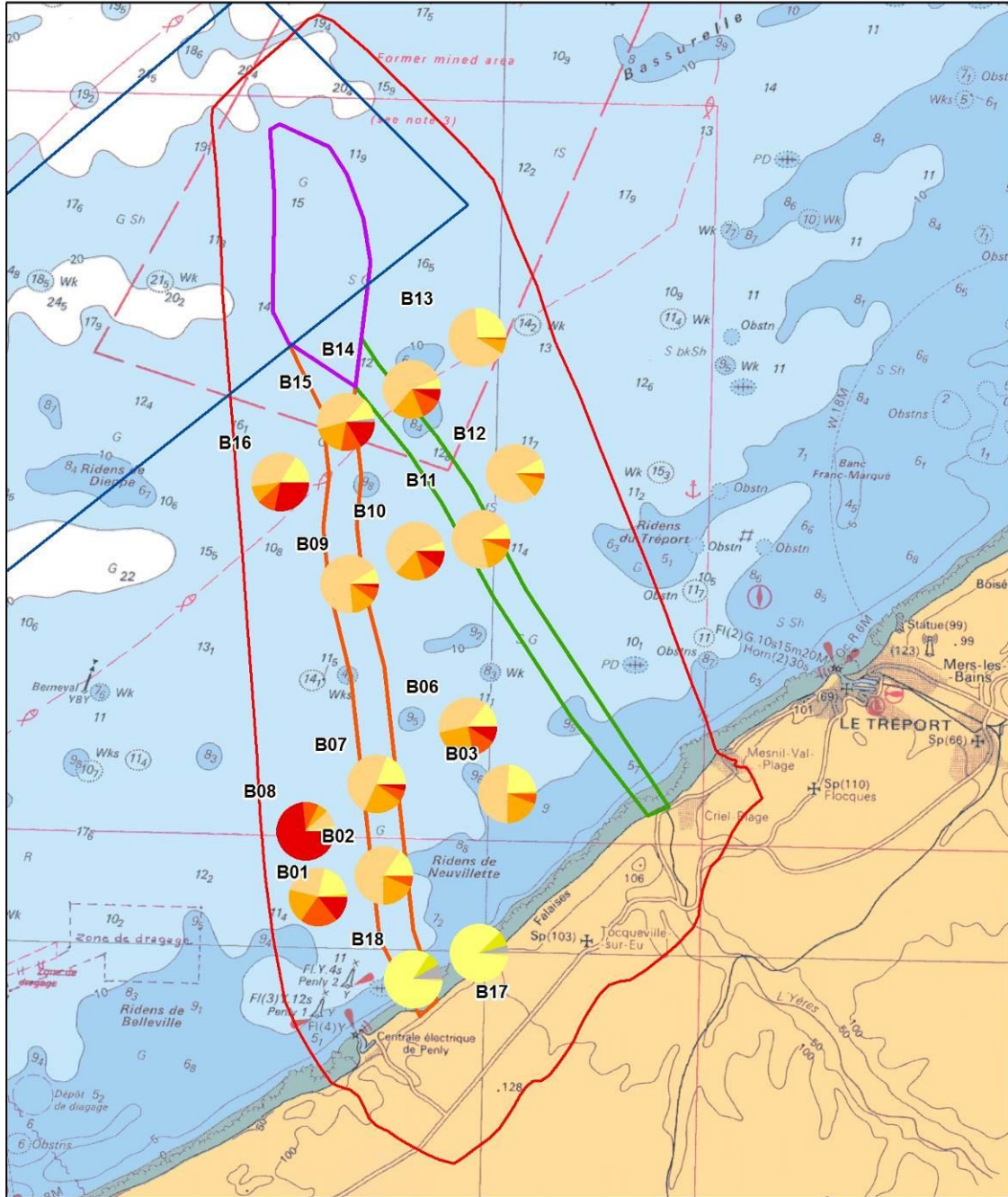
Raccordement du parc éolien en mer de Dieppe - Le Treport



Carte réalisée par TBM, 2016
Support cartographique : SHOM
Sources des données : RTE, TBM 2015

Carte 7 : Pourcentages des fractions granulométriques pour les stations quantitatives à la benne Day pour la session 1 (Octobre 2015)

Raccordement du parc éolien en mer de Dieppe - Le Treport



Carte réalisée par TBM, 2016
Support cartographique : SHOM
Sources des données : RTE, TBM 2015

Carte 8 : Pourcentages des fractions granulométriques pour les stations quantitatives à la benne Day pour la session 2 (Mars 2016)

Des analyses multivariées ont été réalisées d'après la matrice des distances euclidiennes sur les données obtenues à la drague (Figure 11). Les proportions des fractions de sables fins, sables moyens, sables grossiers et graviers sont également illustrées. L'indice de stress (i.e. 0,07) du MDS indique une bonne qualité de l'ordination des sites. Ces graphiques illustrent bien la présence de trois entités sédimentaires identifiées sur la CAH. Tout d'abord, deux stations sont isolées, D01 car elle est dominée par les sables fins et D10 car les graviers y sont largement majoritaires. L'**assemblage 1** isole les stations gravelo-sableux. L'**assemblage 2**, qui regroupe les stations de sédiments fins à grossiers, peut être subdivisé en deux sous-assemblages statistiquement différents. Les stations de sables fins à moyens sont caractérisées dans le **sous-assemblage 2.1** alors que les stations de sables grossiers à très grossiers sont identifiées dans le **sous-assemblage 2.2**. La Figure 12 illustre les différents types sédimentaires observés.

Des analyses sont également effectuées sur les données granulométriques obtenues à la benne Day (Figure 13). Les analyses isolent les stations caractérisées par des sables fins légèrement envasés (B17 et B18) et la station gravelo-sableuse B08. Le dernier assemblage, l'**assemblage 2.2**, illustre un gradient des sables grossiers aux sables fins à moyens. Les différents types sédimentaires observés sont illustrés sur la Figure 14.

Ainsi, les résultats granulométriques indiquent que la plupart des stations échantillonnées sont associées à trois types de fonds sédimentaires : les sédiments fins légèrement envasés, les sédiments fins à moyens, et les sédiments grossiers à très grossiers.

Group average

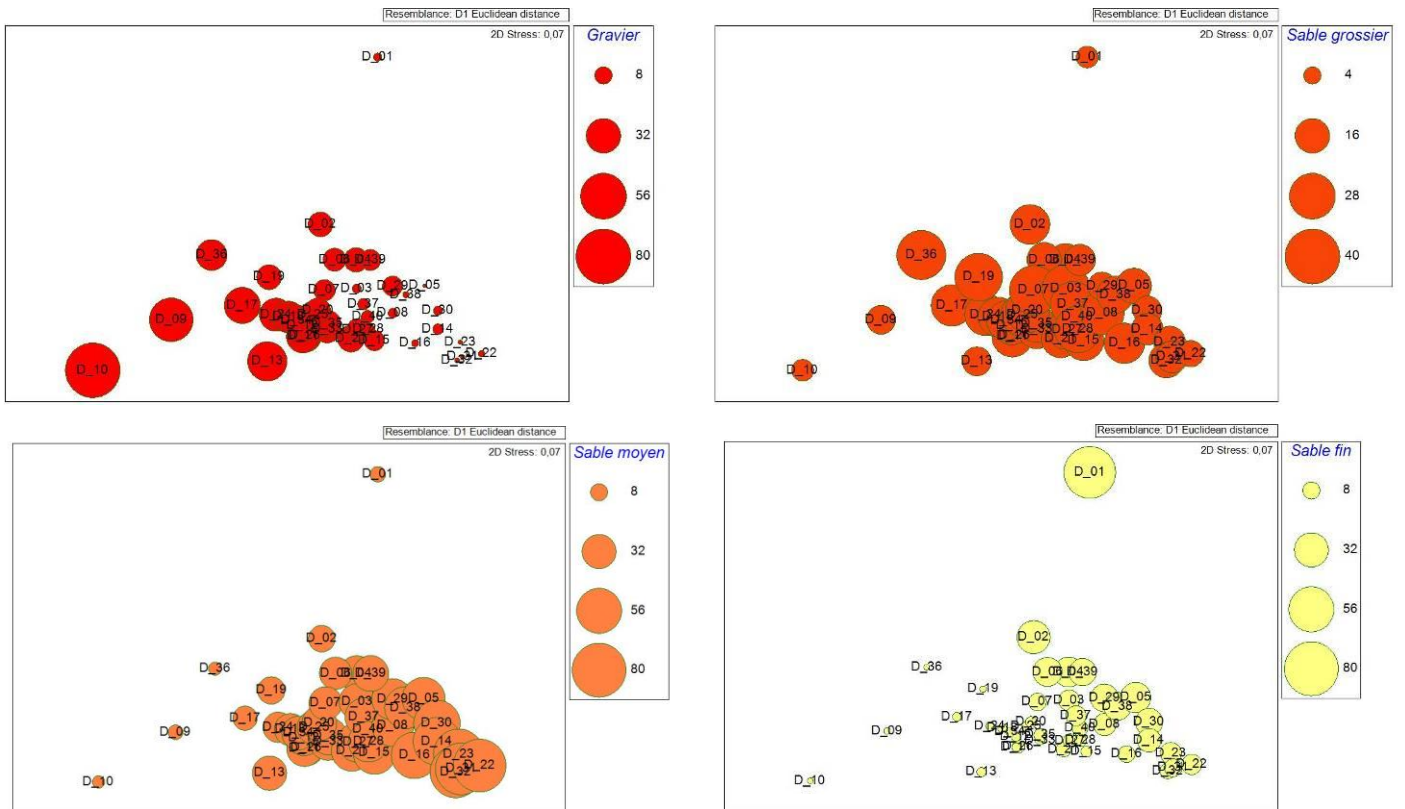
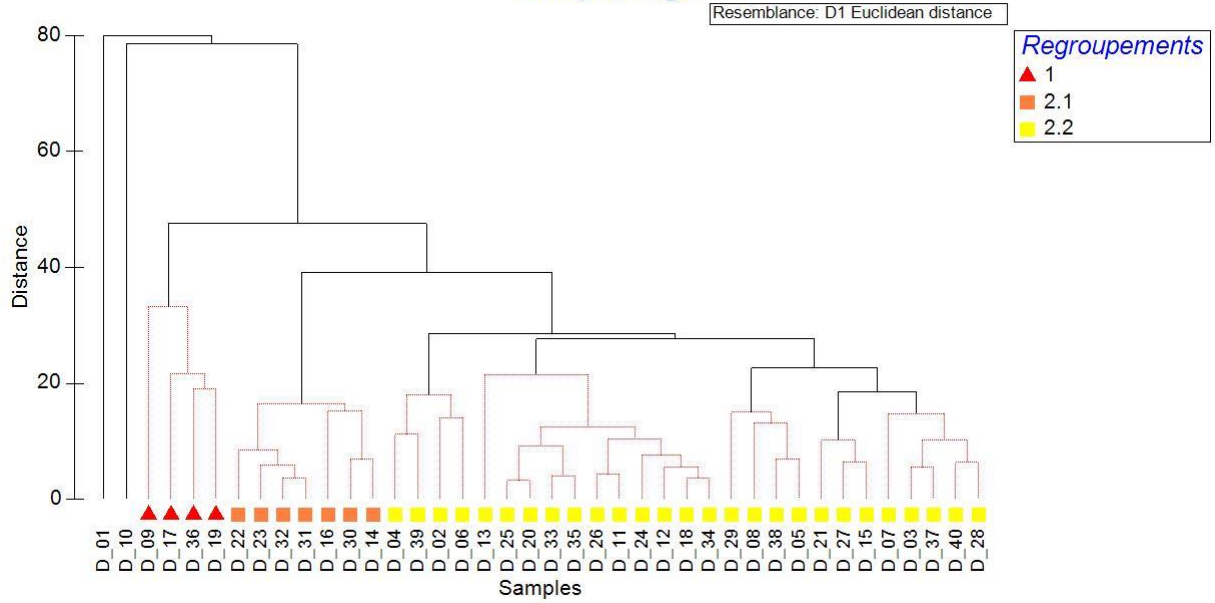


Figure 11 : CAH et MDS effectuées à partir de la matrice des distances euclidiennes, calculée d'après les données granulométriques obtenues à la drague rallier du Baty.

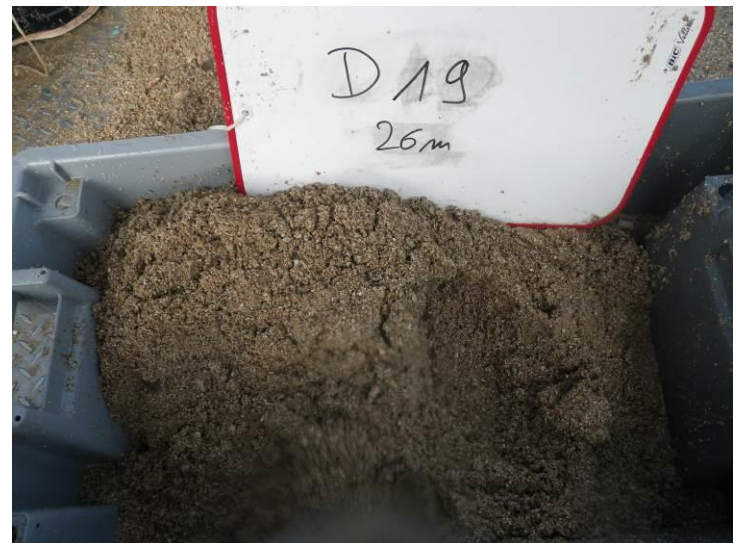
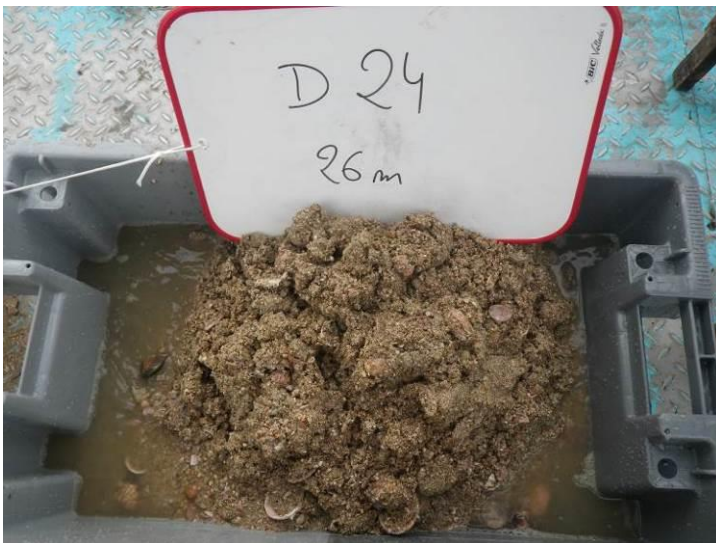


Figure 12 : Illustrations des différents types sédimentaires observés à la drague rallier du Baty : sédiments très fins (D01), sédiments fins à moyens (station D23), sédiments moyens et grossiers (stations D24 et D19), sédiments graveleux et cailloutis (station D10).

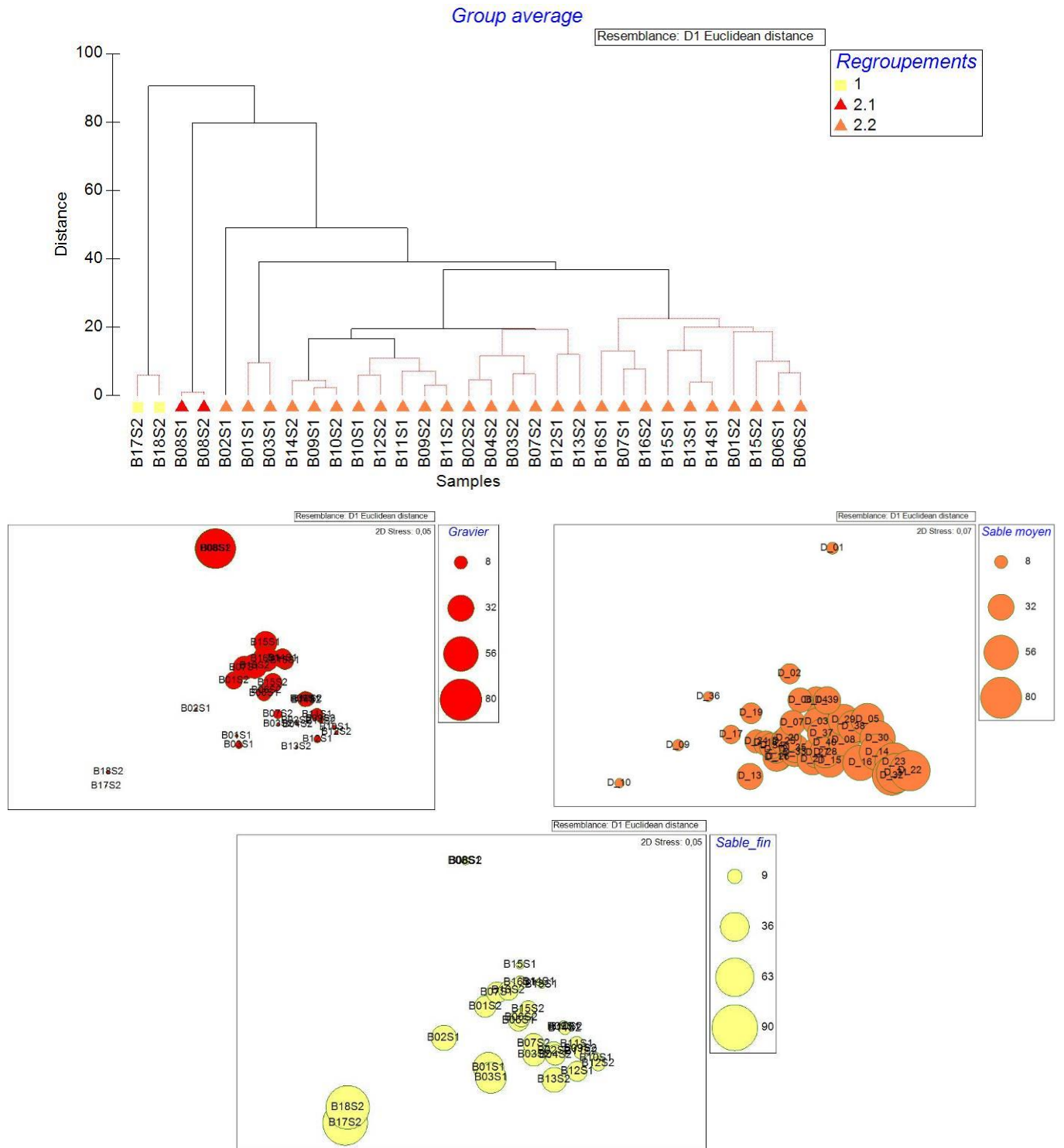


Figure 13 : CAH et MDS effectuées à partir de la matrice des distances euclidiennes, calculée d'après les données granulométriques obtenues à la benne Day.



Figure 14 : Illustrations des différents types sédimentaires observés à la benne Day : sédiments graveleux (station B08), sédiments grossiers (station B15), sédiments fins à moyens (station B09), et sédiments fins légèrement envasés (station B18).

3.1.3 Stations semi-quantitatives

3.1.2.1 Traits dominants de la macrofaune

Sur 40 dragues Rallier du Baty, nous avons réalisé l'inventaire exhaustif de la faune sur les tamis de 10, 5 et 2 mm. L'analyse de ces échantillons biologiques (correspondant à 30 litres de sédiment par station) a permis de recenser plus de 7733 individus, et d'identifier 184 taxons. L'annexe 6 récapitule les données sur les stations semi-quantitatives.

Les abondances sont comprises entre 5 et 1888 individus (Figure 15, Carte 9). Les valeurs minimales sont observées sur la station D28 alors que les valeurs maximales sont notées pour les stations D40 et D39. Les fortes abondances sont dues à la présence de deux mollusques *Modiolus modiolus* et *Crepidula fornicata* et d'un crustacé *Pisidia longicornis*. 24 stations ont des abondances inférieures à 100 individus, 14 ont des valeurs comprises entre 100 et 1000 individus et seulement deux stations ont des valeurs supérieures à 1000 individus. En termes de richesse spécifique, les valeurs sont comprises entre 3 (station D31) et 50 (station D04) (Figure 15 et Carte 10). 25 stations ont des richesses spécifiques inférieures à 15 espèces, 12 ont des valeurs comprises entre 15 et 40 espèces et seulement deux stations ont des richesses supérieures à 40.

Une variabilité est observée sur les groupes taxonomiques entre les stations. L'abondance des individus récoltés est dominée principalement par trois groupes les mollusques, les crustacés et les échinodermes. Le groupe des polychètes est présent sur l'ensemble des stations avec parfois des pourcentages significatifs. Le groupe des céphalocordés est bien représenté sur les stations à sédiments grossiers. En termes de richesse spécifique (Figure 16, Carte 12), les mêmes observations peuvent être faites, à savoir que, les groupes des mollusques, échinodermes, polychètes et les crustacés sont les groupes les plus diversifiés en fonction des stations.

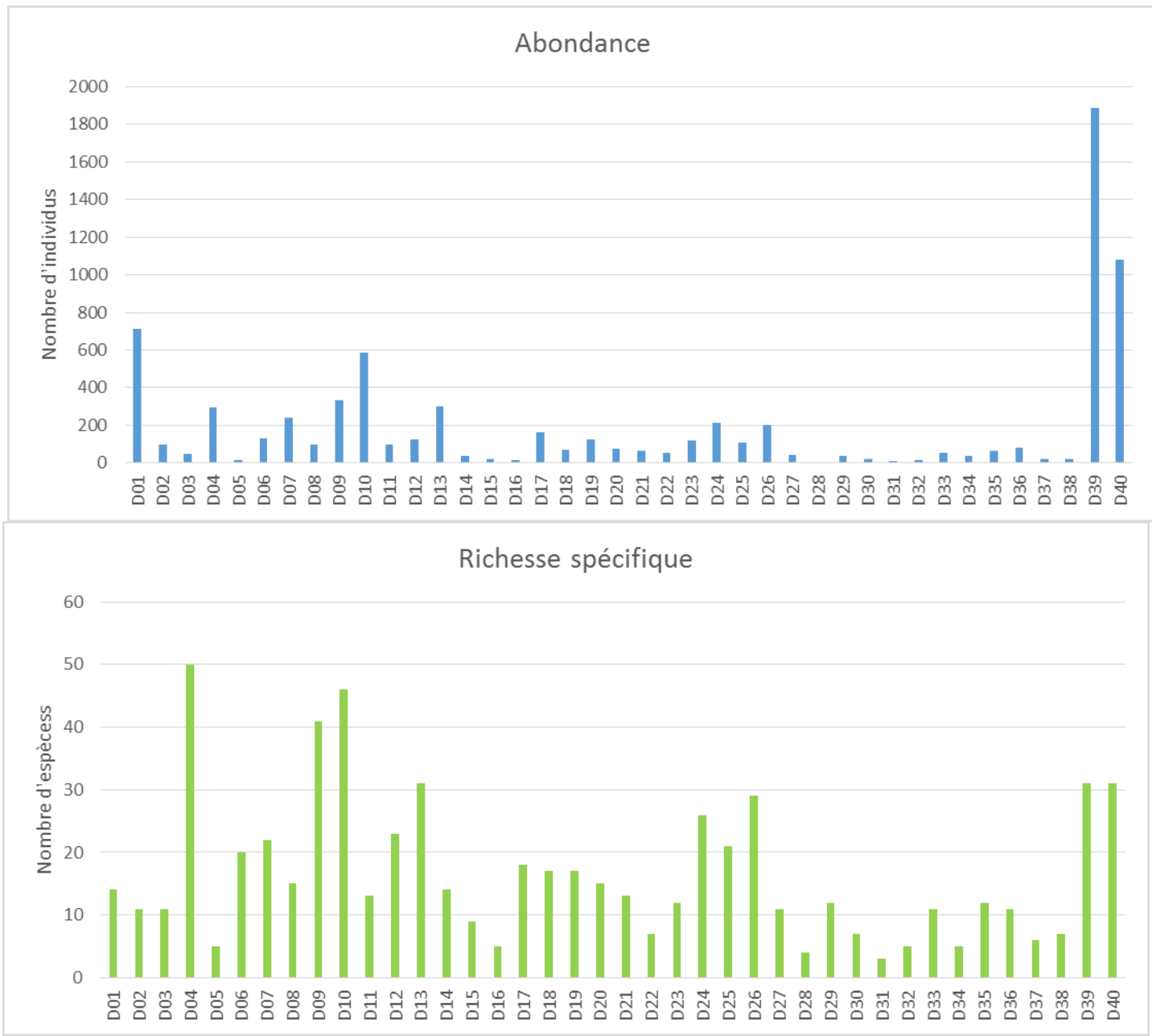


Figure 15 : Abondance et richesse spécifique (Drague rallier du Baty, 30 litres de sédiments, tamisage 10, 5 et 2 mm)

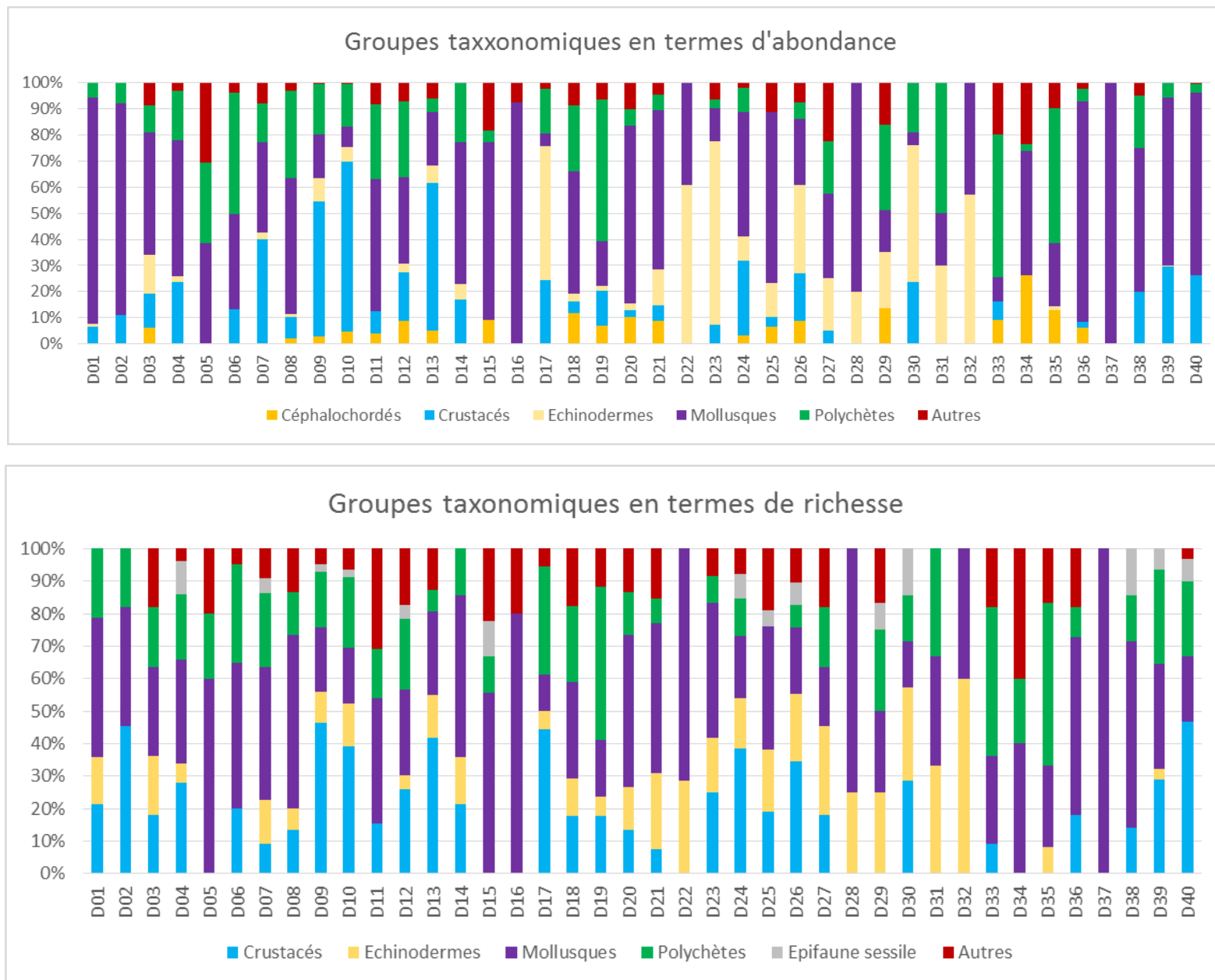
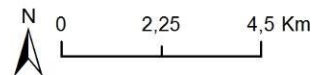
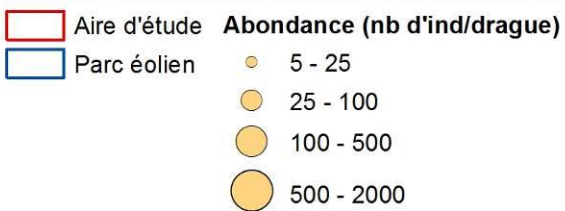
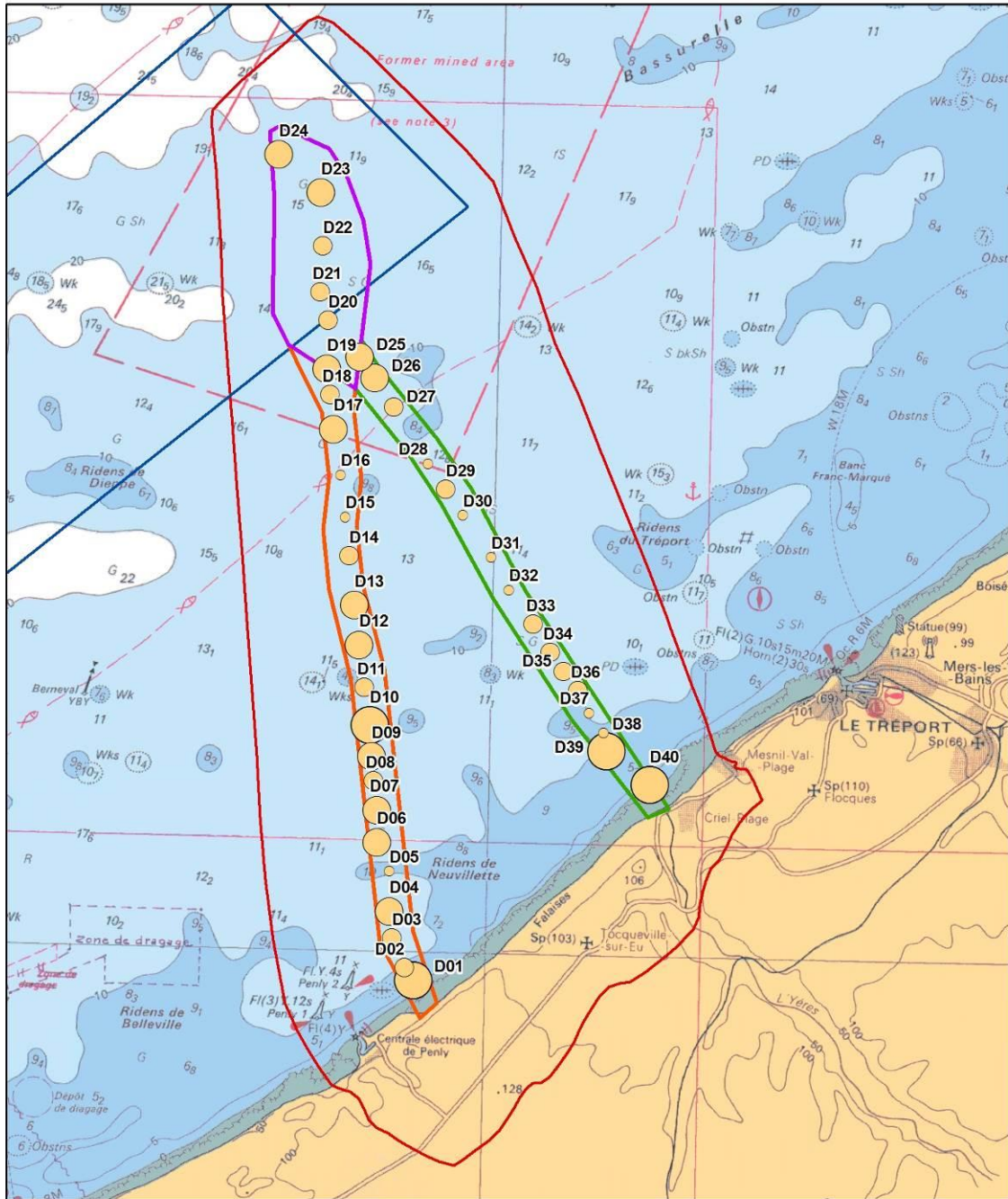


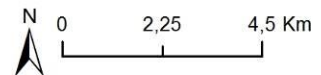
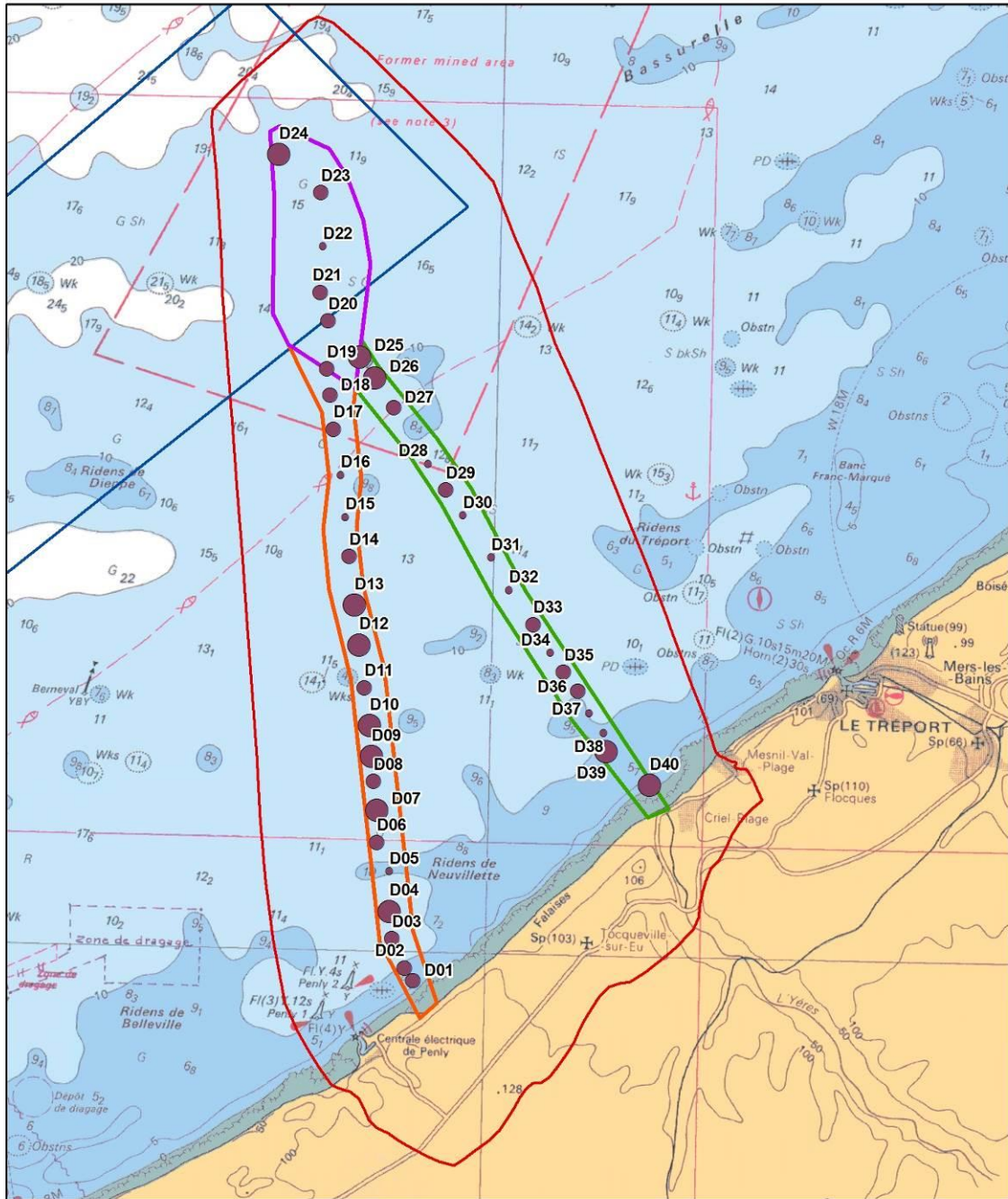
Figure 16 : Proportions des groupes taxonomiques en termes d'abondance et de richesse spécifique dans les dragues rallier du Baty

Raccordement du parc éolien en mer de Dieppe - Le Treport



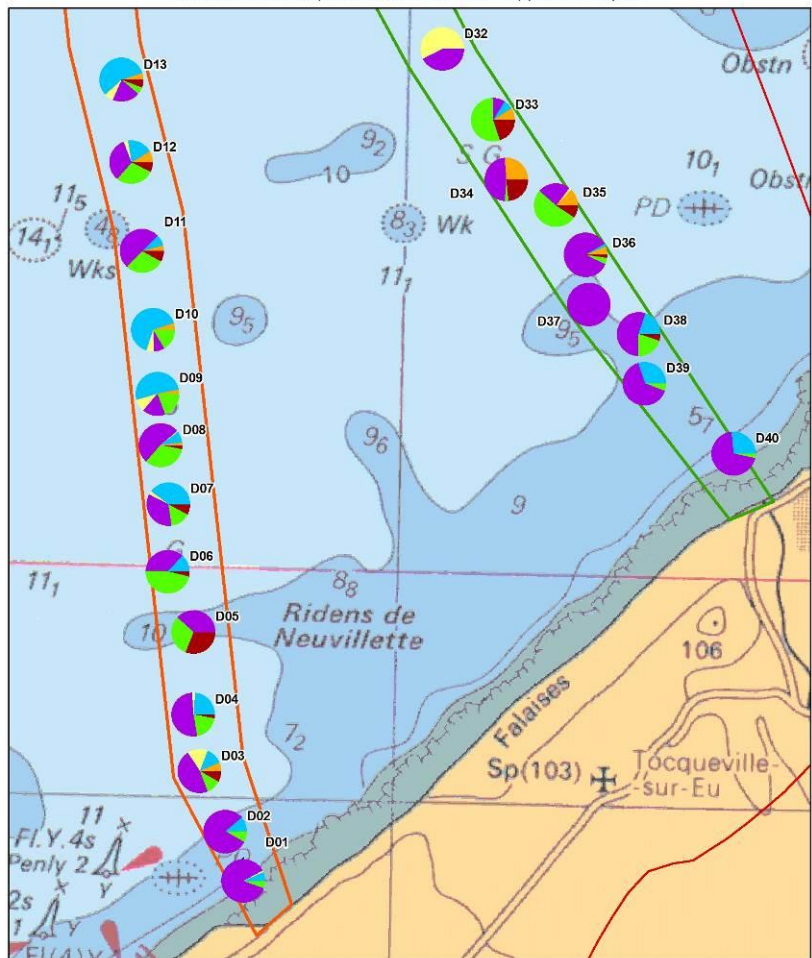
Carte réalisée par TBM, 2016
Support cartographique : SHOM
Sources des données : RTE, TBM 2015

Carte 9 : Abondances pour les prélèvements à la drague rallier du Baty, obtenues par tamisage à 10, 5 et 2 mm



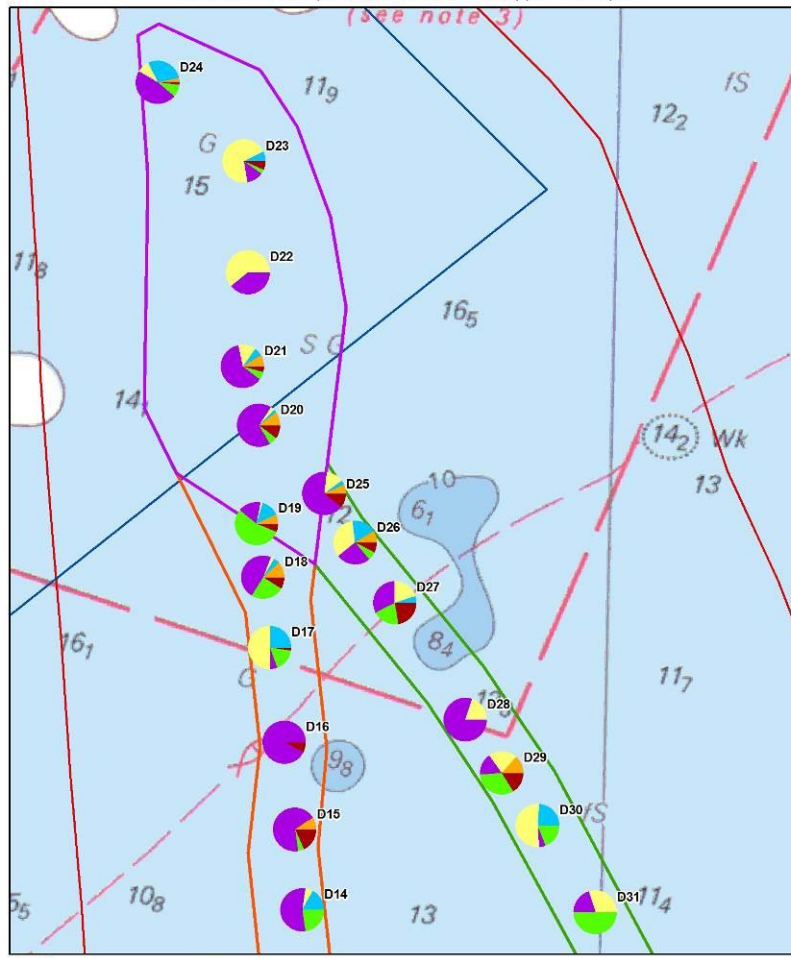
Carte réalisée par TBM, 2016
Support cartographique : SHOM
Sources des données : RTE, TBM 2015

Carte 10 : Richesse spécifique pour les prélèvements à la drague rallier du Baty, obtenue par tamisage sur les mailles 10, 5 et 2 mm



- Aire d'étude
- Parc éolien
- Taxons**
- Céphalochordés
- Crustacés
- Echinodermes
- Mollusques
- Polychètes
- Autres

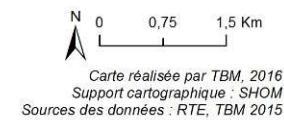
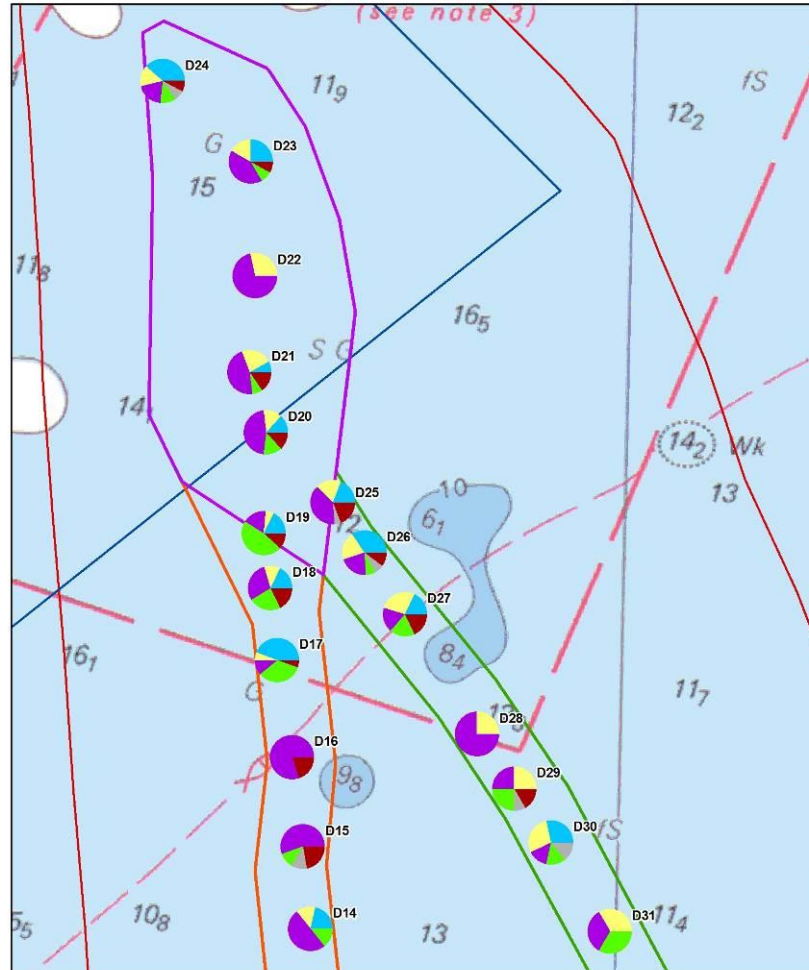
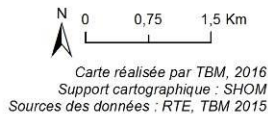
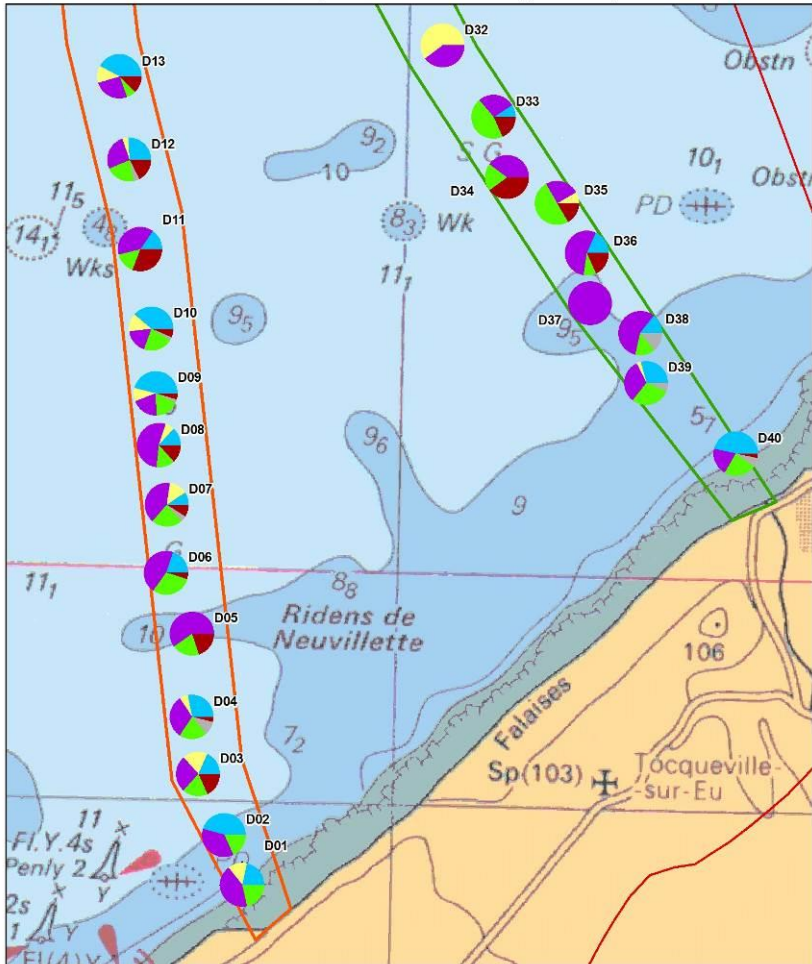
N
 0 0,75 1,5 Km
 Carte réalisée par TBM, 2016
 Support cartographique : SHOM
 Sources des données : RTE, TBM 2015



- Aire d'étude
- Parc éolien
- Taxons**
- Céphalochordés
- Crustacés
- Echinodermes
- Mollusques
- Polychètes
- Autres

N
 0 0,75 1,5 Km
 Carte réalisée par TBM, 2016
 Support cartographique : SHOM
 Sources des données : RTE, TBM 2015

Carte 11 : Proportions des différents groupes taxonomiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la drague rallier du Baty, obtenue par tamisage sur les mailles 10, 5 et 2 mm



Carte 12 :
 Proportions des différents groupes taxonomiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la drague rallier du Baty obtenue par tamisage sur les mailles 10, 5 et 2 mm

3.1.3.2 Identification des principales caractéristiques des peuplements de substrat meuble

Nous avons réalisé une analyse multivariée pour identifier les stations apparentées. Nous avons transformé les données obtenues sur les mailles de 10, 5 et 2 mm en $\log(x + 1)$ pour mieux apprécier les regroupements et mieux identifier les espèces caractéristiques des groupes (Figure 17).

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) isole 4 groupes ou sous-groupes statistiquement différents (test SIMPROFF). L'assemblage **1** est constitué de quatre stations. Elles sont caractérisées par des sédiments hétérogènes et par les mollusques *Nassarius reticulatus*, *Crepidula fornicata* et le crustacé *Pisidia longicornis* (Procédure SIMPER). L'assemblage **2** peut-être subdivisé en trois sous-groupes. Le premier sous-groupe, 2.1.1, est constitué de trois stations. L'espèce caractéristique est le mollusque bivalve à affinité sabulicole *Spisula elliptica*. Le sous-groupe 2.1.2 regroupe 20 stations qui sont caractérisées par des espèces à affinité sabulicole et gravicole comme le mollusque *Glycymeris glycymeris* et le céphalochordé *Branchiostomma lanceoltum* (Procédure SIMPER). Enfin, le sous-groupe 2.2 isole 13 stations homogènes. Les espèces caractéristiques sont l'échinoderme *Ophiura albida*, le polychète *Nephtys cirrosa* et le mollusque *Moerella donacina* (Procédure SIMPER).

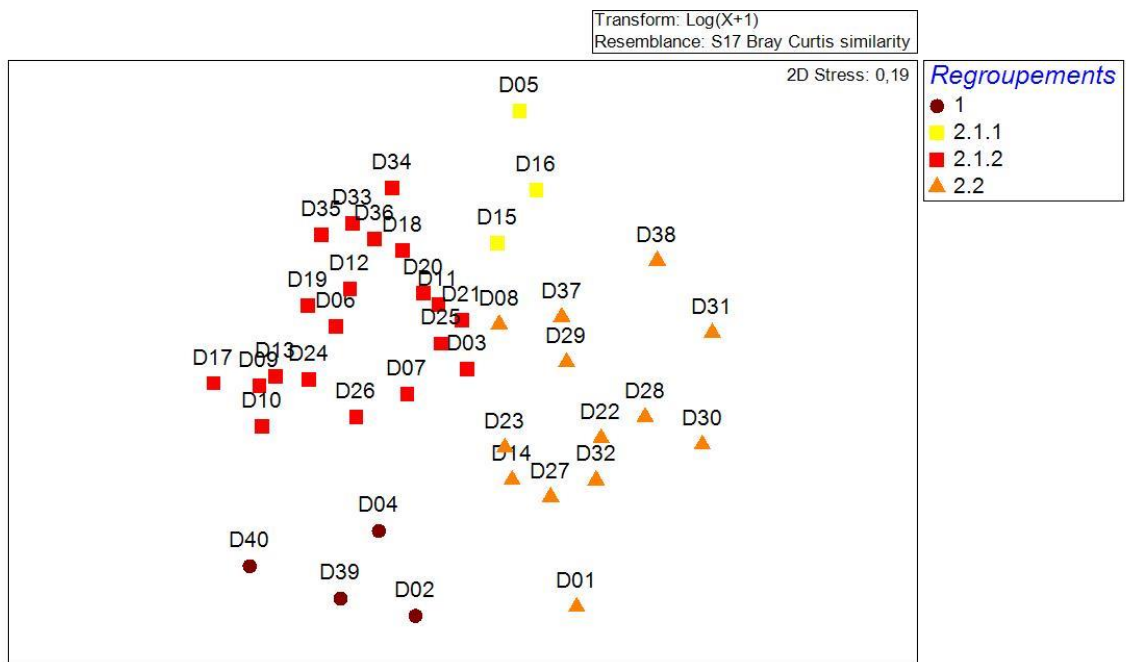
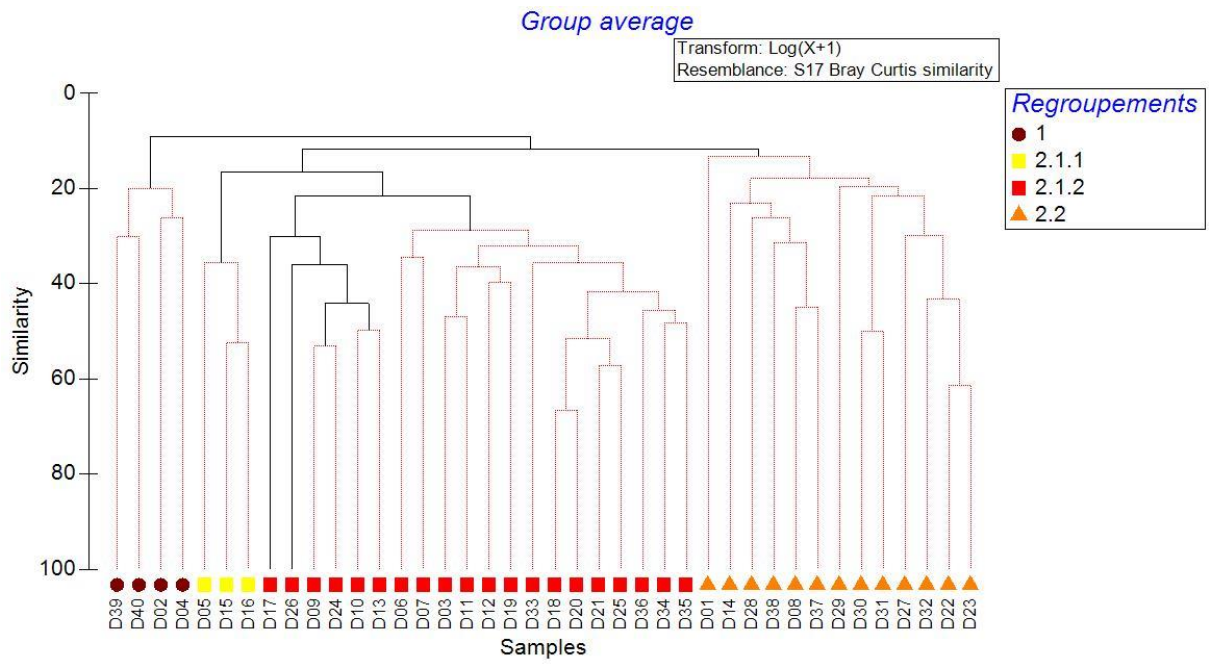


Figure 17 : CAH et MDS sur les données faunistiques des mailles 10, 5 et 2 mm transformées en log (x+1)

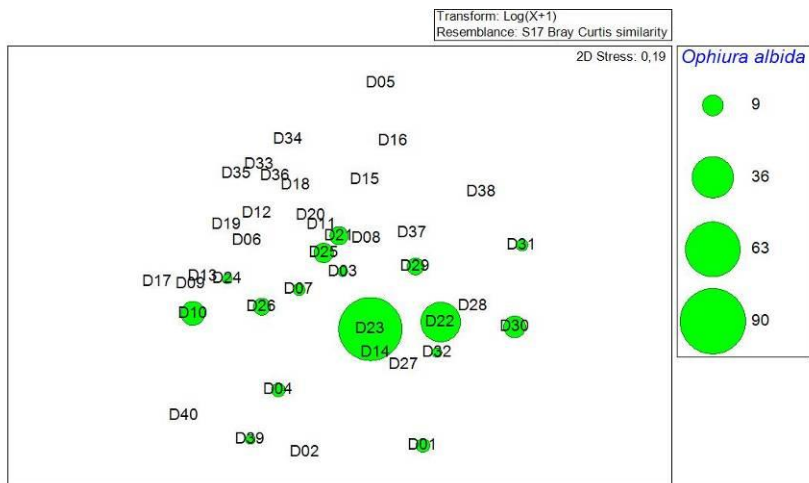
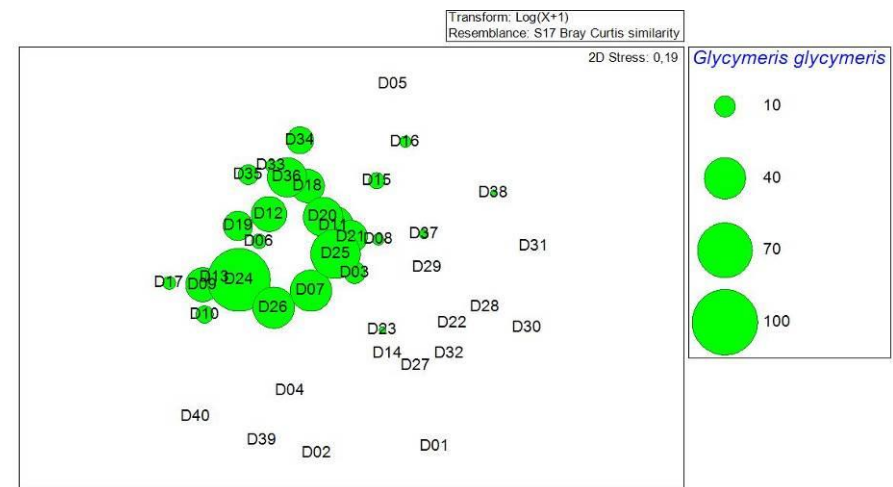
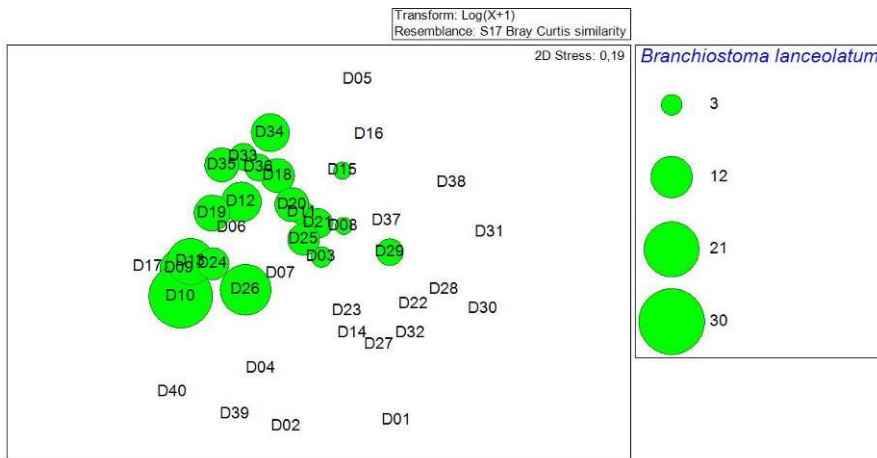
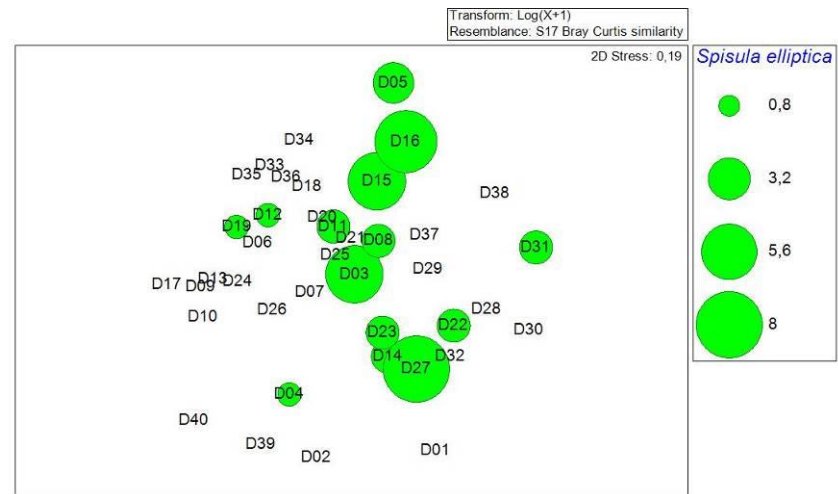
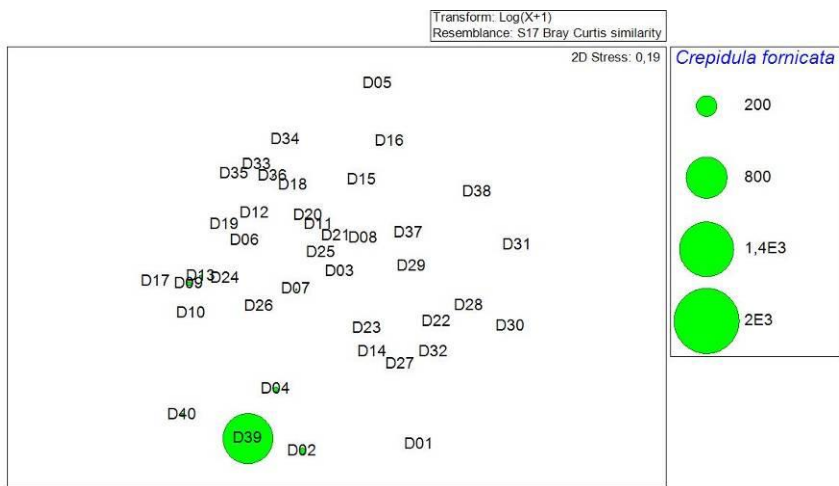


Figure 18 : MDS sur les données faunistiques des mailles 10, 5 et 2 mm transformées en log (x+1) avec quelques espèces caractéristiques

3.1.4 Stations quantitatives

Un total de 32 stations quantitatives a été échantillonné à la benne Day, 16 en octobre 2015 et 16 en mars 2016. Le choix des stations s'est fait en fonction de la granulométrie observée sur le terrain. Les annexes 4 et 5 illustrent les stations et l'annexe 7 indique le tableau de données.

3.1.4.1 Paramètres structuraux et groupes taxonomiques de la macrofaune

Sur l'ensemble des échantillons analysés, 10764 individus (4764 en octobre 2015 et 6000 en mars 2016) ont été dénombrés et 263 taxons ont été identifiés (219 en octobre 2015 et 181 en mars 2016) (Annexe 7).

Les richesses spécifiques moyennes sont comprises entre 5 et 49 espèces en octobre 2015 et entre 5 et 26 espèces en mars 2016 (Figure 19, Cartes 13 et 14). Les valeurs minimales sont observées sur la station B02 et celles maximales sur la station B16 à la fois en octobre et en mars. Les valeurs de richesses spécifiques sont quasiment toujours supérieures en octobre sauf pour trois stations. Sur la station B02, les valeurs sont stables et égales à 5 et sur les stations B06 et B11, les valeurs augmentent légèrement entre octobre et mars.

Les abondances moyennes varient de 170 individus par m² à 2348 individus par m² en octobre et entre 168 individus par m² et 5942 individus par m² en mars (Figure 20, Cartes 15 et 16). Les valeurs minimales sont obtenues sur la station B02 et les valeurs maximales sur B16. Des variabilités entre les stations mises en évidence. De plus, des variations saisonnières sont observées. Sur 9 stations, les valeurs diminuent entre octobre et mars, sur deux stations elles augmentent et enfin sur deux stations elles sont stables.

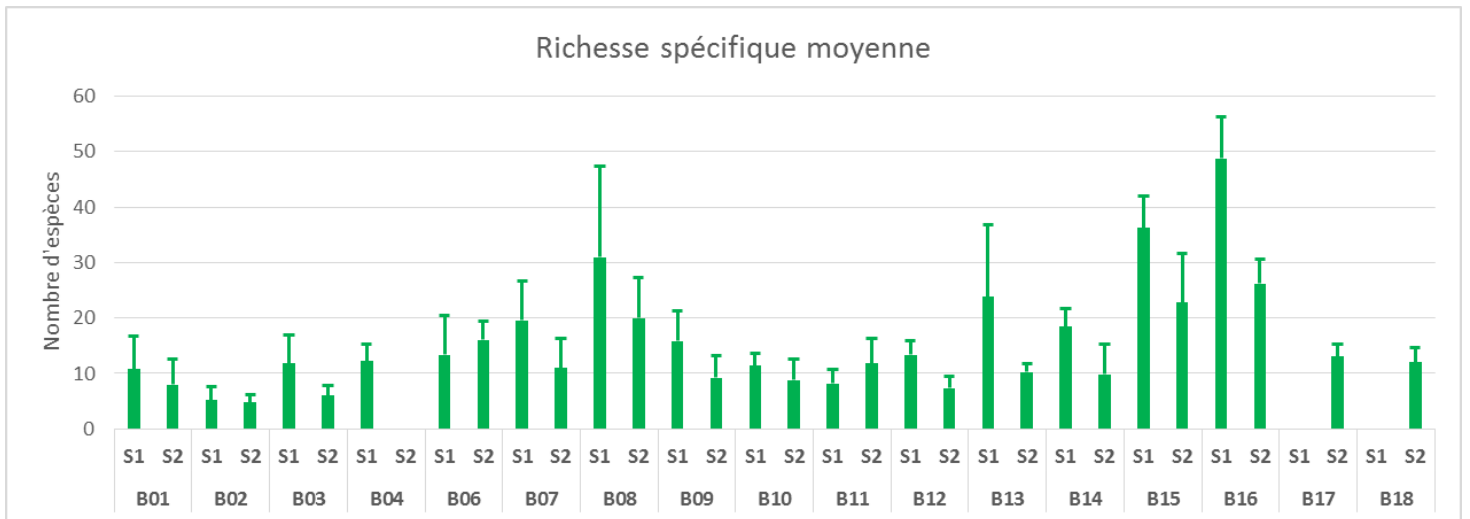


Figure 19 : Richesse spécifique moyenne (\pm écart-type)

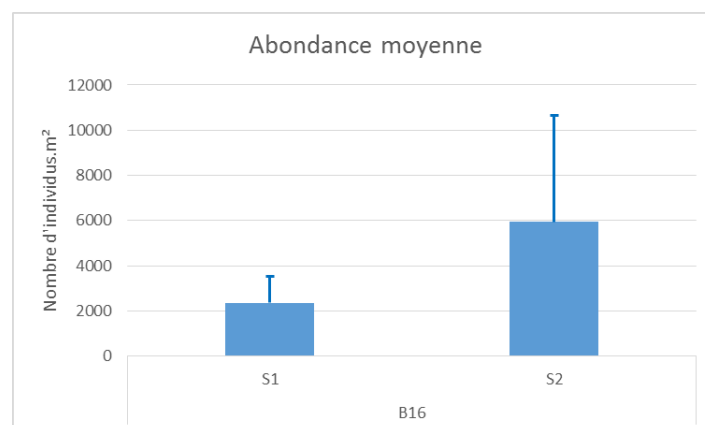
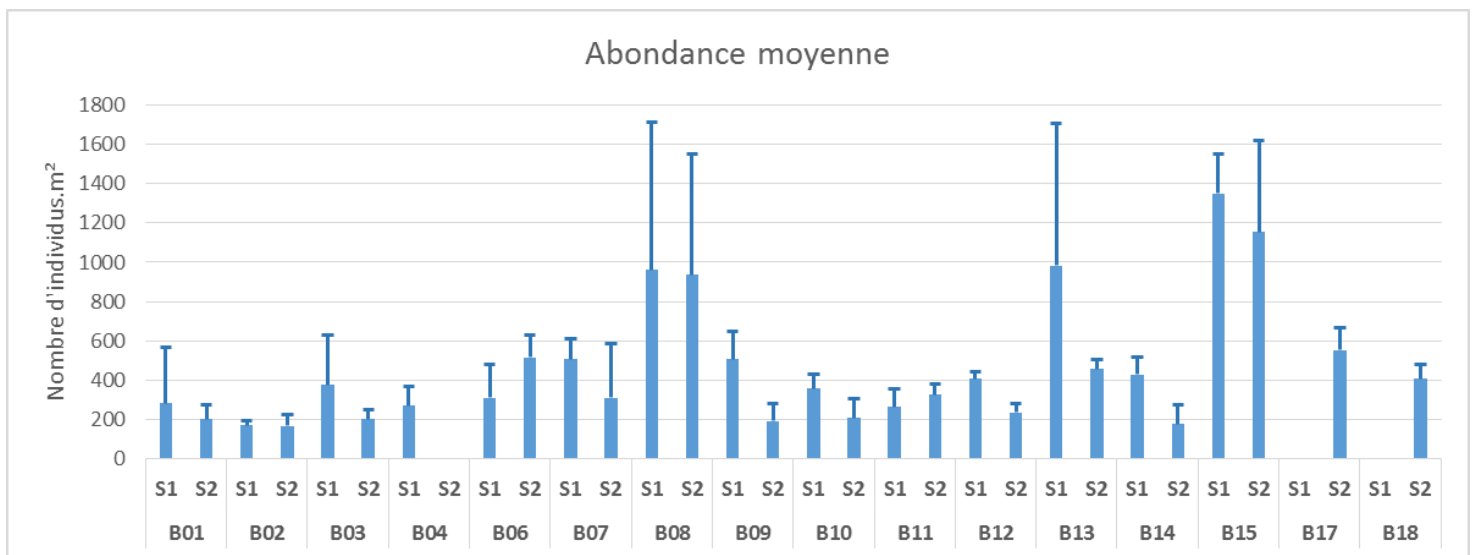
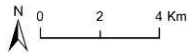
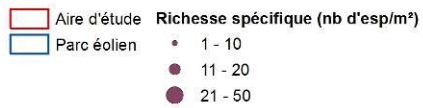
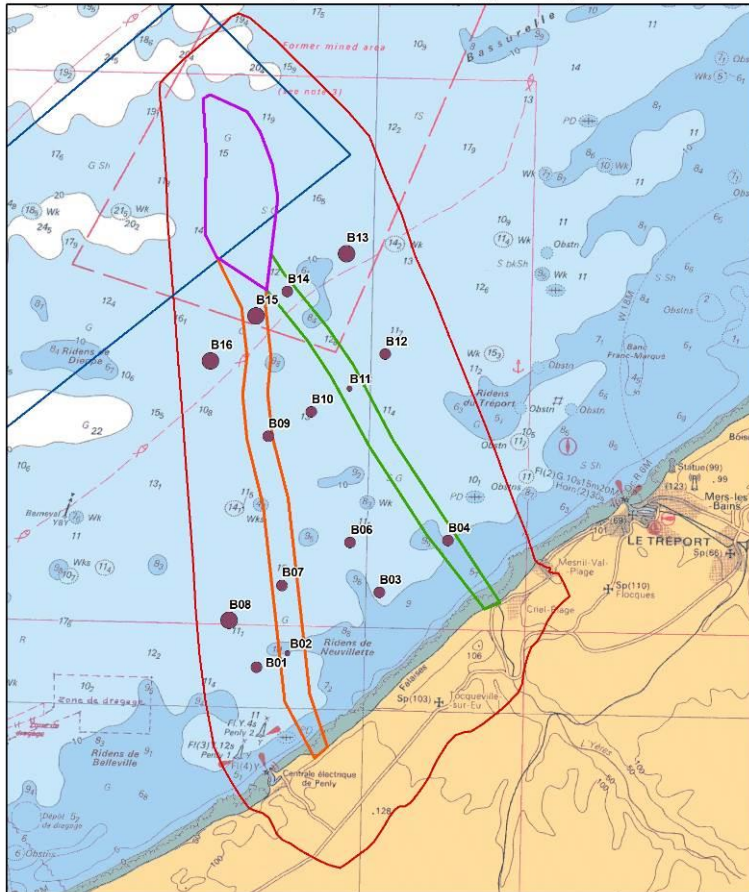
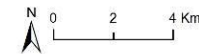
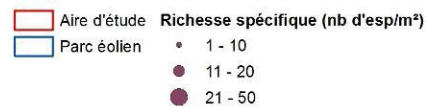
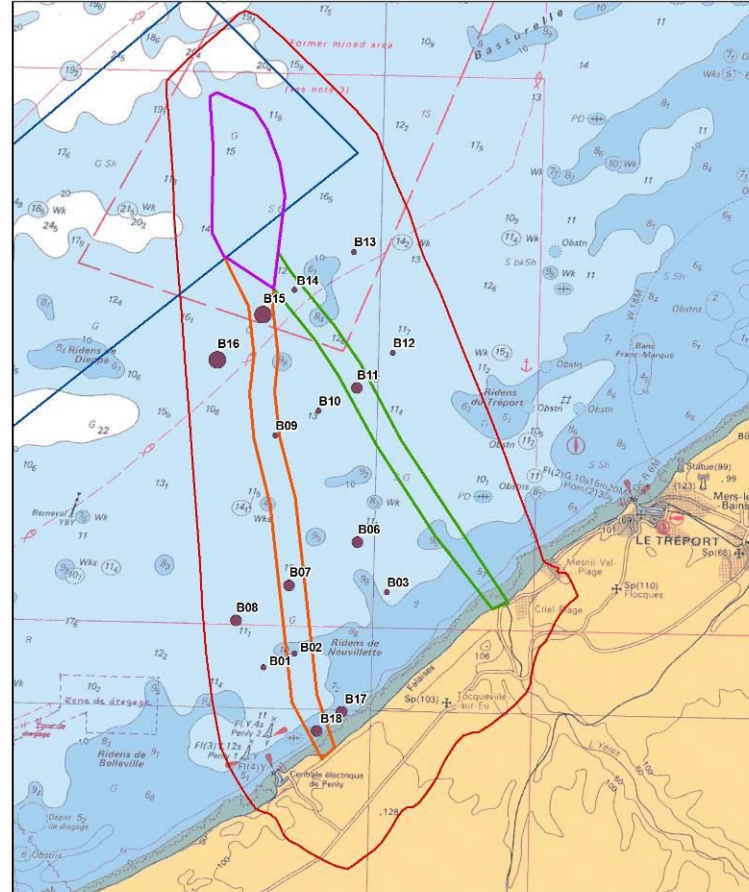


Figure 20 : Abondance moyenne (\pm écart-type)

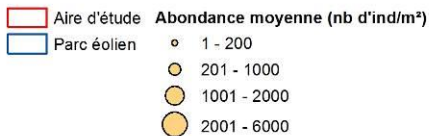
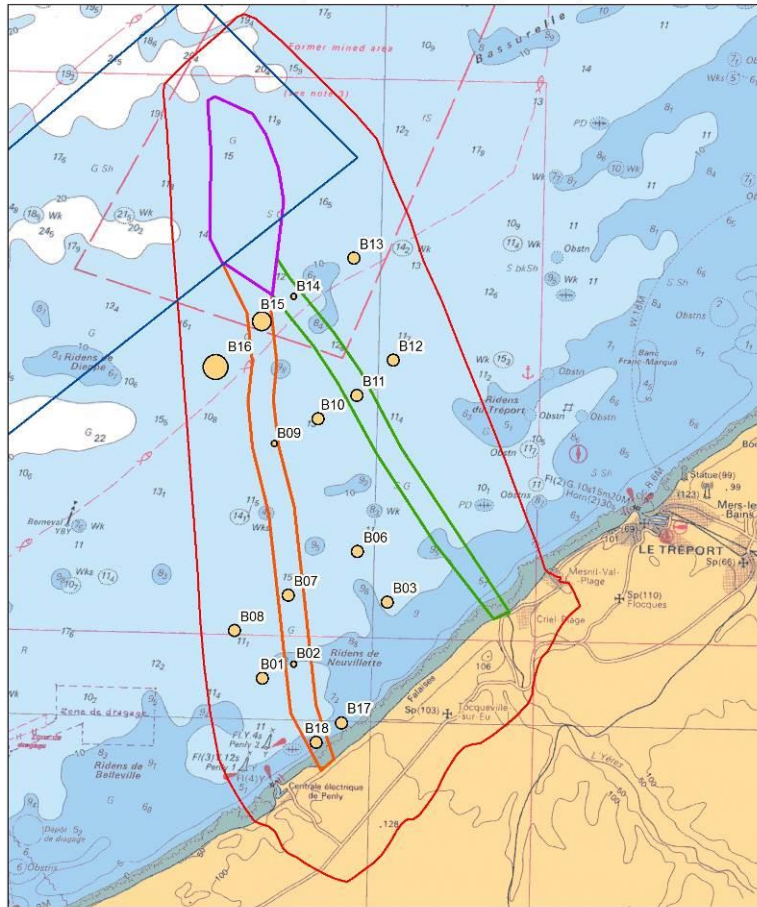
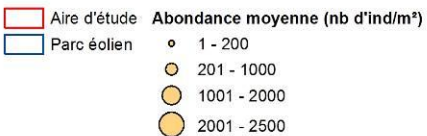
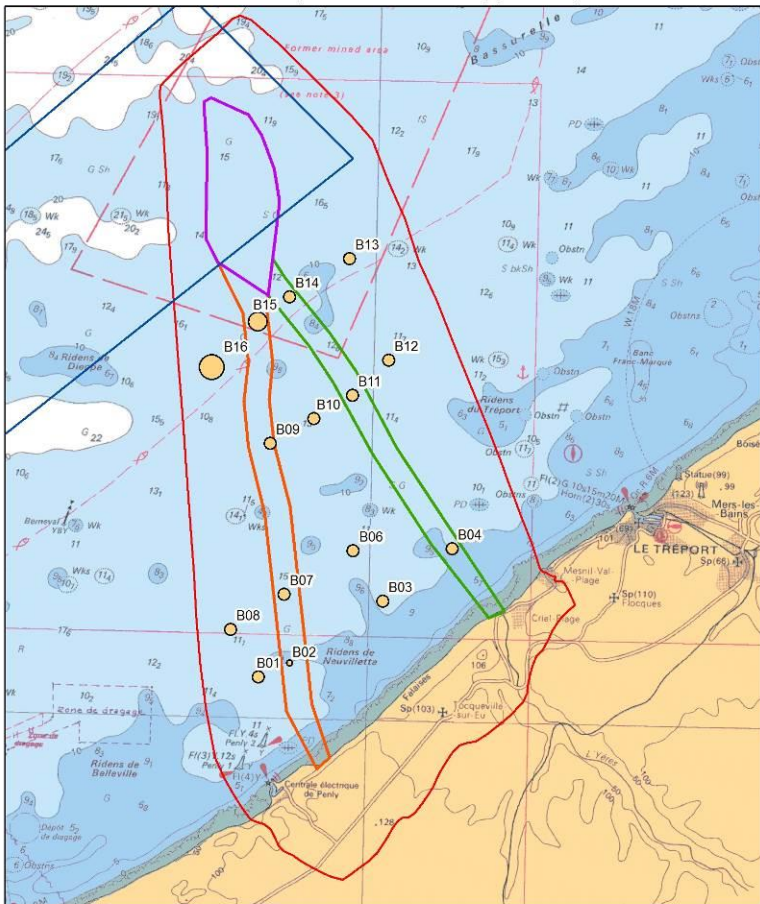


Carte réalisée par TBM, 2016
Support cartographique : SHOM
Sources des données : RTE, TBM 2015



Carte réalisée par TBM, 2016
Support cartographique : SHOM
Sources des données : RTE, TBM 2015

Carte 13 : Richesse spécifique moyenne pour les prélèvements à la benne Day en octobre 2015 (Session 1) et mars 2016 (Session 2)



Carte 14 : Abondance moyenne pour les prélèvements à la benne
Day en octobre 2015 (Session 1) et mars 2016 (Session 2)

L'analyse des groupes taxonomiques en termes d'abondance (Figure 21, Carte 13) révèle une composition taxonomique assez semblable avec la dominance des polychètes. Sur quelques stations, les crustacés et les mollusques vont être très bien représentés. Les autres taxons sont très peu représentés.

Les proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique illustrent la plus grande diversité des polychètes (Figure 22, Carte 14) par rapport aux autres groupes comme les crustacés et les mollusques.

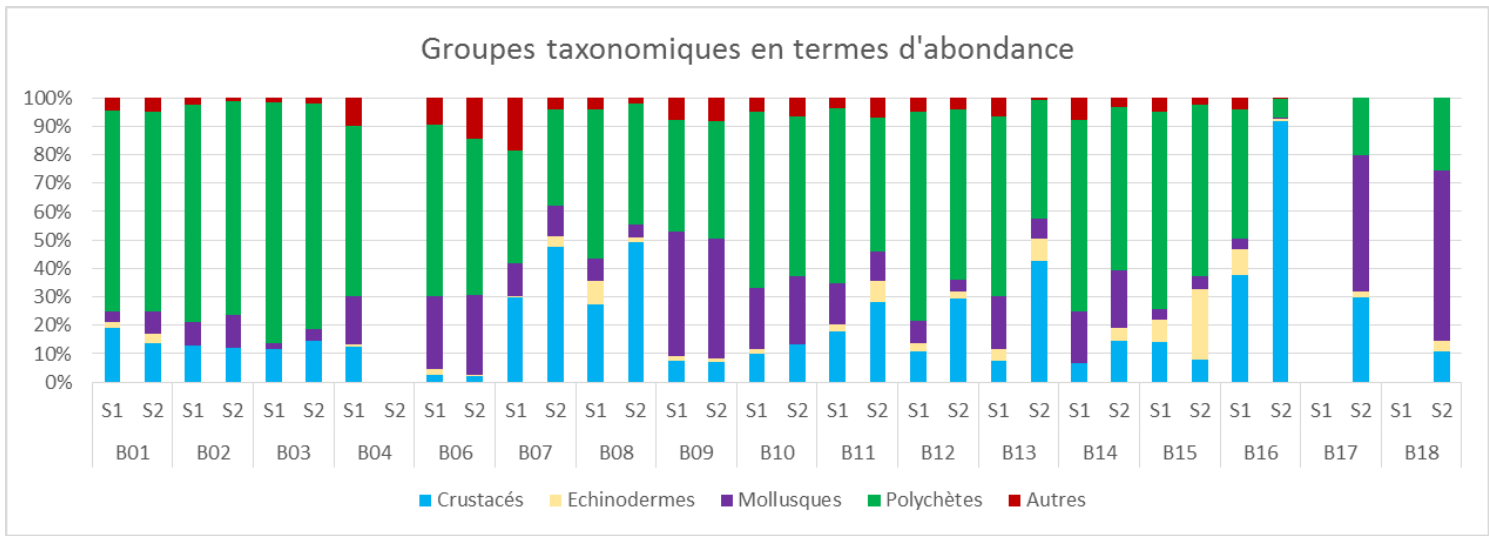


Figure 21 : Proportions des différents groupes taxonomiques en termes d'abondance

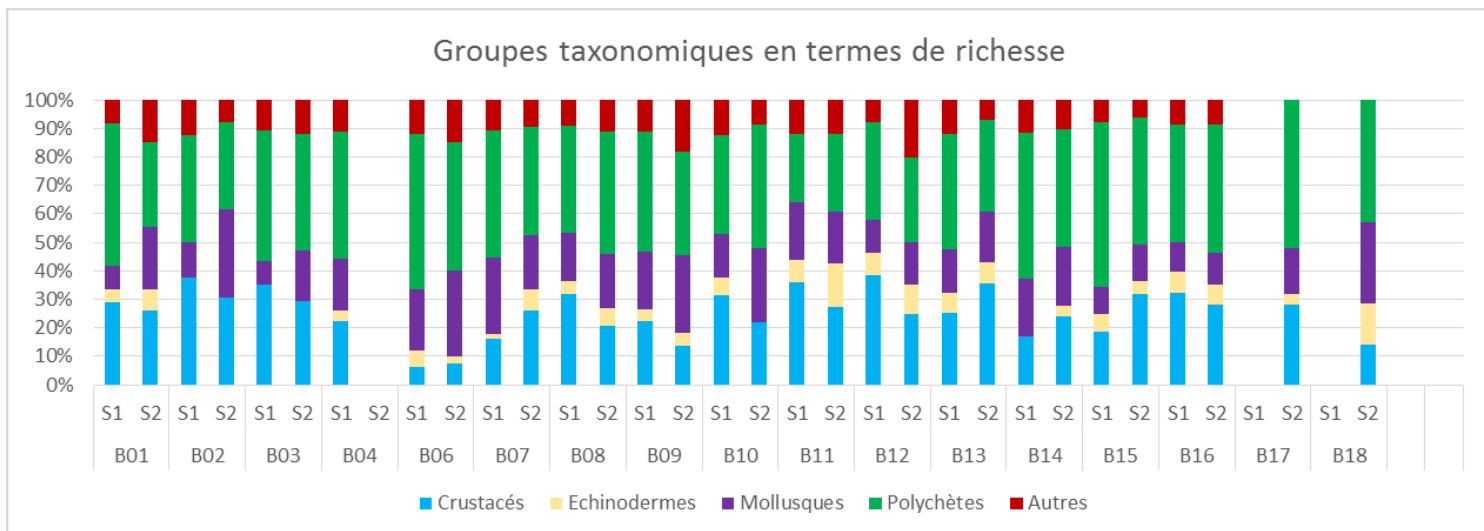
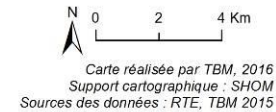
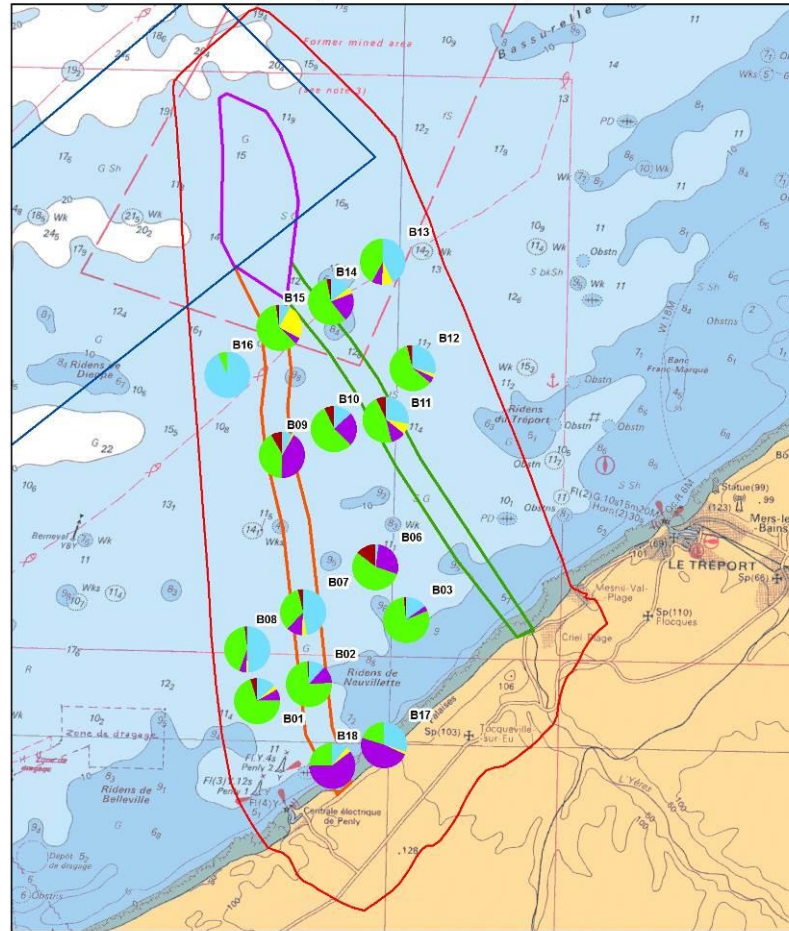
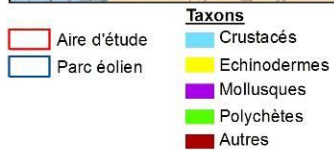
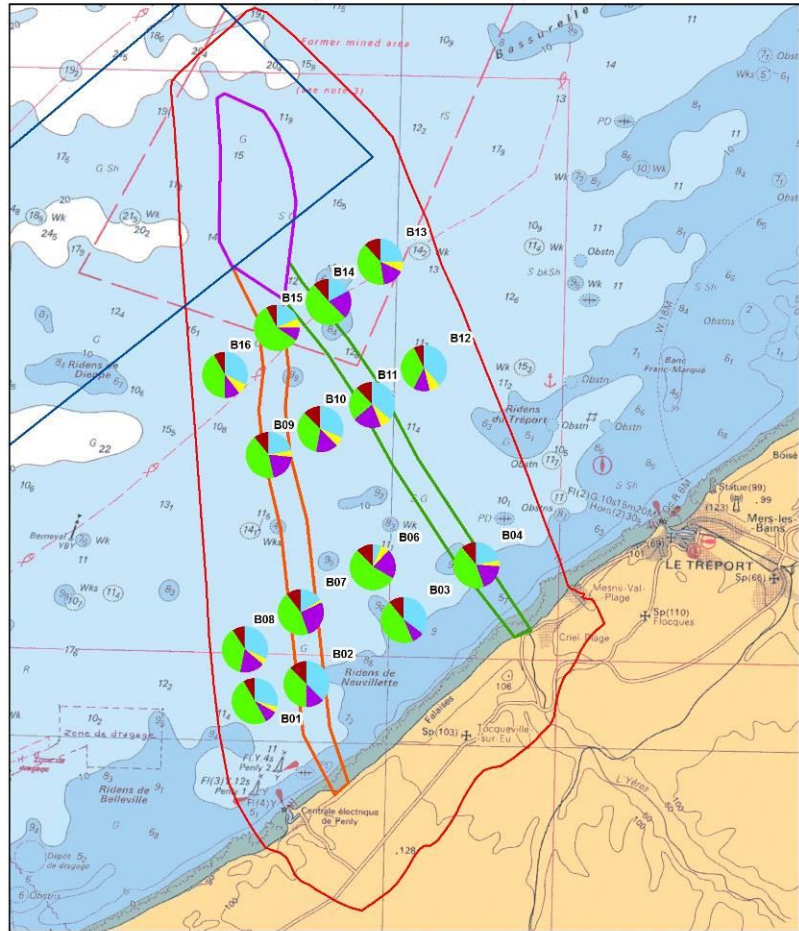
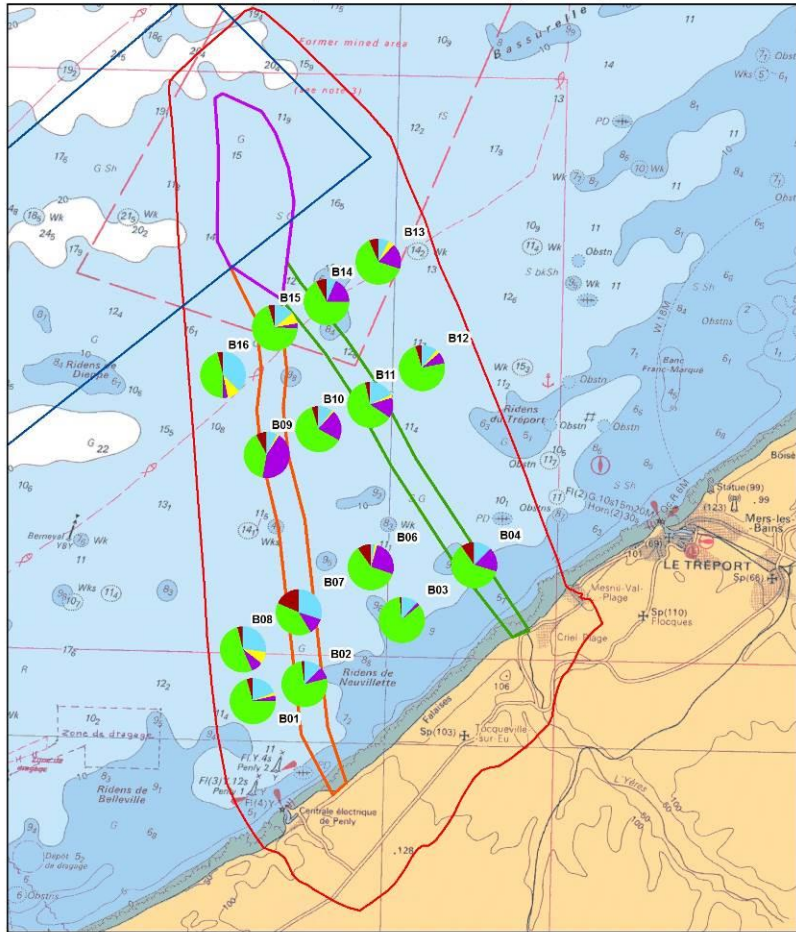


Figure 22 : Proportions des différents groupes taxonomiques en termes de richesse spécifique



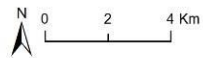
Carte 15 : Proportions des différents groupes taxonomiques en termes d'abondance en octobre 2015 (Session 1) et mars 2016 (Session 2)

Etude benthique : échantillonnage à la benne
 - Pourcentages des différents groupes
 taxonomiques en termes de richesses spécifiques - Session 1
 Raccordement du parc éolien en mer de Dieppe - Le Tréport



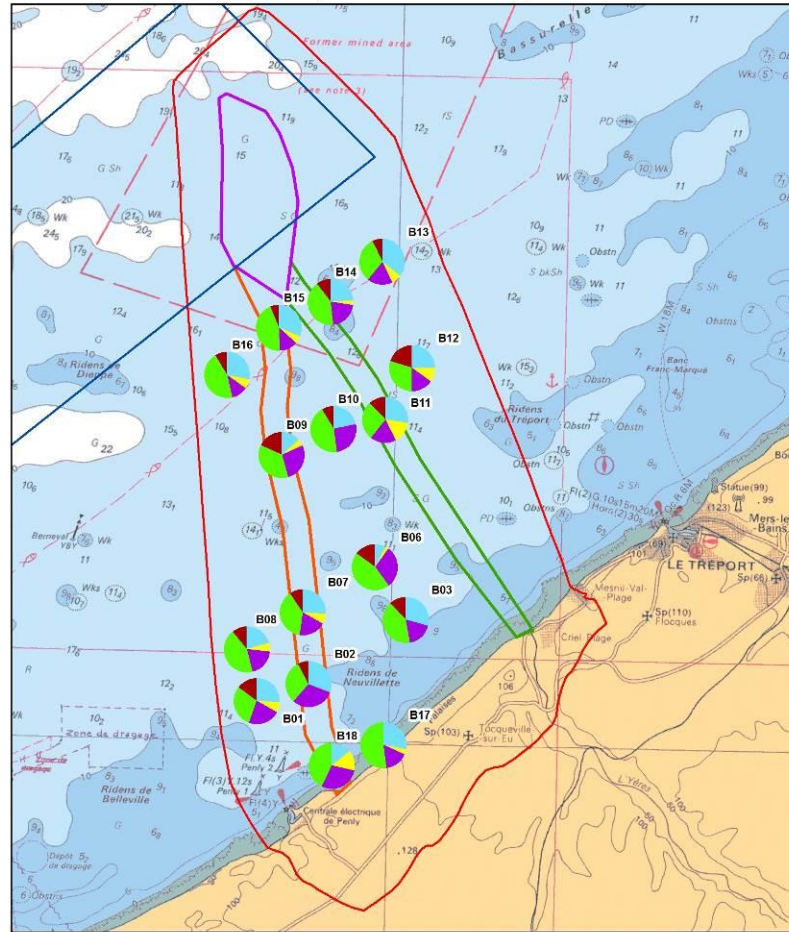
Taxons

- Aire d'étude
- Parc éolien
- Crustacés
- Echinodermes
- Mollusques
- Polychètes
- Autres



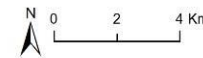
Carte réalisée par TBM, 2016
 Support cartographique : SHOM
 Sources des données : RTE, TBM 2015

Etude benthique : échantillonnage à la benne
 - Pourcentages des différents groupes
 taxonomiques en termes de richesses spécifiques - Session 2
 Raccordement du parc éolien en mer de Dieppe - Le Tréport



Taxons

- Aire d'étude
- Parc éolien
- Crustacés
- Echinodermes
- Mollusques
- Polychètes
- Autres



Carte réalisée par TBM, 2016
 Support cartographique : SHOM
 Sources des données : RTE, TBM 2015

Carte 16 : Proportions des différents groupes taxonomiques en termes de richesse spécifique en octobre 2015 (Session 1) et mars 2016 (Session 2)

À l'aide de la CAH (Figure 23), il est possible d'illustrer les regroupements entre les stations. Ces analyses ont été réalisées en considérant la totalité des espèces échantillonnées. De plus, les densités ont subi une transformation $\log(x+1)$, permettant de pondérer les fortes densités de certaines espèces.

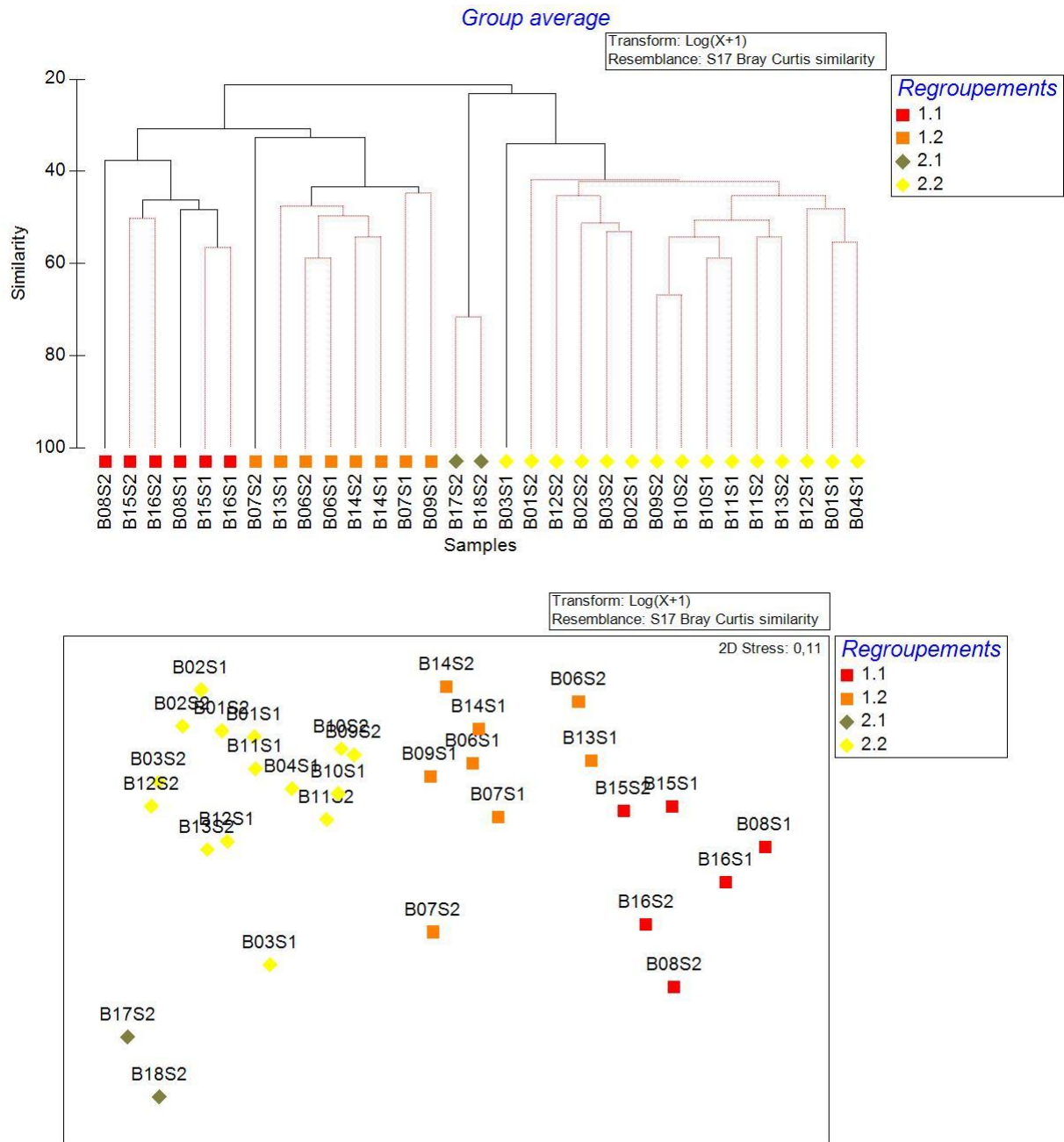


Figure 23 : CAH et MDS sur les abondances totales (0,5 m²) transformées en $\log(x+1)$

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) isole 4 groupes ou sous-groupes statistiquement différents (test SIMPROFF). L'assemblage **1** peut être subdivisé en deux sous-groupes. Le **sous-groupe 1.1** est constitué des 6 échantillons correspondant à trois

stations échantillonnées en octobre et en mars. Cette assemblage est caractérisée par l'annélide *Spirobranchus triqueter* et l'échinoderme *Amphipholis squamata* (Procédure SIMPER). Ces stations sont constituées de graviers sableux. Les stations B06, B07, et B14 pour les mois d'octobre et de mars, les stations B09 et B13 pour le mois d'octobre sont présents dans le **sous-groupe 1.2**. Les espèces à affinité sabulicole-gravicole qui le caractérisent sont le polychète *Syllis garciai* et le mollusque *Glycymeris glycymeris*. Le sédiment de ces stations est un sable graveleux.

L'assemble **2** peut-être subdivisé en deux sous-groupes. Le **sous-groupe 2.1** regroupant les stations B17 et B18, est caractérisé par les mollusques *Abra alba*, *Donax vittatus* et *Fabulina fabula* (Procédure SIMPER). Ces espèces sont des espèces à affinité sabulicole. Le sédiment de ces deux stations est des sables fins légèrement envasés. Enfin, le **sous-groupe 2.2** isole le reste des stations. Les espèces à affinité sabulicole propre caractéristiques sont le polychète *Nephtys cirrosa* et *Ophelia borealis* (Procédure SIMPER). Le sédiment est principalement des sables fins à moyens.

La figure 24 illustre la présence des espèces caractéristiques dans les différents sous-groupes.

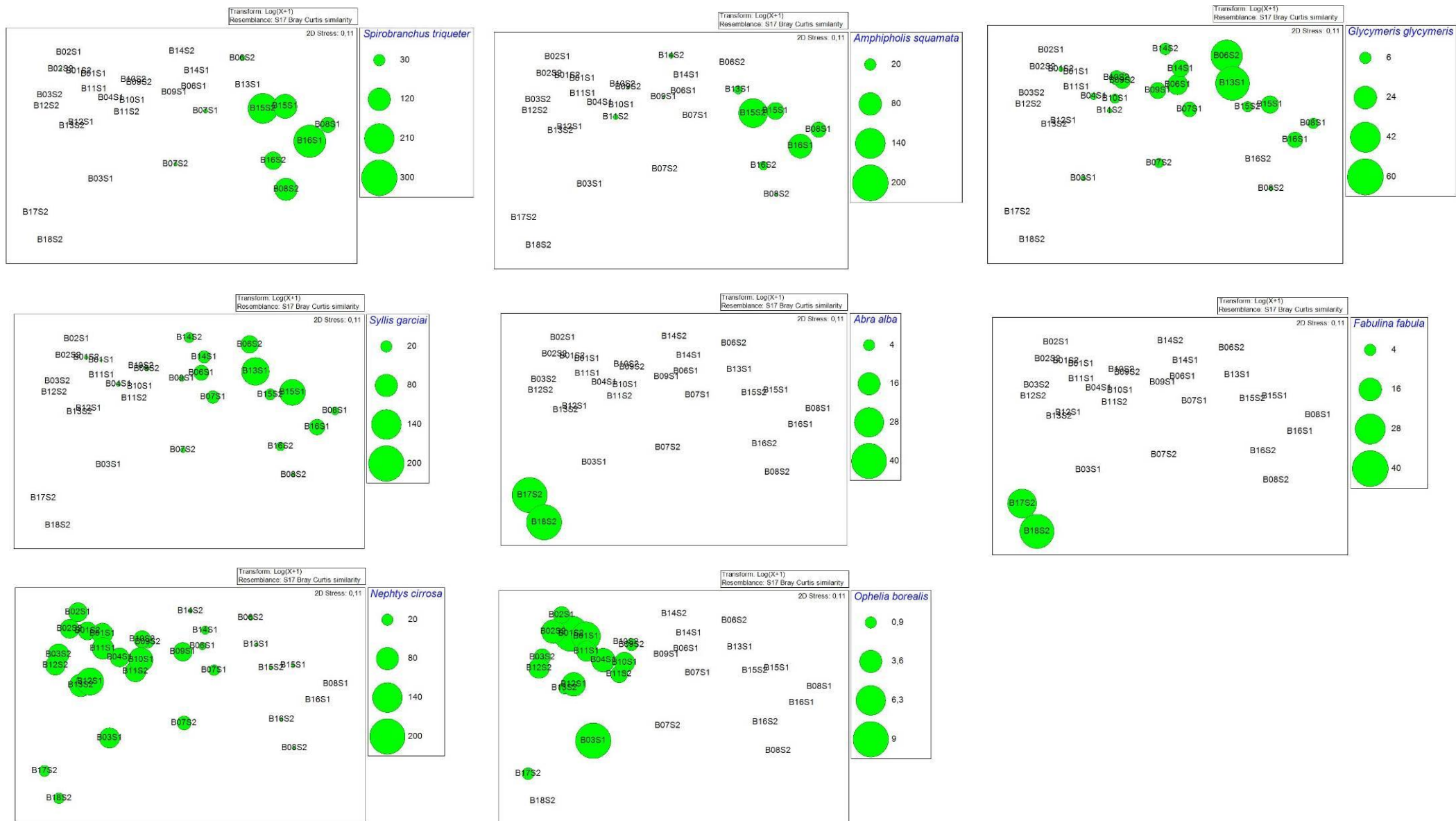


Figure 24 : MDS sur les abondances transformées en $\log(x+1)$ et espèces caractéristiques

3.1.4.2 Physico-chimie des sédiments

La description des données de contamination est basée sur le dernier arrêté ministériel du 17/07/2014. Cet arrêté fixe des seuils de concentrations pour certains métaux, contaminants organiques, HAP et PCB au regard de l'impact potentiel des opérations de dragage et d'immersion des sédiments sur les écosystèmes côtiers :

- **Valeur < N1** : les opérations de dragage et d'immersion sont autorisées sans autre étude;
- **N1 < valeur < N2** : une investigation complémentaire peut s'avérer nécessaire en fonction du projet considéré et du degré de dépassement du niveau N1. Des tests peuvent alors être pratiqués pour évaluer la toxicité globale des sédiments ;
- **Valeur > N2** : le dragage ou l'immersion ne peut être autorisé que si on apporte la preuve qu'il s'agit de la solution la moins dommageable pour l'environnement aquatique et terrestre. Une investigation complémentaire est généralement nécessaire car des indices peuvent laisser présager un impact potentiel de l'opération. Une étude d'impact approfondie est alors jugée indispensable.

Le tableau 3 synthétise les résultats des analyses du laboratoire IDHESA.

3.1.4.2.1 Aspects sédimentaires

L'analyse granulométrique (réalisée par la méthode Laser) repose sur la séparation des différentes fractions dimensionnelles exprimées en pourcentages de poids sec.

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 tableau 2 montre que les sédiments sont des sables fins envasés, des sédiments fins à moyens et des sables graveleux. Le pourcentage de vase est faible sur 6 stations et de 10% sur la station B17 et de 17% sur la station B18.

Tableau 2 : Résultats des analyses physico-chimiques des sédiments

		B_02	B_07	B_09	B_11	B_15	B_14	B_17	B_18
Vase	0 - 63µm	1,74	0,57	0,00	0,56	0,48	0,00	9,09	16,89
Sable fin	63-250µm	10,83	9,00	3,22	5,65	4,89	4,46	80,11	72,41
Sable moyen	250-500µm	54,28	44,76	57,18	55,94	32,63	62,43	9,92	9,66
Sable grossier	500-2000µm	32,14	41,06	36,29	36,13	44,48	29,99	0,77	0,60
Gravier	2-64mm	1,00	4,60	3,30	1,70	17,50	3,10	0,10	0,50

3.1.4.2.2 Eléments traces métalliques et PCB

Les valeurs sont faibles et inférieures aux seuils N1 de l'arrêté du 17/07/2014.

3.1.4.2.2 Tributylétain TBT

Les valeurs sont faibles et inférieures aux seuils N1 de l'arrêté du 17/07/2014.

3.1.4.2.4 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Toutes les valeurs sont inférieures au seuil N1 de l'arrêté du 17/07/2014.

3.1.4.2.5 Scores de risques

Les sédiments côtiers renferment de nombreuses substances dont certaines présentent un caractère toxique avéré : éléments métalliques, organiques (PCB, HAP et TBT).

La notion de risque « est une grandeur qui caractérise un évènement indésirable par sa probabilité d'occurrence et par la gravité des dommages liés à la réalisation de cet évènement » (Alzieu, 1999).

L'évaluation du risque (logiciel GEODRISK) s'appuie sur l'évaluation de la nuisance potentielle ou réelle des sédiments : $\text{Risque} = \text{Danger} \times \text{Transfert} \times \text{Cible}$

L'évaluation prend en compte :

- le danger potentiel de la source de pollution en fonction de sa nature et des quantités de substances émises,
- le transfert de la source vers la cible, en fonction de son potentiel de mobilité et des voies d'exposition,
- l'existence et la vulnérabilité de cibles potentielles.

Le calcul du score de risque global du sédiment prend en considération, pour chaque contaminant analysé (métaux et PCB), dans un premier temps les scores de danger potentiel et de transfert, et, dans un deuxième temps, les scores de toxicité et de sensibilité de l'écosystème (Tableau 4). Il peut varier de 0 (risque négligeable) à 3 (risque fort).

Tableau 4 : Evaluation du risque en fonction du calcul du score de risque

Score de risque (Sr)	Evaluation du risque
0	négligeable
$0 < Sr \leq 1$	faible
$1 < Sr \leq 2$	moyen
$2 < Sr \leq 3$	fort

Le Score de Risque (Geodrisk ©) est négligeable pour les stations.

3.1.4.2.6 Pollution organique

La pollution organique est évaluée par trois paramètres (Alzieu, 2003) : l'azote organique total (NTK), le phosphore total (P) et le carbone organique total (COT). Afin d'utiliser les valeurs de façon synthétique, il est possible de les rassembler en classes ou indices, comme le montre le tableau 5.

Tableau 5 : Définition des classes ou indices de contamination pour les trois micropolluants exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003)

Carbone organique total (COT)		Azote (NTK)		Phosphore	
Valeurs	Indices	Valeurs	Indices	Valeurs	Indices
< 0,6	0	< 600	0	< 500	0
0,6-2,3	1	600-1200	1	500-800	1
2,4-4	2	1200-2400	2	800-1200	2
4,1-5,8	3	2400-3600	3	>1200	3
> 5,8	4	>3600	4		

L'indice de Pollution Organique est égal à la somme des trois indices.

La dégradation de cette matière organique a pour conséquence une détérioration du milieu, un appauvrissement en oxygène pouvant aller jusqu'à l'anoxie.

Les indices de pollution organique (fonction des concertations en Carbone Organique Total, Azote NTK et Phosphore Total) sont égales à 0 pour 7 stations et à 1 pour la station B18 (Tableau 6).

Tableau 6 : Pollution organique

Echantillon	Carbone Organique Total (COT)		Azote NTK		Phosphore		Pollution Organique
	Valeur % sec	Indice	Valeur mg/kg	Indice	Valeur mg/kg	Indice	Indice
B_02	<0,2	0	200	0	310	0	0
B_07	<0,2	0	200	0	320	0	0
B_09	<0,2	0	200	0	220	0	0
B_11	<0,2	0	130	0	330	0	0
B_14	<0,2	0	110	0	330	0	0
B_15	<0,2	0	170	0	300	0	0
B_17	0,25	0	330	0	210	0	0
B_18	0,31	0	650	1	220	0	1

3.1.4.3 AMBI

La figure 25 et la carte 17 détaillent les pourcentages des groupes écologiques représentés. Les stations sont dominées par des espèces des groupes écologiques I et II (Figure 25). La présence d'espèces du groupe écologique III est à remarquer sur l'ensemble des stations. Ce groupe est majoritaire sur la station B16 en mars 2016. De faibles pourcentages pour le groupe écologique IV sont observés (valeurs comprises entre 0 et 10 %). Les espèces concernées sont toutes des polychètes comme *Aphelochaeta* sp., *Caulleriella alata*, ou encore *Polycirrus* spp. Enfin, le groupe écologique V a été inventorié sur la station B16 en octobre avec un pourcentage de 0,2% et sur la station B06 en mars avec un pourcentage de 1,6%.

Les résultats pour l'AMBI sont présentés dans le tableau 7. Les valeurs sont comprises entre 0,9 et 2,6. Ceci illustre la présence **d'un état de santé « très bon » pour 8 échantillons et d'un état de santé jugé de « bon » pour le reste des échantillons.**

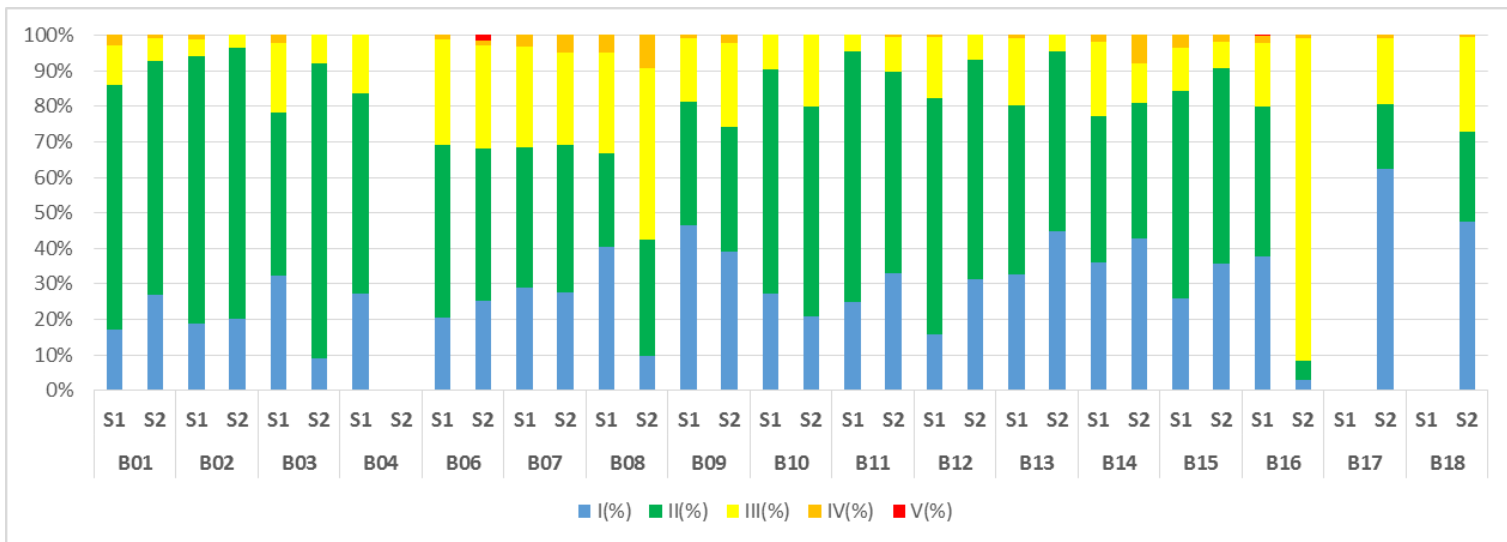
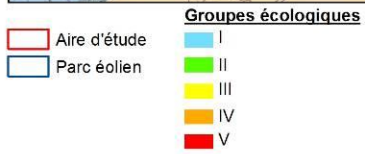
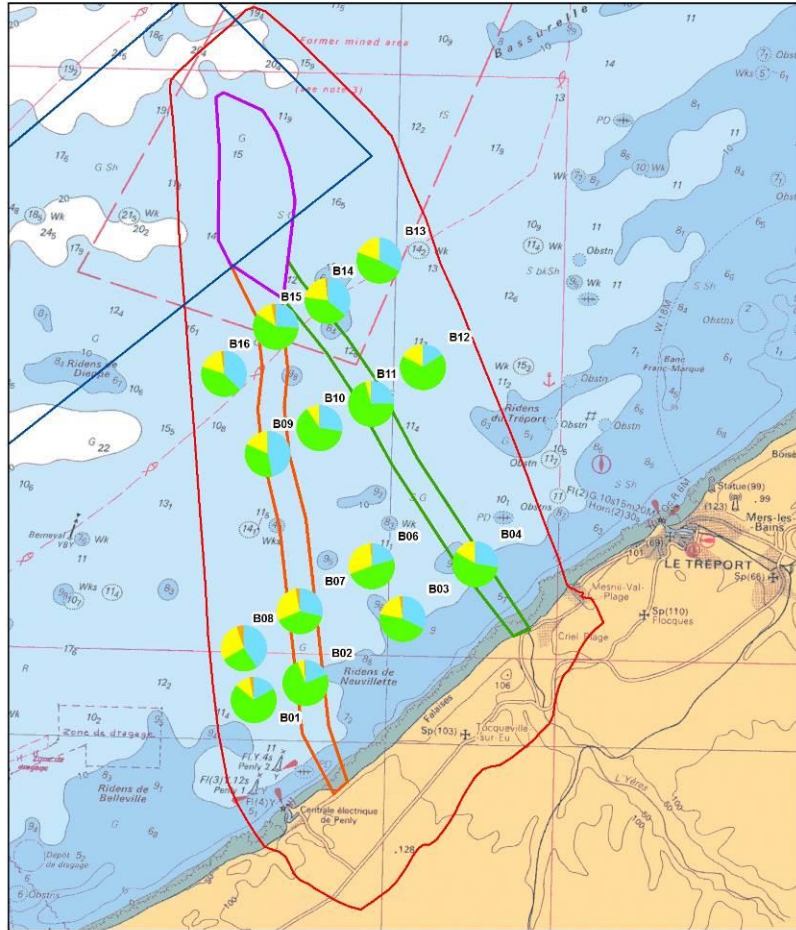


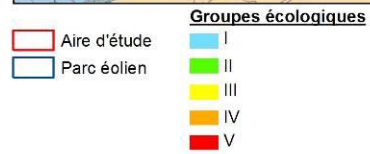
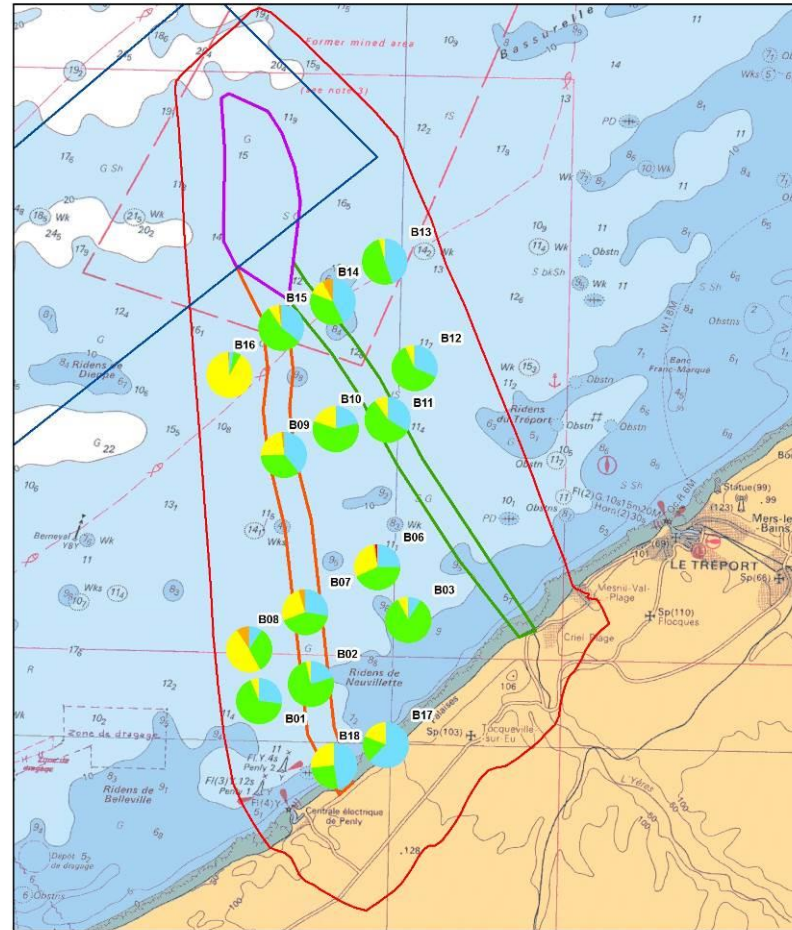
Figure 25 : Pourcentages des groupes écologiques

Tableau 7 : AMBI et état de santé des communautés

		AMBI moyen	Etat de santé
B01	S1	1,378	Bon
	S2	1,256	Bon
B02	S1	1,312	Bon
	S2	1,245	Bon
B03	S1	1,439	Bon
	S2	1,486	Bon
B04	S1	1,34	Bon
	S2	–	–
B06	S1	1,942	Bon
	S2	1,666	Bon
B07	S1	1,476	Bon
	S2	1,402	Bon
B08	S1	1,377	Bon
	S2	2,226	Bon
B09	S1	1,107	Très bon
	S2	1,325	Bon
B10	S1	1,239	Bon
	S2	1,574	Bon
B11	S1	1,23	Bon
	S2	1,166	Très bon
B12	S1	1,54	Bon
	S2	1,128	Très bon
B13	S1	1,361	Bon
	S2	0,898	Très bon
B14	S1	1,357	Bon
	S2	1,096	Très bon
B15	S1	1,396	Bon
	S2	1,201	Très bon
B16	S1	1,354	Bon
	S2	2,646	Bon
B17	S1	–	–
	S2	0,908	Très bon
B18	S1	–	–
	S2	1,209	Très bon



Carte réalisée par TBM, 2016
 Support cartographique : SHOM
 Sources des données : RTE, TBM 2015



Carte réalisée par TBM, 2016
 Support cartographique : SHOM
 Sources des données : RTE, TBM 2015

Carte 17 : Groupes écologiques des prélèvements à la benne Day (Session 1 = Octobre 2015 et Session 2 = mars 2016)

3.1.5 Physico-chimie dans l'eau de surface

Pour trois stations, des analyses physico-chimiques ont été effectuées par le Laboratoire LABOCEA (agrée COFRAC eau de mer). Les paramètres suivants ont été analysés :

- Matière en suspension, DBO5
- Carbone Organique total, Azote Organique et ammoniacal, Azote total global, Phosphore total,
- Eléments métalliques,
- HAP, Hydrocarbures Totaux, PCB et TBT et dérivés,
- Chlorophylle a et phaéopigments.

Les résultats sont indiqués dans le tableau 8.

Pour les métaux, les PCB, les HAP et les hydrocarbures totaux, les PCB, les concentrations sont inférieures au seuil des normes.

Pour les dérivés de l'étain, des concentrations supérieures aux normes sont mesurées sur le MonoButyl Etain sur les huit stations. L'origine de ces composés est vraisemblablement en lien avec la peinture utilisée pour la coque des bateaux.

Tableau 8 : Résultats des analyses pour la physico-chimie des eaux en surface

	Elément	Circulaire du 7 mai 2007 Normes de qualité environnementale provisoires (NQE) Eaux de transition		CMA	DIRECTIVE 2013/39/CE							
		Eaux transition	Eaux marines	Autres eaux de surface	Chimie 1	Chimie 2	Chimie 3	Chimie 4	Chimie 5	Chimie 6	Chimie 7	Chimie 8
					B_09	B_11	B_15	B_14	B_02	B_17	B_18	B_07
Métaux	Al (mg/L)				0,351	0,388	0,327	0,364	0,319	0,308	0,312	0,294
	As (µg/L)	Bruit de fond + 4,2	Bruit de fond + 4,2		1,3	1,4	1,4	1,3	1,4	1,4	1,5	1,4
	Cd (µg/L)	5	2,5	<0,45 à 1,5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Cr (µg/L)	Bruit de fond + 3,4	Bruit de fond + 3,4		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	Cu (µg/L)	Bruit de fond + 1,4	Bruit de fond + 1,4		<1	2,9	2,4	3,5	1,2	1,4	1,7	<1
	Hg (µg/L)	0,5	0,3	0,07	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
	Ni (µg/L)	20	20	34	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1
	Pb (µg/L)	7,2	7,2	14	0,8	2,2	1,2	<0,5	<0,5	1,4	<0,5	<0,5
Zn (µg/L)	Bruit de fond+3,1 ou+7,8	Bruit de fond+3,1 ou+7,8		5,7	13	37	9,3	16	58	9,3	13	
Micropolluants organiques (PCB)	PCB 028 µg/L				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	PCB 052 µg/L				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	PCB 101 µg/L				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	PCB 118 µg/L				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	PCB 138 µg/L				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	PCB 153 µg/L				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	PCB 180 µg/L				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB µg/L	0,001	0,001		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Dérivés de l'Etain	DiButyl Etain (DBT) ng/L	0,2	0,2	1,5	<1	5	<1	<1	<1	<1	4	1
	MonoButyl Etain (MBT) ng/L	0,2	0,2	1,5	6	<3	<3	<3	<3	<3	3	<3
	TriButyl Etain (TBT) ng/L	0,2	0,2	1,5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
HAP	Acénaphthène (µg/L)	0,7	0,7		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
	Acenaphthylene (µg/L)	0,4	0,4		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
	Anthracène (µg/L)	0,1	0,1	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Benzo(a)anthracène (µg/L)	0,005	0,005		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Benzo(a)pyrene (µg/L)	0,05	0,05	0,027	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Benzo(b)fluoranthène (µg/L)	0,03	0,03	0,017	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Benzo(ghi)peryène (µg/L)	0,002	0,002	0,0082	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Benzo(k)fluoranthène µg/L	0,03	0,03	0,017	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Chrysène (µg/L)	0,006	0,006		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Dibenzo(a,h)anthracène (µg/L)	0,00006	0,00006		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Fluoranthène (µg/L)	0,1	0,1	0,12	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Fluorène (µg/L)	0,3	0,3		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
	Indeno(1,2,3-cd)pyrène (µg/L)	0,002	0,002		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Naphtalène (µg/L)	1,2	1,2	130	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Phénanthrène (µg/L)	0,11	0,11		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,012	0,012	0,012	0,012
	Pyrène (µg/L)	0,024	0,024		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 16 HAP				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Bactériologie	Escherichia coli npp/100mL				92	108	<15	<15	15	<15	<15	<15
	Salmonella sp. Recherche				Abs/1L	Abs/1L	Abs/1L	Abs/1L	Abs/1L	Abs/1L	Abs/1L	Abs/1L
	Vibrio parahaemolyticus Recherche				Abs/100mL	Abs/100mL	Abs/100mL	Abs/100mL	Abs/100mL	Abs/100mL	Abs/100mL	Abs/100mL
Physico-chimie	Matières en suspension (MES) mg/L				9,9	6,9	7,3	6,6	5,1	23	18	2,6
	Carbone Organique Total (COT) mg/L				1,1	1,3	1,1	1	1,1	1,2	1	0,87
	Azote Global mg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Azote organique et ammoniacal mg/L				<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Azote Ammoniacal (en NH4) mg/L				<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	<0,01
	Nitrates (en NO3) mg/L				0,83	0,83	0,77	0,73	1,6	1,9	1,8	1,3
	Nitrites (en NO2) mg/L				0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Phosphore total (en P) mg/L				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05
	Chlorophylle A µg/L				22,3	20,8	15,5	16,7	3,3	4,6	3,2	4,5
	Phéopigments µg/L				1,8	1,5	1,1	1,5	<0,5	1,2	0,8	0,5

3.1.4.5 Paramètres hydrologiques

Les mesures hydrologiques ont été réalisées sur 6 stations. La figure 26 récapitule les températures et les salinités moyennes. Les données sont indiquées dans les annexes 8 et 9.

Les mesures de température de l'eau de mer relevées sont homogènes pour une date donnée et les températures moyennes sont comprises entre 15,3°C et 15,9°C au mois d'octobre et entre 8,0°C et 8,7°C au mois de mars. Les mesures de salinité enregistrées par la sonde témoignent d'une légère dessalure à la côte (Station B18). Les valeurs sont proches sur la majorité des stations et sont comprises entre 33,7 et 33,9 en octobre et entre 32,9 et 33,9 en mars.

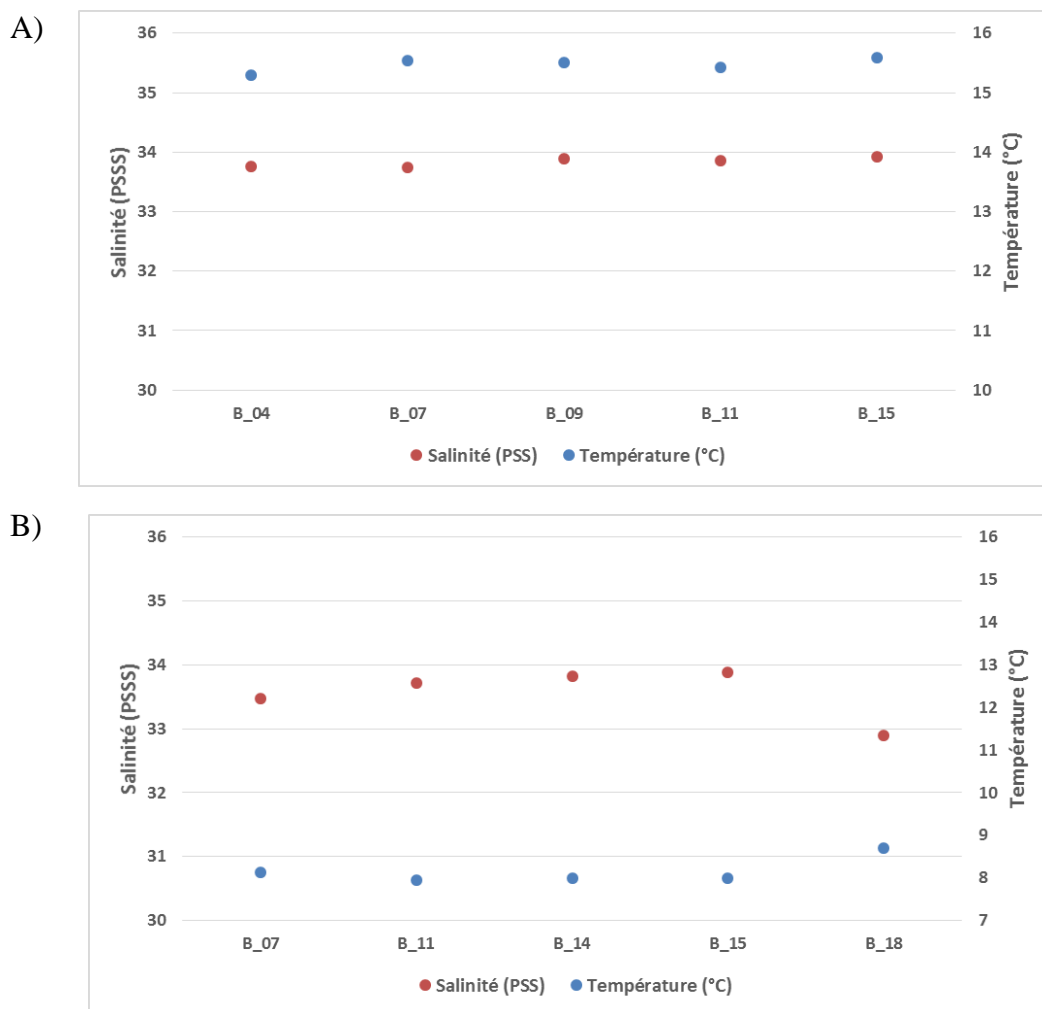


Figure 26 : Salinités et températures moyennes pour A) la session 1 (octobre 2015) et B) la session 2 (mars 2016)

3.2 Habitats inventoriés et espèces

Les résultats des analyses morpho-sédimentaires et biologiques ont permis de caractériser quatre entités de substrats rocheux et 4 entités de substrats meubles.

3.2.1 Habitats inventoriés

3.2.1.1) Substrats rocheux

Les substrats rocheux sont peu représentés sur les fuseaux. Ils sont présents à la côte dans le prolongement du platier rocheux intertidal. Les roches sont principalement recouvertes par de la faune et quelques algues rouges comme cela est observée dans l'infralittoral supérieur. **Le code MNHN est : R08 Roches et blocs infralittoraux.**

3.2.1.2) Substrats meubles

Sables grossiers et graviers sublittoraux (M08)

Ce type d'habitat est bien présent sur le site d'étude et est couramment rencontré le long des côtes exposées (Figure 27). Il est composé de sables moyens à grossiers et de sables graveleux et se rencontre à des profondeurs de 15 à 50 mètres. La faune qui caractérise cet habitat est composée d'espèces sabulicoles et gravicoles tolérantes telles que des annélides comme *Polygordius lacteus*, *Syllis garciai*, *Protodorvillea kefersteini*, *Notomastus latericeus*, *Eulalia mustela* et des bivalves comme *Moerella donacina*.



Figure 27 : Sable grossier

Les codes MNHN sont : M08.01.01 Sables grossiers et graviers infralittoraux et M08.01.02 Sables grossiers et graviers circalittoraux côtiers.

Plusieurs déclinaisons au niveau 4 sont possibles du fait de la présence d'espèces « indicatrices ». Ces espèces ne sont pas forcément discriminantes par les analyses statistiques mais leur présence permet d'aller plus loin dans la typologie. **Ces espèces « particulières » sont par exemple le céphalochordé *Branchiostoma lanceolatum*, des annélides comme *Polygordius lacteus* et *Protodorvillea kefersteini*.**

Sables fins à moyens sublittoraux M09

Cet habitat est observé en profondeur en prolongement des plages sableuses du littoral. Ces sédiments sont moins riches et ont une abondance assez faible. En effet, ce peuplement est oligospécifique et la densité varie de 100 à 500 individus par m². Les habitats sédimentaires des sables fins et moyens côtiers sont des milieux ouverts soumis à un fort hydrodynamisme. Les espèces discriminantes identifiées sont les polychètes *Ophelia borealis* et *Nephtys cirrosa* ou l'amphipode *Bathyporeia* spp. Dès que le sédiment est plus fin voire légèrement envasé d'autres communautés peuvent être observés à savoir les polychètes comme *Magelona jhonstoni* et *Spiophanes bombyx*, et des bivalves comme *Donax vittatus* et *Fabulina fabula*. **Les codes MNHN sont : M09.01.01 Sables fins à moyens mobiles infralittoraux, M09.01.02 Sables fins à moyens mobiles circalittoraux côtiers et M09.02.01 Sables fins propres ou envasés infralittoraux.**

Sédiments hétérogènes plus ou moins envasés sublittoraux M11

Cet habitat abrite une grande variété de communautés animales (polychètes, bivalves, échinodermes et anémones). Les proportions en gravier, sable et vase sont très variables. Des débris coquilliers peuvent aussi être observés ainsi que des cailloutis permettant l'installation de plusieurs espèces de l'épifaune sessile ou des polychètes comme *Spirobranchus triqueter*. C'est cette variabilité sédimentaire qui va entraîner une variété de communautés animales.

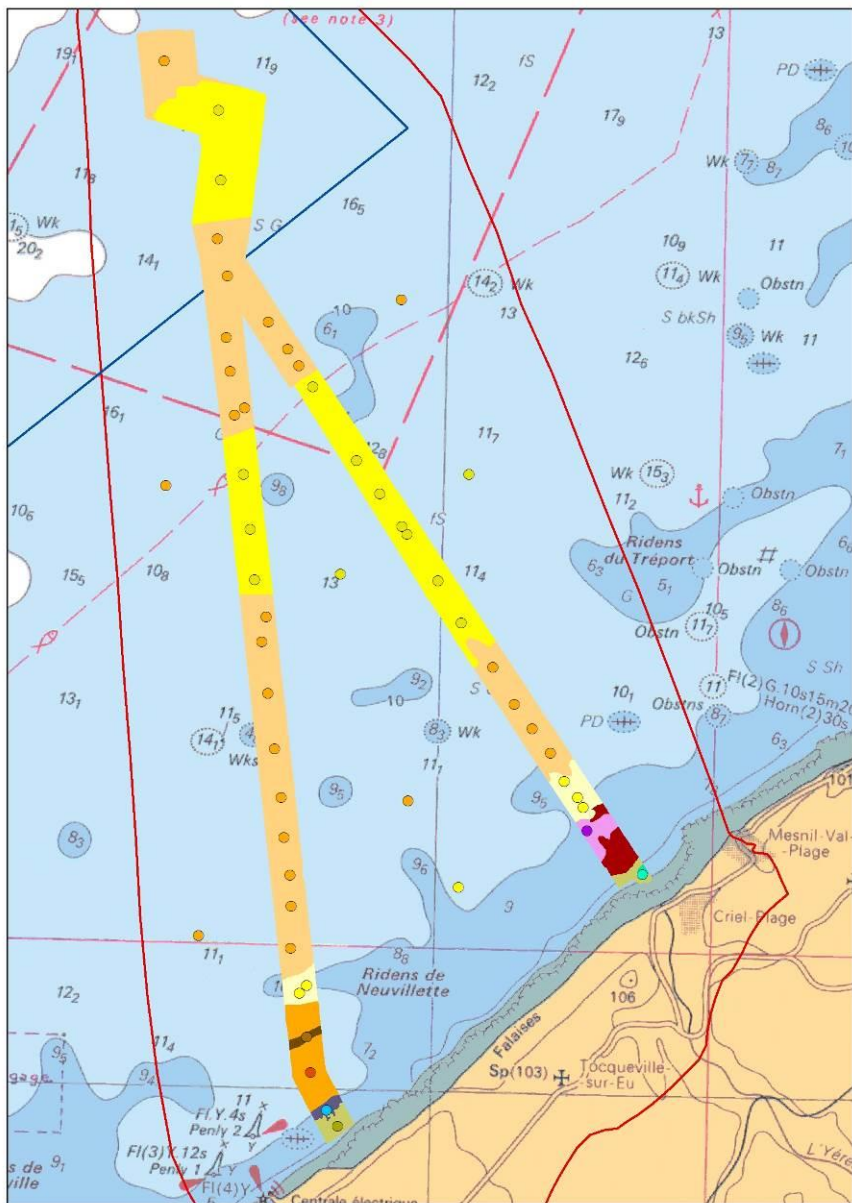
Le code MNHN pour ce type de peuplement est M11.01.01 Sédiments hétérogènes infralittoraux.

Bancs de crépidules

La présence du gastéropode *Crepidula fornicata* a été observée sur quelques. La présence de cette espèce est associée à des sédiments hétérogènes. La crépidule, espèce invasive, est une espèce fortement structurante et engendrer des modifications de l'habitat originel. Sa présence va par exemple créer un envasement progressif lié à la production de biodépôts. Cette espèce peut coloniser une grande diversité d'habitat comme les sédiments moyens à grossiers. **Le code MNHN pour ce type de peuplement est P06.02 Banc de crépidules sur sédiments hétérogènes.**

3.2.2 Carte d'habitat

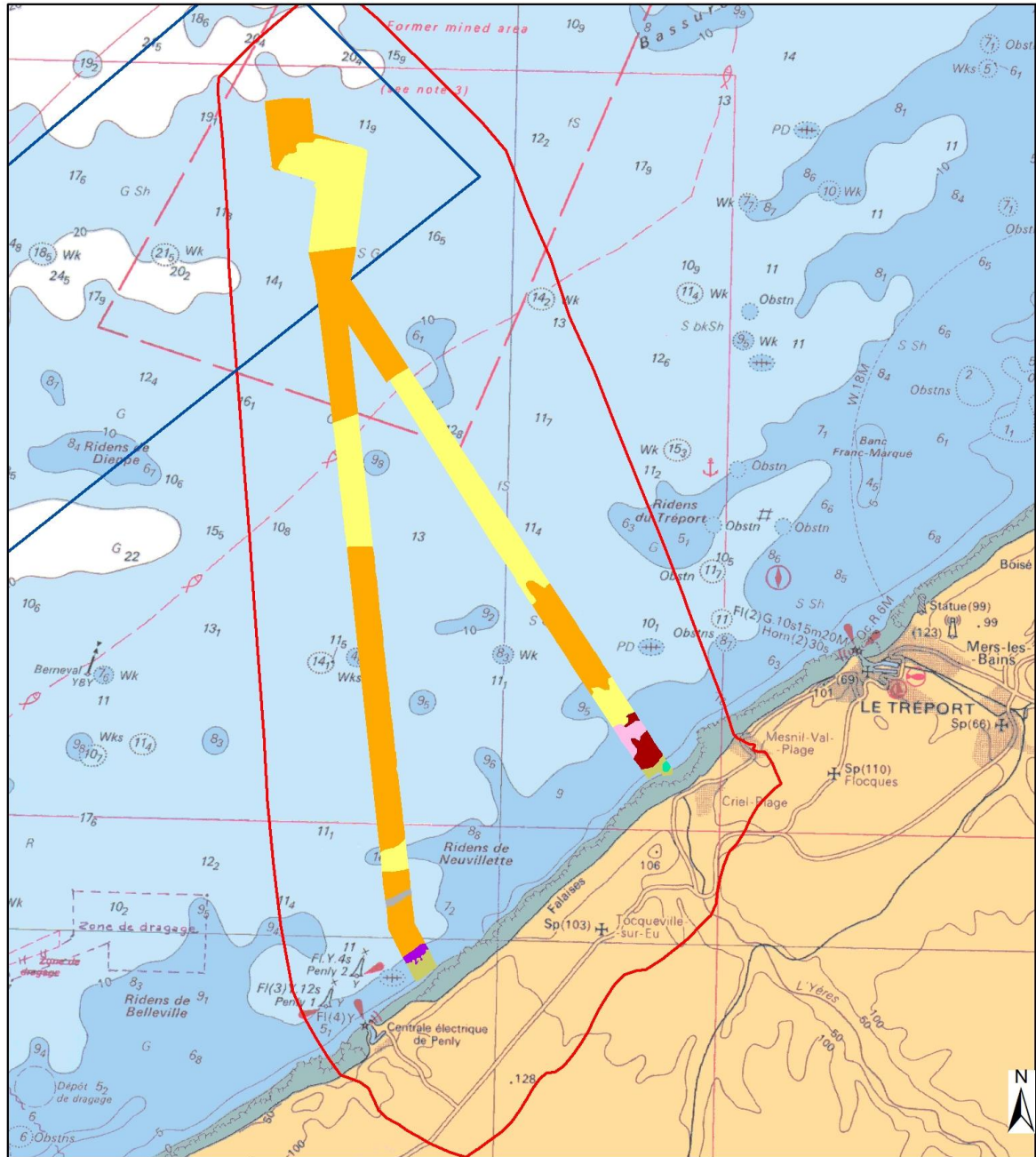
Sur le site d'étude, la déclinaison des habitats en niveau 3 est toujours possible. La carte 19 illustre la cartographie des habitats marins inventoriés avec la typologie MNHN. C'est l'ensemble des données récoltées qui ont permis l'obtention de la carte globale. La carte 20 indique les habitats avec la typologie Natura 2000.



- Aire d'étude
 - Parc éolien
- Prélèvements à la drague et à la Benne**
- M08.01.01 : Sables grossiers et graviers infralittoraux
 - M08.01.02 : Sables grossiers et graviers circalittoraux côtiers
 - M09.01.01 : Sables fins à moyens mobiles infralittoraux
 - M09.01.02 : Sables fins à moyens mobiles circalittoraux côtiers
 - M09.02.01 : Sables fins propres ou envasés infralittoraux
 - M11.01.01*X : Sédiments hétérogènes infralittoraux * "Tourbe à Barnea candida"
 - P06.02 : Bancs de crépidules sur sédiments hétérogènes
 - P06.02*M08.01.01 : Bancs de crépidules sur sédiments hétérogènes*Sables grossiers et graviers infralittoraux
 - P09.01 : Bancs de Modiolus modiolus
- Habitats subtidaux**
- M08.01.01 : Sables grossiers et graviers infralittoraux
 - M08.01.02 : Sables grossiers et graviers circalittoraux côtiers
 - M09.01.01 : Sables fins à moyens mobiles infralittoraux
 - M09.01.02 : Sables fins à moyens mobiles circalittoraux côtiers
 - M09.02.01 : Sables fins propres ou envasés infralittoraux
 - M11.01.01*X : Sédiments hétérogènes infralittoraux * "Tourbe à Barnea candida"
 - P06.02 : Bancs de crépidules sur sédiments hétérogènes
 - P06.02*M08.01.01 : Bancs de crépidules sur sédiments hétérogènes*Sables grossiers et graviers infralittoraux
 - P09.01 : Bancs de Modiolus modiolus
 - R08 : Roches et blocs infralittoraux

Carte 18 : Habitats benthiques

N 0 1,25 2,5 Km
 Carte réalisée par TBM, 2016
 Support cartographique : SHOM
 Sources des données : RTE, TBM



— Aire d'étude

— Parc éolien

Habitats subtidaux

■ 1110-1 Sables fins propres et légèrement envasés, herbiers à *Zostera marina* (façade atlantique)

■ 1110-2 Sables moyens dunaires (façade atlantique)

■ 1110-3 Sables grossiers et graviers, bancs de maerl (façade atlantique)

■ 1140 Replats boueux ou sableux exondés à marée basse

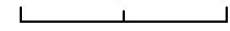
■ 1160-2 Sables hétérogènes envasés infralittoraux, bancs de maerl (façade atlantique)

■ 1160-2 Sables hétérogènes envasés infralittoraux, bancs de maerl x 1110-3 Sables grossiers et graviers, bancs de maerl

■ 1170 Récifs

■ Non mentionné

0 2,25 4,5 Km



Carte réalisée par TBM, 2016

Support cartographique : SHOM / Sources des données : RTE, TBM 2015

Carte 19 : Habitats benthiques avec la typologie Natura 2000

La Figure 28 illustre la répartition des habitats avec la typologie du MNHN et le tableau 9 indique les surfaces respectives.

Les habitats investigués sur les 2625 ha sont dominés par des habitats meubles. En effet, ils occupent 98% de la zone d'étude. Ceux qui sont les mieux représentés sont :

- Les sables grossiers et graviers circalittoraux côtiers avec 49 % de la surface (Tableau 9).
- Le deuxième habitat est celui des sables fins à moyens circalittoraux côtiers qui occupe 36% de la surface.

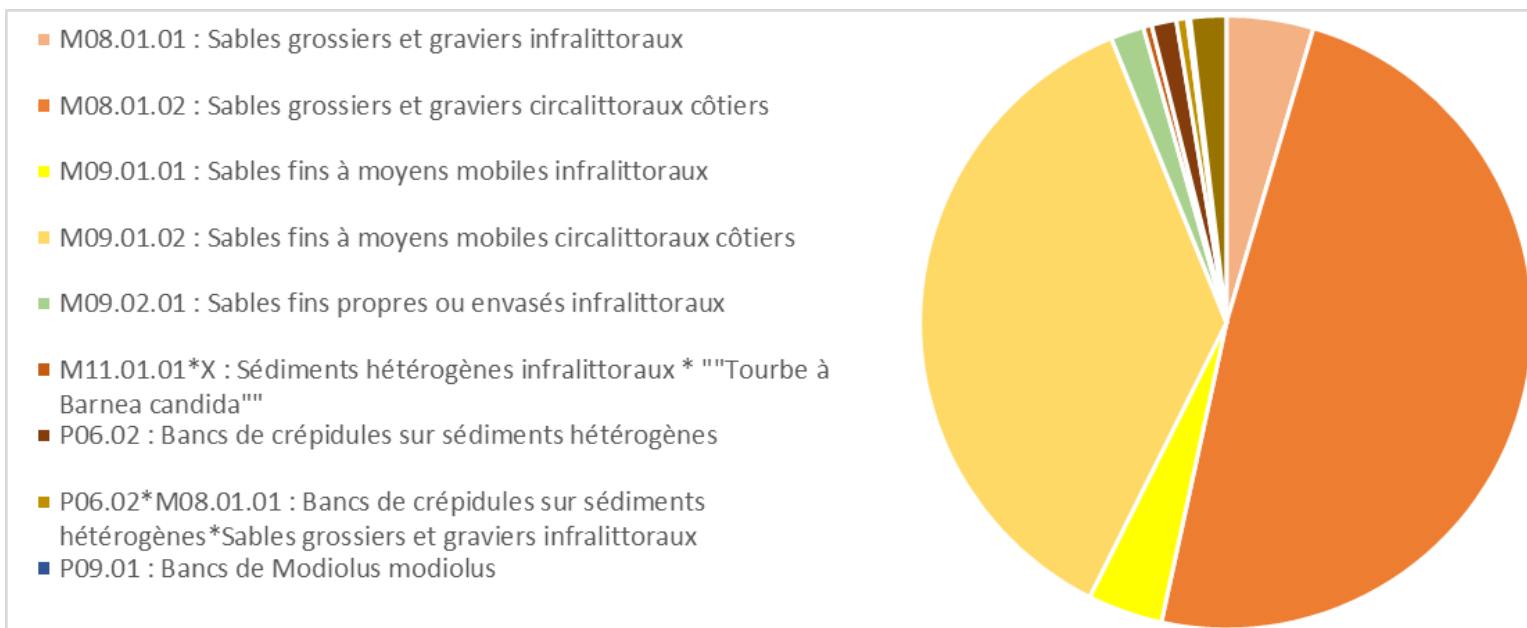


Figure 28 : Répartition des groupes d'habitats au niveau 3 de la typologie MNHN pour les substrats meubles et les substrats rocheux

Tableau 9 : Surfaces (ha) pour les habitats selon le niveau 3 de la typologie MNHN.

Habitats MNHN	Surfaces ha
M08.01.01 : Sables grossiers et graviers infralittoraux	120,38
M08.01.02 : Sables grossiers et graviers circalittoraux côtiers	1281,93
M09.01.01 : Sables fins à moyens mobiles infralittoraux	103,90
M09.01.02 : Sables fins à moyens mobiles circalittoraux côtiers	957,75
M09.02.01 : Sables fins propres ou envasés infralittoraux	46,35
M11.01.01*X : Sédiments hétérogènes infralittoraux * ""Tourbe à <i>Barnea candida</i> ""	11,69
P06.02 : Bancs de crépidules sur sédiments hétérogènes	34,23
P06.02*M08.01.01 : Bancs de crépidules sur sédiments hétérogènes*Sables grossiers et graviers infralittoraux	15,11
P09.01 : Bancs de <i>Modiolus modiolus</i>	4,09
R08 : Roches et blocs infralittoraux	49,85
TOTAL	2625,29

4. Enjeux et Conclusions

La réalisation de cet état initial à la fois sur les biocénoses de fond meuble et de fond rocheux permettra d'alimenter l'étude d'impact environnementale et l'étude d'incidences Natura 2000.

Cette étude a porté sur deux tracés du câble. Ainsi, l'ensemble de la zone d'étude est constituée de deux ensembles sédimentaires: les substrats meubles qui sont largement majoritaires (98%) et les substrats rocheux. L'approche cartographique en combinant des moyens de prospection par des prélèvements et des observations biologiques pour caractériser les peuplements macrobenthiques montre que le site est assez homogène avec deux habitats meubles dominants. En effet, concernant les biocénoses de fond rocheux, la diversité observée est faible. Les habitats rocheux sont en continuité du plateau rocheux intertidal. Sur les fuseaux, différents étages sont parcourus puisque la zone d'étude traverse l'infralittoral et le circalittoral côtier. Ceci multiplie les habitats parcourus et augmente la richesse spécifique.

Ainsi, les sédiments rencontrés et leurs biocénoses associées sont typiques des fonds marins locaux et régionaux à savoir une dominance des sables fins à moyens (Peuplement de sables dunaires à *Ophelia borealis*) et des sables moyens à grossiers (peuplement à *Branchiostomma lanceolatum*). En effet, ces habitats sont largement répartis en Manche orientale (de la baie de Seine au détroit du Pas de Calais, Cabioch, 1968). Leur présence est due à de nombreux facteurs physiques propres à cette région.

Les substrats rocheux

Ces habitats sont peu représentés. L'habitat qui représente 2% de la surface étudiée est celui des Roches et blocs infralittoraux. Cet habitat est dominé par la faune et quelques algues rouges. En effet, à cause d'une turbidité non négligeable à la côte la présence de laminaires n'est pas avérée.

Les substrats meubles

Plusieurs habitats ont été inventoriés. Les deux habitats qui sont les mieux représentés sont ceux des sables grossiers et graviers circalittoraux côtiers et celui des sables fins à moyens circalittoraux côtiers. Ces habitats occupent la majeure partie de la zone projet. Ces sédiments peuvent constituer des accumulations isolées appelées « ridins ». Ils sont localisés aux abords de la côte dans des fonds de 15 à 30 m entre Dieppe et la Baie de Somme (Augris et al., 2004). De large vers la côte, un gradient d'affinement est observé allant des graviers sableux aux sédiments fins légèrement envasés. En effet, ces sables fins envasés sont localisés très à la côte. Ils sont au moins présent de Berneval à Criel (Augris et al., 2004). La présence de sédiments hétérogènes et de bancs de crépidules est à noter à la côte. Ce mollusque gastéropode a été répertorié pour la première fois en 1996 (Augris et al., 2004). Dans tous les secteurs, le sédiment apparaît très propre et la qualité du milieu est qualifiée de bonne à

très bonne. L'analyse sur les cortèges d'espèces n'indique aucune espèce révélatrice d'un enrichissement en matière organique anormal. Ceci est corroboré par l'ensemble des analyses physico-chimiques.

En conclusion, l'ensemble de la zone d'étude est constituée de deux ensembles : les substrats meubles et les substrats rocheux. Néanmoins, le site est dominé par les substrats meubles, et les substrats rocheux sont localisés à la côté. La diversité des sédiments meubles est assez faible et la zone apparaît assez homogène. Deux types de fonds prédominent les sables fins à moyens et les sédiments grossiers. Dans la zone d'étude, une variabilité de ces fonds à l'échelle de quelques années est mise en évidence. Ainsi, la répartition et le modelé de la couverture sableuse peuvent légèrement évoluer au cours du temps (Augris et al., 2004).

Ainsi, en termes d'enjeux sur la zone d'étude en se basant sur l'état initial, ils sont qualifiés de négligeables à nuls. Il faut signaler la présence de deux espèces de polychètes patrimoniaux *Sabellaria spinulosa* et *Lanice conchilega*. La première espèce est observée sous forme de placage sur quelques galets et cailloutis. Elle est, en revanche, bien présente sur la zone intertidale dans le médiolittoral inférieur et l'infralittoral supérieur. La seconde est échantillonnée dans les sédiments moyens à grossiers mais ne constitue pas de véritables « banquettes » comme c'est le cas sur la zone intertidale. Cette espèce est dominante à proximité immédiate de Penly et son peuplement a un intérêt non négligeable car il se trouve limité en Manche à une étroite bande côtière (Augris et al., 2004). L'évolution de ce peuplement semble chaotique avec des phases d'expansion et de régression et des fluctuations importantes de l'abondance sont observées entre Dieppe et le Tréport (Augris et al., 2004).

5. 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.
- Augris, C., Clabaut, P., Costa, S., Gourmelon, F., Latteux, B., 2004. Evolution morpho-sédimentaire du domaine littoral et marin de la Seine Maritime. Ifremer, Conseil général de la Seine Maritime, EDF. 159 pp.
- Bajjouk, T., Derrien, S., Gentil, F., Hily, C. et Grall, J., 2011.- Typologie d'habitats marins benthiques : analyses de l'existant et propositions pour la cartographie. Habitats côtiers de la région Bretagne-Note de synthèse n°2, Habitats du circalittoral. IFREMER, 39 pp.
- Bajjouk, T. 2009.- Cahier des charges pour la cartographie d'habitats des sites Natura 2000 littoraux. Guide méthodologique. IFREMER, 24 pp.
- 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.
- CAHIERS D'HABITATS NATURA 2000 – 2004.- Habitats côtiers. La Documentation française.
- Cabioch, L., 1968.. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques de la Manche Occidentale. Université Pierre & Marie Curie, Paris.
- Claisse, D., 2007. Surveillance chimique : Guide de prélèvement d'échantillons marins pour l'analyse des contaminants chimiques. Rapport Ifremer, 25 pp.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK.
- Costello, M. J., Emblow, C., White, R., 2001. European Register of Marine Species. A check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides of their identification, 463 pp.
- Davies, C.E., Moss, D., Hill, M.O., 2004. EUNIS Habitat Classification Revised 2004. Report to the European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity, Paris for European Environment Agency, Copenhagen. October 2004. 307 pp. (<http://eunis.eea.eu.int/habitats.jsp>).
- European Commission, 2007a.- Interpretation manual of European Union Habitats. EUR 27.144 pp.
- European Commission, 2007b.- Guidelines for the establishment of the Natura 2000 network in the marine environment. Application of the Habitats and Birds Directives. 112 pp.
- EUSeaMap 2010.- Preparatory action for development and assessment of a European broad scale seabed habitat map. EC Contract MARE/2008/07 (JNCC Eds). 223 pp.

Gentil, F., 1976. Distribution des peuplements benthiques en baie de Seine. Thèse de Doctorat, Université de Paris VI, Paris.

Glémarec, M., 1969. Les peuplements benthiques du plateau continental Nord-Gascogne. Thèse de doctorat d'État, Sciences Naturelles, Faculté des sciences de Paris, Brest, 167 pp.

Grall, J., Coïc, N., 2006. Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Editions Ifremer.

Grall, J., Glémarec, M., 1997. Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the bay of Brest. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44(Supplement A), 43-53.

Guillaumont, B., Bajjouk, T., Rollet, C., Hily, C. et Gentil, F., 2008.- Typologie d'habitats marins benthiques : analyse de l'existant et propositions pour la cartographie (habitats côtiers de la région Bretagne) – Note de synthèse, Projets Rebent-Bretagne et Natura-Bretagne. IFREMER.

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.

ICES, 2006.- Report of the Working Group on Marine Habitat Mapping (WGMHM), 4–7 April, 2006, Galway, Ireland, ICES CM 2006/MHC:05, Ref. FTC, ACE 136 pp.

Michez, N., Bajjouk, T., Aish, A., Andersen, A. C., Ar Gall, E., Baffreau, A., Blanchet, H., Chauvet, P., Dauvin, J.-C., De Casamajor, M.-N., Derrien-Courtel, S., Dubois, S., Fabri, M.-C., Houbin, C., Legall, L., Menot, L., Rolet, C., Sauriau, P.-G., Thiebaut, E., Tourolle, J., Van den Beld, I., 2015. Typologie des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique Version 2. Rapport SPN 2015 - 45, MNHN, Paris, 61 pp.

Michez, N., Aish, A., Hily, C., Sauriau, P.-G., Derrien-Courtel, S., de Casamajor, M.-N., Foveau, A., Ruellet, T., Lozach, S., Soulier, L., Popovsky, J., Blanchet, H., Cajeri, P., Bajjouk, T., Guillaumont, B., Grall, J., Gentil, F., Houbin, C., Thiébault, E., 2013. Typologie des habitats marins benthiques français de Manche, de Mer du Nord et d'Atlantique. Rapport SPN2013-9, Museum National d'Histoire Naturel, Paris, 32 pp.

OSPAR, 2008.- List of threatened and/or declining species and habitats (2008). Reference number OSPAR 2008-07.

PROJET Mapping European Seabed Habitats (MESH), 2008.– Guide de cartographie des habitats marins. IFREMER.

Retière, C., 1979. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques du Golfe Normanno-Breton. Thèse d'état, Université de Rennes, Rennes.

SHOM, 2010. Cartes de nature des fonds – partie sédimentaire des cartes G.

Simian, G. coord. 2009. Guide méthodologique pour l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristiques milieu marin. SPN-DMPA-MNHN.

Site internet REBENT www.rebent.org

Trigui, R.J., 2009. Influence des facteurs environnementaux et anthropiques sur la structure et le fonctionnement des peuplements benthiques du Golfe Normano-Breton. Thèse de doctorat d'Océanologie Biologique, Muséum National d'Histoire Naturelle.

Typologie EUNIS (European Environment Agency), 2008.

Liste des figures

Figure 1 : Embarcation « la Fée des mers » utilisée pour les prélèvements biosédimentaires et	5
Figure 2 : Drague rallier du Baty et schéma descriptif de son mécanisme de fonctionnement (Trigui, 2009)	6
Figure 3 : Table de tri.....	7
Figure 4 : Benne Day.....	7
Figure 5 : répartition des prélèvements destinés aux analyses physico-chimiques sur une benne vue de dessus (D'après IFREMER, 2007)	10
Figure 6 : Prélèvement et conditionnement pour les analyses de sédiment et bouteille Niskin.....	14
Figure 7 : Colonne de tamis	17
Figure 8 : Echantillons granulométriques à l'étuve	17
Figure 9 : Modèle des indices biotiques (groupes écologiques notés en chiffres romains) (D'après Grall et Coïc, 2006).	21
Figure 10 : Pourcentages des fractions granulométriques pour les 40 stations semi-quantitatives (A) et les 16 stations quantitatives pour les deux sessions (B)	25
Figure 11 : CAH et MDS effectuées à partir de la matrice des distances euclidiennes, calculée d'après les données granulométriques obtenues à la drague rallier du Baty.....	30
Figure 12 : Illustrations des différents types sédimentaires observés à la drague rallier du Baty : sédiments très fins (D01), sédiments fins à moyens (station D23), sédiments moyens et grossiers (stations D24 et D19), sédiments graveleux et cailloutis (station D10).....	31
Figure 13 : CAH et MDS effectuées à partir de la matrice des distances euclidiennes, calculée d'après les données granulométriques obtenues à la benne Day.	32
Figure 14 : Illustrations des différents types sédimentaires observés à la benne Day : sédiments graveleux (station B08), sédiments grossiers (station B15), sédiments fins à moyens (station B09), et sédiments fins légèrement envasés (station B18).....	33
Figure 15 : Abondance et richesse spécifique (Drague rallier du Baty, 30 litres de sédiments, tamisage 10, 5 et 2 mm).....	35
Figure 16 : Proportions des groupes taxonomiques en termes d'abondance et de richesse spécifique dans les dragues rallier du Baty.....	36
Figure 17 : CAH et MDS sur les données faunistiques des mailles 10, 5 et 2 mm transformées en $\log(x+1)$	42
Figure 18 : MDS sur les données faunistiques des mailles 10, 5 et 2 mm transformées en $\log(x+1)$ avec quelques espèces caractéristiques.....	43
Figure 19 : Richesse spécifique moyenne (\pm écart-type)	45
Figure 20 : Abondance moyenne (\pm écart-type).....	45
Figure 21 : Proportions des différents groupes taxonomiques en termes d'abondance	48
Figure 22 : Proportions des différents groupes taxonomiques en termes de richesse spécifique	48
Figure 23 : CAH et MDS sur les abondances totales (0,5 m ²) transformées en $\log(x+1)$	51
Figure 24 : MDS sur les abondances transformées en $\log(x+1)$ et espèces caractéristiques	53
Figure 25 : Pourcentages des groupes écologiques.....	60
Figure 26 : Salinités et températures moyennes pour A) la session 1 (octobre 2015) et B) la session 2 (mars 2016).....	65
Figure 27 : Sable grossier.....	67
Figure 28 : Répartition des groupes d'habitats au niveau 3 de la typologie MNHN pour les substrats meubles et les substrats rocheux.....	72

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs d'AMBI et état de santé des communautés benthiques (selon Borja et al, 2000)	22
Tableau 2 : Résultats des analyses physico-chimiques des sédiments	55
Tableau 3 : Résultats des analyses physico-chimiques des sédiments	56
Tableau 4 : Evaluation du risque en fonction du calcul du score de risque	58
Tableau 5 : Définition des classes ou indices de contamination pour les trois micropolluants exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003).....	58
Tableau 6 : Pollution organique	59
Tableau 7 : AMBI et état de santé des communautés	61
Tableau 8 : Résultats des analyses pour la physico-chimie des eaux en surface	64
Tableau 9 : Surfaces (ha) pour les habitats selon le niveau 3 de la typologie MNHN.	73

Liste des cartes

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude	4
Carte 2 : Plan d'échantillonnage pour les inventaires semi-quantitatifs (drague rallier du Baty)	11
Carte 3 : Localisation des prélèvements quantitatifs à la benne Day pour la session 1 (octobre 2015)	12
Carte 4 : Localisation des prélèvements quantitatifs à la benne Day pour la session 2 (mars 2016)	13
Carte 5 : Localisation des prélèvements physico-chimie lors de la session 2 (mars 2016)	15
Carte 6 : pourcentages des fractions granulométriques pour les échantillons à la drague rallier du Baty.	26
Carte 7 : Pourcentages des fractions granulométriques pour les stations quantitatives à la benne Day pour la session 1 (Octobre 2015).....	27
Carte 8 : Pourcentages des fractions granulométriques pour les stations quantitatives à la benne Day pour la session 2 (Mars 2016)	28
Carte 9 : Abondances pour les prélèvements à la drague rallier du Baty, obtenues par tamisage à 10, 5 et 2 mm.....	37
Carte 10 : Richesse spécifique pour les prélèvements à la drague rallier du Baty, obtenue par tamisage sur les mailles 10, 5 et 2 mm.....	38
Carte 11 : Proportions des différents groupes taxonomiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la drague rallier du Baty, obtenue par tamisage sur les mailles 10, 5 et 2 mm.....	39
Carte 12 : Proportions des différents groupes taxonomiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la drague rallier du Baty obtenue par tamisage sur les mailles 10, 5 et 2 mm	40
Carte 13 : Richesse spécifique moyenne pour les prélèvements à la benne Day en octobre 2015	46
Carte 14 : Abondance moyenne pour les prélèvements à la benne Day en octobre 2015.....	47
Carte 15 : Proportions des différents groupes taxonomiques en termes d'abondance.....	49
Carte 16 : Proportions des différents groupes taxonomiques en termes de richesse spécifique en octobre 2015.....	50
Carte 17 : Groupes écologiques des prélèvements à la benne Day (Session 1 = Octobre 2015 et Session 2 = mars 2016) .	62
Carte 18 : Habitats benthiques	70
Carte 19 : Habitats benthiques avec la typologie Natura 2000	71