



# **Inventaire cartographique des habitats marins du site Natura 2000 Baie de Saint Briec Est FR5300066**

**Mars 2012**

# SOMMAIRE

1. Introduction .....	3
2. Présentation du site Natura 2000, caractéristiques et localisation (Fiche Natura 2000, INPN) .....	6
3. Acquisitions et analyse des données .....	8
3.1 Outils et techniques mises en œuvre.....	8
3.1.1 Moyens nautiques et modes de positionnement.....	8
3.1.2 Systèmes acoustiques.....	9
3.1.3 Outils d'imagerie vidéo.....	10
3.1.4 Engins de prélèvements sédimentaires et biologiques .....	10
3.2 Stratégie d'acquisition des données.....	13
3.2.1 Stratégie .....	13
3.2.2 Systèmes acoustiques.....	13
3.2.3 L'échantillonnage sédimentaire .....	14
3.3 Analyses bathymétriques et morphosédimentaires.....	20
3.4 Analyses sédimentaires et biologiques .....	20
3.4.1 Granulométrie, Matière organique et données hydrologiques .....	20
3.4.2 Tri et détermination.....	22
3.4.3 Traitement des données.....	23
3.4.4 Typologie des Habitats .....	28
4. Résultats .....	30
4.1 Levé au sonar latéral : les principaux ensembles morphosédimentaires .....	30
4.2 Les principales unités de peuplements des substrats meubles.....	34
4.2.1 Caractéristiques granulométriques des stations échantillonnées .....	34
4.2.2 Matière organique et données hydrologiques .....	41
4.2.3 Données semi-quantitatives .....	45
4.2.4 Données quantitatives .....	55
4.2.5 Habitats inventoriés et espèces .....	69
5. Conclusions .....	94
6. Bibliographie .....	96

## 1. Introduction

La cartographie des habitats marins constitue un enjeu majeur pour la gestion des habitats benthiques côtiers, et plus généralement pour la définition des états de référence des écosystèmes marins (Cogan et al., 2009). Les besoins d'inventaires et de suivis de ces habitats, notamment sur les sites protégés, conduisent à mettre en place des actions à différentes échelles d'observations spatiales et temporelles. Plusieurs programmes existent aujourd'hui. On peut citer le "Mapping European Seabed Habitats (MESH) project" qui réunit depuis 2004 un ensemble de 12 partenaires provenant de Grande-Bretagne, Irlande, Pays-Bas, Belgique et France. Très récemment le programme UK SeaMap 2010 a été lancé à la suite d'un projet pilote en Mer d'Irlande, du projet UK SeaMap 2006 et du programme MESH. Ce projet doit produire des cartes des fonds marins pour les zones marines anglaises. Enfin des groupes de travail du Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM) existent et permettent d'acquérir de nouvelles connaissances sur la cartographie des habitats. Ces groupes produisent des rapports de synthèse disponibles correspondant au « ICES Working Group on Marine Habitat Mapping » (WGMHM).

Pour les côtes françaises, l'inventaire du patrimoine biologique et l'étude des fonctionnalités des habitats marins s'inscrivent dans ces démarches et sont donc deux enjeux écologiques au cœur des préoccupations scientifiques actuelles. Les directives européennes telles que la Directive Habitats (Natura 2000) ou Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) ou les conventions pour les mers régionales telles la convention OSPAR en sont d'ailleurs le récent reflet. De plus, comme les pressions sont de plus en plus grandes sur nos zones côtières mais également sur les zones du large, la mise en place de méthodes et de technologies pour cartographier et évaluer les différents sites sont maintenant fortement nécessaires.

Dans le cadre du marché « Inventaires biologiques et analyse écologique de l'existant - NATURA 2000 en mer - Lot n°4 Sites DFF Atlantique Bretagne Nord » des Aires Marines Protégées, des inventaires et des études sur les habitats marins ont été effectués. L'objectif principal est l'acquisition de données biosédimentaires par imagerie acoustique et par prélèvements biologiques sur les différents sites Natura 2000 du Nord Bretagne. Cette étude permettra 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 sera pris en compte pour apprécier la richesse du patrimoine naturel 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 exhaustive des habitats Natura 2000 sur l'exemple du site Baie de Saint Brieuc FR 5300066 (Figure 1). Les résultats sont présentés de manière détaillée.

Les cartographies établies devront permettre de :

- caractériser les habitats et les peuplements associés,
- caractériser les zones d'intérêt écologique et aider à la définition des mesures de protection,
- établir des indicateurs pour la surveillance de la qualité écologique des milieux.

Cette étude vise aussi à constituer une référence précise permettant :

- d'établir l'état initial du site en terme d'habitats Natura 2000, d'espèces marines patrimoniales, en déclin ou menacées au regard de la convention OSPAR ou de la DHFF),
- d'évaluer leur état de conservation ainsi que les enjeux de conservation,
- de permettre la prise de décision en matière de gestion des sites et de suivre l'évolution des habitats et espèces Natura 2000 ; *in fine* les résultats permettront d'apprécier l'efficacité des mesures de gestion.



**Carte 1 : Localisation de la zone d'étude et du site Natura 2000 Baie de Saint-Brieuc Est FR5300066**

## **2. Présentation du site Natura 2000, caractéristiques et localisation (Fiche Natura 2000, INPN)**

Le site Natura 2000 Baie de Saint Briec Est FR 5300066, d'une superficie de 14391 ha, est une large baie dominée par des sédiments meubles. Le site est composé d'un estran meuble sableux récent, très mince (quelques mètres), reposant sur des formations anciennes à amphibolites (anciennes laves basaltiques à andésitiques). Cette dernière formation constitue également l'essentiel des falaises littorales avec, notamment en fond de baie, l'affleurement du complexe de gabbro d'Yffiniac. L'extension 2008 constitue une entité de fond de baie qui s'étend de l'anse de Morieux à l'ouest à la Pointe d'Erquy à l'est. Elle permet de faire le lien entre les sites existants autour du Grand Pourier, de l'îlot du Verdelet et ses bancs de maerl et un site de fond de baie avec les anses de Morieux et d'Yffiniac. Elle est contigüe à l'Est à un vaste site du cap d'Erquy à la Baie de La Fresnaye. Le site étendu constitue une portion représentative de la vaste échancrure formée par la baie de Saint-Briec qui se distingue du contexte de la Manche par son mode abrité et une couverture sédimentaire importante au sud des Lézons. Il est commun avec un site proposé au titre de la directive oiseaux.

Le triangle constitué par les Comtesses, le Rohain et le plateau des Jaunes à l'est du site enferme un banc de maerl, habitat en déclin et/ou en danger de la convention OSPAR. Il est probable que des herbiers de zostères s'y développent également. De plus, un chapelet de roches prolonge cette configuration de roches associées au maerl de part et d'autre le long de la côte de Penthièvre.

Cette zone est dotée d'un certain nombre de protections réglementaires : réserve naturelle, zone de protection spéciale, réserve de chasse, espaces remarquables de la loi littorale qui font qu'elle peut être considérée comme peu vulnérable à l'intérieur des limites du site.

Néanmoins, ils subsistent des menaces externes comme la qualité des eaux issues du bassin versant (taux élevés de nitrates, algues vertes). Des programmes spécifiques sont mis en oeuvre par ailleurs pour diminuer les excès de nitrates. Le maintien du régime hydraulique actuel est nécessaire pour assurer un bon état de conservation d'une plante le Coléanthe.

D'autres usages tels que la conchyliculture, la pêche professionnelle ou de loisirs embarquées ou à pied seront également pris en compte afin de parvenir à maintenir ou restaurer le bon état des habitats naturels concernés. Les métiers sont majoritairement côtiers mais utilisent des arts traînants qui peuvent avoir un impact majeur sur les fonds.

Pour ces activités, l'invasion par la crépidule avec des recouvrements importants (essentiellement concentrés à l'Ouest de la Baie de Saint-Briec) pose un problème majeur; il

impacte aussi directement l'état de conservation des habitats d'intérêt européen comme les bancs de maërl. Dans ce système abrité, les efforts en matière de gestion du bassin versant très agricole et urbanisé bénéficieront de façon importante à l'amélioration de l'état de conservation des habitats.

Enfin, de par ces caractéristiques, le site recèle aussi des ressources en matériaux et peut susciter des projets. Tout nouveau projet devra faire l'objet d'une étude d'incidences précises sur les habitats et espèces concernées.

### 3. Acquisitions et analyse des données

#### 3.1 Outils et techniques mises en œuvre

##### 3.1.1 MOYENS NAUTIQUES ET MODES DE POSITIONNEMENT

Les investigations d'imagerie au sonar latéral et les prélèvements biosédimentaires ont été réalisés en deux sessions les 29 et 30 avril 2010 et le 17 juin 2010 à bord du navire océanographique de la Station Biologique de Roscoff, le NEOMYSIS (Figure 1). Ce navire est équipé de treuil et portique permettant la mise à l'eau des engins de prélèvement.



*Figure 1: NEOMYSIS*

La position du navire est mesurée par un GPS en mode différentiel. Au cours des acquisitions acoustiques, un GPS mobile (embarqué) reçoit en temps réel des corrections venant du sémaphore le plus proche et/ou des satellites issus de la constellation EGNOS (Figure 2). Les données récoltées lors des campagnes effectuées sont positionnées en WGS84. La précision en xy est de l'ordre de 1 à 2 mètres.

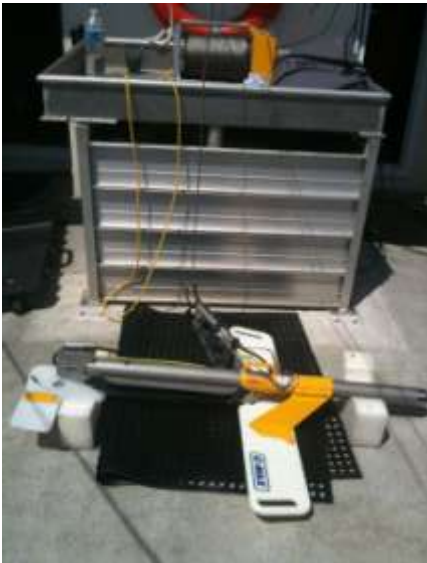


*Figure 2: Antenne GPS et récepteur radio positionnés à l'aplomb du sondeur.*



### 3.1.2 SYSTÈMES ACOUSTIQUES

#### 3.1.2.1 Sonar latéral



Le sonar utilisé pour cette étude est le sondeur CMAX (Figure 3). Il a été utilisé à une fréquence de 370 KHz avec une fauchée latérale de 150 m.

Ce sonar est constitué d'un poisson avec un capteur de pression permettant d'indiquer sa profondeur. Les données sont enregistrées directement sur l'ordinateur.

*Figure 3: Sonar latéral CMAX. (Cliché Hocer)*

#### 3.1.2.2 Logiciels d'acquisition et de traitements (Figure 4)

##### Navigation

Le logiciel de navigation utilisé était HYPACK 2010. Ce dernier permet de visualiser en temps réel la trajectoire du navire. En complément, le logiciel ArcMap a permis de sauvegarder la navigation en cas de perte de signal.

##### Acquisition

L'enregistrement des données du sonar latéral et du sondeur bathymétrique a été réalisé via le logiciel Side Scan Survey (fenêtre HYPACK). Les données bathymétriques ont également été



enregistrées sur l'interface du sondeur Ceeducer Pro. Ce réplicat permet de doubler l'information en cas de dysfonctionnement du logiciel HYPACK.

*Figure 4: Instrumentation à bord. (Cliché Hocer)*

### 3.1.3 OUTILS D'IMAGERIE VIDÉO

Une caméra vidéo couleur a été utilisée avec ou sans les LEDS incorporées (Figure 5). Les LEDS n'ont pas été utilisées lorsque la turbidité engendrait un effet de brillance. La caméra est fixée sur un bâti vertical (structure métallique conique) pour être utilisée en point fixe ou en dérive (suspendu au-dessus du fond). Les films sont sauvegardés sur support numérique (i.e. disque dur externe). La caméra sous-marine a été utilisée afin de valider les faciès et d'acquérir des informations complémentaires sous forme d'images (faune/flore).



Figure 5 : Caméra sous-marine. (Cliché TBM)

### 3.1.4 ENGINS DE PRÉLÈVEMENTS SÉDIMENTAIRES ET BIOLOGIQUES

Pour les prélèvements bio-sédimentaires, deux types d'engins ont été utilisés : drague et benne. La drague a servi à échantillonner des stations dites qualitatives 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 6)

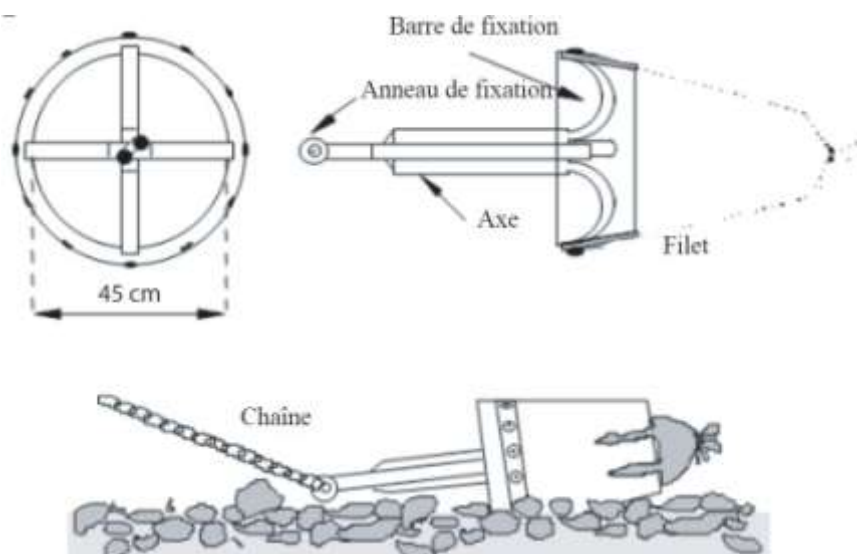


Figure 6 : Drague Rallier du Baty (Cliché TBM) et schéma descriptif de son mécanisme de fonctionnement (Trigui, 2009)

Cet engin trainant 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). 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.

Dans cette intention, pour chaque station qualitative 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 7). 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 par Cabioch



(1968), Glémarec (1969), Gentil (1976) ou Retière (1979) pour la cartographie et l'étude des peuplements en Manche-Atlantique. La différence c'est que nous n'avons pas gardé le refus de 2 mm car notre but était de tout déterminer à bord et de voir si avec les refus de 10 et 5 mm les habitats pouvaient être décrits. De plus, l'analyse détaillée de la fraction de 2 mm nécessite beaucoup de temps au laboratoire pour le tri et la détermination.

*Figure 7 : Table de tri (Cliché TBM)*

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

- Données quantitatives : Benne Smith Mc-Intyre (Figure 8)

Cette benne a été utilisée pour l'échantillonnage quantitatif des peuplements benthiques (macrofaune des sédiments : sables, vases, graviers), aux stations dites « quantitatives ». Cet engin de prélèvement est très couramment employé pour prélever des sédiments de nature variée : depuis des sédiments vaseux jusqu'aux graviers. Elle se déclenche dès son arrivée sur le fond et permet ainsi l'échantillonnage de l'épifaune vagile ainsi que l'endofaune. Son efficacité dépend de la nature du substrat (Dauvin, 1984), de la profondeur et des courants.



*Figure 8: Benne Smith Mc-Intyre. (Cliché TBM)*

Les prospections ont porté sur les espèces benthiques. L'épifaune et l'endofaune de la grande macrofaune ont été prises en compte en priorité car son identification est moins chronophage et suffisante à la définition des habitats. Cependant la diversité de la macrofaune pour les principaux habitats a été également étudiée par le biais des échantillons quantitatifs. En effet, pour une évaluation précise de l'état de conservation du site, l'étude de cette composante est nécessaire.

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, District Loire-Bretagne, REBENT, Ifremer ».

Ainsi, quatre répliquats ont été réalisés :

- trois pour déterminer et caractériser la faune benthique,
- un pour l'analyse granulométrique et la mesure de la matière organique (ou Carbone Organique Total).

Chaque répliquat, destiné à l'analyse de la macrofaune, a été passé sur un tamis de maille carrée de 1 mm puis conditionné en flacon plastique étiqueté. La méthode de fixation s'est faite dans une solution formolée (solution d'eau de mer à 6-8 % de formol).

## 3.2 Stratégie d'acquisition des données

### 3.2.1 STRATÉGIE

Le nombre de stations d'échantillonnage est défini en fonction de la surface du site étudié de façon à ce que le nombre de points de prélèvement assure un maillage et une couverture de la zone satisfaisants. Ces stations sont destinées à un échantillonnage qualitatif et pour une partie d'entre elles, à un échantillonnage quantitatif. Le choix des stations quantitatives est arrêté lorsque l'analyse des stations qualitatives permet d'obtenir une vue d'ensemble des habitats présents sur la zone. Les campagnes d'acquisition des données morphologiques, sédimentologiques et biologiques sont couplées. Cette méthode permet de réduire les coûts et de travailler en complémentarité et en réactivité.

### 3.2.2 SYSTÈMES ACOUSTIQUES

L'utilisation de techniques indirectes basées sur l'émission d'ondes acoustiques est essentielle car elle permet une vision globale et rapide de l'ensemble des fonds marins. On utilise pour ce faire un dispositif de sonar à balayage latéral qui se compose d'un « poisson », remorqué au-dessus du fond à une vitesse d'environ 5 nœuds, qui émet sous l'eau des ultrasons de très courte durée d'impulsion (Figure 9). Le signal acoustique se propage dans l'eau et est rétrodiffusé avec plus ou moins d'intensité suivant la nature et la morphologie du fond.

Le sonar restitue une image acoustique du fond en différentes teintes de gris selon l'intensité du signal rétrodiffusé. Sur ces images, les limites de faciès (roches, graviers, sables, vase, etc.) et la morphologie des fonds (rides de sable, dunes, etc.) y sont en général bien visibles.

En revanche, l'interprétation de la nature précise des sédiments nécessite un calibrage des images obtenues à l'aide de prélèvements de sédiments et d'observations *in situ*. Les images obtenues, appelées sonogrammes, peuvent être assimilées à des photographies aériennes.

Après traitement, les profils d'imagerie acoustique géoréférencés sont intégrés dans un logiciel SIG pour y être interprétés en termes de nature de fond.

Dans le cadre du levé sur le secteur de la baie de Saint-Brieuc Est (FR 5300066), 40 profils ont été réalisés. Avec une fauchée de 300 m, les profils acquis ont donc permis de couvrir une surface d'environ 33 km<sup>2</sup>, soit 23% du site Natura 2000 en mer.

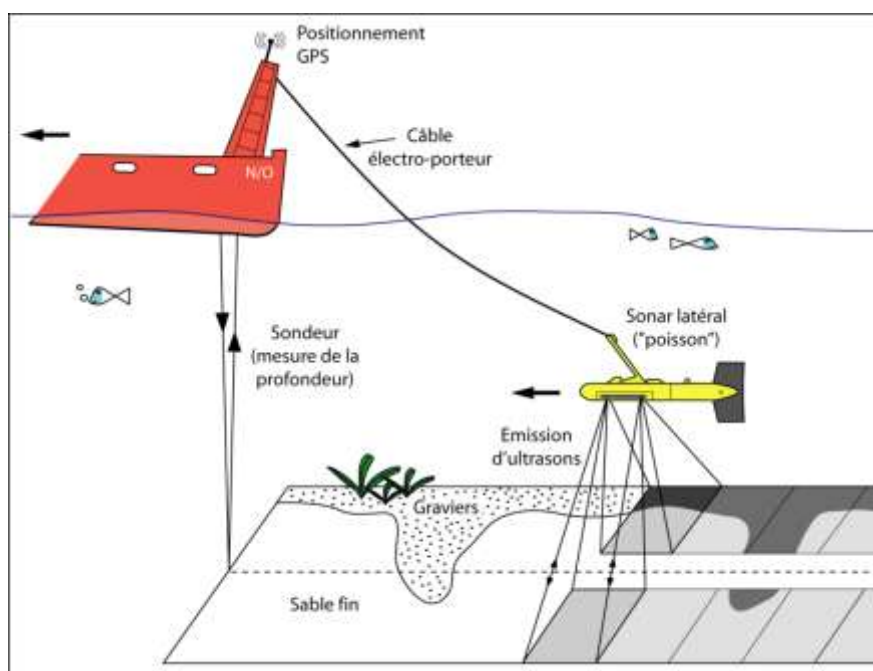


Figure 9 : Principe de mise en œuvre du sonar à balayage latéral (Pluquet, 2006).

### 3.2.3 L'ÉCHANTILLONNAGE SÉDIMENTAIRE

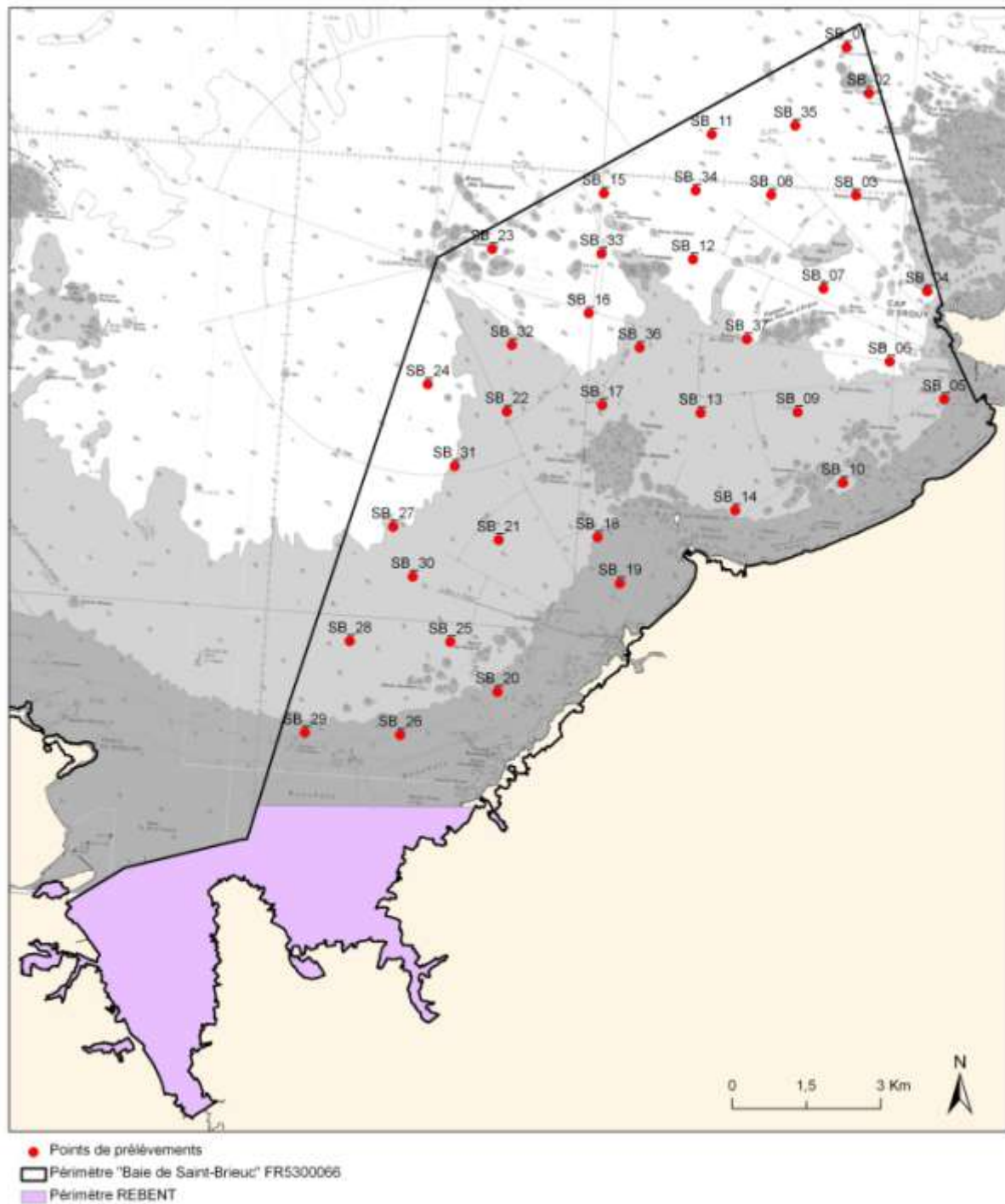
La stratégie de calibration sédimentaire des faciès acoustiques a été conduite à la drague Rallier du Baty. Cet engin de prélèvement permet à la fois de recueillir des informations concernant la granulométrie des fonds en plus de celles sur la macrofaune. De plus, des acquisitions vidéo ont été faites, mais n'ont pas été réalisées systématiquement sur toutes les stations. Les séquences enregistrées durent entre 30 secondes et 2 minutes.

Le plan d'échantillonnage du site de Saint Brieuc comprend 37 stations (Carte 2) sur lesquelles des prélèvements à la drague Rallier du Baty et des acquisitions vidéo ont été

réalisés (Carte 3 et 4). Cinq stations ont fait l'objet de prélèvements quantitatifs, à raison de quatre répliquats par station (Carte 5).



# PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066

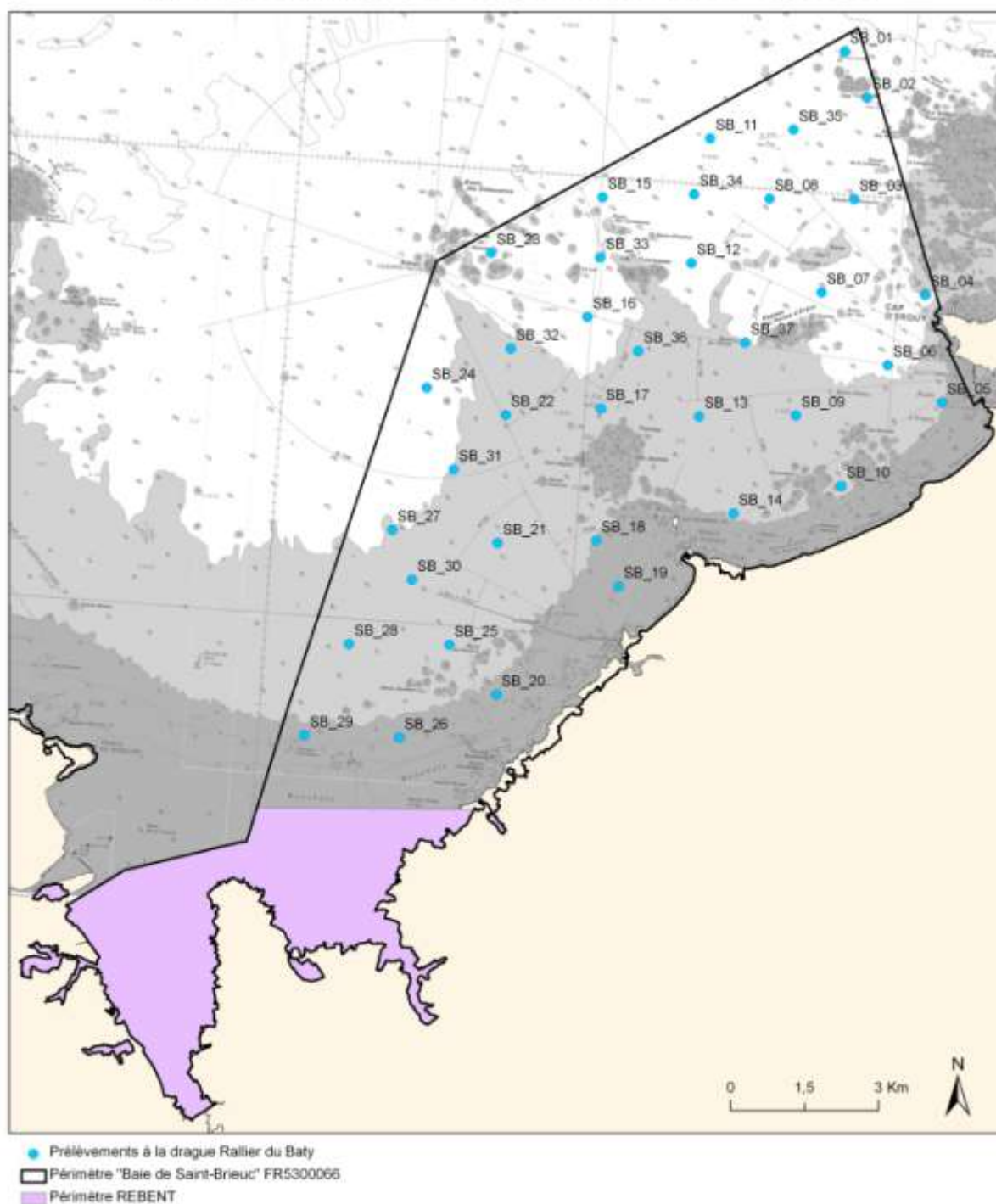


Sources des données :  
 - SHOM : carte marine 7134, 1987. A utiliser en complément des cartes et ouvrages nautiques  
 - SHOMINA, 2007 (carte de cette histoire v1\_polygone)  
 - DREAL Bretagne  
 - Produit numérique REBENT (thème)  
 Réalisation :  
 TBM - SARL Chauvaud / HOCER marché nature 2008 - Janvier 2012

Carte 2 : Plan d'échantillonnage 2010.



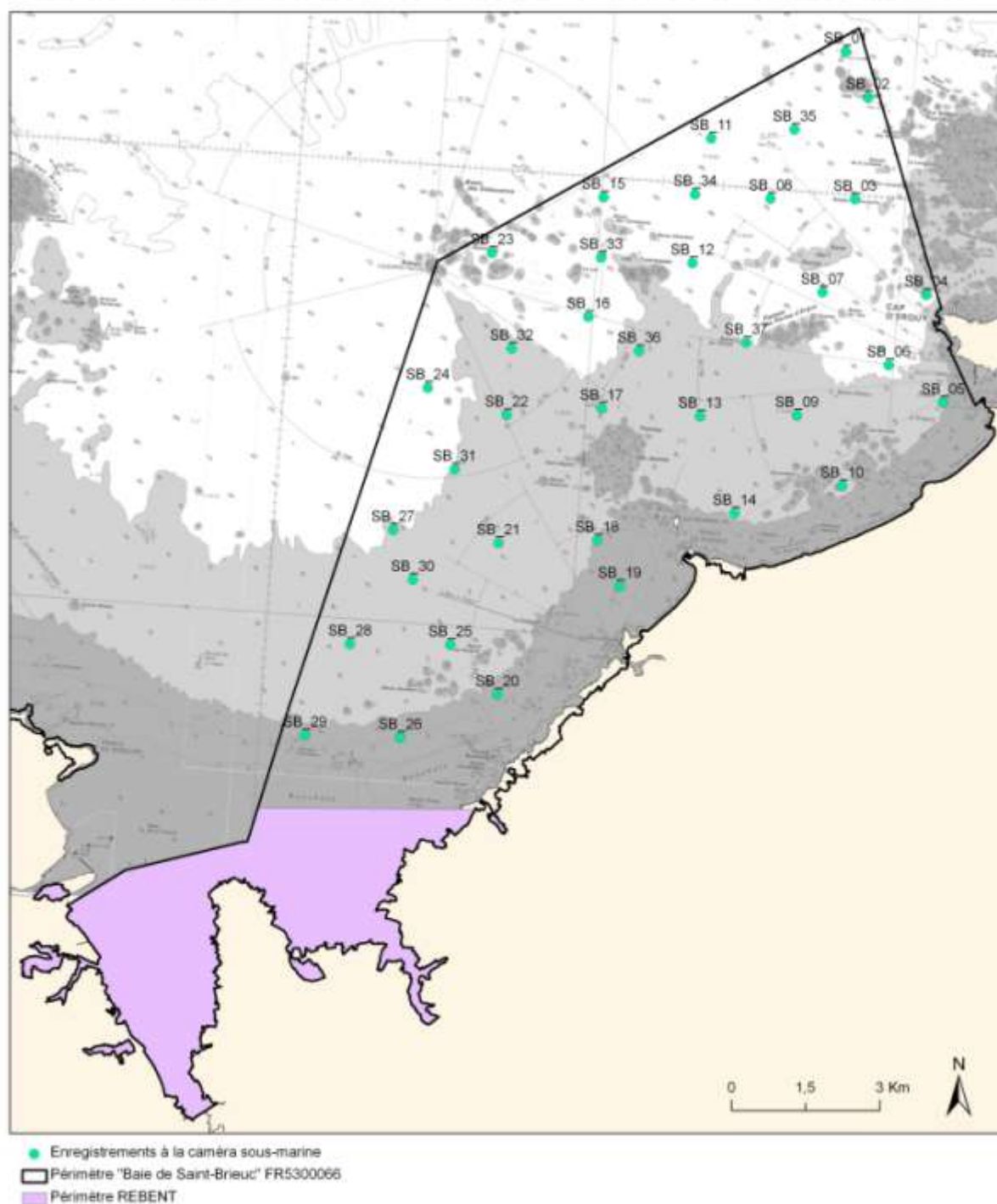
# INVENTAIRES QUALITATIFS - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066



Sources des données  
 - SHOM : carte marine 7134, 1987. A utiliser en complément des cartes et ouvrages nautiques  
 - SHOM/IGN : 2007 (carte de côte historici v1\_polygone)  
 - DREAL Bretagne  
 - Produit numérique REBENT (thème)  
 Réalisation  
 TBM - SARL Chauvaud / HOCER marché nature 2008 - Janvier 2012

Carte 3 : Localisation des prélèvements à la drague rallier 2010.

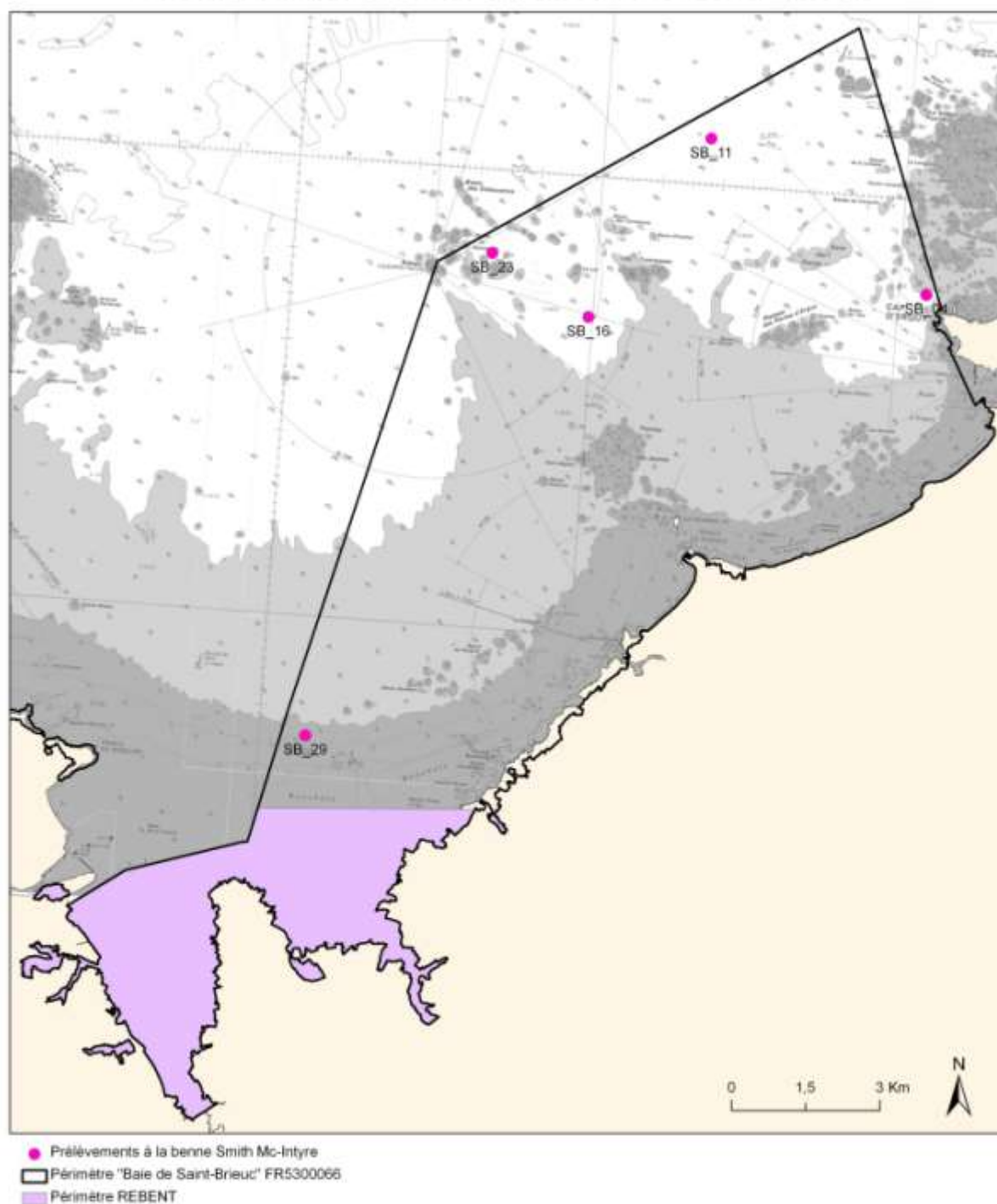
# ENREGISTREMENTS CAMÉRA SOUS-MARINE - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066



Sources des données  
 - SHOM : carte marine 7134, 7687. A utiliser en complément des cartes et ouvrages nautiques  
 - SHOM/IGN : 2007 (carte de côte histor. v1\_polygone)  
 - DREAL Bretagne  
 - Produit numérique REBENT (thème)  
 Réalisation :  
 TBM - SARL Chauvaud / HOCER marché nature 2008 - Janvier 2012

Carte 4 : Localisation des vidéo sous marines 2010.

# INVENTAIRES QUANTITATIFS - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066



Sources des données  
 - SHOM : carte marine 7134, 1987. A utiliser en complément des cartes et ouvrages nautiques  
 - SHOMINA : 2007 (carte de côte historici v1\_polygone)  
 - DREAL Bretagne  
 - Produit numérique REBENT (thème)  
 Réalisation:  
 TBM - SARL Chaudeau / HOCER marché nature 2008 - Janvier 2012

Carte 5 : Localisation des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre 2010.

### 3.3 Analyses bathymétriques et morphosédimentaires

L'ensemble des données du sonar latéral a été traité avec HYPACK. Concernant l'interprétation de l'imagerie, elle a été réalisée avec le logiciel ArcMap.

### 3.4 Analyses sédimentaires et biologiques

#### 3.4.1 GRANULOMÉTRIE, MATIÈRE ORGANIQUE ET DONNÉES HYDROLOGIQUES



L'analyse granulométrique a été réalisée par tamisage à sec (tamiseuse électrique). 16 tamis de maille carrée (Norme AFNOR) ont été utilisés (Figure 10) : 64 mm, 10 mm, 6,3 mm, 5 mm, 3,15 mm, 2 mm, 1 mm, 710  $\mu$ m, 500  $\mu$ m, 355  $\mu$ m, 250  $\mu$ m, 180  $\mu$ m, 125  $\mu$ m, 90  $\mu$ m, 63  $\mu$ m et 45  $\mu$ m. Le tableau 1 récapitule les échelles et les dénominations granulométriques.

*Figure 10 : Colonne de tamis (Cliché TBM).*

Le protocole appliqué suit plusieurs étapes standardisées bien distinctes :

- (1) homogénéisation du prélèvement,
- (2) séchage du sédiment (environ 300 g) : l'échantillon est mis à sécher dans une étuve à 60°C pendant 48h (Figure 11),



*Figure 11 : Echantillons granulométriques à l'étuve (Cliché TBM).*

- (3) rinçage et tamisage du sédiment sur un tamis de 45  $\mu$ m : le sédiment, pesé à la sortie de l'étuve, est passé sur un tamis de 45  $\mu$ m. Cette étape permet l'élimination de la fraction pélique et du sel,
- (4) séchage du sédiment : l'échantillon est mis à sécher 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 0,045 et 64 mm de vide de maille carrée.

*Tableau 1: Echelles et dénominations granulométriques AFNOR (Chambley, 1995)*

			Sables grossiers				Sables très fins		Vase	
Galets	Graviers	Granules	Sables très grossiers		Sables moyens	Sables fins		Sablons	limon	argile
64 mm	5 mm	2 mm	1 mm	500µm	250µm	125µm	90µm	63 µm	45µm	

Les données brutes correspondant aux proportions des différentes classes granulométriques nous ont permis :

1) de calculer les pourcentages des cinq fractions granulométriques majeures, à savoir les galets, cailloutis et graviers (i.e.  $\geq 2$  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). Le tableau 1 récapitule les échelles et dénominations granulométriques AFNOR (Chambley, 1995),

2) de calculer les moments de la distribution des différentes fractions granulométriques. Ces différents moments sont calculés selon la méthode géométrique de Folk & Ward (1957). Nous avons calculé la médiane (en µm) et l'indice de classement ( $\sigma$ ). La médiane fournit une mesure de la tendance centrale de la distribution des différentes fractions qui composent un sédiment. L'indice de classement ou de tri, quant à lui, renseigne sur le degré d'homogénéité de la taille des particules d'un sédiment.

En fonction de la valeur de l'indice de classement, les sédiments sont définis comme :

- très bien classés si  $\sigma < 1,27$  ;
- bien classés si  $\sigma$  est compris entre 1,27 et 1,41 ;
- modérément bien classés si  $\sigma$  est compris entre 1,41 et 1,62 ;
- modérément classés si  $\sigma$  est compris entre 1,62 et 2,00 ;
- pauvrement classés, si  $\sigma$  est compris entre 2,00 et 4,00 ;
- très pauvrement classés, si  $\sigma$  est compris entre 4,00 et 16,00 ;
- extrêmement pauvrement classés, si  $\sigma \geq 16,00$ .

La teneur en matière organique totale a été estimée par la méthode de la perte au feu.

Le protocole appliqué suit plusieurs étapes bien distinctes :

(1) homogénéisation du prélèvement,

(2) séchage du sédiment: l'échantillon est mis à sécher dans une étuve à 60°C pendant 48h,



- (3) pesée numéro 1 (Masse échantillon sec),
- (4) passage au four à moufle pendant 4 heures à 450°C,
- (5) pesée numéro 2 (Masse échantillon sans cendre).



Trois sous échantillons ont été mesurés sur le même prélèvement de sédiment (Figure 12).

*Figure 12 : Réplicats pour la matière organique (Cliché TBM).*



Par ailleurs, pour certaines stations, ces données sont complétées par des informations hydrologiques obtenues au moyen d'une sonde multiparamètres (YSI 6600 V2) (Figure 13):

- température (°C), salinité (‰), turbidité (NTU),
- oxygène dissous (% de saturation), pH.

*Figure 13 : Sonde multiparamètres (Cliché TBM).*

### 3.4.2 TRI ET DÉTERMINATION

Au laboratoire, les échantillons « quantitatifs », 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).

### 3.4.3 TRAITEMENT DES DONNÉES

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

- 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,
- les **indices de diversité** (i.e. indice de diversité de Shannon et indice d'équitabilité de Pielou),

Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

où :

$p_i$  = abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce :  $p_i = ni/N$  ;

$S$  = nombre total d'espèces ;

$ni$  = nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon ;

$N$  = nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

Cet indice prend en compte non seulement le nombre d'espèces, mais également la distribution des individus au sein de ces espèces. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce) à  $\log_2 S$  (lorsque toutes les espèces ont la même abondance).

L'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité (Pielou, 1966, 1969) :

$$J' = H'/H'_{max}$$

où :

$$H'_{max} = \log_2 S \text{ (S= nombre total d'espèces)}$$

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (présence d'une seule espèce) à 1 (équirépartition des individus entre les espèces).

- la détermination de l'Indice d'Evaluation de l'Endofaune Côtère (I2EC) et de l'**indice biotique (AMBI)** a été réalisée à partir des données quantitatives obtenues avec la benne Smith Mc-Intyre.

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 ou l'absence, et l'abondance relative témoignent de déséquilibres au sein des peuplements (Alzieu, 2003).

L'Indice d'Evaluation de l'Endofaune Côtère (I2EC) 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.



Ces cinq groupes sont également fortement liés au **modèle SAB** de Pearson et Rosenberg (1978). La figure 14 ci-dessous illustre l'évolution des groupes écologiques en fonction d'une perturbation croissante liée à un enrichissement en matière organique.

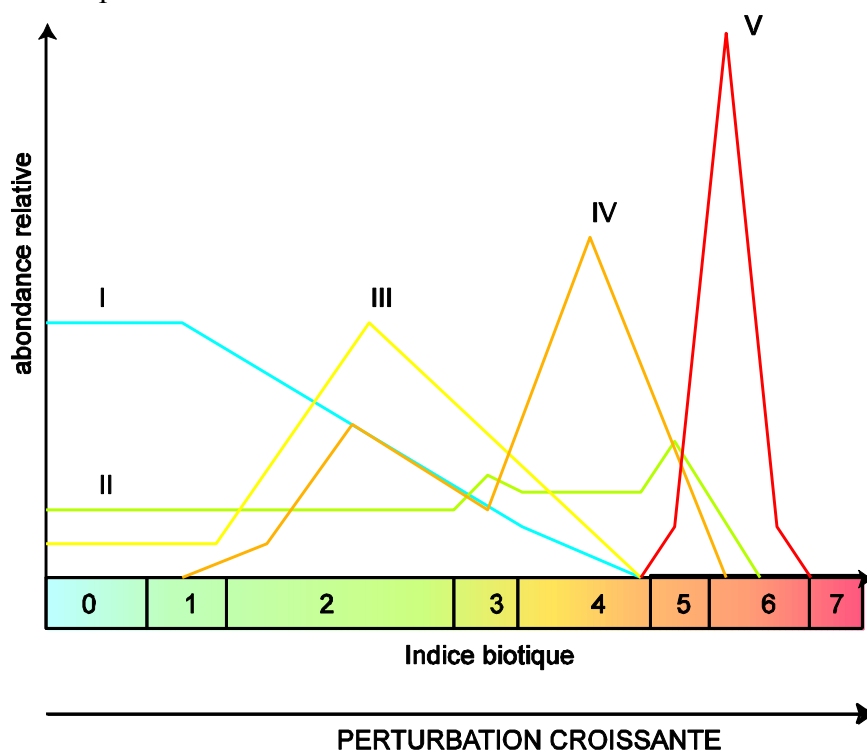


Figure 14 : Modèle des indices biotiques (groupes écologiques notés en chiffres romains) (D'après Grall et Coïc, 2006).

Une fois les pourcentages des groupes écologiques définis, un indice est calculé par le biais d'une clef (Grall et Glémarec, 2003) afin de limiter la part de subjectivité.

Le modèle d'évaluation de l'I2EC reconnaît quatre grandes étapes d'enrichissement du milieu (indice I2EC pair de 0 à 6), (Tableau 2) et quatre étapes de transitions ou écotones (indice I2EC impair de 1 à 7).

Entre les quatre étapes présentées ci-dessus il existe des étapes de transition (ou écotone) qui correspondent aux chiffres 1, 3, 5 et 7. Ces phases de transition sont définies par une abondance et une richesse spécifiques inférieures aux valeurs caractérisant un peuplement en équilibre.

- I2EC = 1 : Peuplement normal, groupes I et II dominants, appauvri en abondance mais pas nécessairement en richesse spécifique.
- I2EC = 3 : Stade de transition avec le milieu pollué. Il est peut être caractérisé par la dominance d'une espèce indifférente (Groupe II). Le groupe I est encore présent et le groupe IV fait son apparition.

- I2EC = 5 : Stade de transition avec le milieu fortement dégradé. Il peut être caractérisé par une espèce indifférente. Les groupes III et IV sont présents mais le groupe I a disparu.
- I2EC=7 : Milieu à pollution maximale, quasi azoïque ou présence de deux ou trois espèces du groupe V.

*Tableau 2 : Pourcentage des différents groupes écologiques définissant les indices de valeur paire et l'état de santé du milieu.(Grall, 2003 in Alzieu, 2003)*

Groupes écologiques	I2EC			
	0	2	4	6
I	>40	20-40	<20	-
III	20-40	>40	20-40	<20
IV	<20	<20	>40	20-40
V	-	-	+	>40
Etat de santé du milieu	Normal	Enrichi	Dégradé	Fortement dégradé

*Tableau 3 : Valeurs d'AMBI et état des communautés benthiques (selon Borja et al, 2000)*

AMBI	Groupe Ecologique dominant	État de la Communauté benthique
$0,0 < \text{AMBI} \leq 0,2$	I	Normal
$0,2 < \text{AMBI} \leq 1,2$		Appauvrissement
$1,2 < \text{AMBI} \leq 3,3$	III	Déséquilibré
$3,3 < \text{AMBI} \leq 4,3$		Vers pollué
$4,3 < \text{AMBI} \leq 5,0$	IV-V	Pollué
$5,0 < \text{AMBI} \leq 5,5$		Vers très pollué
$5,5 < \text{AMBI} \leq 6$	V	Très pollué
non calculable	Azoïque	Azoïque

Basé sur le modèle de l'I2EC, un second indice biotique est calculé, l'AMBI (Azti Marine Biotic Index). 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. Enfin, il permet de révéler d'infimes variations dans la composition faunistique du peuplement (Glémarec, 2003). La correspondance entre valeurs de l'AMBI et état de santé des communautés benthiques est donnée en Tableau 3.

Néanmoins, en fonction des habitats et des perturbations, ces deux indices peuvent être complémentaires ; c'est pourquoi ils seront calculés tous les deux. De plus, pour certains habitats comme les estuaires, ces indices sont en cours de validation par les experts notamment dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau.

- **Analyses multivariées**

Des analyses multivariées ont été utilisées sur les données granulométriques, qualitatives et quantitatives. Deux méthodes d'analyse et de représentation des entités sédimentaires et de la structure des peuplements à partir d'une matrice « espèces-stations » ont été mises en œuvre pour identifier des assemblages granulométriques et faunistiques correspondant respectivement à des groupements de stations « sédimentairement homogènes » et « biologiquement homogènes » à un certain degré de similarité. Au préalable, nous avons transformé nos données qualitatives en présence-absence et grâce à une transformation en  $\log(x+1)$ . Le but de cette transformation est d'adapter le jeu de données de la manière la plus propice à l'identification des unités de peuplement. Pour les données quantitatives, les espèces ont subi une transformation  $\log(x+1)$ . Ce choix repose sur le fait que ce ne sont pas nécessairement les espèces communes et abondantes qui permettront de définir un habitat.

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<sup>®</sup> (version 6). Une autre analyse utilisant une méthode d'ordination, le cadrage multidimensionnel (multidimensional scaling ou MDS), a également été utilisée. Elle permet, à partir d'une matrice symétrique de distances ou de dissimilarités d'obtenir une représentation de ces objets dans un espace réduit le plus souvent à 2 ou 3 dimensions. Utilisée en complément de la méthode de groupement hiérarchique, cette méthode d'ordination permet d'obtenir une visualisation très précise des groupes définis après l'analyse du dendrogramme.

Après la détermination des groupements d'échantillons biologiques issus des méthodes multivariées, la procédure SIMPER du logiciel PRIMER 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 mais au contraire une méthode exploratoire.

#### 3.4.4 TYPOLOGIE DES HABITATS

Le référentiel retenu est celui des Cahiers d'Habitats Natura 2000 (2004). Les habitats élémentaires associés aux fonds meubles ont été définis par leurs caractéristiques biosédimentaires et par leur localisation. Ce travail permet d'avoir une référence objective. Cette précaution lèvera toute ambiguïté lors de la définition d'un habitat.

En complément, une correspondance avec la classification EUNIS (European Nature Information System, Davies et *al.*, 2004) a été également faite. En effet, la classification EUNIS est la seule typologie couvrant les eaux marines européennes et qui est utilisée notamment dans les programmes 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 utilisée (Bajjouk et *al.*, 2010 ; Bajjouk, 2009 ; Guillaumont et *al.*, 2008).

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 ainsi :

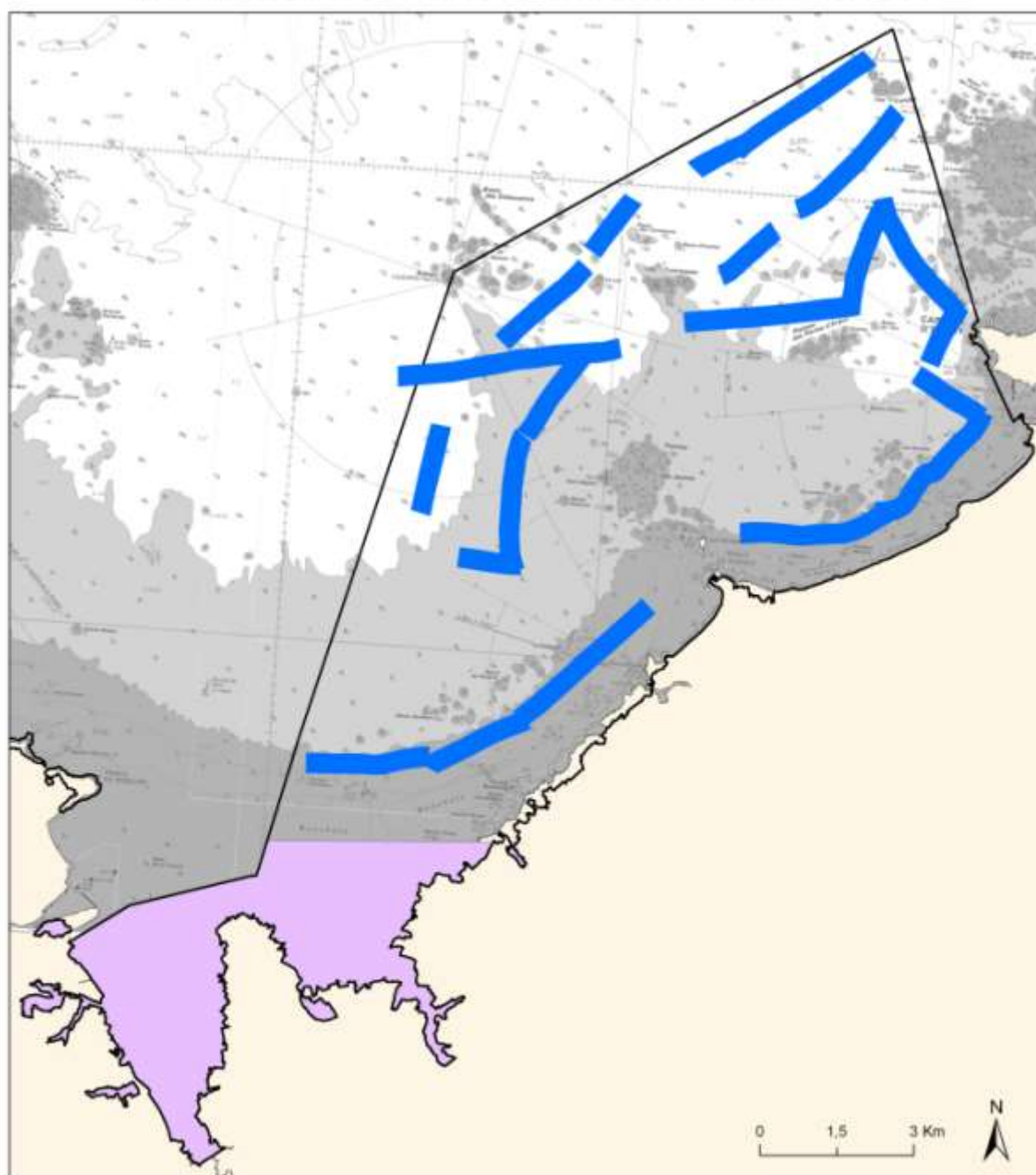
- Bajjouk, T., Derrien, S., Gentil, F., Hily, C. et Grall, J., 2010.- Typologie d'habitats marins benthiques : analyses de l'existant et propositions pour la cartographie. Habitats côtiers de la région Bretagne-Note de synthèse n°2, Habitats du circalittoral. IFREMER, 39 pp.
- Bajjouk, T. 2009.- Cahier des charges pour la cartographie d'habitats des sites Natura 2000 littoraux. Guide méthodologique. IFREMER, 24 pp.
- CAHIERS D'HABITATS NATURA 2000 – 2004.- *Habitats côtiers*. La Documentation française. 399 pp.
- Commission Européenne, 1999.- Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne. EUR15/2. 132 pp.
- 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.
- 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 Rebet-Bretagne et Natura-Bretagne. IFREMER. 24 pp.
- 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.
- 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.
- Typologie EUNIS version 102004 (European Environment Agency), 2004. 310 pp.

## **4. Résultats**

### **4.1 Levé au sonar latéral : les principaux ensembles morphosédimentaires**

La mosaïque de réflectivité (carte 6), acquise au cours des levés d'avril et juin 2010, a servi de base à l'interprétation morphosédimentaire du site de la baie de Saint Brieuc Est. La carte de répartition des formations superficielles est présentée sur la carte 7.

# MOSAÏQUE DE RÉFLECTIVITÉ - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066

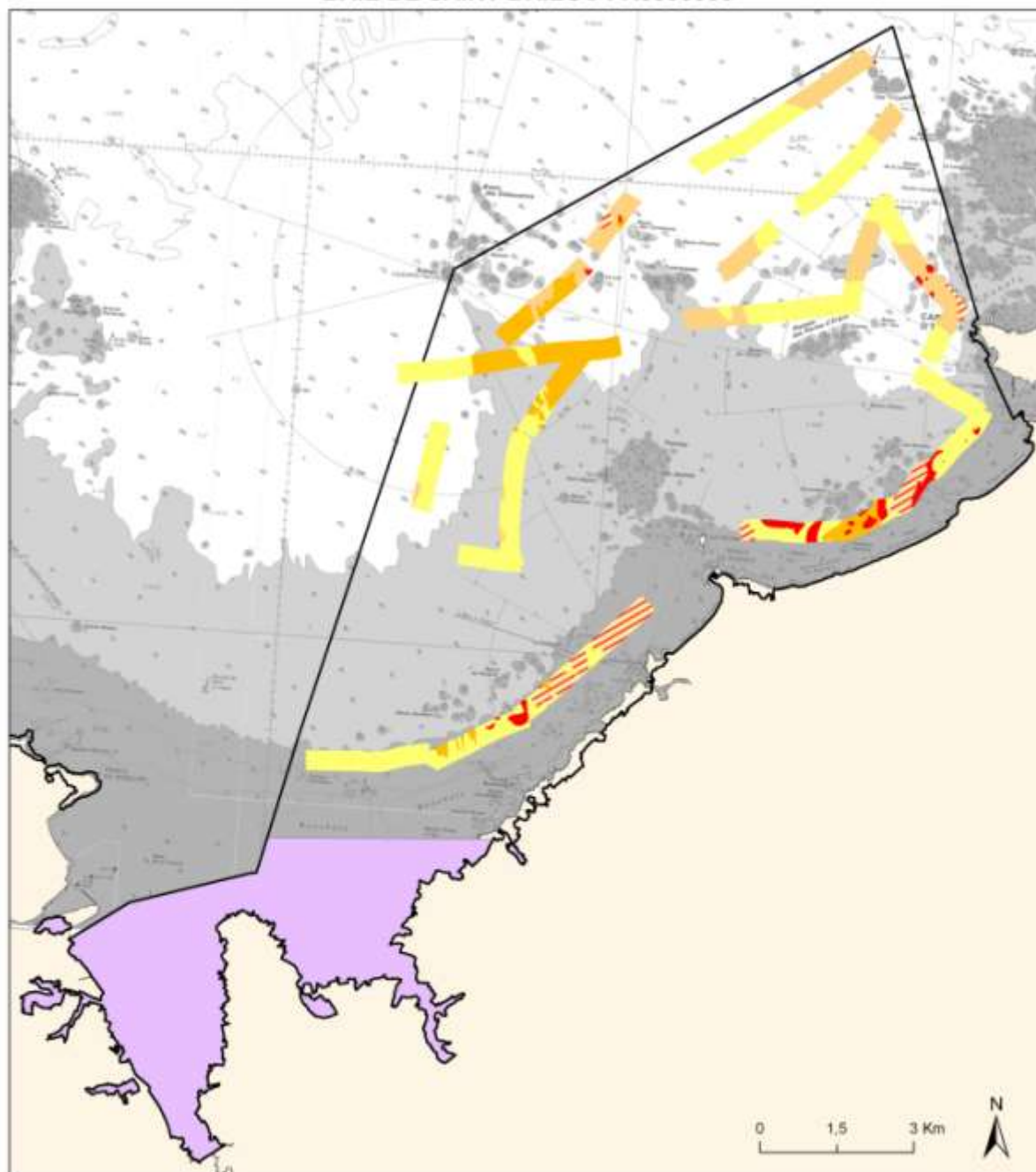


- Mosaique de réflectivité
- Périmètre "Baie de Saint-Brieuc" FR5300066
- Périmètre REBENT

Sources des données  
 - SHOM : carte marine 7134, 7587. A utiliser en complément des cartes et ouvrages nautiques  
 - SHOM/IGN : 2007 (carte de site histor v1\_polygone)  
 - DREAL Bretagne  
 - Produit numérique REBENT (thème)  
 Réalisation :  
 TBM - SARL Chauvaud / HOCER marché nature 2008 - Janvier 2012

Carte 6 : Mosaique de réflectivité sur le site Saint Briec Est.

# RÉPARTITION DES FORMATIONS SUPERFICIELLES BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066



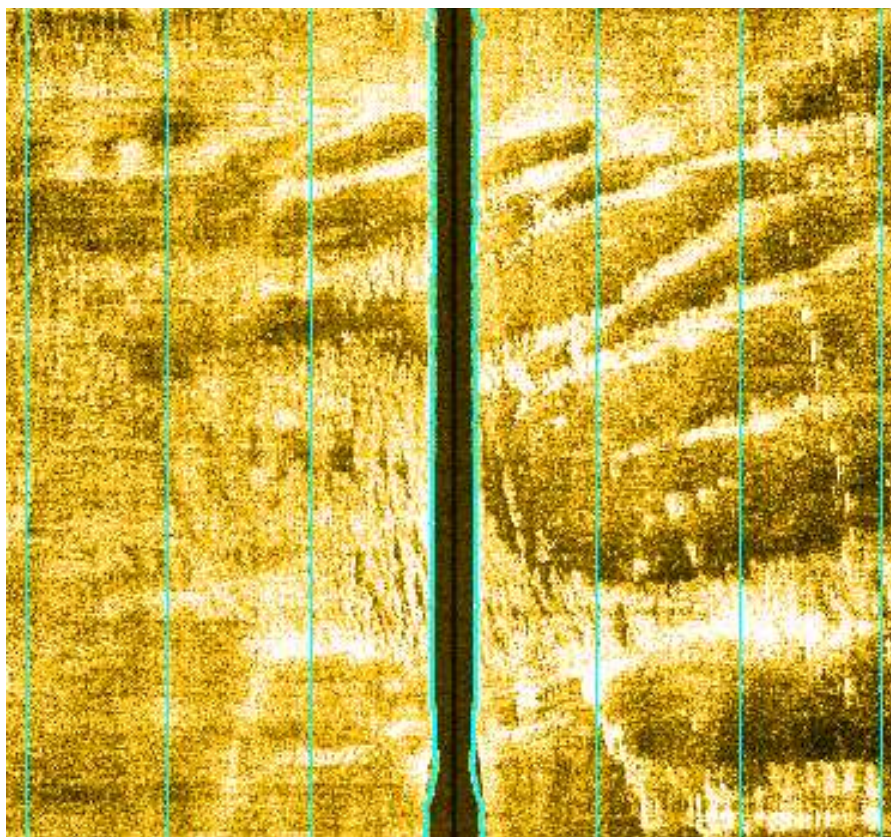
- Sables fins
- Sables moyens
- Sables grossiers et graviers
- Roches
- Roches et sédiments
- Périmètre "Baie de Saint-Brieuc" FR5300066
- Périmètre REBENT

Sources des données :  
 - SHOM : carte marine 7134, 7687. A utiliser en complément des cartes et ouvrages nautiques  
 - SHOM/IGN : 2007 (carte de cette histoire v1\_polygone)  
 - DREAL Bretagne  
 - Produit numérique REBENT (thème)  
 Réalisation :  
 TBM - SARL Chauveaud / HOCER marché nature 2008 - Janvier 2012

Carte 7 : Répartition des formations superficielles sur le site Baie de Saint Brieuc Est.



Les données montrent que les fonds sont majoritairement constitués d'une alternance de hauts-fonds rocheux et de placages de sédiments moyens et grossiers avec présence de crépidules (Zone des Comtesses, cap d'Erquy, etc.). Des structures sédimentaires transversales de type mégarides et dunes de sables sont clairement identifiables sur les sonogrammes (Figure 15).



*Figure 15 : Extrait de sonogramme montrant un faciès rubané caractéristique en limite d'une zone à crépidules. Fauchée d'environ 300 m (largeur de la bande sonar).*

La carte d'interprétation des données acoustiques est parfaitement en accord avec la carte morpho-sédimentaire qui figure dans l'atlas thématique de l'environnement marin en baie de Saint-Brieuc (Augris C. et al., 1996). On y retrouve les mêmes limites de faciès sédimentaires, ainsi que les crêtes de dunes.

## 4.2 Les principales unités de peuplements des substrats meubles

### 4.2.1 CARACTÉRISTIQUES GRANULOMÉTRIQUES DES STATIONS ÉCHANTILLONNÉES

36 analyses granulométriques ont été réalisées. Les photographies ainsi que les analyses granulométriques de tous ces points sont consultables en Annexe 1.

*Tableau 4 : Médiane et indice de tri du sédiment des 36 stations en milieu sédimentaire échantillonnées à la drague Rallier du Baty en baie de Saint Brieuc.*

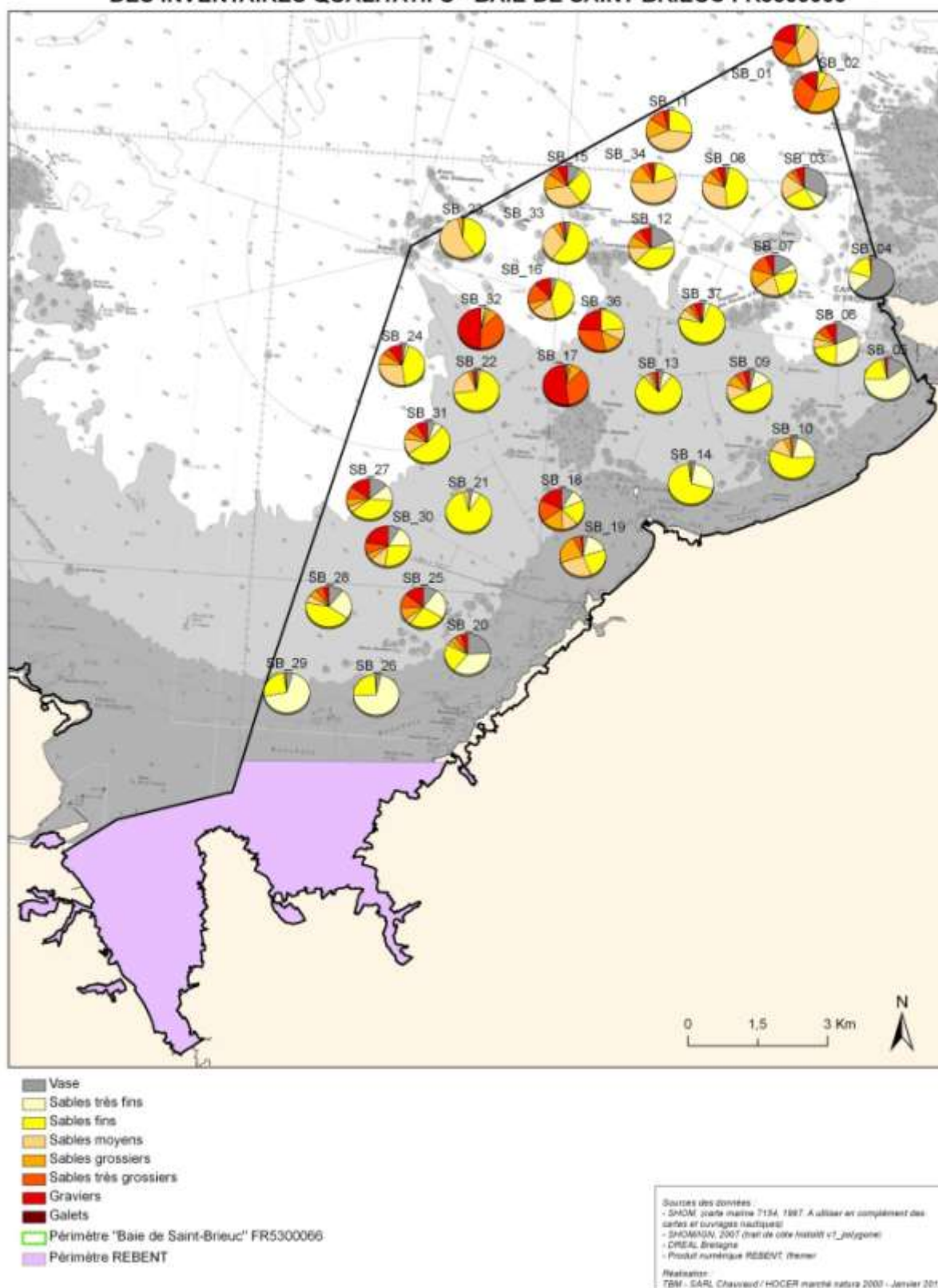
Stations	Médiane (µm)	Indice de tri
Sb1	577,0	2,8
Sb2	875,4	2,3
Sb3	239,2	20,0
Sb4	375,9	27,0
Sb5	109,0	4,8
Sb6	139,6	8,9
Sb7	321,3	7,0
Sb8	257,4	2,2
Sb9	175,9	2,6
Sb10	152,8	1,8
Sb11	511,2	2,4
Sb12	231,9	11,2
Sb13	163,6	1,7
Sb14	140,9	1,4
Sb15	314,4	5,2
Sb16	373,1	3,1
Sb17	2091,3	2,8
Sb18	571,3	6,6
Sb19	303,5	2,5
Sb20	822,3	16,9
Sb21	172,1	1,3
Sb22	216,1	1,5
Sb23	377,2	1,8
Sb24	259,9	2,7
Sb25	179,9	9,6
Sb26	110,0	1,3
Sb27	169,1	5,7
Sb28	148,9	3,3
Sb29	122,8	1,5
Sb30	227,3	5,9
Sb31	198,0	3,2
Sb32	1975,5	2,0
Sb33	229,7	1,7
Sb34	329,2	1,9
Sb36	1066,2	3,2
Sb37	175,1	2,1

Aux différentes stations échantillonnées, la médiane du sédiment varie fortement, entre 109  $\mu\text{m}$  aux stations SB5 et SB26 et 2091  $\mu\text{m}$  à la station SB17 (Tableau 4). La majorité des stations possède une médiane comprise entre 150 et 370  $\mu\text{m}$ .

Les sédiments sont principalement composés de sables fins et de sables moyens à grossiers (Carte 8). La proportion de vases varie de 0 à 31 % (Station SB4). La majorité des stations possèdent une proportion de vases inférieure à 10 %.

A l'inverse, quelques stations présentent des pourcentages de graviers proches de 50 %.

**POURCENTAGES DES DIFFÉRENTES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES  
DES INVENTAIRES QUALITATIFS - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



**Carte 8 : Carte des fractions sédimentaires.**

L'indice de tri du sédiment ( $\sigma$ ) varie entre 1,32 à la station SB6 et 26,98 à la station SB4 (Tableau 4. Ces résultats indiquent une hétérogénéité des sédiments qui sont pour la majorité pauvrement triés (i.e. 15 stations). Trois stations sont extrêmement pauvrement triées, huit stations sont très pauvrement classées, et 10 stations sont modérément bien classées.

Par conséquent, une forte variabilité des différentes fractions granulométriques est observée. Le diagramme triangulaire de Sheppard illustre cette hétérogénéité (Figure 16). La grande majorité des stations est composée de sables avec des fractions vaseuses et graveleuses variables. Trois entités sédimentaires sont observables : les sables fins, les sables grossiers et les sédiments hétérogènes.

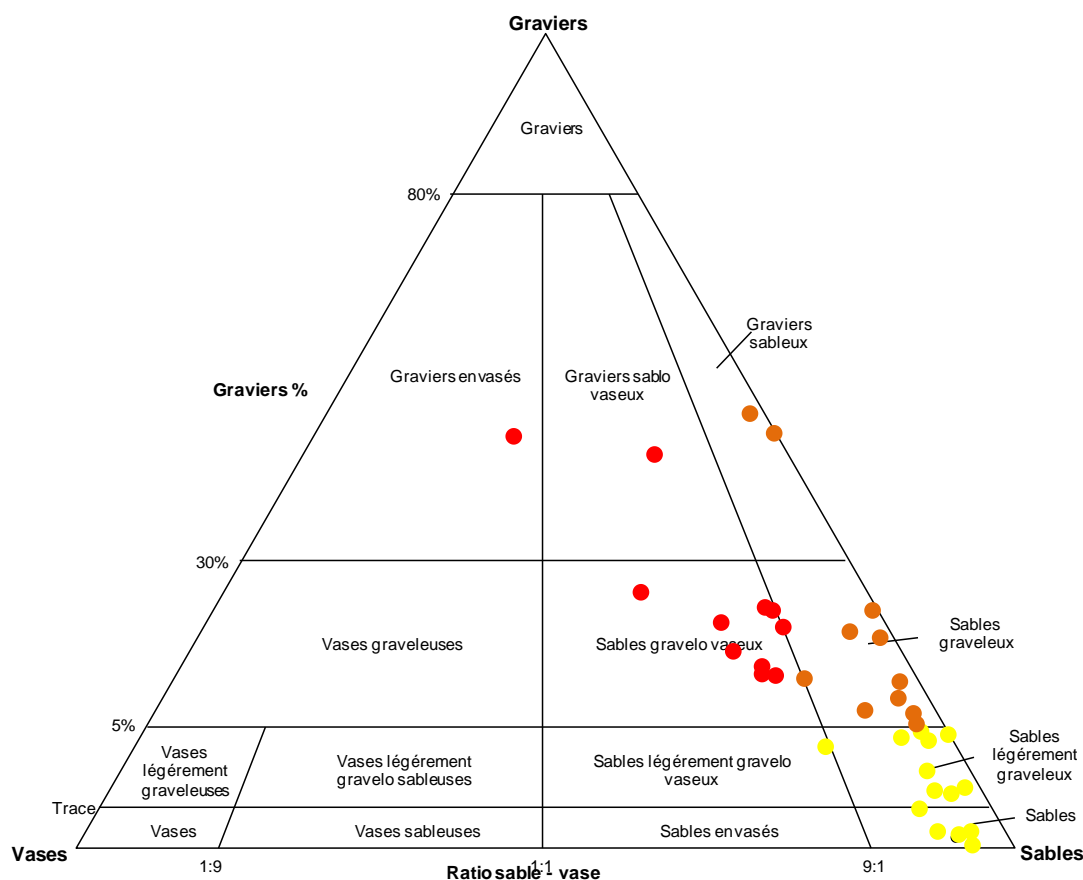


Figure 16 : Représentation graphique des stations échantillonnées selon le diagramme de Sheppard réalisé sur la base de trois systèmes de coordonnées granulométriques : les graviers ( $> 2\text{mm}$ ), les sables ( $0,063 - 2\text{mm}$ ) et les vases ( $< 0,063\text{mm}$ ). En jaune : sable fin, en orange : sédiment grossier et en rouge : sédiment hétérogène, selon les correspondances EUNIS Niveau 1.

Tableau 5 : Caractéristiques moyennes des ensembles sédimentaires identifiés d'après le dendrogramme établi à partir des données granulométriques. Les écart-types sont indiqués pour les moyennes de la médiane.

Ensembles	Médianes ( $\mu\text{m}$ )	Graviers (%)	Sables (%)	Vases (%)
1	1100,8 $\pm$ 879,2	45%	41%	14%
2	296,8 $\pm$ 220,5	10%	84%	6%
2-1	359,9 $\pm$ 284,1	19%	71%	10%
2-2	262,0 $\pm$ 175,2	4%	92%	4%

Le dendrogramme réalisé d'après la matrice des distances euclidiennes confirme la relative hétérogénéité des sédiments échantillonnés et isole plusieurs ensembles distincts (Figure 17). L'indice de stress (*i.e.* 0,01) du MDS indique une très bonne qualité de l'ordination des sites.

Un premier ensemble (Ensemble 1) est constitué de cinq stations assez disparates, alors qu'un second ensemble regroupe le reste des stations (Ensemble 2). En comparaison avec les stations de l'ensemble 2, l'ensemble 1 se caractérise par une plus forte teneur en graviers.

L'ensemble 2 se décompose en deux sous-ensembles inégaux en fonction des proportions relatives de vases, de sables et de graviers (Tableau 5).

Le sous-ensemble **2-1** regroupe 12 stations caractérisées par la présence non négligeable de vase (proportion moyenne de vases de 10 %) et une valeur moyenne de la médiane de 359,9  $\mu\text{m}$ . Le sous-ensemble **2-2** regroupe 20 stations dont le sédiment est plus sableux (proportion moyenne de sables de 92% et valeur moyenne de la médiane de 262,1  $\mu\text{m}$ ).

Ces résultats indiquent que la plupart des stations échantillonnées sont associées à des fonds de sédiments hétérogènes avec une teneur en pélites parfois non négligeable. Les stations sont également caractérisées par des sédiments sablo-graveleux avec des teneurs en pélites faibles à nulles. La figure 18 indique quelques photos des différents types sédimentaires observés et illustre la forte présence des crépidules dans les différents types de sédiments : sables hétérogènes et sable grossier. Enfin des stations de maerl ont aussi été échantillonnées (Figure 18). Ce type sédimentaire a également été observé avec des crépidules (Figure 18) et deux stations avec une forte fraction de maerl mort est inventoriée.

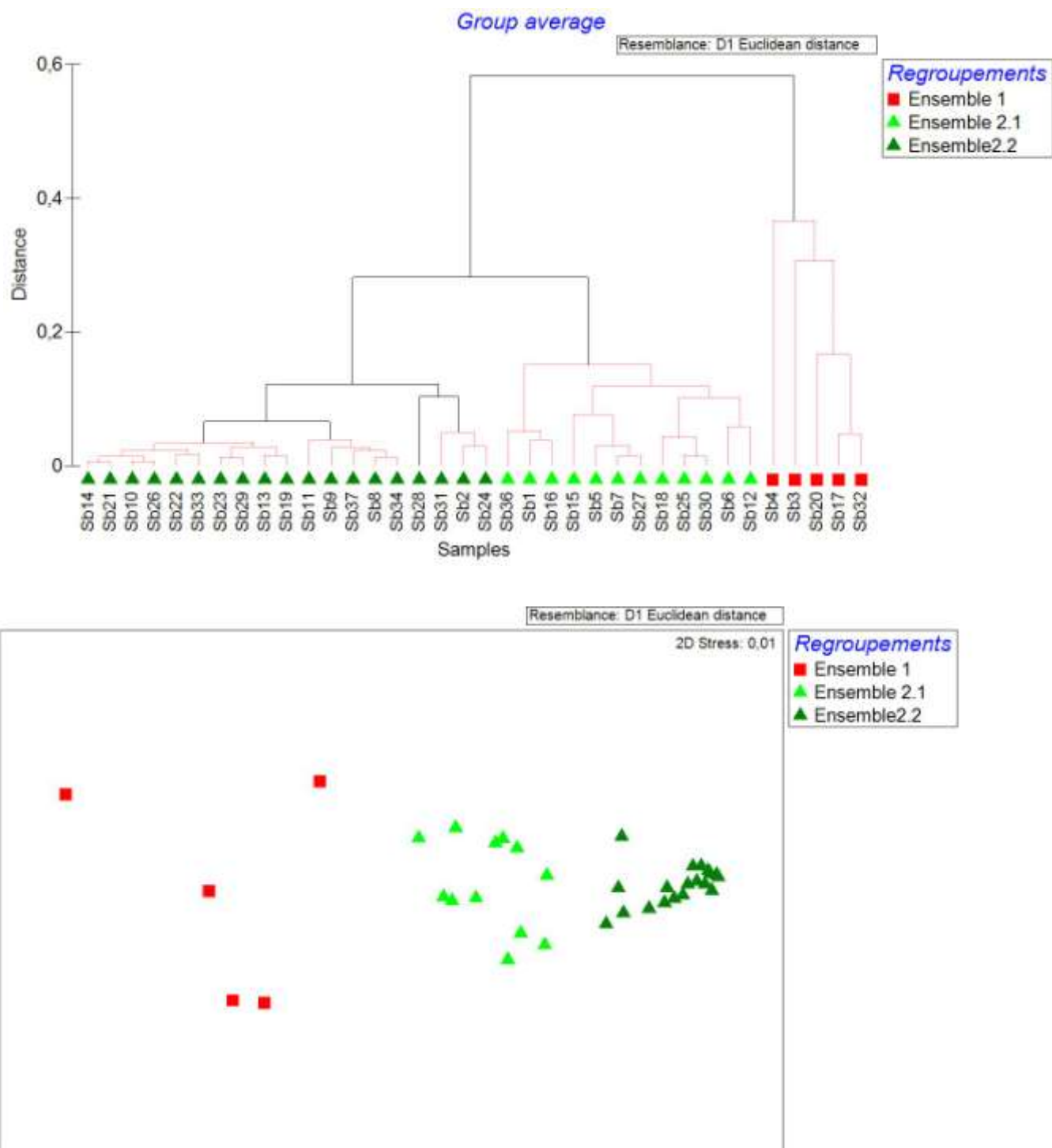


Figure 17 : Dendrogramme et MDS effectué à partir de la matrice des distances euclidiennes, calculée d'après les données granulométriques.





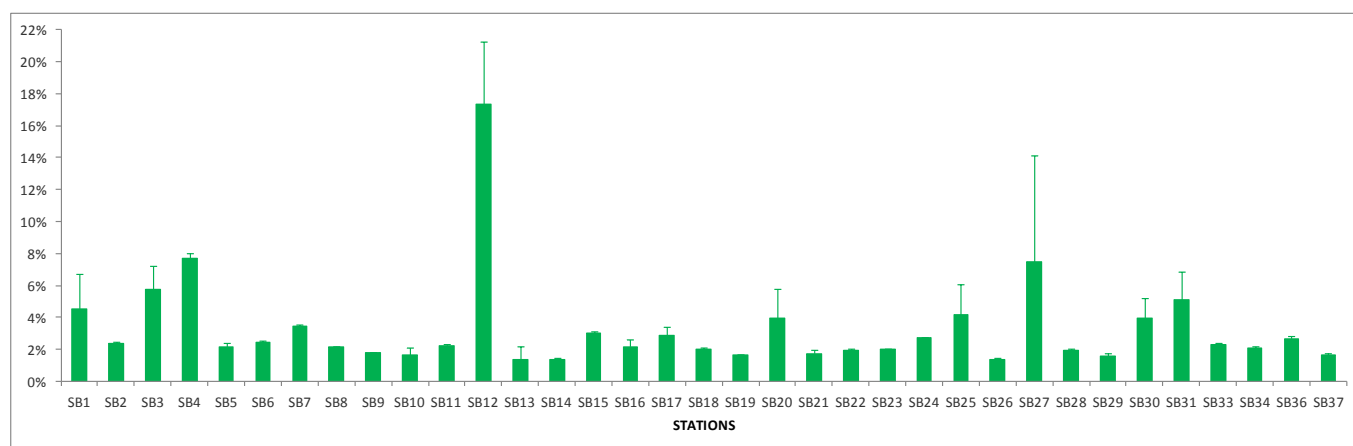
*Figure 18 : Sables fins à moyens légèrement envasés (SB21), sables grossiers (SB23), crépidules et vase (SB20), maerl propre (SBC=SB32) et maerl avec crépidules (SB17).*



## 4.2.2 MATIÈRE ORGANIQUE ET DONNÉES HYDROLOGIQUES

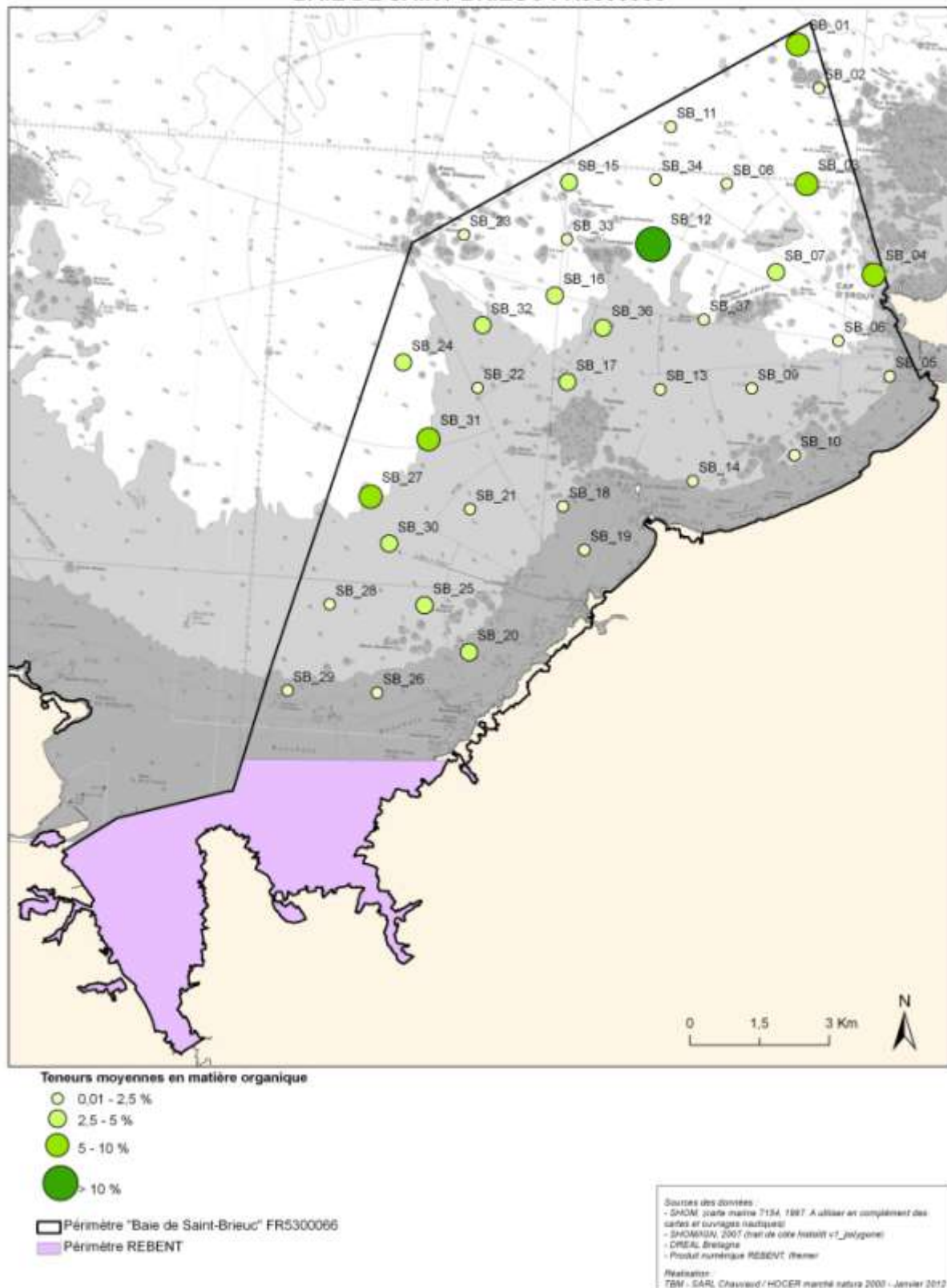
### 4.2.2.1 Matière organique

La teneur moyenne en matière organique est comprise entre 2 % et 17 % pour SB12 (figure 19). 21 stations présentent des pourcentages inférieurs à 2% et seulement quatre stations ont des pourcentages supérieurs à 5 %. Enfin, une station possède un pourcentage supérieur à 10 % (Carte 9).



*Figure 19 : Teneurs moyennes en matière organique.*

**TENEURS MOYENNES EN MATIÈRE ORGANIQUE DES INVENTAIRES QUALITATIFS  
BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



**Carte 9 : Carte des teneurs moyennes en matière organique. Les classes sont exprimées en pourcentage.**

#### 4.2.2.2 Données hydrologiques

Les mesures hydrologiques ont été réalisées sur cinq stations en même temps que les stations quantitatives : stations SB1, SB4, SB11, SB23 et SB29. La figure 20 récapitule les quatre paramètres hydrologiques étudiés.

Les mesures de températures de l'eau de mer relevées sur les cinq stations sont homogènes et une température de surface d'environ 14 °C est observée. La station SB29 a une température légèrement supérieure car voisine de 14,6 °C.

Les mesures de turbidité enregistrées par la sonde YSI témoignent au moyen des prélèvements d'une eau peu chargée en particules et d'une bonne visibilité (turbidité < 5 NTU).

Les cinq profils bathymétriques de la saturation de l'eau de mer en oxygène dissous sont tous similaires: le pourcentage de saturation d'oxygène dissous diminue jusqu'à une quinzaine de mètres de profondeur.

La salinité enregistrée à une quinzaine de mètres de profondeur sur les cinq stations est sensiblement identique : 34,6‰.

Aucune stratification thermique ou haline n'est mise en évidence.

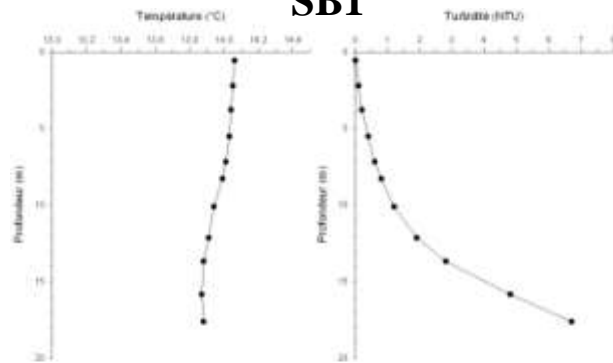
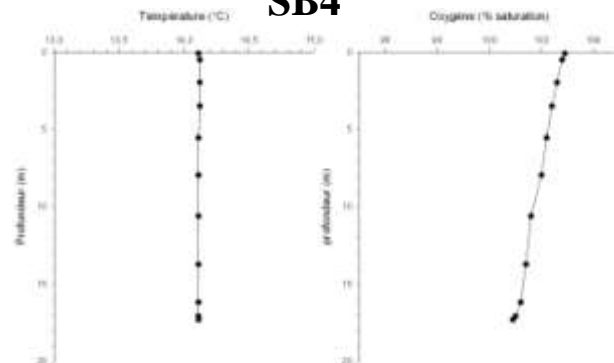
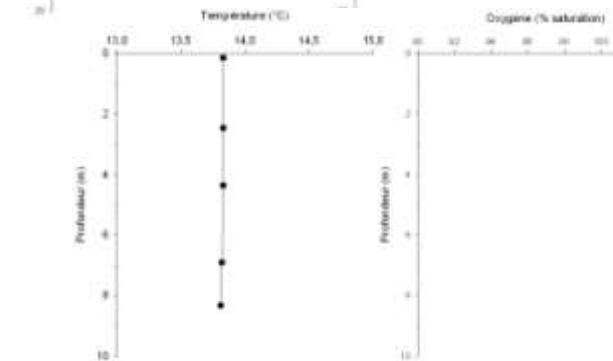
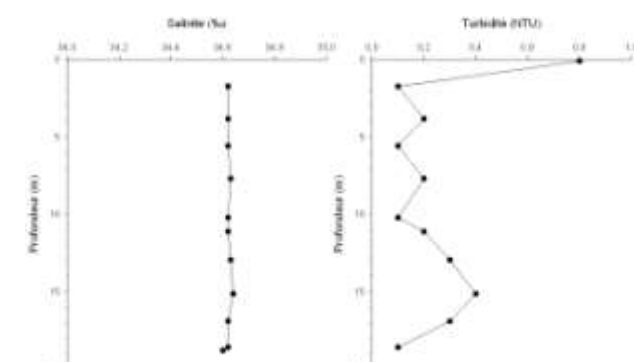
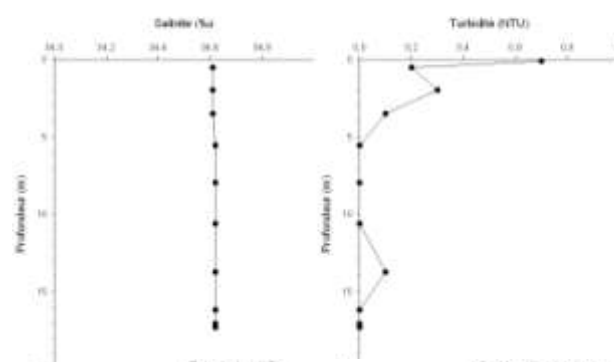
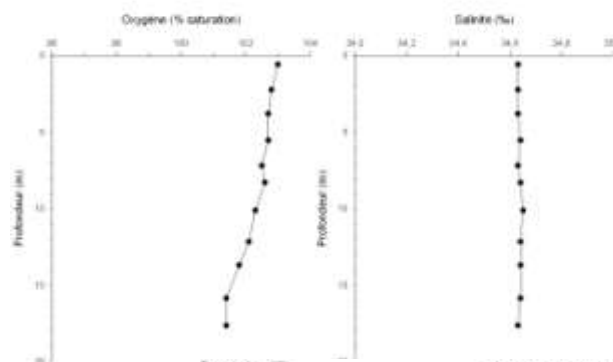
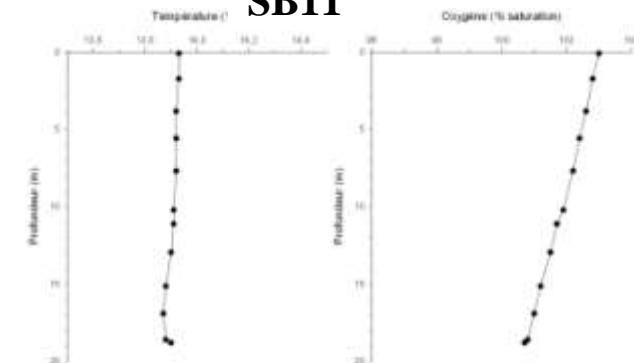
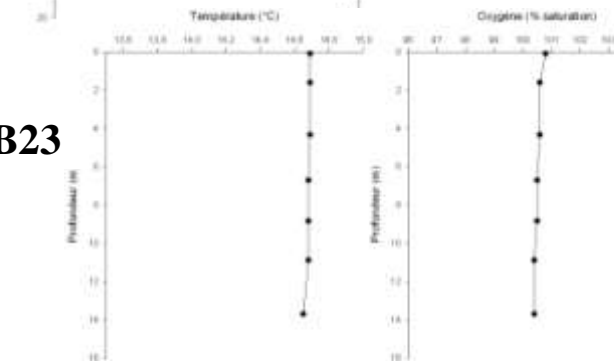
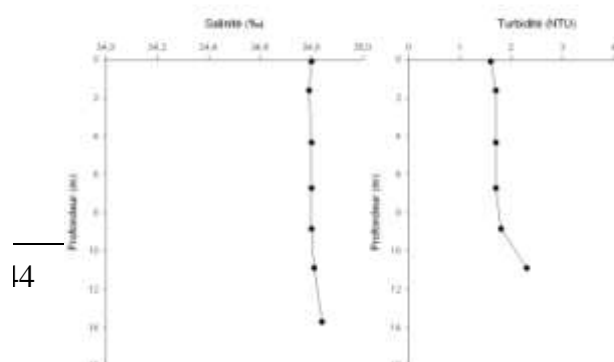
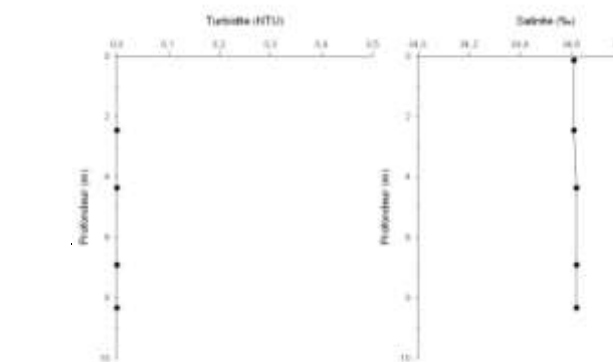
**SB1****SB4****SB11****SB23****SB29**

Figure 20 : Température, turbidité, teneur en oxygène et salinité sur 5 stations (SB1, SB4, SB11, SB23 et SB29)

### 4.2.3 DONNÉES SEMI-QUANTITATIVES

#### 4.2.3.1 Traits dominants de la macrofaune

Sur les 37 dragues Rallier du Baty effectuées, nous avons réalisé l'inventaire exhaustif de la faune sur les tamis de 10 et 5 mm. L'analyse de ces 37 échantillons biologiques (correspondant à 30 litres de sédiment par station) a permis de recenser plus de 23 618 individus, et d'identifier 178 taxons. L'annexe 2 récapitule les données obtenues.

Les abondances sont comprises entre 28 et 5980 individus (Figure 21, carte 10). Les valeurs minimales sont observées pour la station SB26 alors que la valeur maximale est notée pour la station SB04. 14 stations ont des abondances inférieures à 100 individus, 19 stations ont des abondances comprises entre 100 et 1000 individus, et quatre stations ont des abondances supérieures à 1000 individus. Les stations avec les plus forts effectifs sont dominées par le gastéropode *Crepidula fornicata* et le crustacé *Balanus crenatus*.

En termes de richesse spécifique, les valeurs sont comprises entre 10 (SB10) et 44 (SB15). 11 stations ont des valeurs comprises entre 10 et 15 espèces, 18 ont des valeurs comprises entre 15 et 30 et enfin huit stations ont des richesses spécifiques supérieures à 30 (Figure 21, carte 11).

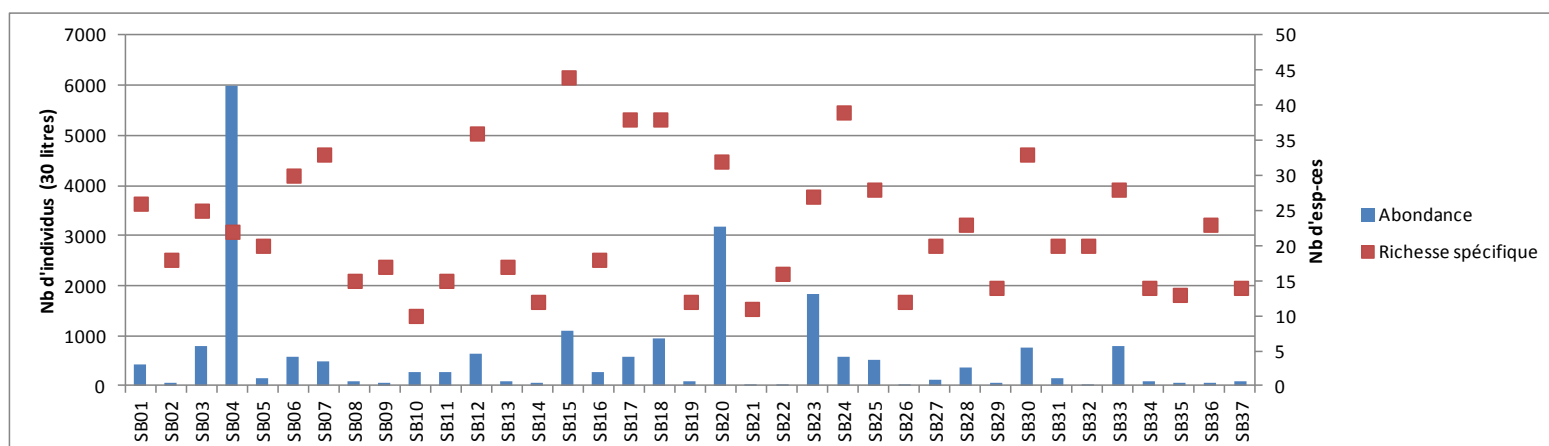
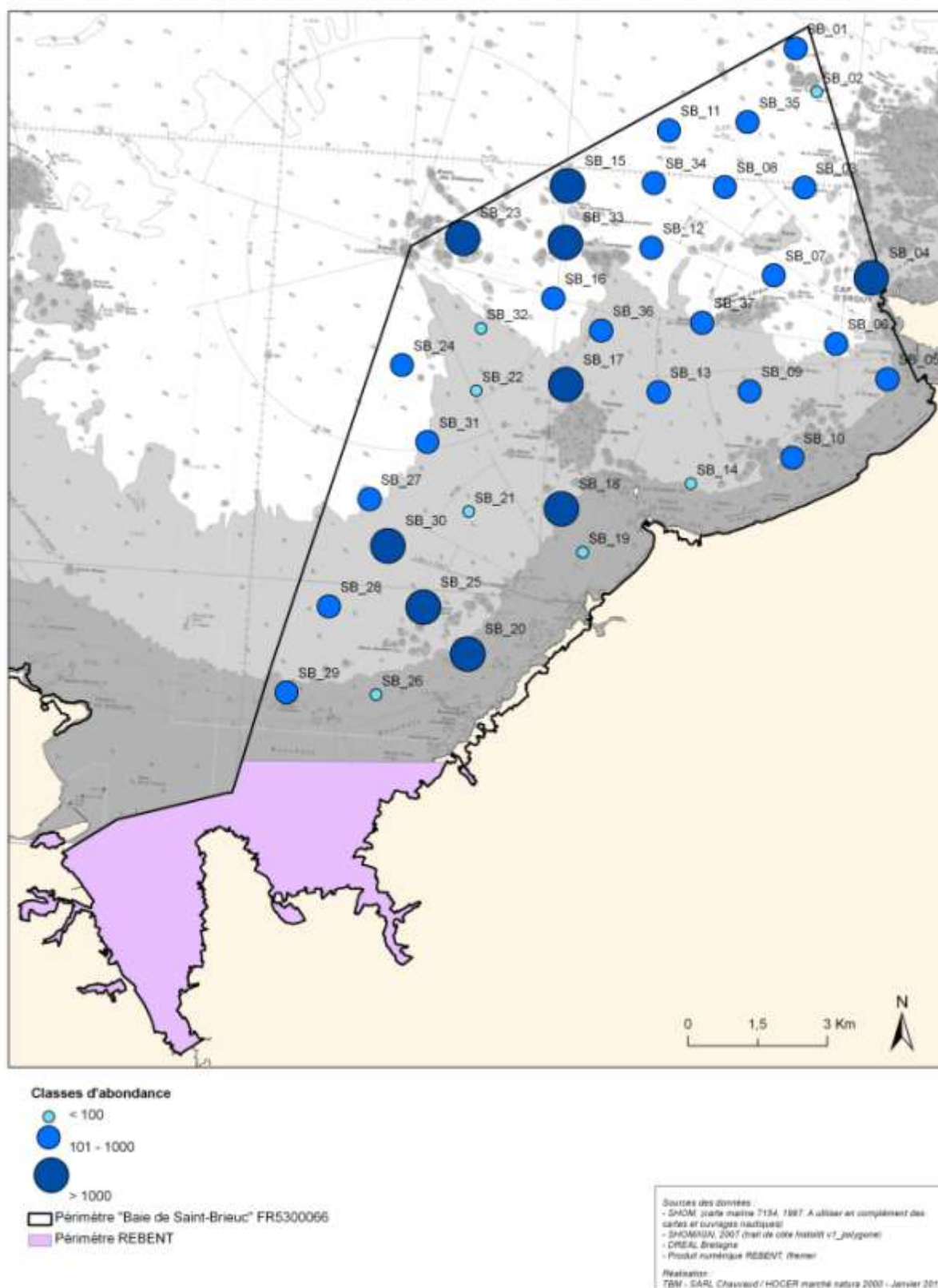


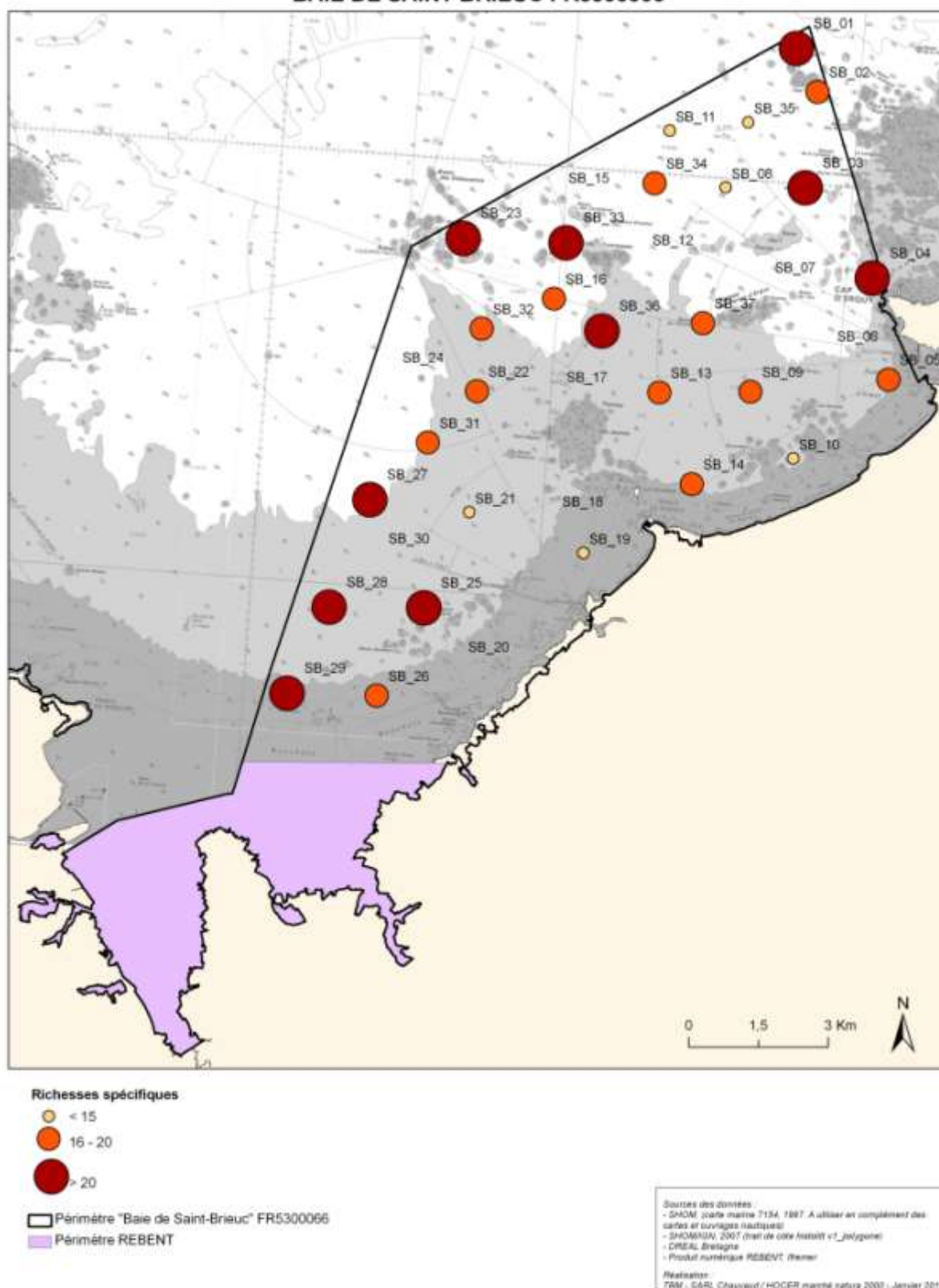
Figure 21 : Abondance et richesse spécifique (Drague Rallier du Baty, 30 litres de sédiment, tamisage sur 10 et 5 mm)

# ABONDANCES DES INVENTAIRES QUALITATIFS - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066



Carte 10 : Carte des abondances pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty.

# **RICHESSSES SPÉCIFIQUES DES INVENTAIRES QUALITATIFS BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



**Carte 11 : Carte des richesses spécifiques pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty.**

Tableau 6 : Diversité spécifique (indice de Shannon) et équitabilité (indice de Pielou).

Stations	Richesse spécifique	Diversité H'(log2)	Équitabilité
SB01	28	2,45	0,53
SB02	18	3,64	0,87
SB03	28	1,93	0,43
SB04	28	2,04	0,46
SB05	20	2,42	0,56
SB06	34	2,30	0,48
SB07	37	1,98	0,40
SB08	15	2,71	0,69
SB09	17	3,35	0,82
SB10	15	1,15	0,35
SB11	15	1,99	0,52
SB12	39	2,41	0,47
SB13	17	3,48	0,85
SB14	20	2,83	0,79
SB15	45	2,26	0,43
SB16	19	1,73	0,42
SB17	39	1,96	0,38
SB18	40	1,82	0,35
SB19	12	2,54	0,71
SB20	35	1,71	0,35
SB21	12	3,01	0,87
SB22	16	3,45	0,86
SB23	30	0,58	0,13
SB24	42	2,21	0,43
SB25	30	2,10	0,45
SB26	18	3,21	0,90
SB27	23	2,44	0,57
SB28	27	2,37	0,52
SB29	21	3,33	0,87
SB30	34	1,82	0,37
SB31	20	3,16	0,73
SB32	20	3,90	0,92
SB33	28	1,84	0,39
SB34	17	2,58	0,70
SB35	13	2,73	0,76
SB36	24	3,60	0,81
SB37	19	2,86	0,77

Le tableau 6 récapitule les résultats obtenus pour les indices de diversité de Shannon et d'équitabilité de Pielou. Les valeurs fluctuent entre 0,6 et 3,9 pour la diversité spécifique, et



entre 0,13 et 0,92 pour l'équitabilité. Les valeurs sont minimales pour la station SB23 et maximales pour la station SBC. Les valeurs faibles de la diversité et de l'équitabilité indiquent la dominance d'une à deux espèces. Une augmentation de la diversité est à mettre en relation avec une hausse de l'équitabilité et donc une répartition plus homogène des individus entre les espèces.

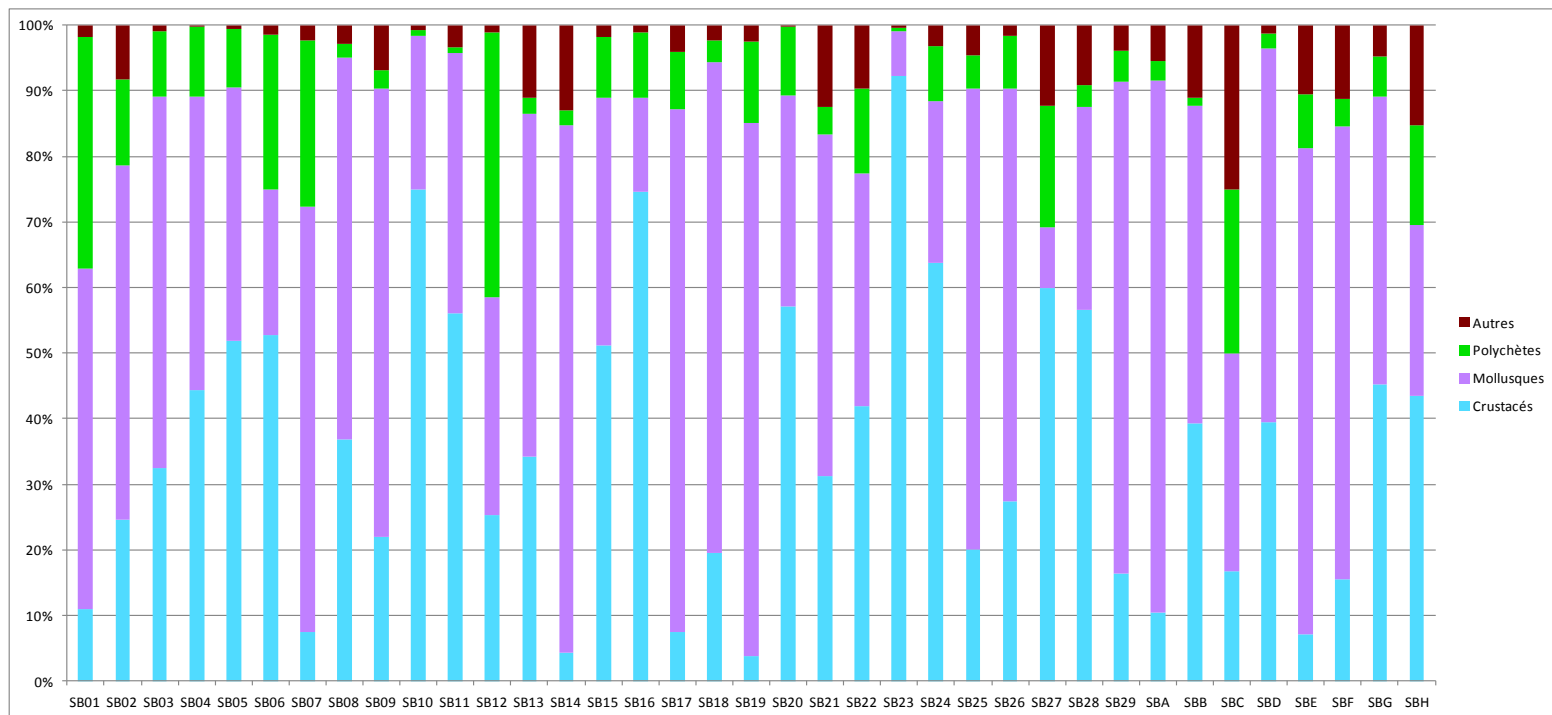


Figure 22: Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance

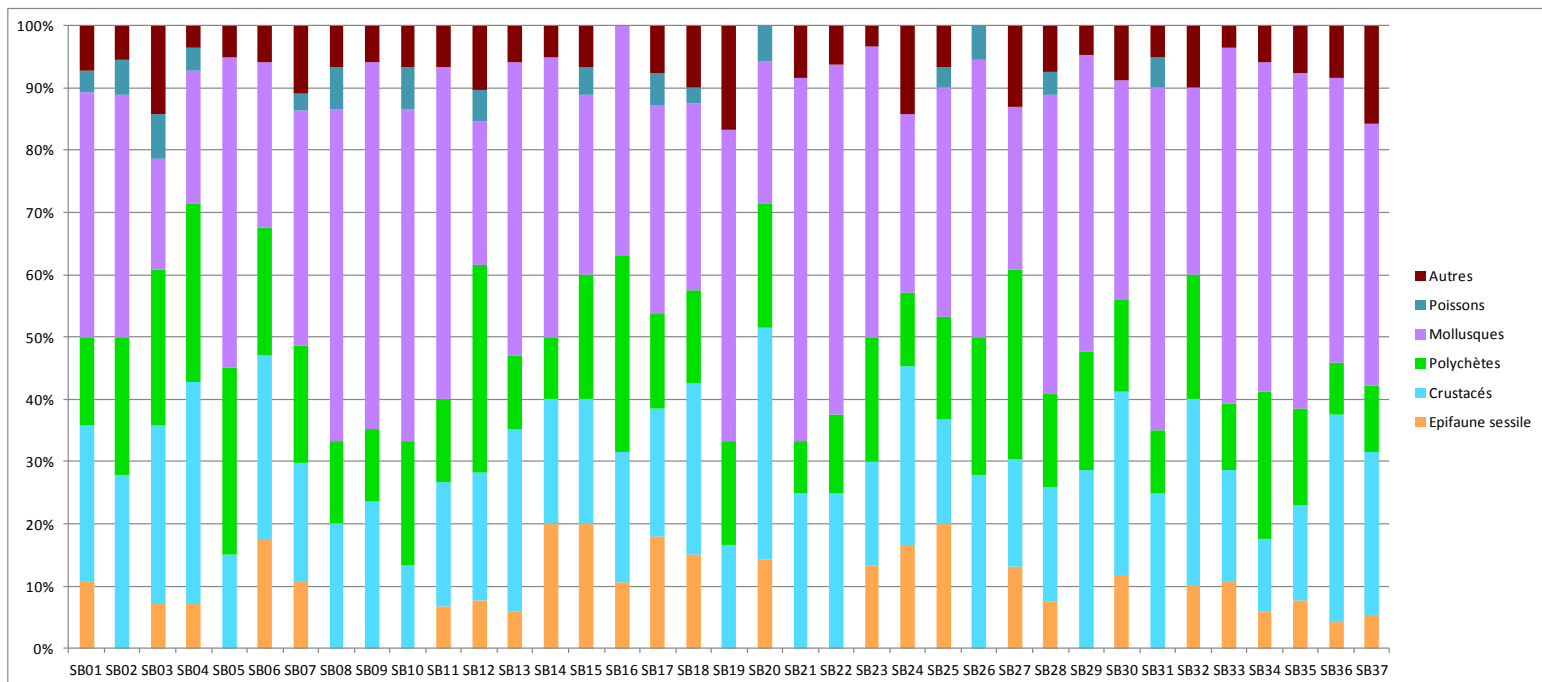
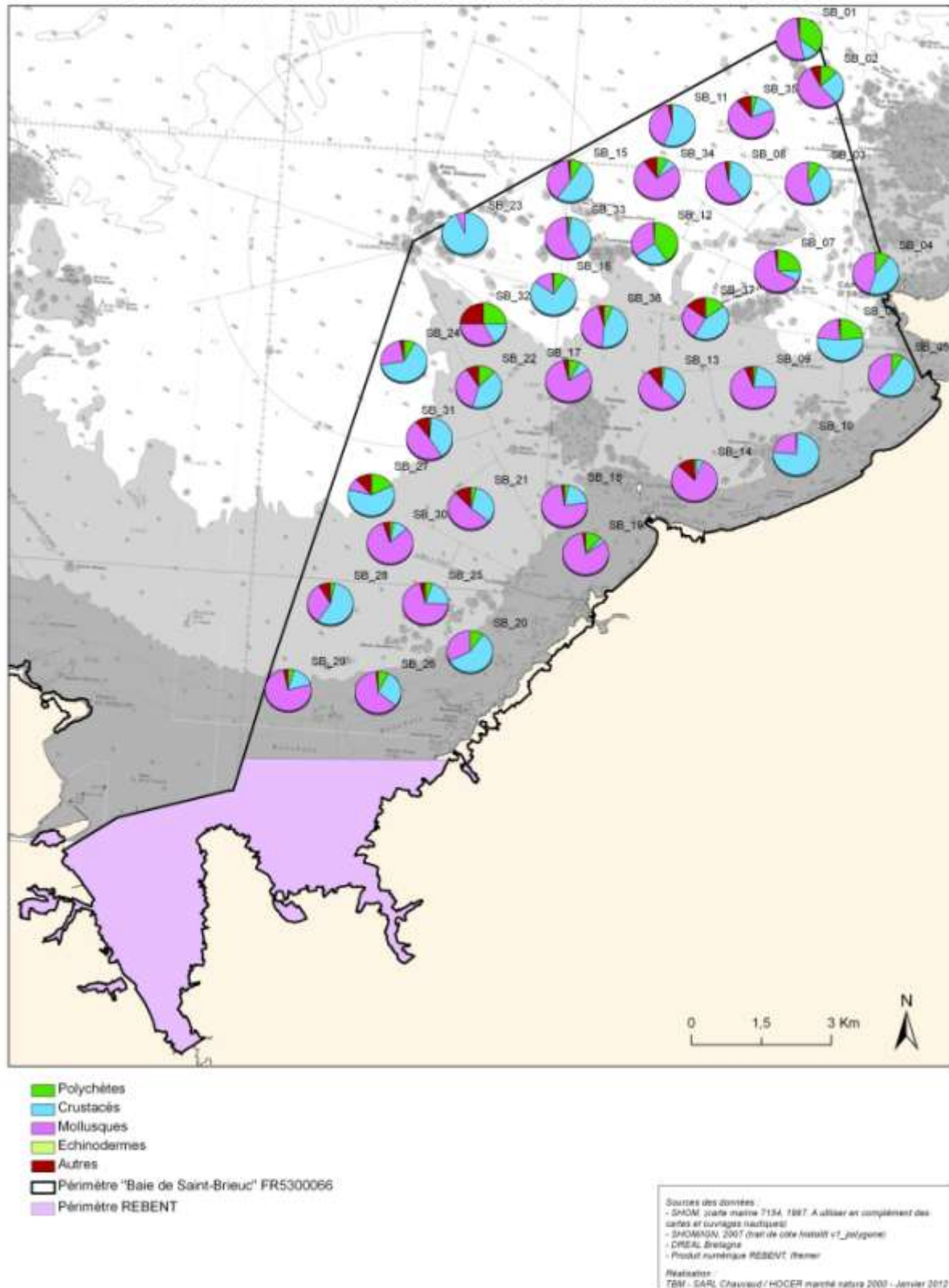


Figure 23: Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique

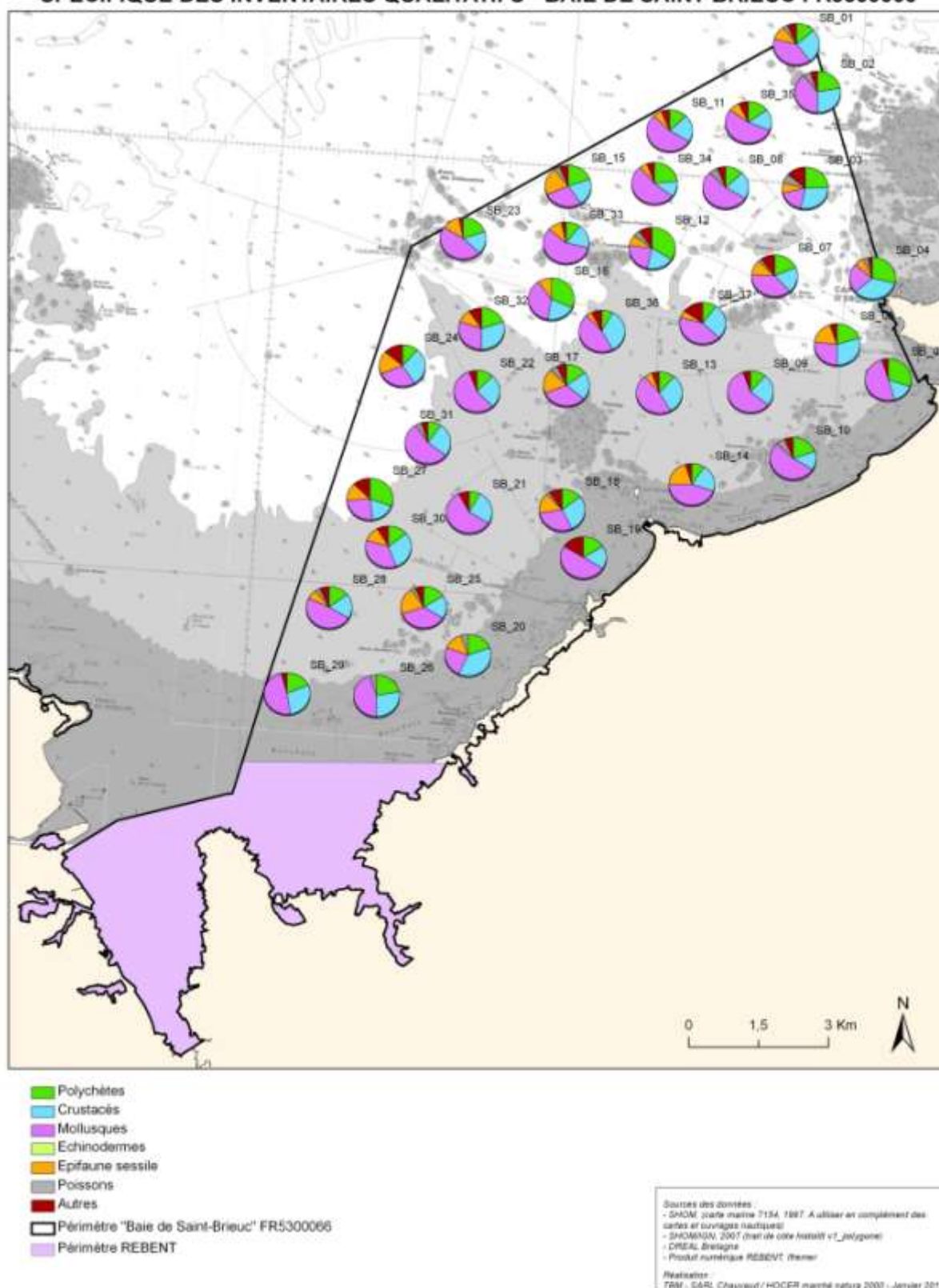
L'abondance des individus récoltés est dominée soit par les crustacés soit par les mollusques (figure 22, carte 12). Les polychètes sont également bien représentés notamment dans la station SB12 (40%). En termes de richesse spécifique (figure 23, carte 13), même si les proportions sont légèrement variables en fonction des stations, quatre groupes sont dominants : les mollusques, les polychètes, les crustacés et l'épifaune sessile (éponges, cnidaires, tuniciers).

**PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS GROUPES ZOOLOGIQUES EN TERME D'ABONDANCES  
DES INVENTAIRES QUALITATIFS - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



**Carte 12 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty.**

**PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS GROUPES ZOOLOGIQUES EN TERME DE RICHESSE  
SPÉCIFIQUE DES INVENTAIRES QUALITATIFS - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



**Carte 13 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty.**

#### 4.2.3.2 Identification des principales caractéristiques de peuplements de substrat meuble

Nous avons réalisé deux analyses multivariées pour identifier les stations apparentées. Nous avons transformé nos données en présence-absence. Le but de cette transformation est d'adapter le jeu de données de la manière la plus propice à l'identification des unités de peuplement. La figure 24 illustre les regroupements de stations apparentées. Seront abordées ensuite les principales caractéristiques de ces unités de peuplements.

La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) et la MDS réalisées sur la matrice présence-absence, isolent deux principaux groupes de stations (Figure 24). L'indice de stress (i.e. 0,19) du MDS indique une qualité correcte de l'ordination des sites.

L'analyse isole deux groupes majeurs et quelques stations particulières. Premièrement, une station SB32 est isolée des autres. Cette station a été appelé « assemblage 1 ». Il est composé de très peu d'espèces qui ont des affinités sabulicoles-gravicoles tel que *Laevicardium crassum* ou *Glycymeris glycymeris*.

L'assemblage 2 peut être subdivisé en deux sous-assemblages 2.1 et 2.2. Le sous-assemblage 2.1 est composé deux stations, SB19 et SB 26, caractérisées par le crustacé *Diogenes pugilator* et deux espèces de gastéropodes *Nassarius incrassatus* et *Nassarius reticulatus*.

Le sous-assemblage 2.2 peut être subdivisé en deux groupes 2.2.1 et 2.2.2. Le premier groupe est composé de 20 stations et le second par 13 stations. Les espèces les plus caractéristiques sont *Antalis novemcostata*, *Nassarius reticulatus* et *Euspira pulchella* pour le groupe 2.2.1 et *Crepidula fornicata* et par des animaux fixés tel que *Balanus crenatus*, *Serpla vermicularis* ou *Pomatoceros triqueter* pour le groupe 2.2.2. Le sous-assemblage 2.2.2 est très homogène et très proche statistiquement. En revanche, le sous-assemblage est beaucoup plus hétérogène et des groupes sont statistiquement différenciables.

Le MDS tridimensionnel, dont la valeur de stress est de 0,19 indique une bonne représentation graphique des similarités inter-stations, illustre bien le regroupement des stations en trois groupes majeurs 2.1, 2.2.1 et 2.2.2. Ceci traduit la présence de *Crepidula fornicata* sur plusieurs types sédimentaires et illustre l'observation de maerl et de sables grossiers à *Glycymeris glycymeris* encore non colonisés par *Crepidula fornicata*. La station isolée correspond à du maerl propre sans crépidule.

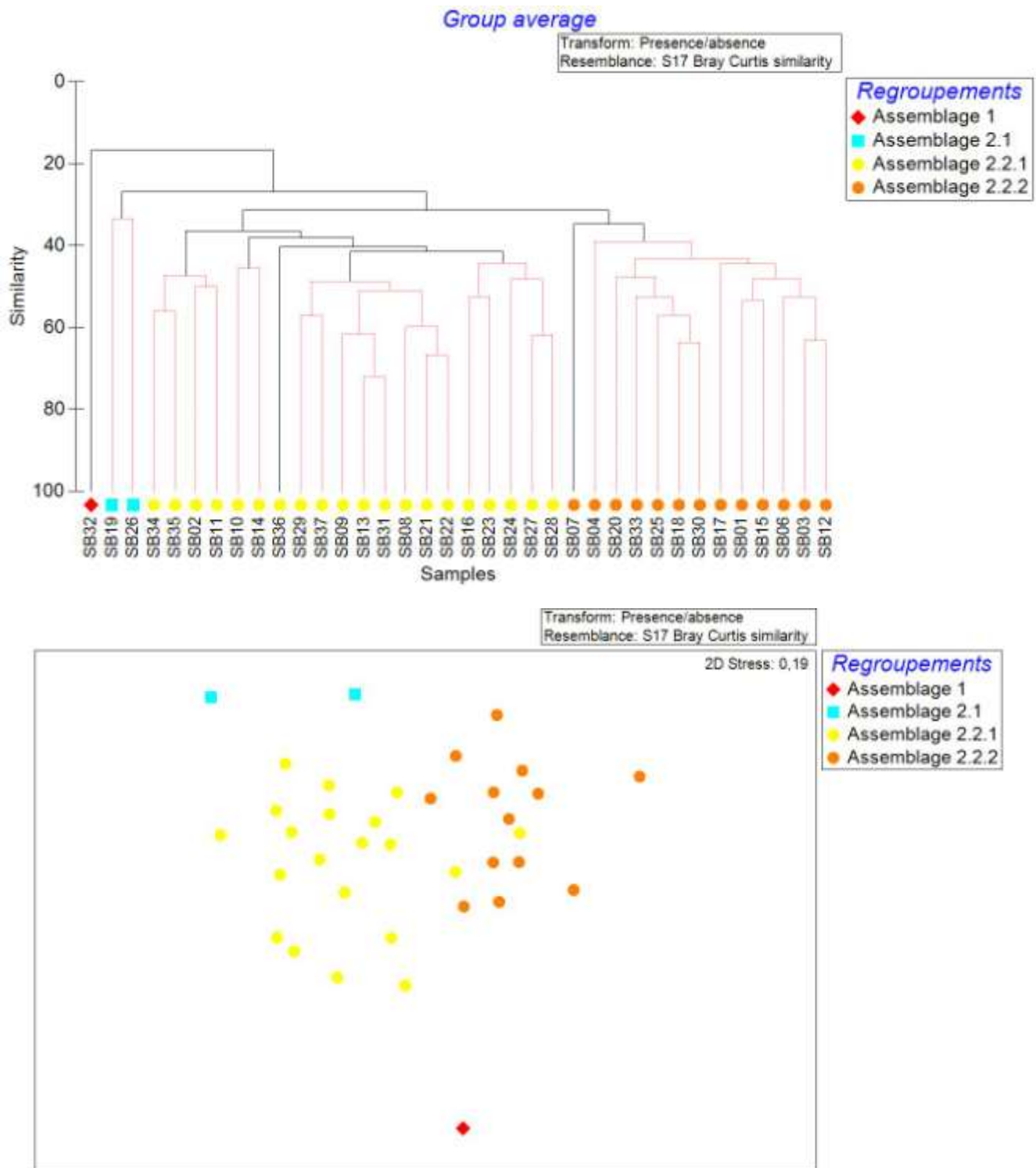


Figure 24 : CAH et MDS sur les données faunistiques en présence-absence absence.

#### 4.2.4 DONNÉES QUANTITATIVES

Un total de cinq stations quantitatives a été échantillonné à la benne Smith Mc Intyre. Une station, SB4, est rattachée à l'assemblage 2.1 décrit précédemment. Une station, SB11, est rattachée à l'assemblage 2.2.1 et enfin trois stations, SB16, SB23 et SB29, appartiennent à l'assemblage 2.2.2. L'annexe 3 illustre les stations et l'annexe 4 indique le tableau de données.

##### 4.2.4.1 Paramètres structuraux et groupes taxonomiques de la macrofaune

Sur l'ensemble des échantillons analysés, 2 395 individus ont été dénombrés et 167 taxons ont été identifiés (Annexe 4).

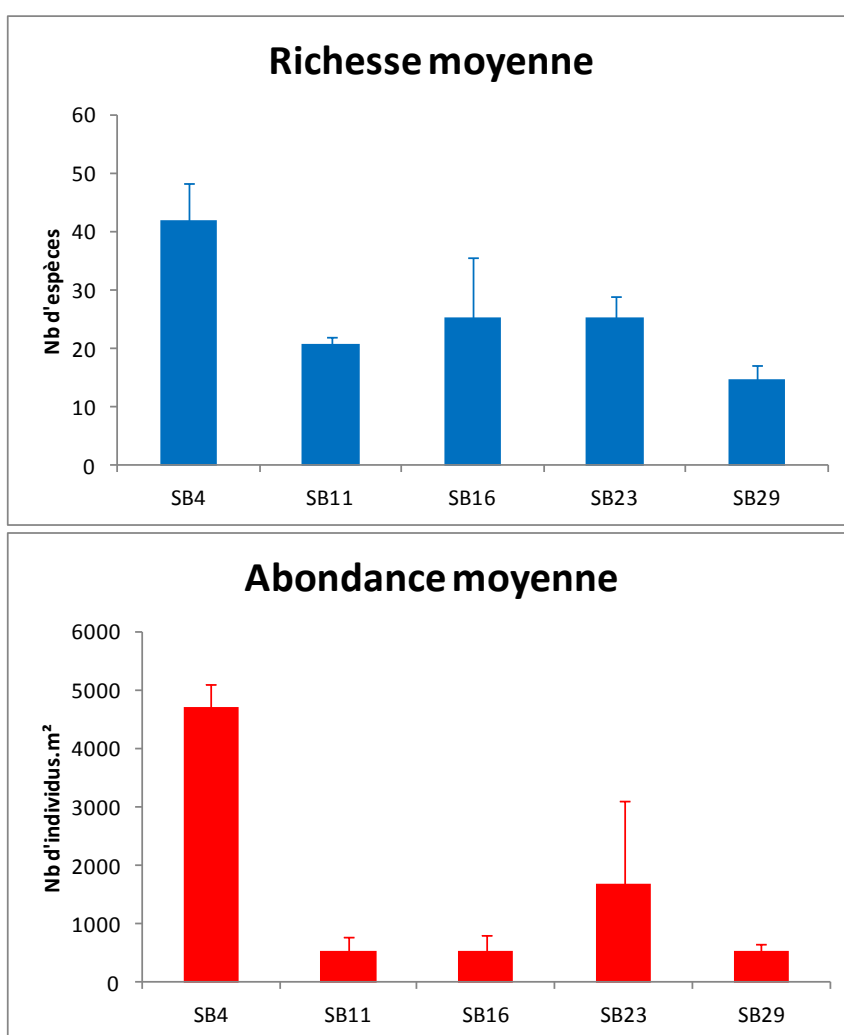


Figure 25 : Richesse spécifique moyenne (nombre d'espèces par 0,1 m<sup>2</sup>) et abondance moyenne (nombre d'individus par m<sup>2</sup>).

Les richesses spécifiques totales par station sont de 79 pour la station SB4, 45 pour SB11, 54 pour SB16 et SB23 et 26 pour la station SB29 (Tableau 7). Les richesses spécifiques moyennes sont comprises entre 15 et 42 espèces par 0,1 m<sup>2</sup> (Figure 25, carte 14). Les

abondances moyennes varient de 530 individus par m<sup>2</sup> (Station SB11) à 4700 individus par m<sup>2</sup> (Station SB4) (Figure 25).

*Tableau 7 : Richesse spécifique et abondance totales (0,3 m<sup>2</sup>)*

<b>Stations</b>	<b>Richesse spécifique totale</b>	<b>Abondance totale</b>
SB4	79	1411
SB11	45	158
SB16	54	162
SB23	54	117
SB29	26	161

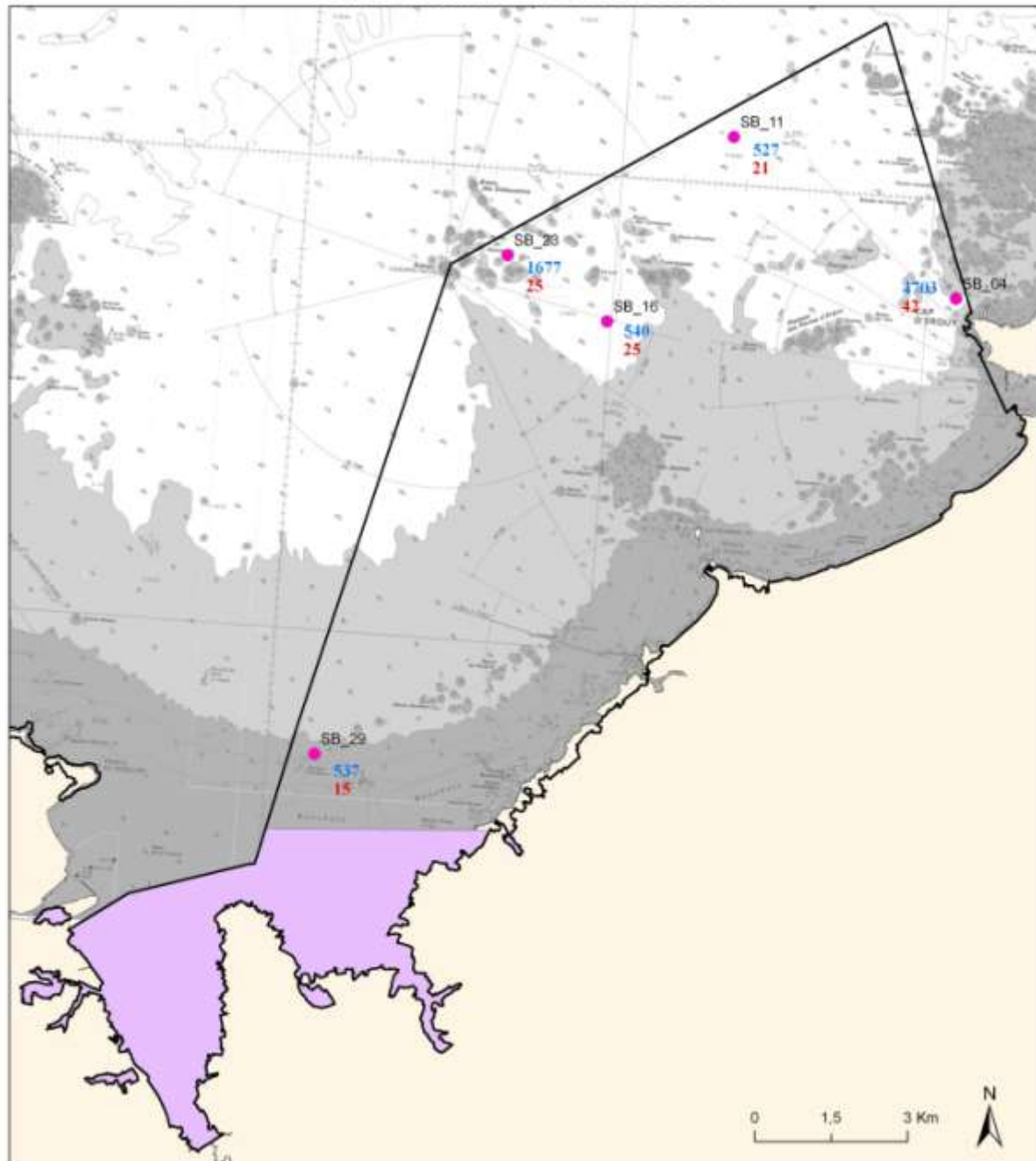
Le tableau 8 récapitule les résultats obtenus pour la diversité spécifique et la régularité. Les valeurs fluctuent entre 2,71 et 4,12 pour la diversité, et entre 0,52 et 0,90 pour la régularité. Les valeurs sont minimales pour les stations SB4 et SB23 et maximales pour la station SB16. Les valeurs moyennes indiquent la dominance de quelques espèces dans le peuplement des stations SB4, SB23 et SB29.

*Tableau 8 : Diversité et régularité moyenne*

<b>Stations</b>	<b>Régularité</b>	<b>Diversité</b>
SB4	0,52 ± 0,03	2,79 ± 0,26
SB11	0,88 ± 0,06	3,86 ± 0,24
SB16	0,90 ± 0,02	4,12 ± 0,39
SB23	0,58 ± 0,26	2,71 ± 1,34
SB29	0,74 ± 0,10	2,77 ± 0,45



**ABONDANCES ET RICHESSES SPÉCIFIQUES DES INVENTAIRES QUANTITATIFS  
BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



Abondance moyenne (individus / m²)

Richesse spécifique moyenne (nombre d'espèce moyen / station)

● Prélèvements à la benne Smith Mc-Intyre

□ Périmètre "Baie de Saint-Brieuc" FR5300066

■ Périmètre REBENT

Sources des données  
- SHOM, carte marine 7134, 1987. À utiliser en complément des cartes et ouvrages nautiques  
- SHOMON, 2007 (carte de cette histoire v1\_polygone)  
- DREAL Bretagne  
- Produit numérique REBENT (thème)

Réalisateur  
TBM - SARL Chauvaud / HOCER marché nature 2008 - Janvier 2012

**Carte 14 : Richesse et abondance moyenne pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.**

L'analyse des groupes taxonomiques en termes d'abondance (Figure 26, carte 15) révèle une composition taxonomique légèrement différente en fonction des stations. Deux stations sont comparables et dominées par les mollusques : SB4 et SB29. La station SB23 est caractérisée par une dominance des crustacés. Enfin pour les stations SB11 et SB26 ce sont les polychètes qui dominent.

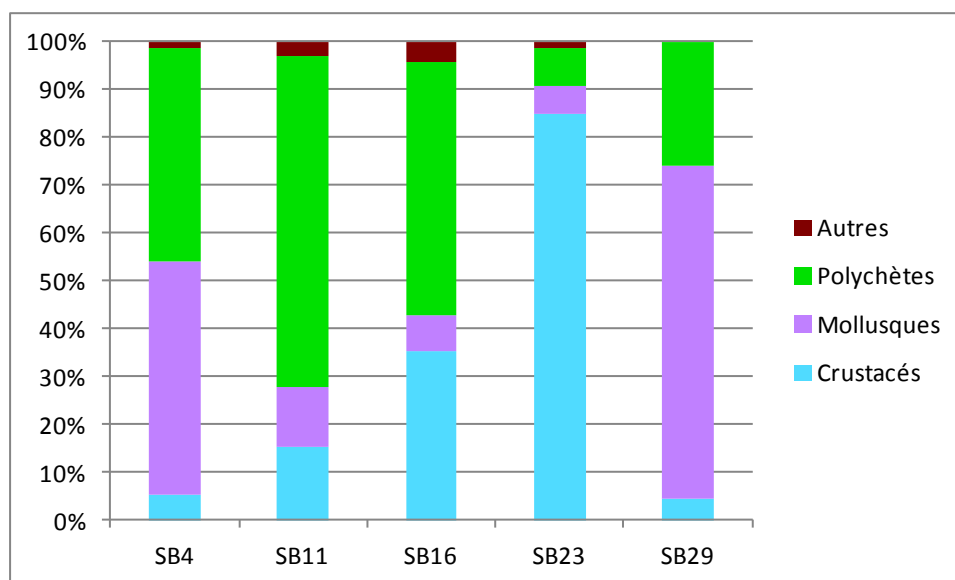


Figure 26 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance.

Les proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique illustrent la plus grande diversité des polychètes (Figure 27, carte 16) par rapport aux crustacés et aux mollusques.

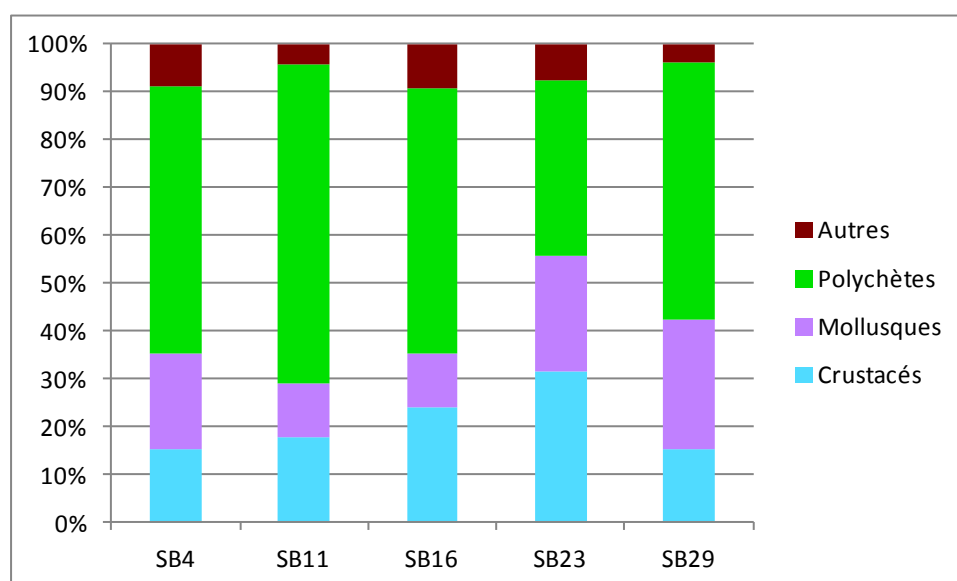
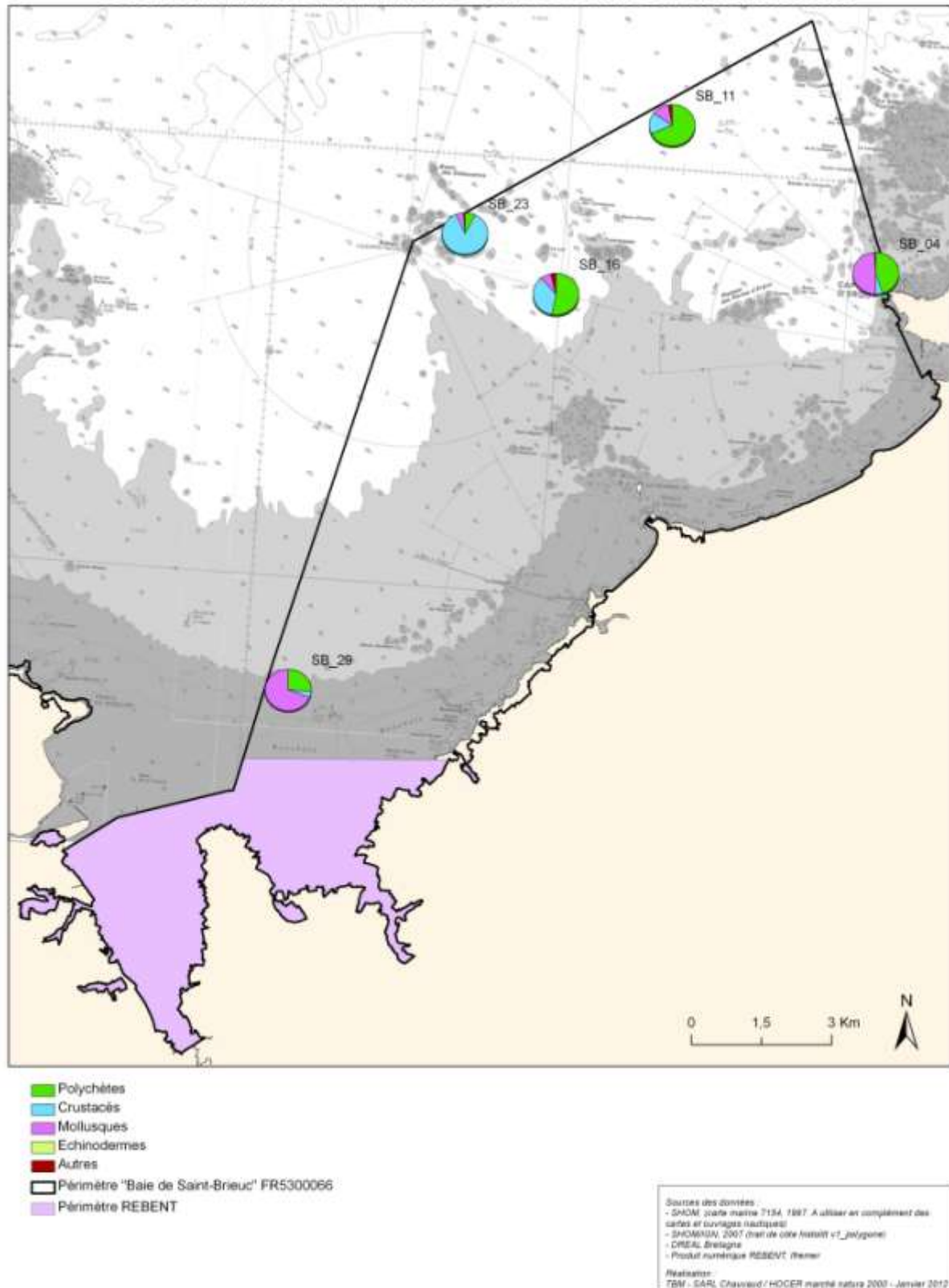


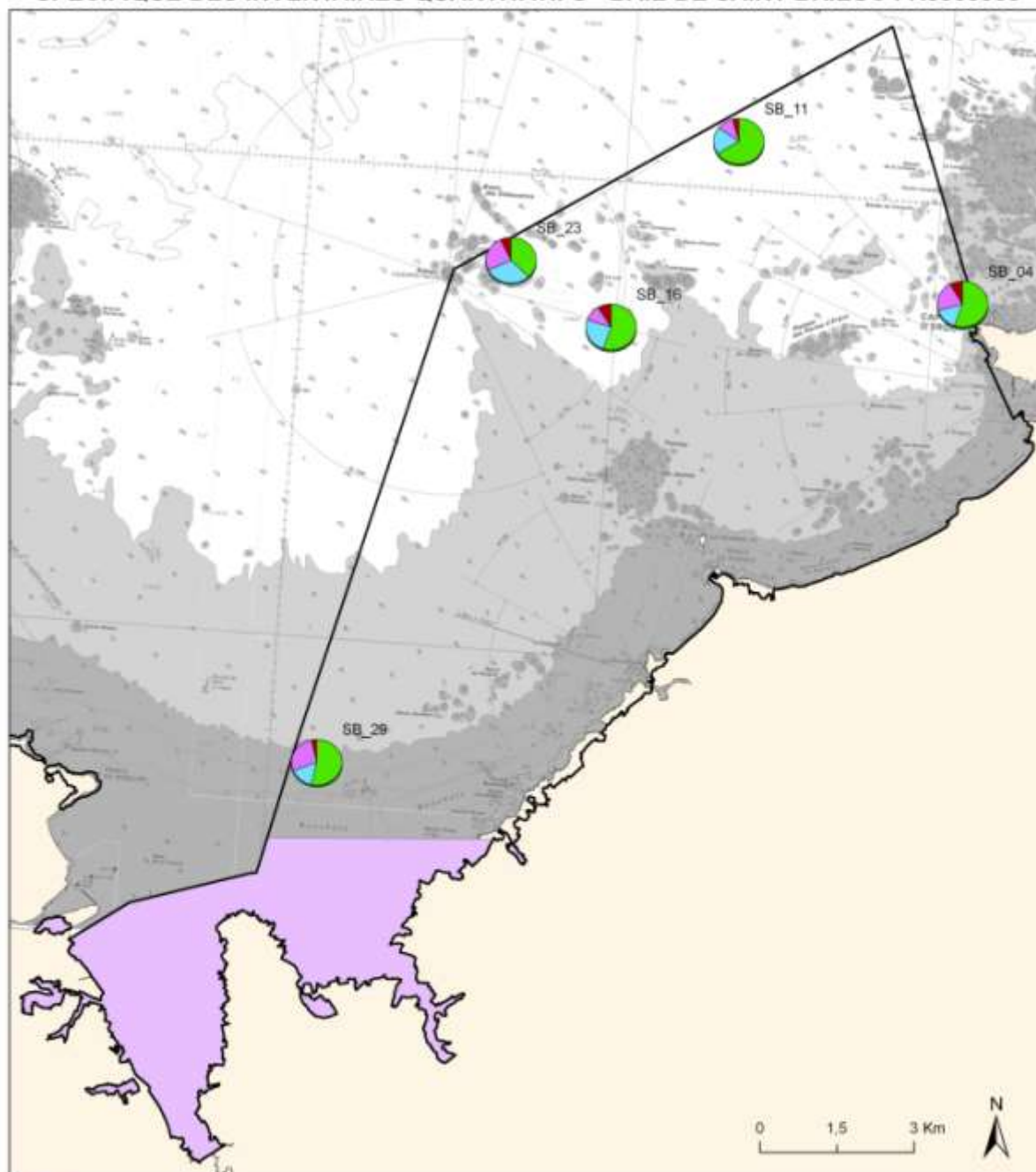
Figure 27 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique.

**PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS GROUPES ZOOLOGIQUES EN TERME D'ABONDANCES  
DES INVENTAIRES QUANTITATIFS - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



**Carte 15 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.**

**PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS GROUPES ZOOLOGIQUES EN TERME DE RICHESSE SPÉCIFIQUE DES INVENTAIRES QUANTITATIFS - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



- Polychètes
- Crustacés
- Mollusques
- Echinodermes
- Autres
- Périmètre "Baie de Saint-Brieuc" FR5300066
- Périmètre REBENT

Sources des données :  
 - SHOM : carte marine 7134, 7587. A utiliser en complément des cartes et ouvrages nautiques  
 - SHOMNAV : 2007 (carte de côte histor. v1, polygon)  
 - DREAL Bretagne  
 - Produit numérique REBENT (thème)  
 Réalisation :  
 TBM - SARL Chauvaud / HOCER marché nature 2008 - Janvier 2012

**Carte 16 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.**

À l'aide de la CAH et de la MDS (figure 28), il est possible d'illustrer l'hétérogénéité entre les stations. L'indice de stress de la MDS indique une bonne qualité de l'ordination des sites (*i.e.* 0,08). Ces analyses ont été réalisées en considérant la totalité des espèces échantillonnées et les densités ont subi une transformation  $\log(x+1)$ , permettant de pondérer les fortes densités de certaines espèces.

*Tableau 9 : Tableau des contributions moyennes des espèces au sein de chaque assemblage faunistique, ordonnées par ordre décroissant de leur contribution relative (Contribution %) à la dissimilarité totale. Les abondances moyennes aux données brutes en m<sup>2</sup>. Les espèces les plus discriminantes au sein de chaque assemblage (indiquées en gras) sont celles qui ont le ratio similitude/SD (écart-type) le plus élevé (Procédure SIMPER du Logiciel PRIMER).*

Assemblage	Espèces	Abondance moyenne	Similitude moyenne	Similitude/SD	Contribution %
Assemblage 1	<b><i>Spisula elliptica</i></b>	<b>23,67</b>	<b>29,22</b>	<b>6,44</b>	<b>49,73</b>
	<b><i>Angulus fabula</i></b>	<b>6,67</b>	<b>10,56</b>	<b>5,84</b>	<b>17,98</b>
	<i>Chaetozone gibber</i>	4,67	7,03	2,32	11,97
	<i>Nucula nitidosa</i>	4,67	4,22	1,07	7,17
	<i>Sigalion mathildae</i>	2,67	2,11	0,58	3,58
Assemblage 2.1	<b><i>Crepidula fornicata</i></b>	<b>201,00</b>	<b>40,37</b>	<b>26,75</b>	<b>52,90</b>
	<i>Pomatoceros triqueter</i>	139,67	25,50	5,24	33,43
	<i>Notomastus latericeus</i>	23,67	3,12	1,08	4,09
Assemblage 2.2	<i>Balanus crenatus</i>	39,00	4,74	0,76	24,95
	<i>Bathyporeia elegans.</i>	10,11	1,87	0,45	9,82
	<i>Notomastus latericeus</i>	2,22	1,64	0,66	8,65
	<b><i>Pista cristata</i></b>	<b>1,67</b>	<b>1,48</b>	<b>0,89</b>	<b>7,78</b>
	<b><i>Nephtys cirrosa</i></b>	<b>1,44</b>	<b>1,21</b>	<b>0,98</b>	<b>6,39</b>
	<i>Glycymeris glycymeris</i>	1,78	0,96	0,61	5,05

Ces analyses séparent tout d'abord la station de sables fins de la zone infralittorale (Station SB29) de celles des sédiments du circalittoral côtier (Assemblage 2). Une description des espèces caractéristiques de chacun de ces assemblages est fournie dans le tableau 8 alors que leur distribution spatiale est représentée sur la figure 28. Le tableau 9 est obtenu grâce à la procédure SIMPER du logiciel PRIMER.

Dans l'assemblage 1 les espèces dominantes et discriminantes sont les mollusques *Spisula elliptica* et *Angulus fabula* et le polychète *Chaetozone gibber* (Figure 29). L'assemblage 2 peut être subdivisé en deux sous-assemblages 2.1 et 2.2. L'assemblage 2.1 est caractérisé par des densités élevées pour le mollusque gastéropode *Crepidula fornicata* (Figure 30). Cette espèce est également la plus discriminante. A l'inverse, les espèces dominantes et

discriminantes de l'assemblage **2.2** sont les polychètes *Pista cristata* et *Nephtys cirrosa*. On peut noter la présence du crustacé amphipode *Bathyporeia elegans* (Figure 31).

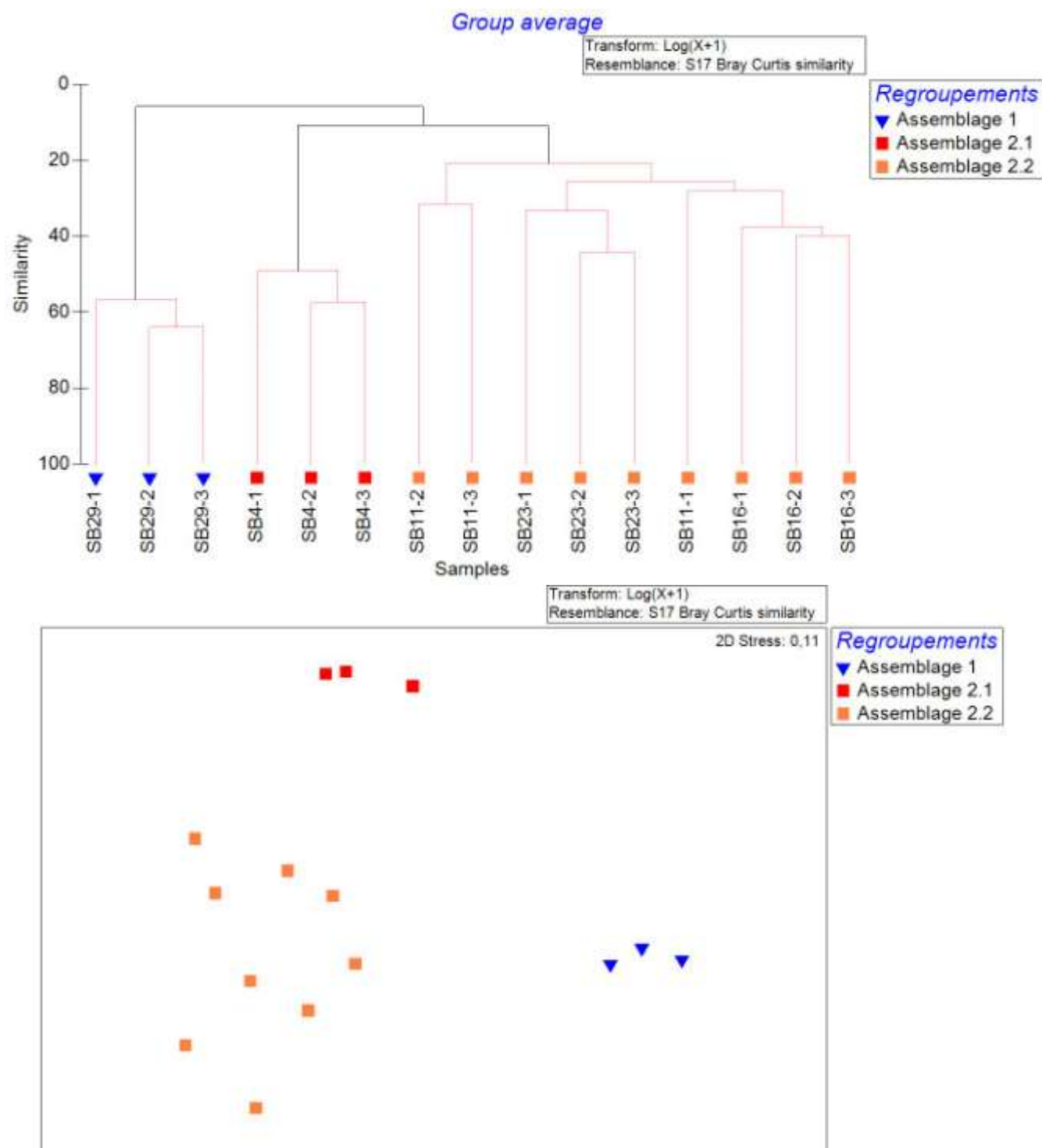


Figure 28 : CAH et MDS sur les abondances obtenues sur les réplicats des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.





*Figure 29: Espèces dominantes et discriminantes de l'assemblage 1 : le polychète *Chaetozone gibber*, les mollusques bivalves *Spisula elliptica* et *Tellina fabula* (Clichés TBM).*





Figure 30 : Espèce caractéristique de l'assemblage 2.1 : le mollusque bivalve *Crepidula fornicata* (Clichés TBM).



Figure 31 : Les polychètes *Pista cristata* et *Nephtys cirrosa* et le crustacé amphipode *Bathyporeia elegans*, espèces dominantes et discriminantes dans l'assemblage 2.2 (Clichés TBM).

#### 4.2.4.2 I2EC et AMBI

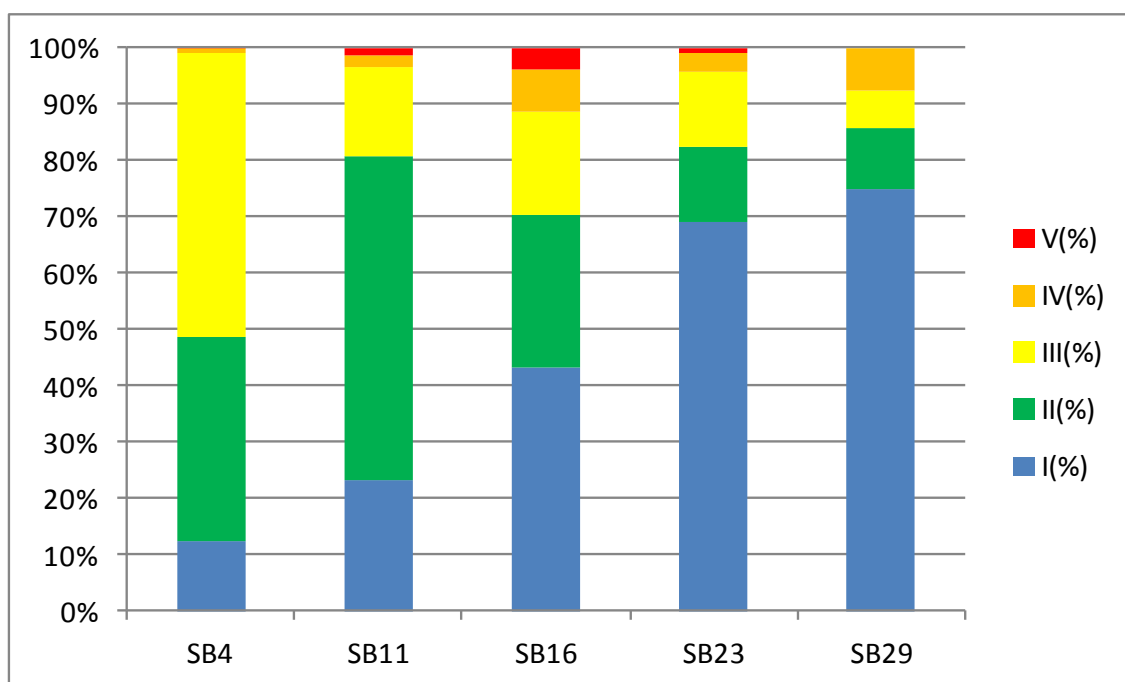


Figure 32 : Groupes écologiques

La figure 32 et la carte 17 détaillent les pourcentages des groupes écologiques représentés. L'Indice d'Evaluation de l'Endofaune Côtière (I2EC) de chaque station est ensuite calculé à partir de la liste des espèces, de l'abondance, de la richesse spécifique et de la diversité (Tableau 10).

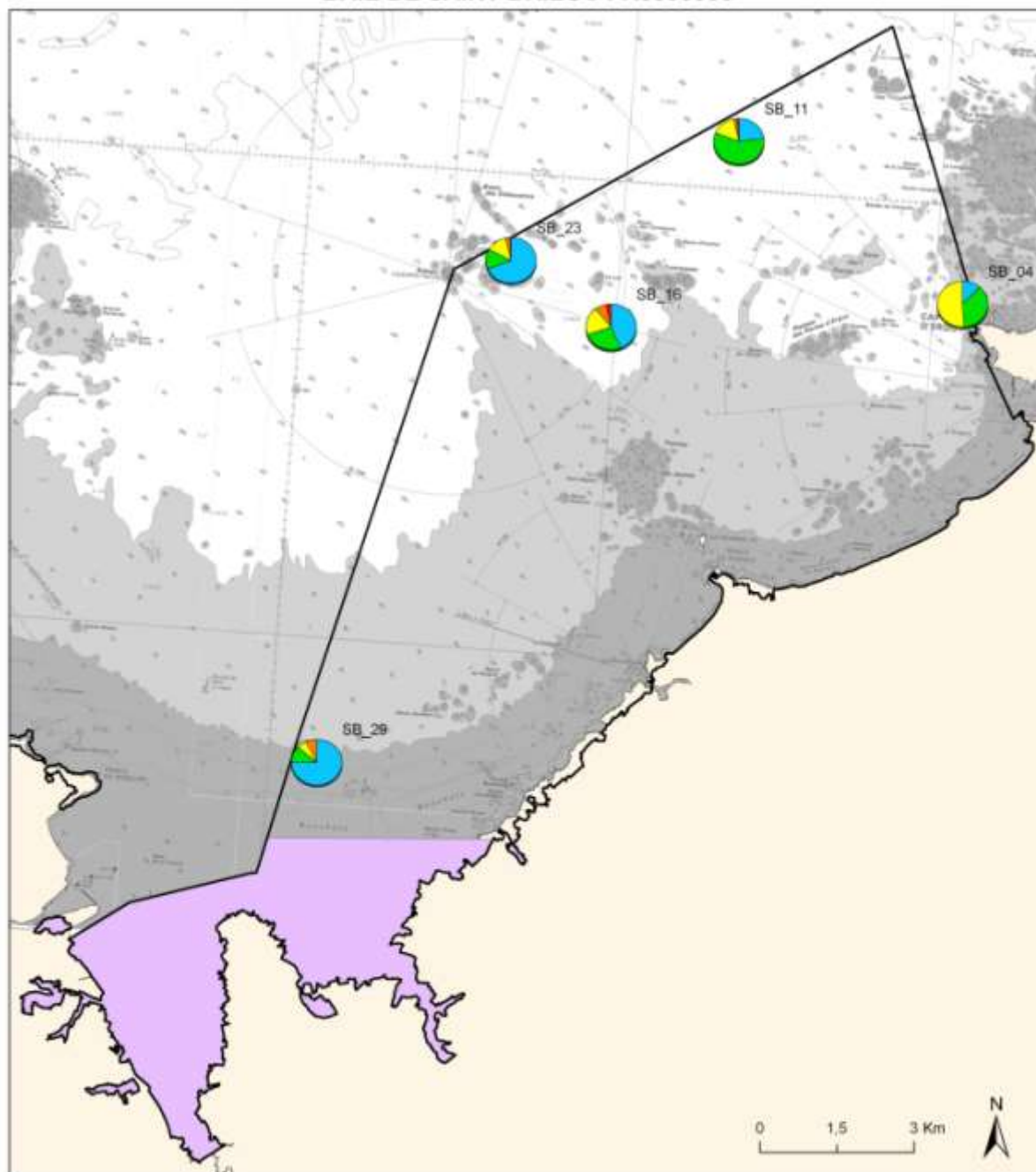
Les stations SB4 et SB11 sont dominées par des espèces des groupes écologiques II et III alors que les autres stations le sont par des espèces du groupe écologique I. Dans toutes les stations, on peut remarquer la présence d'espèces du groupe écologique IV, en particulier le polychète *Chaetozone gibber*. Enfin, la présence d'espèces du groupe écologique V, comme le polychète *Capitella capitata*, est observée dans les stations SB11, SB16 et SB23. L'I2EC pour les stations est de 2 pour les stations SB4 et SB11, indiquant un milieu enrichi. Les indices sont à 0 pour les autres stations indiquant un milieu non perturbé.

Les résultats pour l'AMBI sont présentés dans le tableau 10. Les valeurs sont comprises entre 0,7 et 2,1. Ceci corrobore les résultats obtenus avec l'I2EC et illustre aussi la présence d'un léger enrichissement du milieu pour deux stations et d'un milieu non perturbé pour les autres.

*Tableau 10 : I2EC et AMBI*

<b>Stations</b>	<b>SB4</b>	<b>SB11</b>	<b>SB16</b>	<b>SB23</b>	<b>SB29</b>
I2EC	2	2	0	0	0
AMBI	2,1	1,6	1,4	0,8	0,7

# GROUPES ÉCOLOGIQUES DES INVENTAIRES QUANTITATIFS BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066



- Groupe écologique I
- Groupe écologique II
- Groupe écologique III
- Groupe écologique IV
- Groupe écologique V
- Périmètre "Baie de Saint-Brieuc" FR5300066
- Périmètre REBENT

Sources des données  
 - SHOM : carte marine 7134, 7587. À utiliser en complément des cartes et ouvrages nautiques  
 - SHOMNAV, 2007 (carte de côte histor. v1, polygon)  
 - DREAL Bretagne  
 - Produit numérique REBENT (thème)  
 Réalisation:  
 TBM - SARL Chauvaud / HOCER marché nature 2008 - Janvier 2012

Carte 17 : Groupes écologiques des prélèvements à la benne Smith Mc-Intyre.

#### 4.2.5 HABITATS INVENTORIÉS ET ESPÈCES

Pour définir nos habitats, nous nous sommes appuyé sur plusieurs critères comme les analyses granulométriques et biologiques mais également sur les photographies réalisées lors des prélèvements. Enfin des recherches d'espèces « indicatrices » soit d'un peuplement soit d'un étage (infralittoral et circalittoral) ont également été entreprises. Cette dernière analyse est plus subjective que les analyses granulométriques et statistiques.

Enfin, pour la typologie nous avons essayé de faire des correspondances quand cela est possible entre les différentes typologies utilisées actuellement.

##### 4.2.5.1 Habitats inventoriés

Les résultats des analyses morpho-sédimentaires et biologiques ont permis de caractériser huit entités de substrats meubles dont deux intertidales. Les habitats intertidaux proviennent de travaux antérieurs mais on était inclus ici pour faire une synthèse sur le site d'étude. Le tableau 11 synthétise les noms et correspondances des différents habitats meubles intertidaux et subtidaux. Les habitats rocheux n'ont pas été inventoriés spécifiquement dans le cadre de ce marché. Des prospections complémentaires à la caméra sous marine seraient nécessaires.

Tableau 11 : Correspondance et intitulé des habitats intertidaux et subtidaux pour les habitats génériques de la directive « Habitats » selon l'interprétation EUR27, pour la nouvelle typologie type EUNIS (Bajjouk et al., 2010) et pour la typologie EUNIS

Habitats génériques EUR27	Habitats élémentaires EUR27	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	EUNIS
	1160 1160-2	Bancs de crépidules	Bancs de crépidules sur sédiment hétérogène		A5.431
	1160 1160-1	Bancs de crépidules	Bancs de crépidules sur vases		Code à créer
	1110 1110-3	Bancs de maerl	Bancs de maerl propre		A5.511
	1140 1140-3	Sables intertidaux	Sables et sables envasés intertidaux	Sables et sables envasés intertidaux à <i>Hediste diversicolor</i> , <i>Macoma balthica</i> et <i>Eteone longa</i>	A2.243
	1140 1140-3	Sables intertidaux	Sables et sables envasés intertidaux	Sables et sables envasés intertidaux à Polychètes et à <i>Angulus tenuis</i>	A2.231
	1110 1110-1	Sables fins à moyens sublittoraux	Sables fins propres ou légèrement envasés sublittoraux marins	Sables fins propres ou légèrement envasés infralittoraux à <i>Fabulina fabula</i> et <i>Magelona</i> spp.	A5.242
Non mentionné	Non mentionné	Sables fins à moyens sublittoraux	Sables fins propres ou légèrement envasés sublittoraux marins	Sables fins propres ou légèrement envasés circalittoraux côtiers	A5.26
	1110 1110-3	Sables grossiers et graviers sublittoraux	Sables grossiers et graviers sublittoraux marins	Sables grossiers et graviers sublittoraux marins du circalittoral côtier	A5.13

Une présentation des différents habitats subtidaux va être faite maintenant.

1) Sables fins propres ou légèrement envasés infralittoraux à *Angulus fabula* et *Magelona* spp.

Ces sables envasés infralittoraux contiennent entre 5 et 20 % de vase. Cet habitat est généralement rencontré entre 10 et 20 mètres de profondeur. Les communautés contiennent une variété d'espèces de polychètes, (*Magelona mirabilis* (Figure 33), *Spiophanes bombyx* et *Chaetozone setosa*), de bivalves (*Angulus fabula* (Figure 33) et *Chamelea striatula*) et de l'oursin *Echinocardium cordatum*.

**Le code Natura 2000 Eur 27 pour ce type de peuplement est 1110-1 Sable fin propre et légèrement envasé et l'intitulé pour la nouvelle typologie est au niveau 3 : Sables fins propres ou légèrement envasés infralittoraux à *Angulus fabula* et *Magelona* spp. En fin, le code EUNIS est A5.24\_2 Sable fin envasé infralittoral à *Magelona mirabilis* et *Angulus fabula*.**



*Figure 33: Angulus fabula et Magelona mirabilis*

2) Sables fins propres ou légèrement envasés circalittoraux côtiers

Ces sables envasés circalittoraux sont à rapprocher de l'habitat précédent mais les espèces infralittorales disparaissent progressivement en fonction de la profondeur. Cet habitat contient entre 5 et 10 % de vase. Cet habitat est généralement rencontré entre 15 et 25 mètres de profondeur. Les communautés contiennent une variété d'espèces de polychètes, de bivalves et en particulier *Corbula gibba*, *Abra alba* et *Nucula nitidosa*.



Des polychètes comme *Hyalinoecia bilineata* et *Pectinaria koreni* ou encore d'autres bivalves comme *Phaxas pellucidus*, complètent par exemple le cortège d'espèce inventoriées dans ce type d'habitat. Certaines espèces sont illustrées à la figure 34.



Figure 34 : *Abra alba*, *Nucula nitidosa*, *Phaxas pellucidus*, *Corbula gibba*, *Pectinaria koreni* et *Hyalinoecia bilineata*

Le code Natura 2000 Eur 27 pour ce type de peuplement est non mentionné et l'intitulé pour la nouvelle typologie est au niveau 3 : Sables fins propres ou légèrement envasés circalittoraux côtiers. Enfin, le code EUNIS est A5.26-1 Sables vaseux ou sables hétérogènes circalittoraux à *Abra alba* et *Nucula nitidosa*.

Dans les dragues Rallier du Baty, l'espèce qui caractérise le mieux cet habitat est le mollusque bivalve *Corbula gibba*. En fait, par rapport à la communauté à *Abra alba* se serait un faciès. Le code EUNIS le plus approprié serait A5.26-1 Sables vaseux ou sables hétérogènes circalittoraux à *Corbula gibba*. Des échantillonnages à la benne Smith McIntyre permettrait de préciser cet habitat.



### 3) Sables grossiers et graviers sublittoraux marins du circalittoral côtier

Ce type d'habitat est également largement répandu sur le site d'étude et est couramment rencontré le long de côtes exposées (Figure 36). Il est composé de sables moyens à grossiers et de sables graveleux et se rencontre à des profondeurs de 15 à 25 mètres. La faune qui caractérise cet habitat est composée d'espèces sabulicoles et gravicoles tolérantes (Figure 35) telles que des polychètes (*Glycera lapidum*, *Syllis cornuta*, *Notomastus latericeus*) et de bivalves (*Glycymeris glycymeris*, *Nucula hanleyi*). Aucun individu de l'espèce de céphalochordé *Branchiostoma lanceolatum* n'a été inventorié. De plus, des espèces plus inféodées aux sables moyens mobiles sont également observées telles que la polychète *Nephtys cirrosa* ou l'amphipode *Bathyporeia elegans* (Figure 35). Ces différents cortèges sont liés à l'hétérogénéité sédimentaire et à la proportion variable en sable moyen et sable grossier.

**Le code Natura 2000 Eur 27 pour ce type de peuplement est 1110-3 et l'intitulé pour la nouvelle typologie est au niveau 3 : Sables grossiers et graviers sublittoraux marins du circalittoral côtier. Enfin, le code EUNIS est A5.13 Sédiments grossiers circalittoraux.**



Figure 35: *Glycymeris glycymeris*, *Glycera lapidum*, *Syllis cornuta*, *Nephtys cirrosa* et *Bathyporeia elegans*



Figure 36: Dunes de Sables grossiers graveleux circalittoraux (Cliché TBM-LEMAR 2011)

#### 4) Bancs de maërl propre

Le type de peuplement est à rapprocher du précédent mais la diversité et l'abondance y est légèrement plus importante. Des espèces indicatrices de la présence de maerl vivant sont échantillonnées telles que *Polititapes virgineus*. La proportion de maerl vivant n'est jamais très importante et est comprise entre 2 et 10%. L'importance de la couche de maerl est également variable. Cet habitat est observé en mosaïque avec l'habitat Banc de crépidules sur sédiment hétérogène (Figure 37).

**Le code Natura 2000 Eur 27 pour ce type de peuplement est 1110-3 Sable grossier et gravier, bancs de maerl et l'intitulé pour la nouvelle typologie est au niveau 3 : Bancs de maerl propre. Enfin, le code EUNIS est A5.511 Banc de maerl sur gravier propre et sable grossier.**



Figure 37: Bancs de maerl colonisé par la crépidule

## 5) Bancs de crépidules

Deux habitats différents ont été observés en fonction du type sédimentaire associé à la présence du gastéropode *Crepidula fornicata*. Le premier est associé à des sédiments hétérogènes et le second à des vases (Figure 38). 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 va coloniser une grande diversité d'habitat comme les bancs de maërl ou les sédiments moyens à grossiers. Par exemple, la station SB30 était vraisemblablement à l'origine un banc de maërl car une proportion importante de maërl mort y a été observée.

Néanmoins, la colonisation des fonds par la crépidule diversifie et enrichit localement la macrofaune en créant une hétérogénéité sédimentaire (élément grossier et élément fin). Cette particularité va entraîner jusqu'à un certain seuil une diversification des niches écologiques. La présence d'espèces de l'épifaune sessile et de l'épifaune vagile est par exemple observée en grand nombre sur ces fonds. La richesse spécifique peut localement être accentuée.

**Les codes Natura 2000 Eur 27 pour ces deux habitats sont 1160-1 et 1160-2 et l'intitulé pour la nouvelle typologie est au niveau 3 : Banc de crépidules sur vase et Banc de crépidules sur sédiments hétérogènes. Enfin, le code EUNIS est à créer pour le premier et A5.431 *Crepidula fornicata* avec ascidies et anémones sur des sédiments hétérogènes infralittoraux. Il est important de noter que les habitats « vaseux » sont très rares en Manche et par conséquent c'est l'installation de la crépidule qui a conduit à cet envasement et à l'apparition de cet habitat particulier.**



Figure 38: Banc de crépidules sur vase

#### 4.2.5.2 Analyses multivariées et paramètres structuraux pour les habitats meubles

Dans le but de voir si l'attribution des habitats et en cohérence avec nos prélèvements biologiques nous avons réalisé un CAH et une MDS avec les données transformées ( $\log(x+1)$ ) obtenues à la drague Rallier du Baty mais en y incorporant la notion d'habitat. La figure 39 illustre les résultats obtenus.

A part une station de maerl qui se détache de toutes les autres stations, il y a une opposition entre les habitats fortement colonisés par les crépidules de ceux qui le sont légèrement ou pas du tout. Dans le groupe « sans crépidules », les sédiments moyens à grossiers et les sables fins envasés à *Corbula gibba* sont bien individualisés. Une station de maerl se rapproche des sédiments grossiers : ceci est dû à une couche de maerl moins importante. Il faut aussi remarquer que l'habitat des sables fins envasés à *Angulus fabula* qui est en continuité des sables fins envasés à *Corbula gibba* en est très proche ; seule la présence d'espèce typiquement infralittorale permet de bien les différencier comme *Angulus fabula*, *Angulus tenuis*, ou *Diogenes pugilator*.

Enfin, les crépidules vont créer des habitats particuliers et coloniser des habitats très différents. En effet, la colonisation de cette espèce concerne bien tous les habitats présents dans le site Natura 2000 : maerl, sables grossiers et sables fins.

Le tableau 12 récapitule différents paramètres synthétiques. Les fonds à crépidules ont des valeurs d'abondances plus élevées et une richesse spécifique supérieure. La présence de crépidules sur les fonds de sables grossiers et de maerl augmente également la richesse spécifique ainsi que l'abondance.

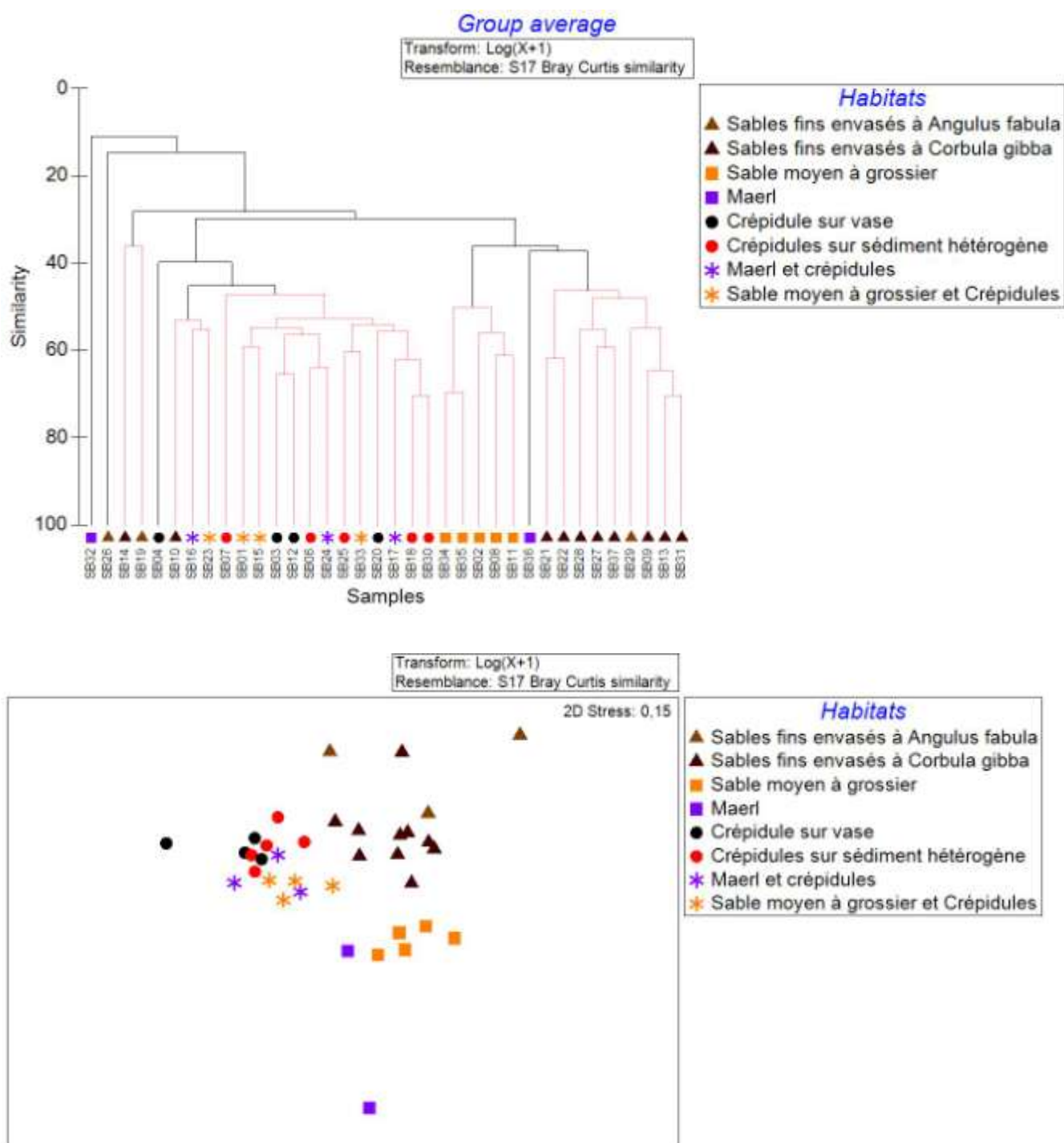


Figure 39 : Dendrogramme et MDS sur la matrice faune des dragues rallier en présence/absence

Tableau 12 : Richesse spécifique totale et moyenne, Abondance moyenne obtenues avec la drague Rallier du Baty en fonction des différents habitats observés.

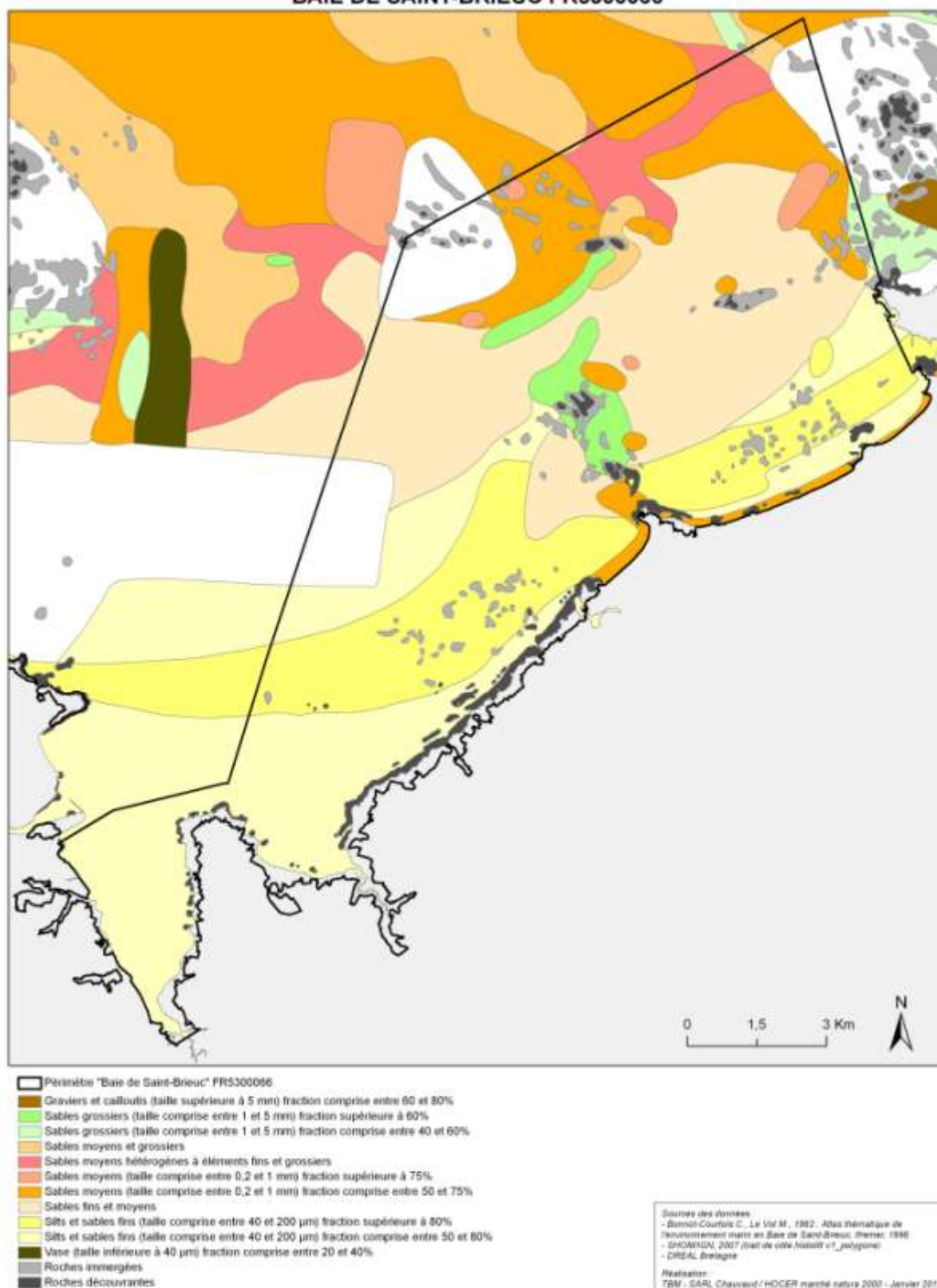
Habitats	Sables fins envasés à <i>Angulus fabula</i>	Sables fins envasés à <i>Corbula gibba</i>	Maerl	Maerl avec crépidules	Sables grossiers	Sables grossiers avec Crépidules	Crépidules sur hétérogène	Crépidules sur vase
	2	10	2	3	5	4	5	4
Nombre de stations								
Richesse spécifique moyenne	13,5	16,3	21,5	31,7	15	31,2	32,4	28,7
Richesse spécifique totale	20	54	36	65	38	72	80	65
Abondance moyenne	45	128,2	48,5	482,3	114,6	1039,7	657,2	2642,5

#### 4.2.5.3 Carte d'habitat

Sur le site Natura 2000 baie de Saint Brieuc Est, la déclinaison des habitats en niveau 2 est toujours possible, mais pour le niveau 3 cela n'est pas toujours le cas. Les cartes 26, 27, 28 et 29 illustre la cartographie des habitats marins inventoriés avec la nouvelle typologie (Bajjouk et al., 2010) et le code EUNIS. Ces différentes cartes indiquent les différentes étapes avant l'obtention de la carte globale. La figure 28 représente les données nouvelles acquises dans ce marché dont la fiabilité est comprise entre 90 et 100%. Pour le reste de la carte globale la fiabilité est plus faible et nous avons utilisé pour cette réalisation d'autres sources. Ces dernières ont été numérisées et compilées (Cartes 18 à 25) concernant par exemple les sédiments superficiels, la répartition des crépidules et les habitats. Ces cartes sont récapitulées en annexe 5. Sur l'ensemble de la zone d'étude, des données cartographiques anciennes étaient disponibles.



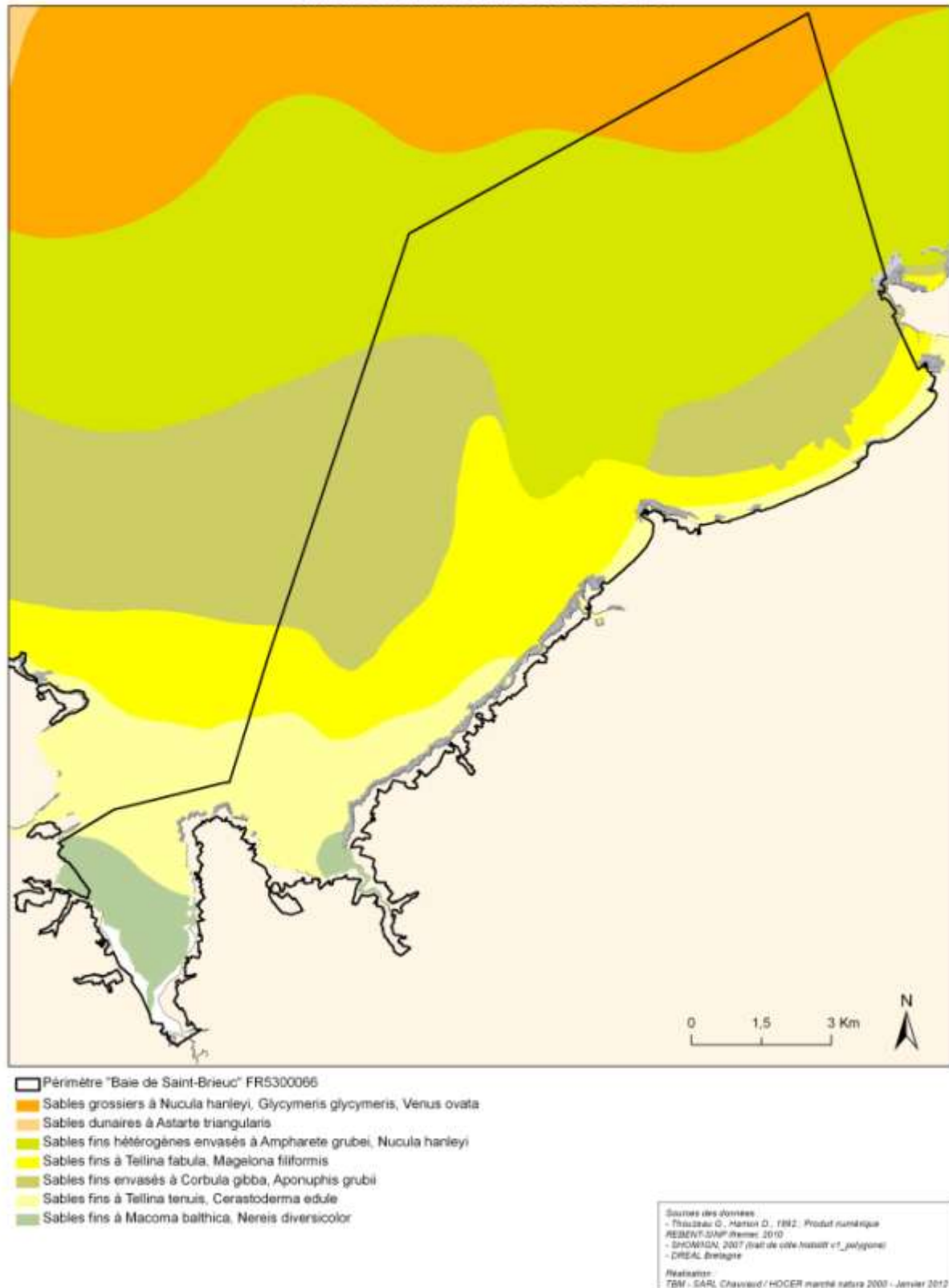
**RÉPARTITION DES SÉDIMENTS SUPERFICIELS - 1962  
BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



**Carte 18 : Répartition des sédiments superficiels du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 1962.**

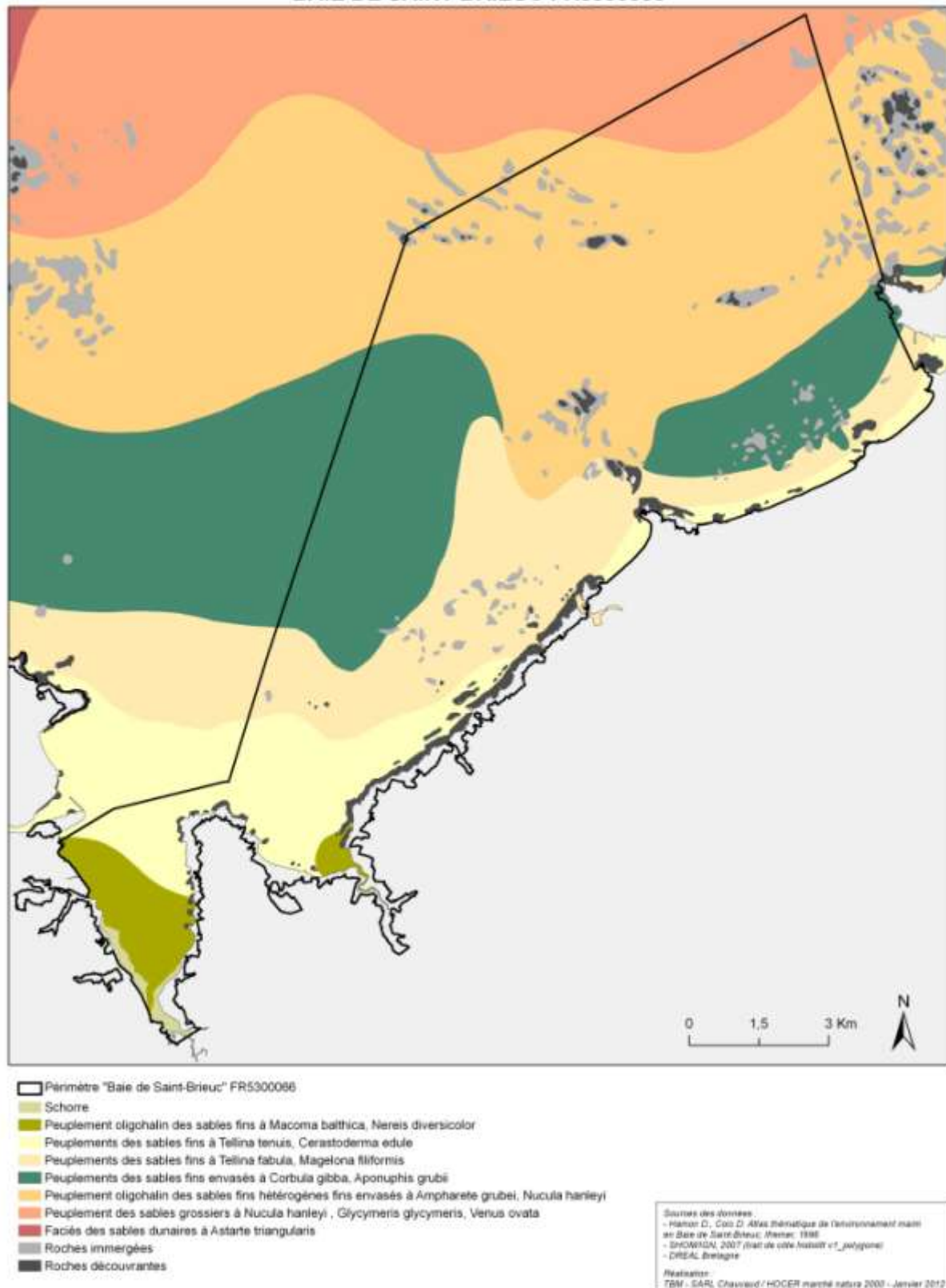


**PEUPLEMENTS BENTHIQUES DES SUBSTRATS MEUBLES - 1992  
BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



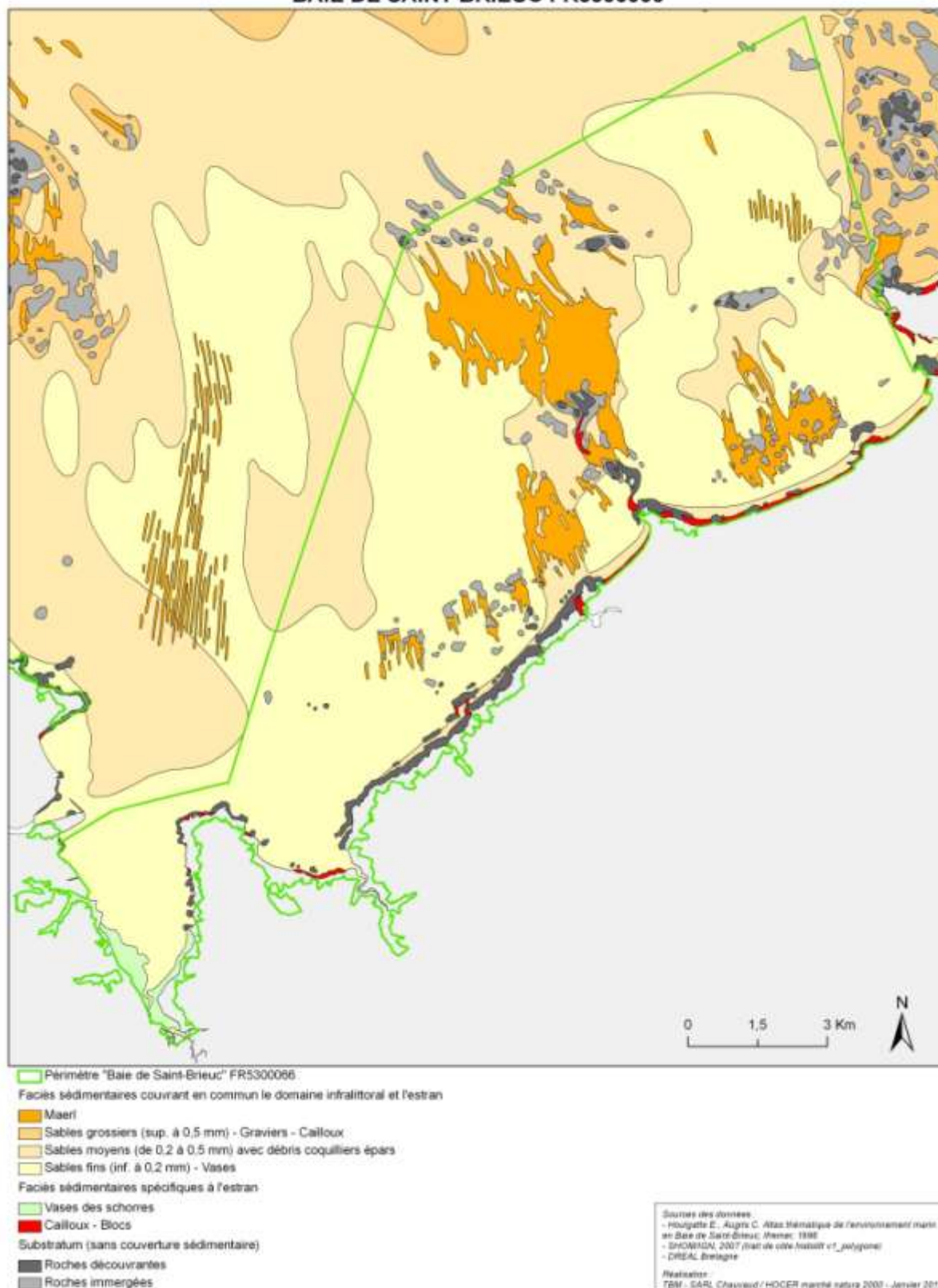
**Carte 19 : Peuplements benthiques des substrats meubles du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 1982**

**PEUPELEMENTS BENTHIQUES DES FONDS MEUBLES - 1996**  
**BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



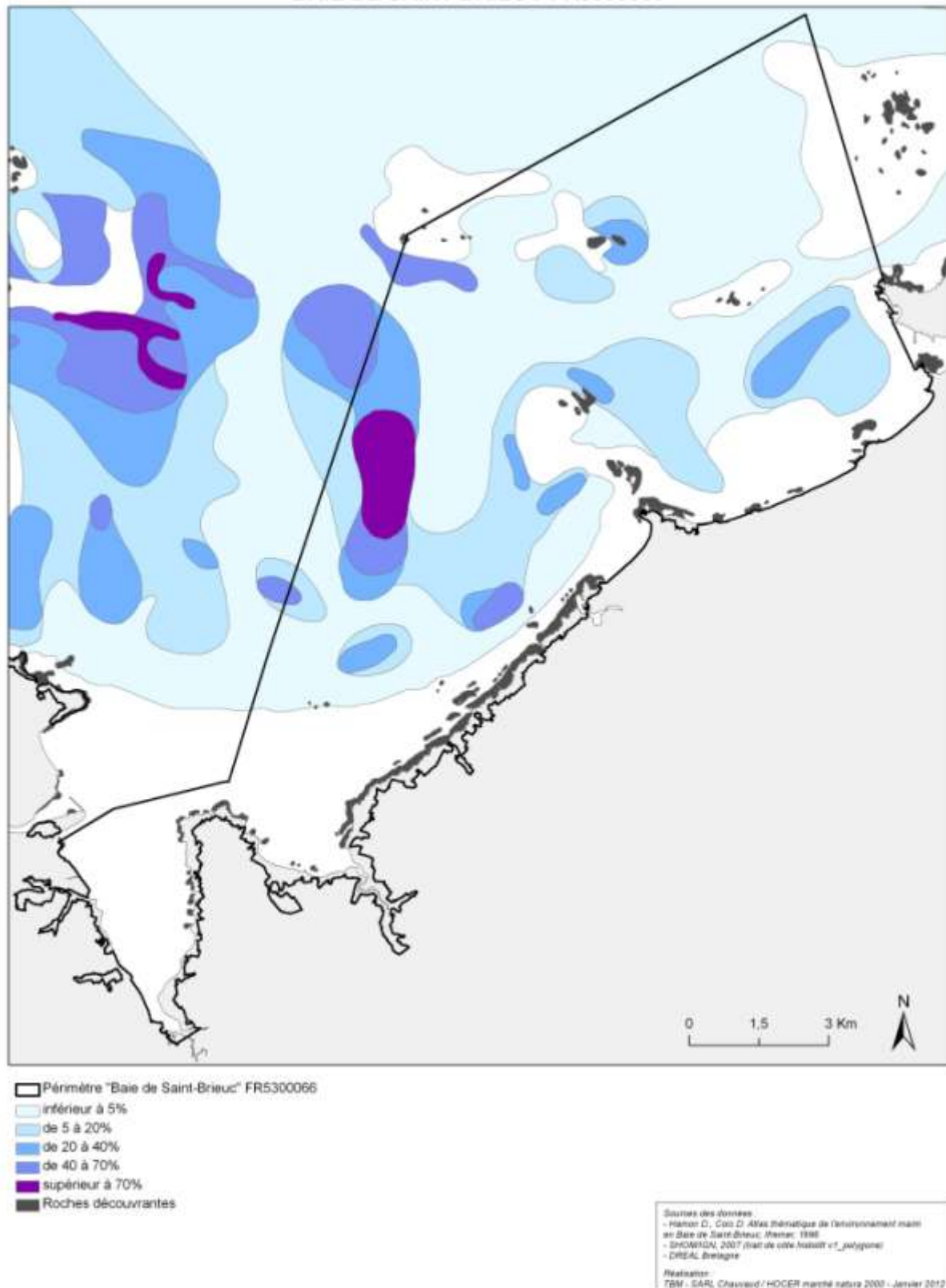
**Carte 20 : Peuplements benthiques des fonds meubles du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 1996**

**NATURE DES FONDS - 1996  
BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



**Carte 21 : Carte de distribution de la nature des fonds du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 1996.**

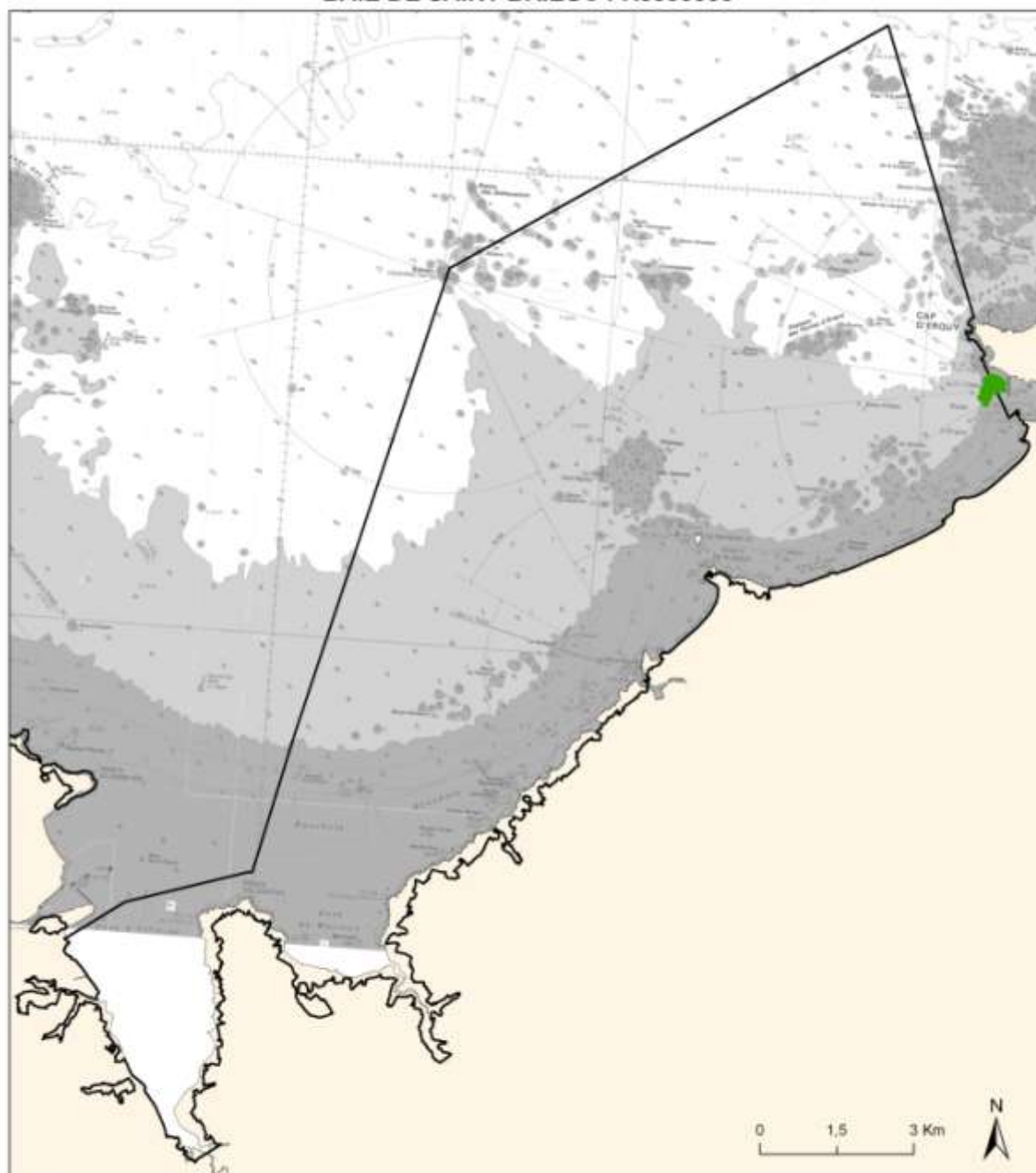
**DISTRIBUTION DE LA CRÉPIDULE (*CREPIDULA FORNICATA*) - 1996**  
**BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



**Carte 22 : Carte de distribution des crépidules sur le secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 1996.**



# **CARTOGRAPHIE DES HERBIERS DE ZOSTÈRES BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**

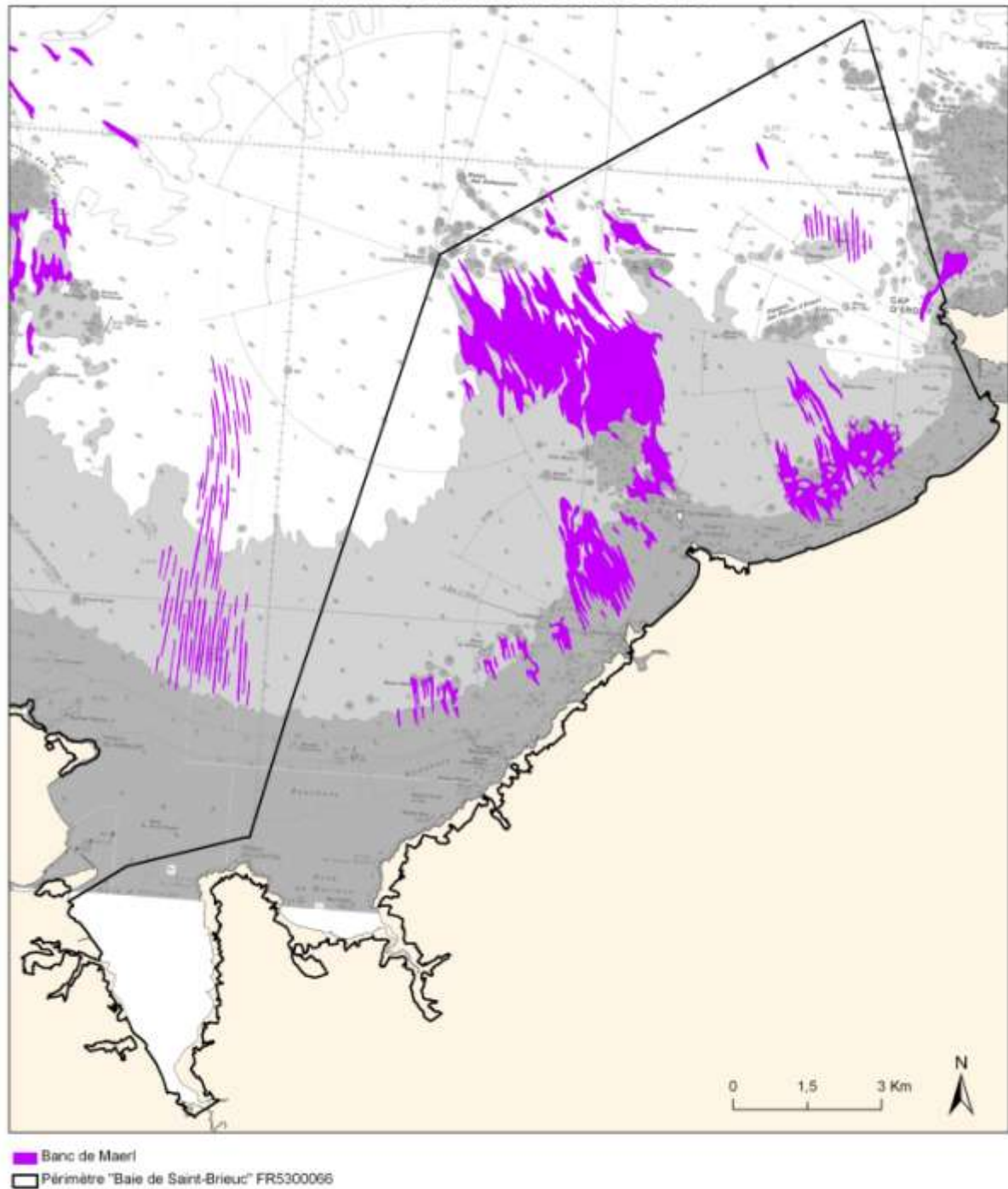


■ Zostères marines - *Zostera marina*  
 Périmètre "Baie de Saint-Brieuc" FR5300066

**Sources des données**  
 - Sources diverses 1997-2007 : Produit numérique REBENT  
 multi-sources (thème-CNRS-CEVA, 2007)  
 - SHOM, carte marine 7124, 1997. A utiliser en complément des  
 cartes et ouvrages nautiques  
 - SPONAN, 2007 (état de côte littoral v1\_polygone)  
 - DREAL Bretagne  
**Realisme**  
 TBM - SARL, Chaixaud / HOCER marché nature 2008 - Janvier 2012

**Carte 23 : Cartographie des herbiers de Zostères du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc.**

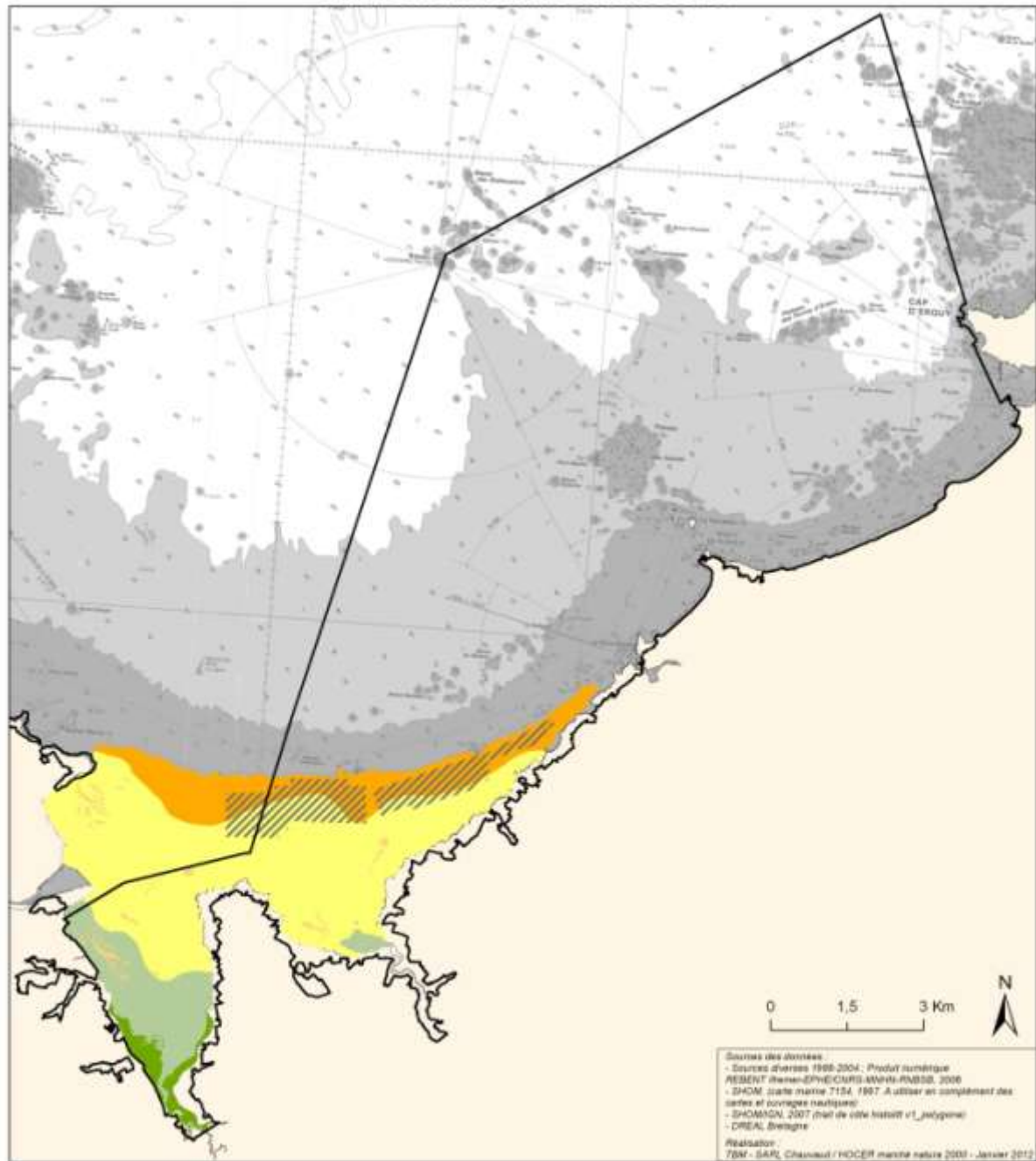
# **CARTOGRAPHIE DES BANCS DE MAERL BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



Source des données :  
- Les bancs de maerl en Bretagne - Actualisation de l'inventaire : sources diverses, 1968 à 2007 - Produit numérique REBENT (Iremer-Université-CNRS, 2007)  
- SHOM, carte marine 7154, 1887. À utiliser en complément des cartes et ouvrages nautiques ;  
- SHOMADN, 2007 (état de côte littoral v1\_polygone)  
- DREAL Bretagne  
Realisme :  
TBM - SARL, Chaixaud / HOCER marché nature 2008 - Janvier 2012

**Carte 24 : Cartographie des bancs de maerl du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc.**

**CARTOGRAPHIE DES HABITATS BENTHIQUES - 2006**  
**BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066**



- Périmètre "Baie de Saint-Brieuc" FR5300066
- A2.5 Marais et prés salés
- A2.55 Zones pionnières du schorre
- A2.24, A2.243 Sables vaseux à *Hediste diversicolor*, *Macoma balthica* et *Eteone longa*
- A2.21, A2.211 Hauts de plage
- A2.2\_FR Bancs de sable à Ophiuridae - Catégorie à créer
- A2.23, A2.231, Sables fins intertidaux à polychètes et à *Angulus tenuis*
- A2.23 x A2.8\_FR8, A2.231 x A2.8\_FR8 Sables fins intertidaux à polychètes et à *Angulus tenuis*
- A5.24 x A2.8\_FR8, A5.242 x A2.8\_FR8, Sable fin envasé compact de l'infralittoral à *Fabulina fabula*, *Magelona mirabilis*, bivalves vénérédés et amphipodes
- A5.24, A5.242 Sables fins envasés compacts de l'infralittoral à *Fabulina fabula*, *Magelona mirabilis*, bivalves vénérédés et amphipodes

**Carte 25 : Cartes des habitats benthiques du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 2006.**



## HABITATS BENTHIQUES - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066

□ Périmètre "Baie de Saint-Brieuc" FR5300066

### Substrats meubles

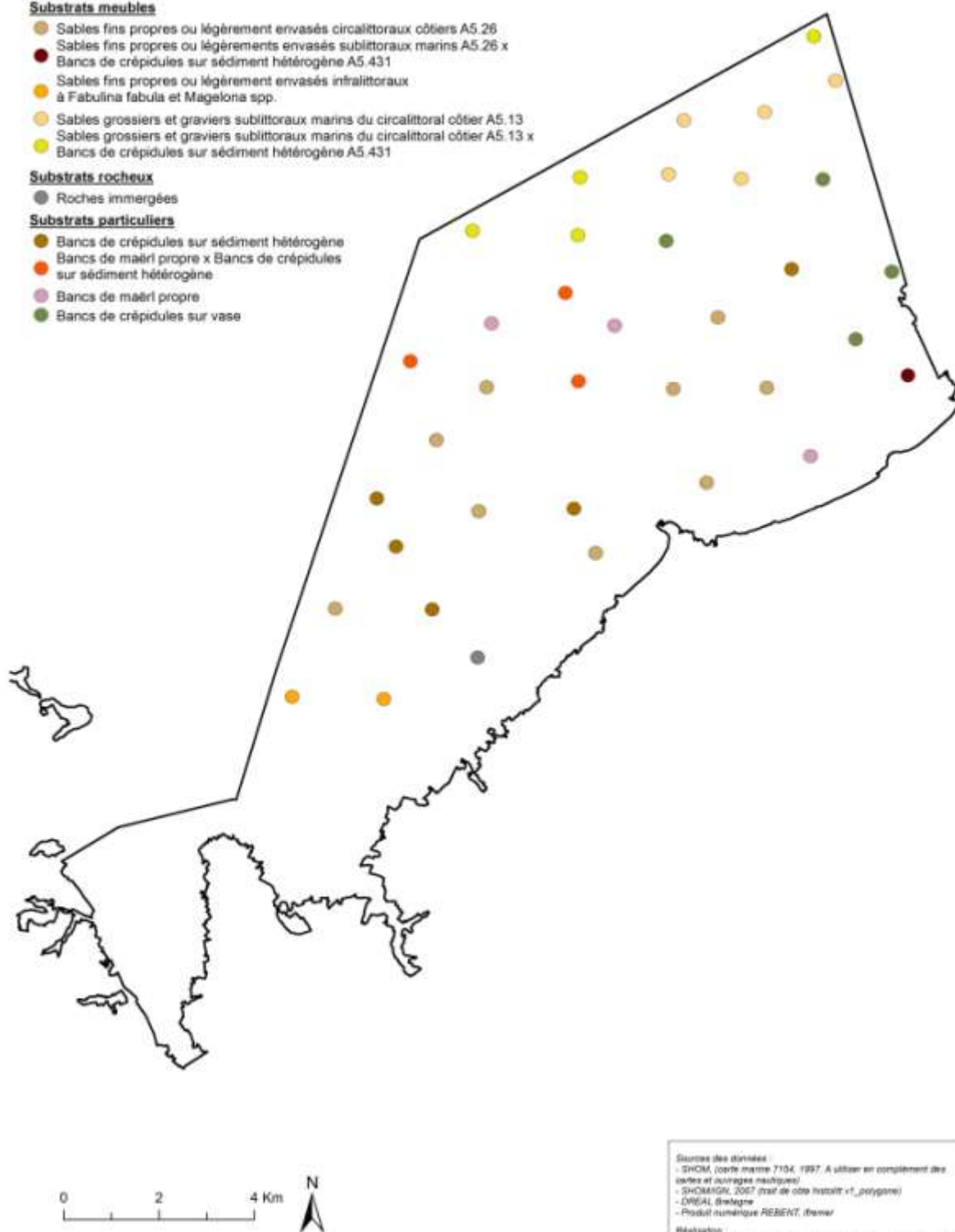
- Sables fins propres ou légèrement envasés circalittoraux côtiers A5.26
- Sables fins propres ou légèrement envasés sublittoraux marins A5.26 x
- Bancs de crépidules sur sédiment hétérogène A5.431
- Sables fins propres ou légèrement envasés infralittoraux à *Fabulina fabula* et *Magelona* spp.
- Sables grossiers et graviers sublittoraux marins du circalittoral côtier A5.13
- Sables grossiers et graviers sublittoraux marins du circalittoral côtier A5.13 x
- Bancs de crépidules sur sédiment hétérogène A5.431

### Substrats rocheux

- Roches immergées

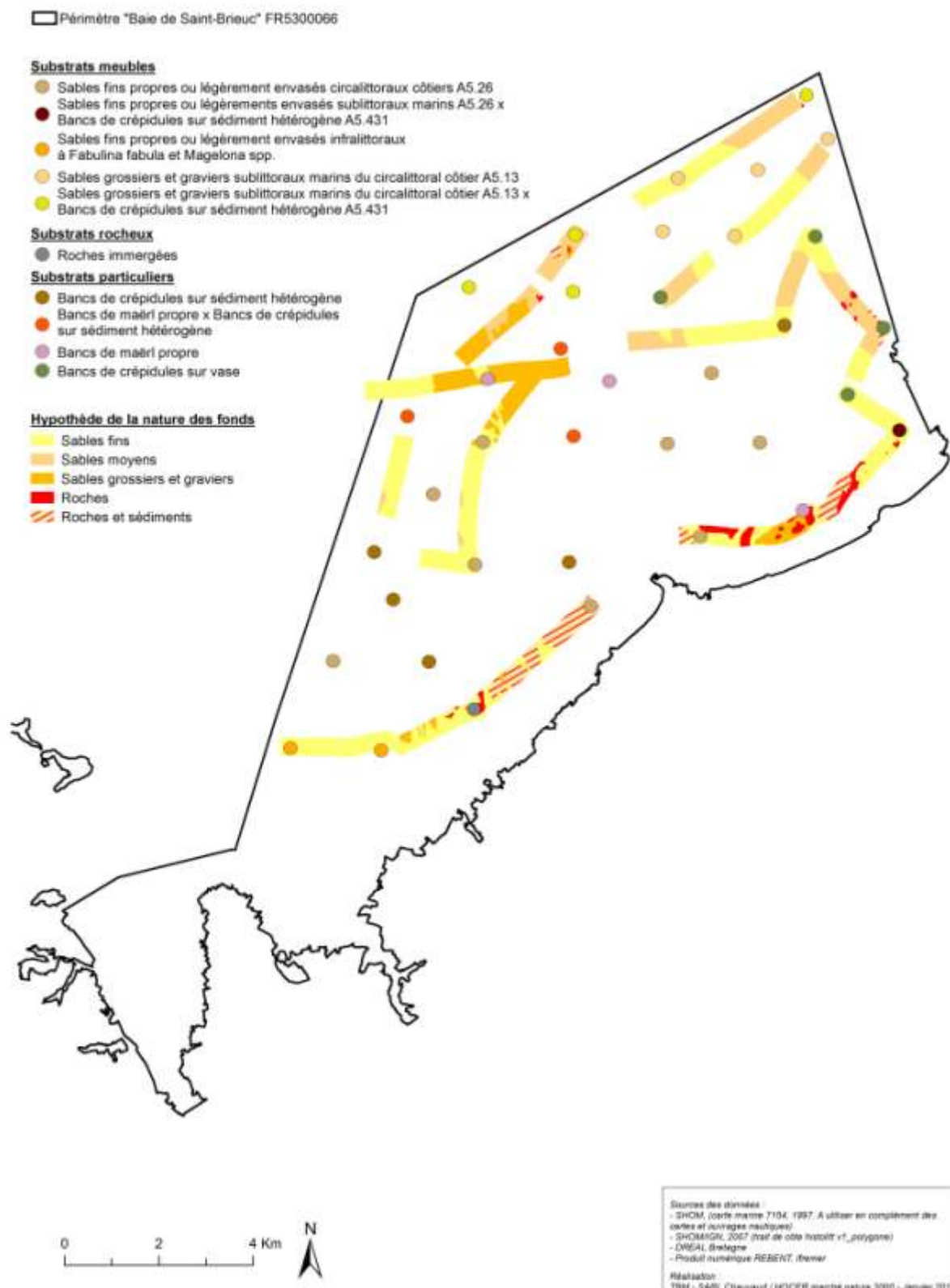
### Substrats particuliers

- Bancs de crépidules sur sédiment hétérogène
- Bancs de maërl propre x Bancs de crépidules sur sédiment hétérogène
- Bancs de maërl propre
- Bancs de crépidules sur vase



Carte 26 : Carte des habitats benthiques des stations du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 2012.

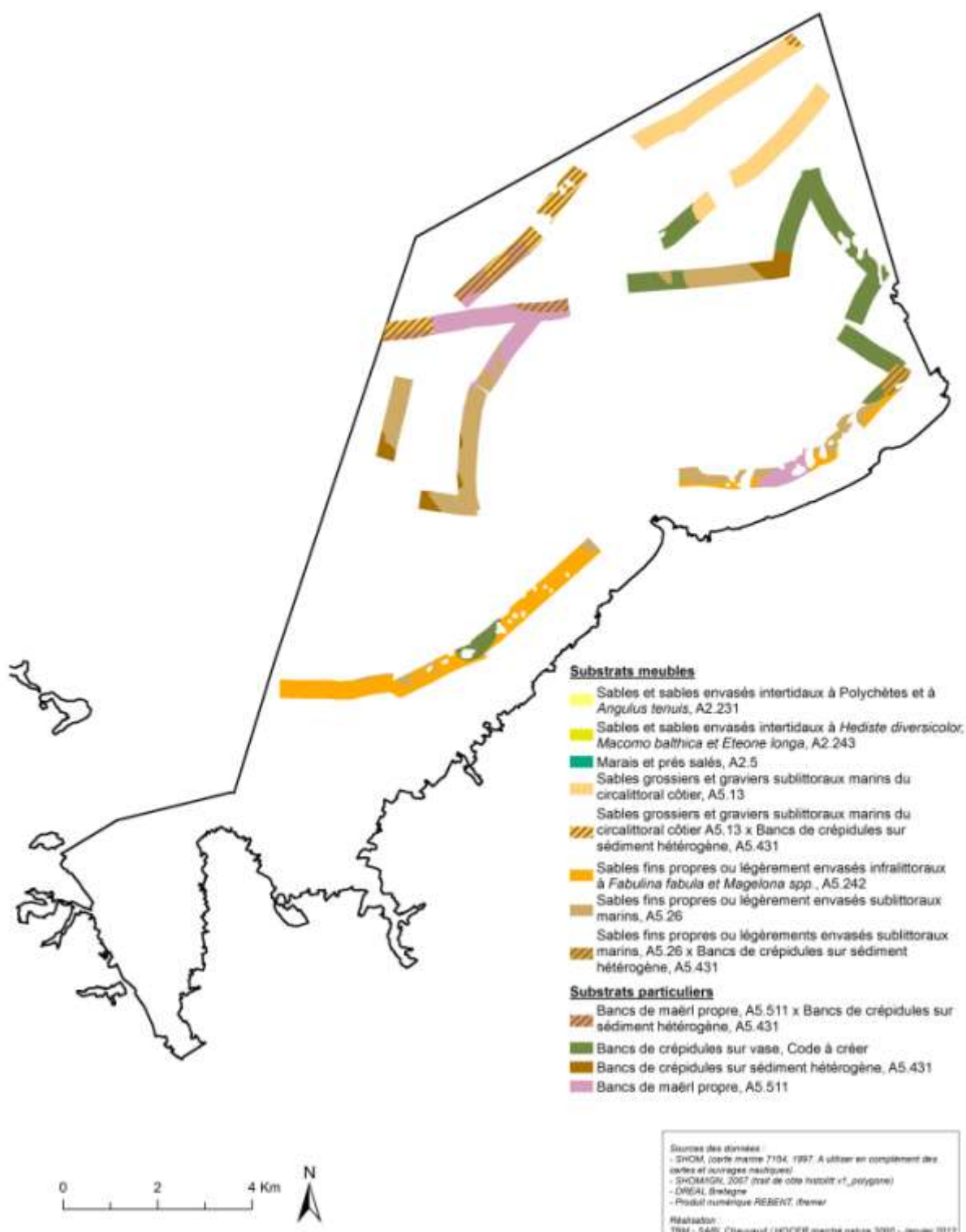
## HABITATS BENTHIQUES - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066



**Carte 27 : Carte des habitats benthiques des stations et nature des fonds du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 2012.**

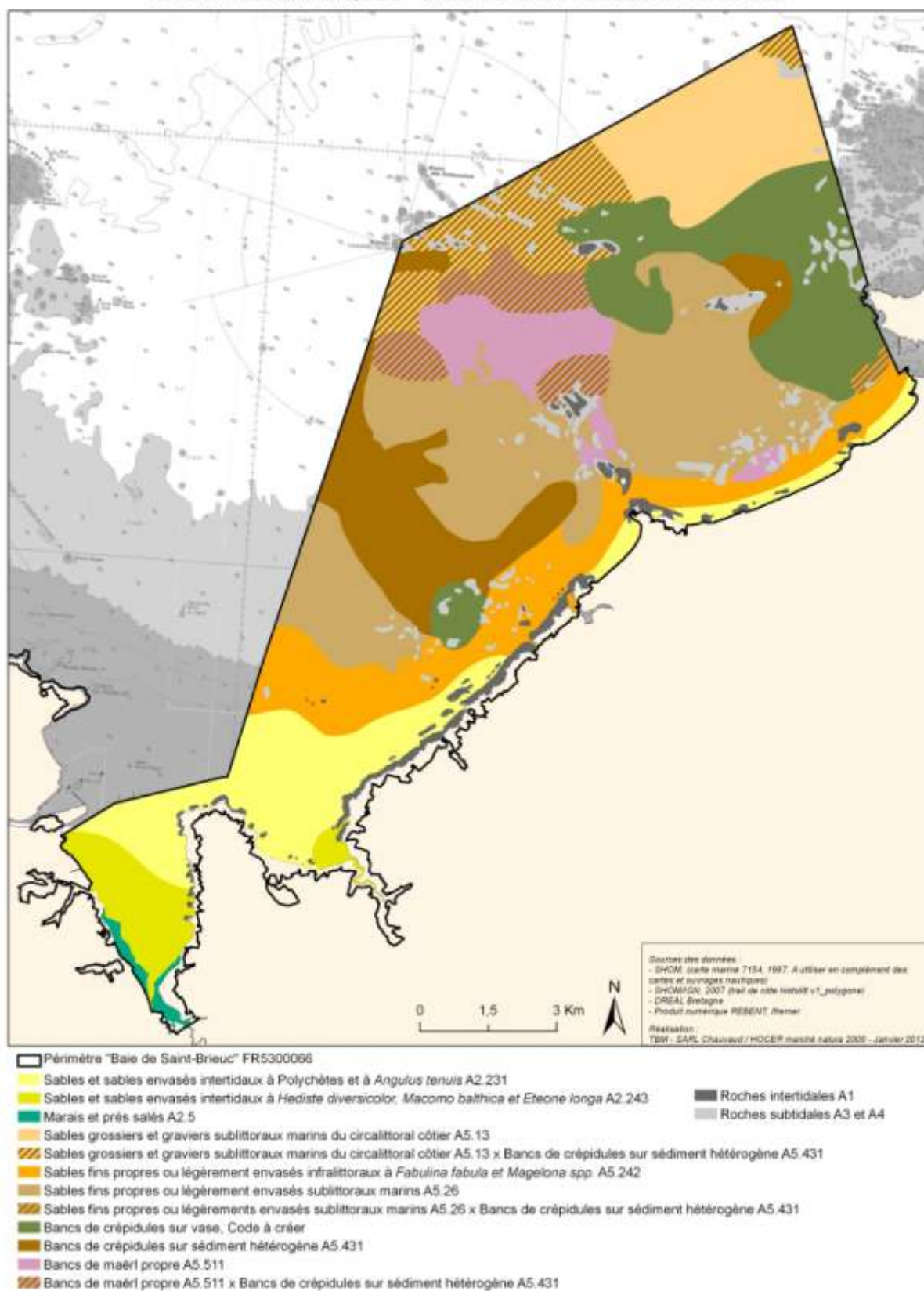
## HABITATS BENTHIQUES - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066

□ Périmètre "Baie de Saint-Brieuc" FR5300066



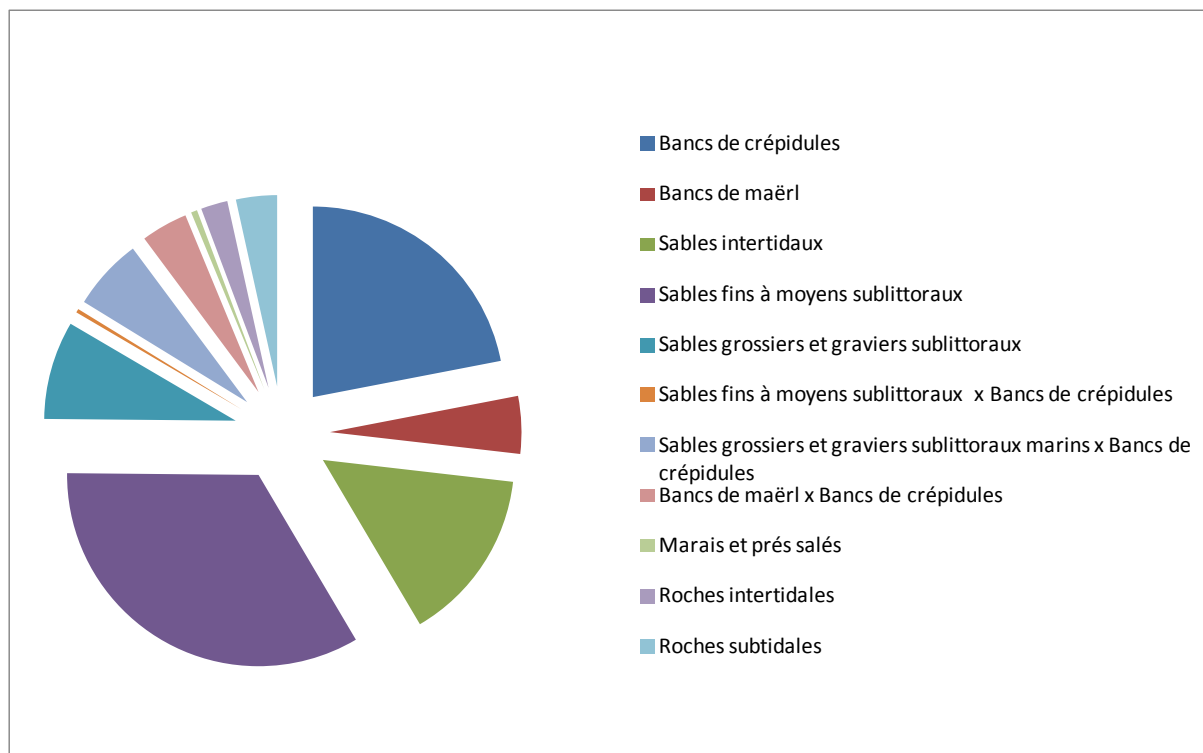
Carte 28 : Carte des habitats benthiques pour les stations et le tracé sonar du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 2012.

## HABITATS BENTHIQUES - BAIE DE SAINT-BRIEUC FR5300066



**Carte 29 : Carte des habitats benthiques du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 2012.**

La figure 40 illustre la répartition des habitats déclinés au niveau 1 de la nouvelle proposition de typologie et le tableau 13 indique les surfaces respectives de ce niveau 1.



*Figure 40 Répartition des groupes d'habitats de niveau 1 sur le site Natura 2000 Baie de Saint Briec Est*

Les habitats dominants sont les sables fins à moyens sublittoraux et les bancs de crépidules. Le premier habitat occupe près de 4600 ha et représente 34 % de la surface du site Natura 2000. Le second habitat occupe une surface de 3000 ha ce qui représente 22 % de la surface. Les deux autres habitats majeurs sont d'une part les sables intertidaux qui représentent 15% de la surface, et d'autre part les sables grossiers et gravier sublittoraux avec 8 % de la surface du site. Les habitats rocheux intertidaux et subtidaux représentent 6 % de la surface du site.

*Tableau 13 : Surfaces pour les habitats selon le niveau 1 de la nouvelle typologie type EUNIS (Bajjouk et al., 2010)*

<b>Niveau 1</b>	<b>Surfaces (ha)</b>
Bancs de crépidules	3000,1
Bancs de maërl	664,7
Sables intertidaux	2006,3
Sables fins à moyens sublittoraux	4593,9
Sables grossiers et graviers sublittoraux	1135,0
Sables fins à moyens sublittoraux x Bancs de crépidules	43,2
Sables grossiers et graviers sublittoraux marins x Bancs de crépidules	827,3
Bancs de maërl x Bancs de crépidules	537,7
Marais et prés salés	71,1
Roches intertidales	308,4
Roches subtidales	472,7



## 5. Conclusions

Située en Manche occidentale, la baie de Saint-Brieuc, partie intégrante du Golfe Normano-Breton se présente comme une large baie peu profonde (< 30 m) et soumise à un hydrodynamisme relativement faible, les vitesses de courant ne dépassant pas les 2,4 nœuds dans le secteur d'étude (Retière, 1979 ; Thouzeau et Hamon, 1992).

Ce caractère relativement abrité de la baie se traduit par une granulométrie croissante de la côte vers le large : des sables fins plus ou moins envasés sont observés le plus à la côte et des sables grossiers sont présents au-delà de l'isobathe 10 m. Ainsi, la macrofaune benthique et les habitats se distribuent selon un gradient côte-large en suivant une granulométrie croissante (Retière, 1979 ; Thouzeau et Hamon, 1992).

Les trois habitats subtidaux majeurs observés sont : (1) les **sables fins propres ou légèrement envasés infralittoraux à *Angulus fabula* et *Magelona* spp.**, (2) les **sables fins propres ou légèrement envasés circalittoraux côtiers à *Corbula gibba*** et (3) les **sables grossiers et graviers sublittoraux marins du circalittoral côtier**.

La présence de l'habitat « **bancs de maerl propre** » est également à signaler. Cet habitat ne présente pas un état de conservation satisfaisant : en effet, le pourcentage de maerl vivant et la taille des brins sont faibles. De plus, à part en quelques endroits, la couche de maerl reste également faible. Ces observations peuvent résulter de la forte pression de pêche dans le secteur d'étude : plusieurs espèces benthiques sont exploitées ou exploitables commercialement (coquille Saint-Jacques, palourde rose, amande de mer et spisule). De plus, des extractions de granulats ont eu lieu dans ce secteur.

En plus de ces perturbations physiques, la présence du mollusque gastéropode invasif *Crepidula fornicata* provoque d'autres incidences complémentaires : les crépidules, apparues en 1974 (Dupuy et Latruite, 1979), modifient la répartition des habitats. Cette espèce, répandue de la Mer du Nord à la Méditerranée (Blanchard, 1995) entraîne une homogénéisation des fonds, même si elle tend à augmenter, comme nous l'avons observé, ponctuellement la diversité des fonds qu'elle colonise. Le processus de colonisation dans la baie de Saint-Brieuc ainsi que la dynamique de population sont bien connus et suivis (Blanchard et al., 2001, Blanchard et Hamon, 2006). Cette surveillance semble vraiment indispensable car le développement rapide de cette espèce entraîne la création d'un type d'habitat particulier distinguable en deux « habitats à crépidules » : **banc de crépidules sur vase et banc de crépidules sur sédiments hétérogènes**. Il est important de noter que les habitats « vaseux » étant très rares en Manche, en raison de l'hydrodynamisme fort des



courants de marée, cet envasement est évidemment lié à l'installation de la crépidule qui conduit à l'apparition de cet habitat particulier. C'est donc bien la présence de cette espèce invasive qui modifie les habitats originels.

Par conséquent, du fait de la présence des crépidules, d'une forte pression de pêche et des extractions, d'importantes productions conchylicoles, de marées vertes et de sources d'enrichissement en nutriments provenant du bassin versant (le Légué, l'Urne, le Gouessant), l'état de conservation générale de la baie peut être jugé globalement comme moyen et comme faible spécialement pour les bancs de maerl.

## 6. Bibliographie

Bajjouk, T., Derrien, S., Gentil, F., Hily, C., Grall, J., 2010. 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. 115 pp.

Blanchard, M., Hamon, D., 2006. Bilan du suivi de l'exploitation industrielle de la crépidule en Bretagne Nord (Baies de Saint-Brieuc et du Mont Saint-Michel) 2002-2005. Rapport Ifremer-Areval, 49 pp.

Blanchard, M., Blanchet, A., Gaffet, D., Hamon, D., 2001. Dynamique de la population de la crépidule (*Crepidula fornicata*) en baie de Saint-Brieuc (Manche-Ouest). Rapport Ifremer, 82 pp.

Blanchard, M., 1995. Origine et état de la population de *Crepidula fornicata* (gastropoda Porsobranchia) sur le littoral français. Haliotis, 24 : 75-86.

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.

Cabioch, L., 1968.. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques de la Manche Occidentale. Université Pierre & Marie Curie, Paris.

Chassé, C., Glémarec, M., 1976. Principes généraux de la classification des fonds pour la cartographie biosédimentaire. J. Rech. Océanogr, 1:1-12.

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 checklist of the marine species in Europe and a bibliography of guides of their identification, 463 pp.

Cogan, C.B., Todd, B.J., Lawton, P., Noji, T.T., 2009. The role of marine habitat mapping in ecosystem-based management. ICES J Mar Sci, 66, 2033-2042.

Dauvin, J.C., 1984. Dynamique d'écosystèmes macrobenthiques des fonds sédimentaires de la baie de Morlaix et leur perturbation par les hydrocarbures de l'Amoco Cadiz. Thèse Doct. Etat, Univ. P. & M. Curie, Paris, 468 p + annexes 193 p.

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>).

Dupoy, H., Latruite, D., 1979. Le développement de la crépidule sur le gisement de coquilles Saint-Jacques de la baie de Saint-Brieuc. *Science et Pêche Bull. Inst. Pêches mar.*, 292 :13-19.

Folk, R.L., Ward, W.C., 1957. Brazos River Bar: A study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary and Petrology* 27: 3-26.

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

Glémarec, M., 2003. Les indices biotiques en milieu sédimentaire. *In Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion*. Alzieu C. (coord.) Editions Ifremer : pp. 31-50

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., 2003. L'indice d'évaluation de l'endofaune côtière I2EC. *In Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion* Alzieu C. (coord.). Editions Ifremer : pp. 51-86.

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.

Gray, J. S., McIntyre, A. D., Stirn, J., 1992. Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. *FAO Document technique sur les pêches*, N° 324, 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 Reben-Bretagne et Natura-Bretagne. IFREMER.

Hamon, D., Coïc, D., 1996. Atlas thématique de l'environnement marin en Baie de Saint-Brieuc, IFREMER.

Pearson, T., Rosenberg, R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 16: 229-311.

Pielou, E. C., 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley, New York.

Pielou, E.C., 1966. Shannon's formula as a measure of specific diversity : its use and measure. *American Naturalist*, 100, 463- 465.

Pluquet, F., 2006, *Évolution récente et sédimentation des plates-formes continentales de la Corse*, Thèse de doctorat, Université de Corse - Pascal Paoli. Consultable sur <http://tel.ccsd.cnrs.fr/tel-00011999>

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

Rivain V., 1983. *Contribution à l'étude dynamique et fonctionnelle des peuplements de sables fins du golfe Normanno-Breton*. Thèse de 3<sup>ième</sup> cycle, Université P. et M. Curie - Paris VI, 166 pp.

Thouzeau, G., Hamon, D., 1992. Carte des peuplements benthiques des substrats meubles de la baie de Saint-Brieuc (Manche occidentale. Rapport Ifremer, 32 pp.

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

## Liste des figures

Figure 1: NEOMYSIS .....	8
Figure 2: Antenne GPS et récepteur radio positionnés à l'aplomb du sondeur. ....	8
Figure 3: Sonar latéral CMAX. (Cliché Hocer) .....	9
Figure 4: Instrumentation à bord. (Cliché Hocer) .....	9
Figure 5 : Caméra sous-marine. (Cliché TBM).....	10
Figure 6 : Drague Rallier du Baty (Cliché TBM) et schéma descriptif de son mécanisme de fonctionnement (Trigui, 2009) .....	10
Figure 7 : Table de tri (Cliché TBM) .....	11
Figure 8: Benne Smith Mc-Intyre. (Cliché TBM).....	12
Figure 9 : Principe de mise en œuvre du sonar à balayage latéral (Pluquet, 2006). ....	14
Figure 10 : Colonne de tamis (Cliché TBM).....	20
Figure 11 : Echantillons granulométriques à l'étuve (Cliché TBM).....	20
Figure 12 : Réplicats pour la matière organique (Cliché TBM). ....	22
Figure 13 : Sonde multiparamètres (Cliché TBM).....	22
Figure 14 : Modèle des indices biotiques (groupes écologiques notés en chiffres romains) (D'après Grall et Coïc, 2006). ....	25
Figure 15 : Extrait de sonogramme montrant un faciès rubané caractéristique en limite d'une zone à crépidules. Fauchée d'environ 300 m (largeur de la bande sonar). ....	33
Figure 16 : Représentation graphique des stations échantillonnées selon le diagramme de Sheppard réalisé sur la base de trois systèmes de coordonnées granulométriques : les graviers (> 2mm), les sables (0,063 – 2 mm) et les vases (< 0,063 mm). En jaune : sable fin, en orange : sédiment grossier et en rouge : sédiment hétérogène, selon les correspondances EUNIS Niveau 1. ....	37
Figure 17 : Dendrogramme et MDS effectué à partir de la matrice des distances euclidiennes, calculée d'après les données granulométriques. ....	39
Figure 18 : Sables fins à moyens légèrement envasés (SB21), sables grossiers (SB23), crépidules et vase (SB20), maerl propre (SBC=SB32) et maerl avec crépidules (SB17). ....	40
Figure 19 : Teneurs moyennes en matière organique. ....	41
Figure 20 : Température, turbidité, teneur en oxygène et salinité sur 5 stations (SB1, SB4, SB11, SB23 et SB29). ....	44
Figure 21 : Abondance et richesse spécifique (Drague Rallier du Baty, 30 litres de sédiment, tamisage sur 10 et 5 mm) .....	45
Figure 22: Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance .....	49
Figure 23: Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique .....	49
Figure 24 : CAH et MDS sur les données faunistiques en présence-absence .....	54
Figure 25 : Richesse spécifique moyenne (nombre d'espèces par 0,1 m <sup>2</sup> ) et abondance moyenne (nombre d'individus par m <sup>2</sup> ). ....	55
Figure 26 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance. ....	58
Figure 27 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique. ....	58
Figure 28 : CAH et MDS sur les abondances obtenues sur les réplicats des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre. ....	63

Figure 29: Espèces dominantes et discriminantes de l'assemblage 1 : le polychète <i>Chaetozone gibber</i> , les mollusques bivalves <i>Spisula elliptica</i> et <i>Tellina fabula</i> (Clichés TBM). ....	64
Figure 30 : Espèce caractéristique de l'assemblage 2.1 : le mollusque bivalve <i>Crepidula fornicata</i> (Clichés TBM). ....	65
Figure 31 : Les polychètes <i>Pista cristata</i> et <i>Nephtys cirrosa</i> et le crustacé amphipode <i>Bathyporeia elegans</i> , espèces dominantes et discriminantes dans l'assemblage 2.2 (Clichés TBM). ....	65
Figure 32 : Groupes écologiques.....	66
Figure 33: <i>Angulus fabula</i> et <i>Magelona mirabilis</i> .....	71
Figure 34 : <i>Abra alba</i> , <i>Nucula nitidosa</i> , <i>Phaxas pellucidus</i> , <i>Corbula gibba</i> , <i>Pectinaria koreni</i> et <i>Hyalinoecia bilineata</i> .....	72
Figure 35: <i>Glycymeris glycymeris</i> , <i>Glycera lapidum</i> , <i>Syllis cornuta</i> , <i>Nephtys cirrosa</i> et <i>Bathyporeia elegans</i> .....	73
Figure 36: Dunes de Sables grossiers graveleux circalittoraux (Cliché TBM-LEMAR 2011) 74	74
Figure 37: Bancs de maerl colonisé par la crépidule .....	74
Figure 38: Banc de crépidules sur vase.....	75
Figure 39 : Dendrogramme et MDS sur la matrice faune des dragues rallier en présence/absence .....	77
Figure 40 Répartition des groupes d'habitats de niveau 1 sur le site Natura 2000 Baie de Saint Brieuc Est.....	92

## Liste des tableaux

Tableau 1: Echelles et dénominations granulométriques AFNOR (Chambley, 1995) .....	21
Tableau 2 : Pourcentage des différents groupes écologiques définissant les indices de valeur paire et l'état de santé du milieu.(Grall, 2003 in Alzieu, 2003).....	26
Tableau 3 : Valeurs d'AMBI et état des communautés benthiques (selon Borja et al, 2000) .	26
Tableau 4 : Médiane et indice de tri du sédiment des 36 stations en milieu sédimentaire échantillonnées à la drague Rallier du Baty en baie de Saint Brieuc. ....	34
Tableau 5 : Caractéristiques moyennes des ensembles sédimentaires identifiés d'après le dendrogramme établi à partir des données granulométriques. Les écart-types sont indiqués pour les moyennes de la médiane.....	38
Tableau 6 : Diversité spécifique (indice de Shannon) et équitabilité (indice de Pielou). ....	48
Tableau 7 : Richesse spécifique et abondance totales (0,3 m <sup>2</sup> ).....	56
Tableau 8 : Diversité et régularité moyenne .....	56
Tableau 9 : Tableau des contributions moyennes des espèces au sein de chaque assemblage faunistique, ordonnées par ordre décroissant de leur contribution relative (Contribution %) à la dissimilarité totale. Les abondances moyennes aux données brutes en m <sup>2</sup> . Les espèces les plus discriminantes au sein de chaque assemblage (indiquées en gras) sont celles qui ont le ratio similitude/SD (écart-type) le plus élevé (Procédure SIMPER du Logiciel PRIMER). ...	61
Tableau 10 : I2EC et AMBI.....	67
Tableau 11 : Correspondance et intitulé des habitats intertidaux et subtidaux pour les habitats génériques de la directive « Habitats » selon l'interprétation EUR27, pour la nouvelle typologie type EUNIS (Bajjouk et al., 2010) et pour la typologie EUNIS .....	70

Tableau 12 : Richesse spécifique totale et moyenne, Abondance moyenne obtenues avec la drague Rallier du Baty en fonction des différents habitats observés. ....	78
Tableau 13 : Surfaces pour les habitats selon le niveau 1 de la nouvelle typologie type EUNIS (Bajjouk et al., 2010).....	93

## Liste des cartes

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude et du site Natura 2000 Baie de Saint-Brieuc Est FR5300066.....	5
Carte 2 : Plan d'échantillonnage 2010. ....	16
Carte 3 : Localisation des prélèvements à la drague rallier 2010.....	17
Carte 4 : Localisation des vidéo sous marines 2010. ....	18
Carte 5 : Localisation des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre 2010. ....	19
Carte 6 : Mosaïque de réflectivité sur le site Saint Brieuc Est. ....	31
Carte 7 : Répartition des formations superficielles sur le site Baie de Saint Brieuc Est.....	32
Carte 8 : Carte des fractions sédimentaires. ....	36
Carte 9 : Carte des teneurs moyennes en matière organique. Les classes sont exprimées en pourcentage. ....	42
Carte 10 : Carte des abondances pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty. ....	46
Carte 11 : Carte des richesses spécifiques pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty. ....	47
Carte 12 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty.....	51
Carte 13 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty.....	52
Carte 14 : Richesse et abondance moyenne pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre. ....	57
Carte 15 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre. ....	59
Carte 16 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre. ....	60
Carte 17 : Groupes écologiques des prélèvements à la benne Smith Mc-Intyre.....	68
Carte 18 : Répartition des sédiments superficiels du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 1962.....	80
Carte 19 : Peuplements benthiques des substrats meubles du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 1982 .....	81
Carte 20 : Peuplements benthiques des fonds meubles du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 1996 .....	82
Carte 21 : Carte de distribution de la nature des fonds du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 1996. ....	83
Carte 22 : Carte de distribution des crépidules sur le secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 1996.....	84
Carte 23 : Cartographie des herbiers de Zostères du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc... 85	
Carte 24 : Cartographie des bancs de maerl du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc. ....	86



Carte 25 : Cartes des habitats benthiques du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 2006.	87
Carte 26 : Carte des habitats benthiques des stations du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 2012. ....	88
Carte 27 : Carte des habitats benthiques des stations et nature des fonds du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 2012. ....	89
Carte 28 : Carte des habitats benthiques pour les stations et le tracé sonar du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 2012. ....	90
Carte 29 : Carte des habitats benthiques du secteur Est de la baie de Saint-Brieuc en 2012...	91