



Inventaire cartographique des habitats marins du site Natura 2000 Dunes et côtes de Trévignon FR5300049



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 morpho-sédimentaires	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 morpho-sédimentaires.....	30
4.2 Les principales unités de peuplements des substrats meubles.....	36
4.2.3 Stations semi-quantitatives	48
4.2.4 Stations quantitatives	58
4.2.5 Habitats inventoriés et espèces	70
5. Conclusions	104
6. Bibliographie.....	106

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°5 Sites DFF Atlantique Bretagne Sud » 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 Sud 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 Dunes et côtes de Trévignon FR5300049 (Carte 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 Iles Houat - Hoëdic FR5300033

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

Le site Natura 2000 Dunes et côtes de Trévignon FR5312010, d'une superficie de 9863 ha, se positionne à l'arrière d'un cordon dunaire barrant plusieurs talwegs. Il existe plusieurs zones humides de taille et de peuplement très variables sur la partie terrestre du site (les "loc'h"), certaines communiquant épisodiquement avec le milieu marin. Au large, ce sont des roches infra-littorales granitiques, en mode semi-exposé, et d'importants bancs de maërl qui sont répertoriés.

L'extension marine de 2008 a pour effet majeur d'englober l'ensemble du banc de maerl dans le site Natura 2000 et de prendre en compte la partie côtière intertidale et subtidale propre à l'habitat « récifs » ainsi que les zones de sables, d'estran et de vasières. Notons que deux espèces rares à l'échelle de la Bretagne, les bivalves *Limatula subauriculata* et *Moerella donacina*, sont retrouvées dans le maerl sur ce site.

L'anse de Pors Breign, seul secteur abrité dans une zone à fort hydrodynamisme, abrite une mosaïque d'habitats élémentaires : sable grossier, herbiers à Zostères, graviers, banc de maërl. Cette diversité de faciès, dont deux portent des valeurs écologiques remarquables, est un patrimoine à prendre en compte, même à cette petite échelle.

L'habitat « Récifs » de ce site est essentiellement représenté par des entités rocheuses d'origine granitique et est représentatif de la roche supralittorale, médiolittorale et infralittorale en mode exposé. Le site de Linuen présente une richesse spécifique intéressante mais qui n'est pas très élevée en comparaison de d'autres sites. Cette diversité spécifique diminue fortement avec la profondeur : la forte turbidité des eaux explique pour partie cette situation.

Les faciès à faune suspensivore ou filtreuse sont plus nombreux sur les parois des blocs rocheux qui modèlent ce paysage sous-marin. Sur la partie Est du site, la topographie est variée mais la profondeur reste relativement faible permettant ainsi le développement de Laminaires éparses. La richesse spécifique associée est intéressante, marquée notamment par la présence de rhodophycées et d'algues de taille moyenne.

Ce secteur marin est très marqué par les apports terrigènes. Une dynamique côtière évidente s'interface avec les lochs et les étangs présents sur le site, influençant nécessairement la turbidité naturelle. Ce facteur primordial de l'état de conservation des bancs de Maërl est également dépendant de l'activité humaine qui s'exerce à proximité générant des matières en suspension (clapage des boues de désenvasement des ports ou extraction de matériaux

marins). Toutefois, l'état de conservation des bancs au sein du site est jugé favorable même si au Sud de Concarneau, le maërl peut être considéré dans un état de conservation moyen. La praire et de la palourde rose sont deux ressources exploitées dans ces bancs, sous condition de gestion durable.

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 les 30 et 31 Aout 2010 à bord à bord d'un navire de pêche (Tzigane II (NA927050) ; pilote : Thierry Longépée, Figure 1). Ce navire est équipé d'une grue de levage avec treuil permettant la mise à l'eau des engins de prélèvement.



Figure 1: Tzigane II

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 semi-quantitatives et à étudier à la fois l'endofaune et l'épifaune alors que la benne a permis d'échantillonner des stations dites quantitatives permettant l'étude plus précise de l'endofaune.

- Données qualitatives : Drague Rallier du Baty (Figure 6)

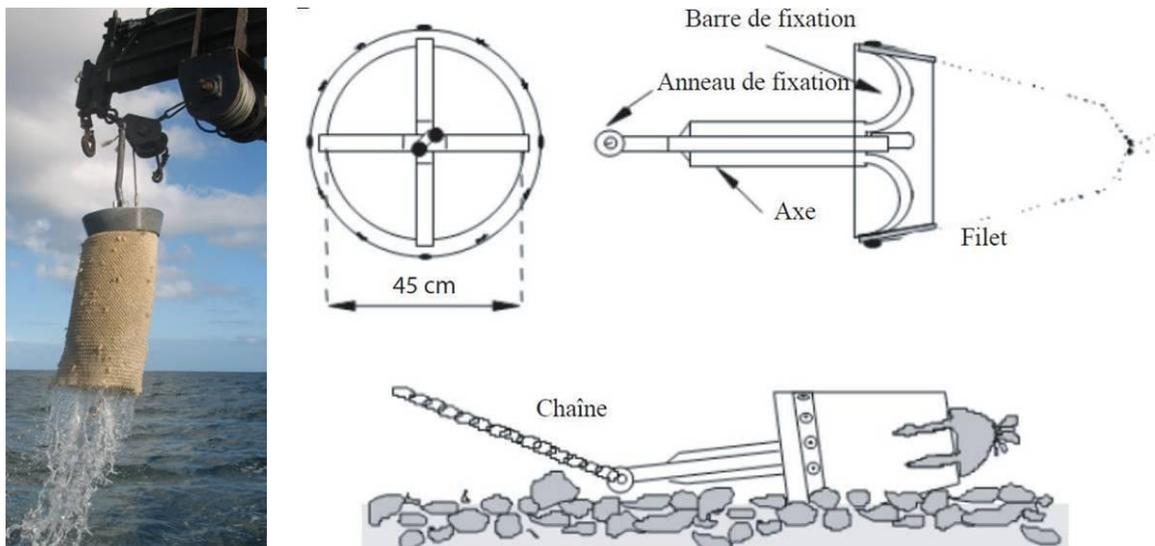


Figure 6 : Drague Rallier du Baty (Cliché TBM) et schéma descriptif de son mécanisme de fonctionnement (Trigui, 2009)

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 du Golfe de Gascogne (Glémarec, 1969). 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 aurait nécessité 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.



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 semi-quantitatif et pour une partie d'entre elles, à un échantillonnage quantitatif. Le choix des stations quantitatives est arrêté lorsque l'analyse des stations semi-quantitatives 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 géo-référencés 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 Houat-Hoëdic (FR 5300033), 68 profils ont été réalisés. Avec une fauchée de 300 m, les profils acquis ont donc permis de couvrir une surface d'environ 31 km², soit une distance parcourue de 103 km.

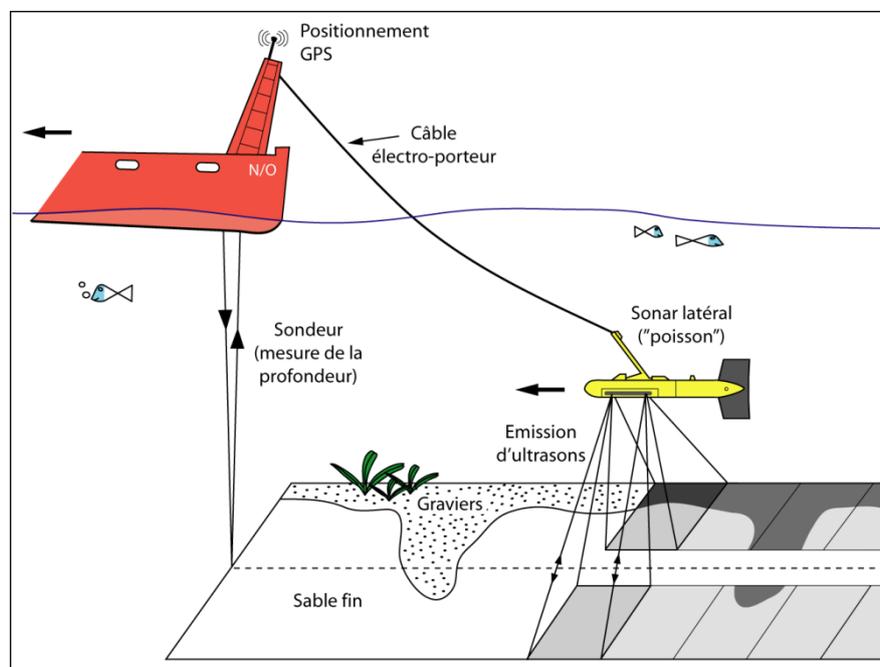


Figure 9 : Principe de mise en œuvre du sonar à balayage latéral (Pluquet, 2006).

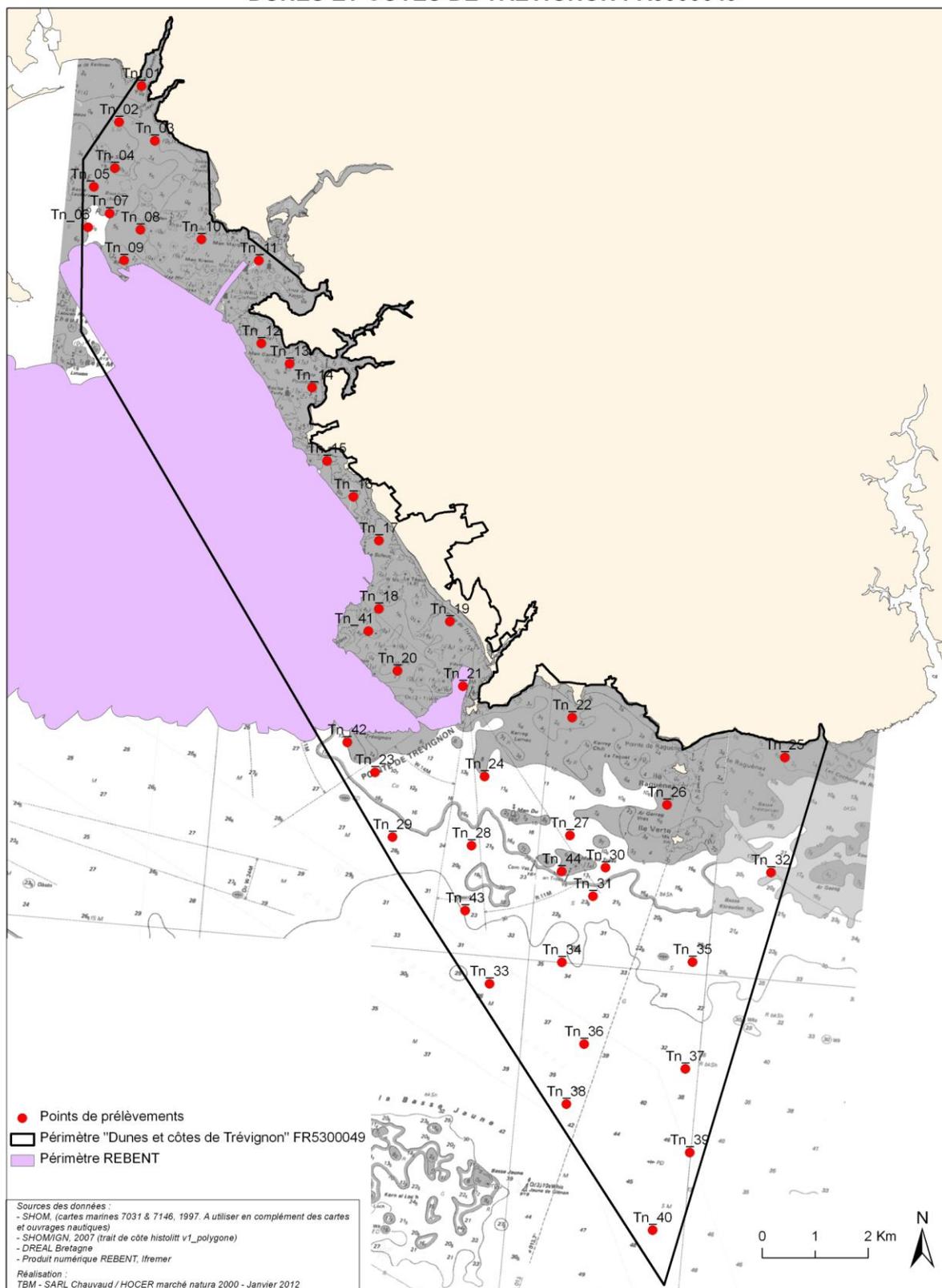
3.2.3 L'ÉCHANTILLONNAGE SÉDIMENTAIRE

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 Trévignon comprend 41 stations (Carte 2) sur lesquelles des prélèvements à la drague Rallier du Baty et des acquisitions vidéo ont été réalisés (Cartes

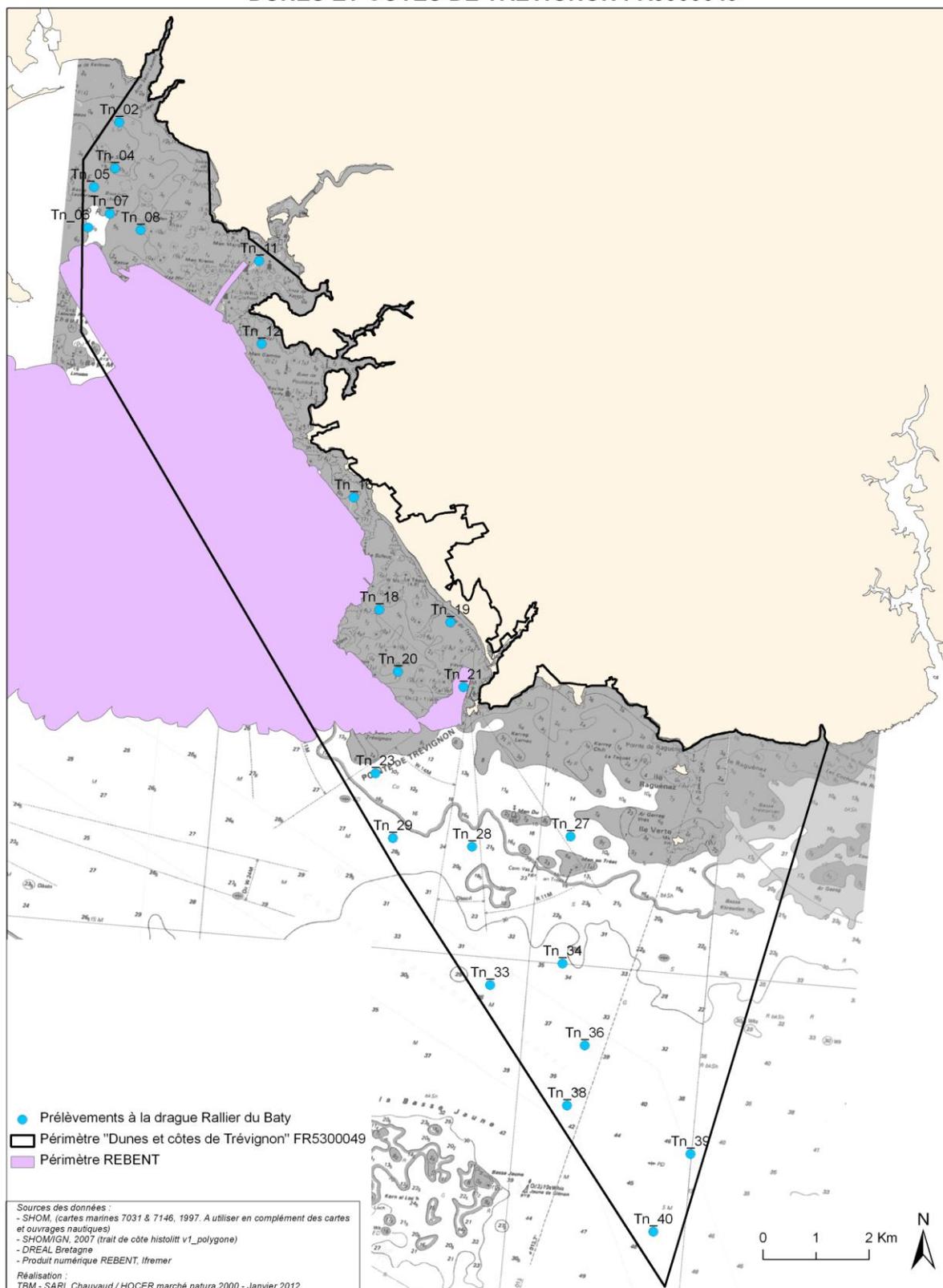
3 et 4). Quatre stations ont fait l'objet de prélèvements quantitatifs, à raison de quatre réplicats par station (Carte 5).

PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049



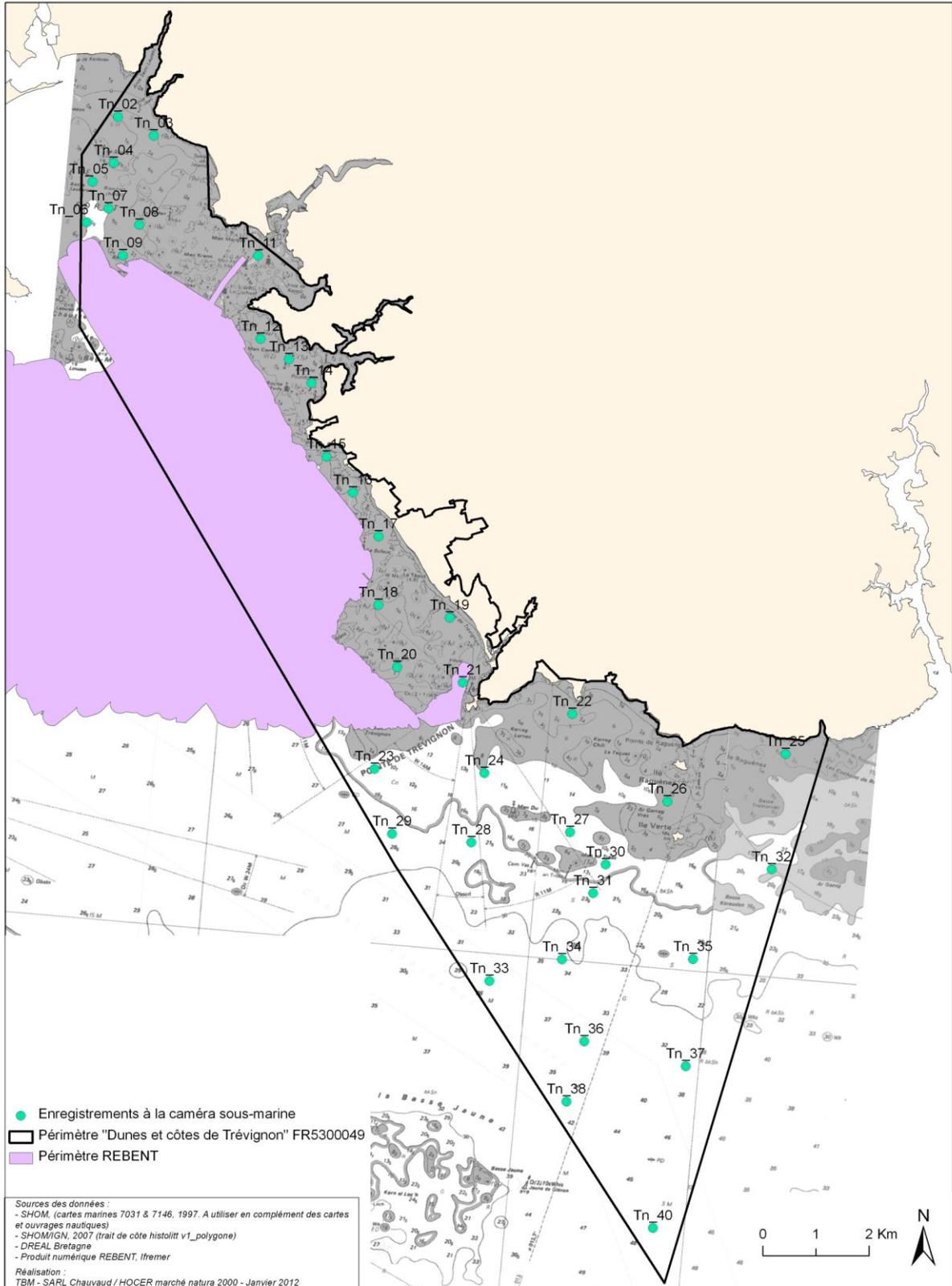
Carte 2 : Plan d'échantillonnage.

**INVENTAIRES QUALITATIFS
DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049**



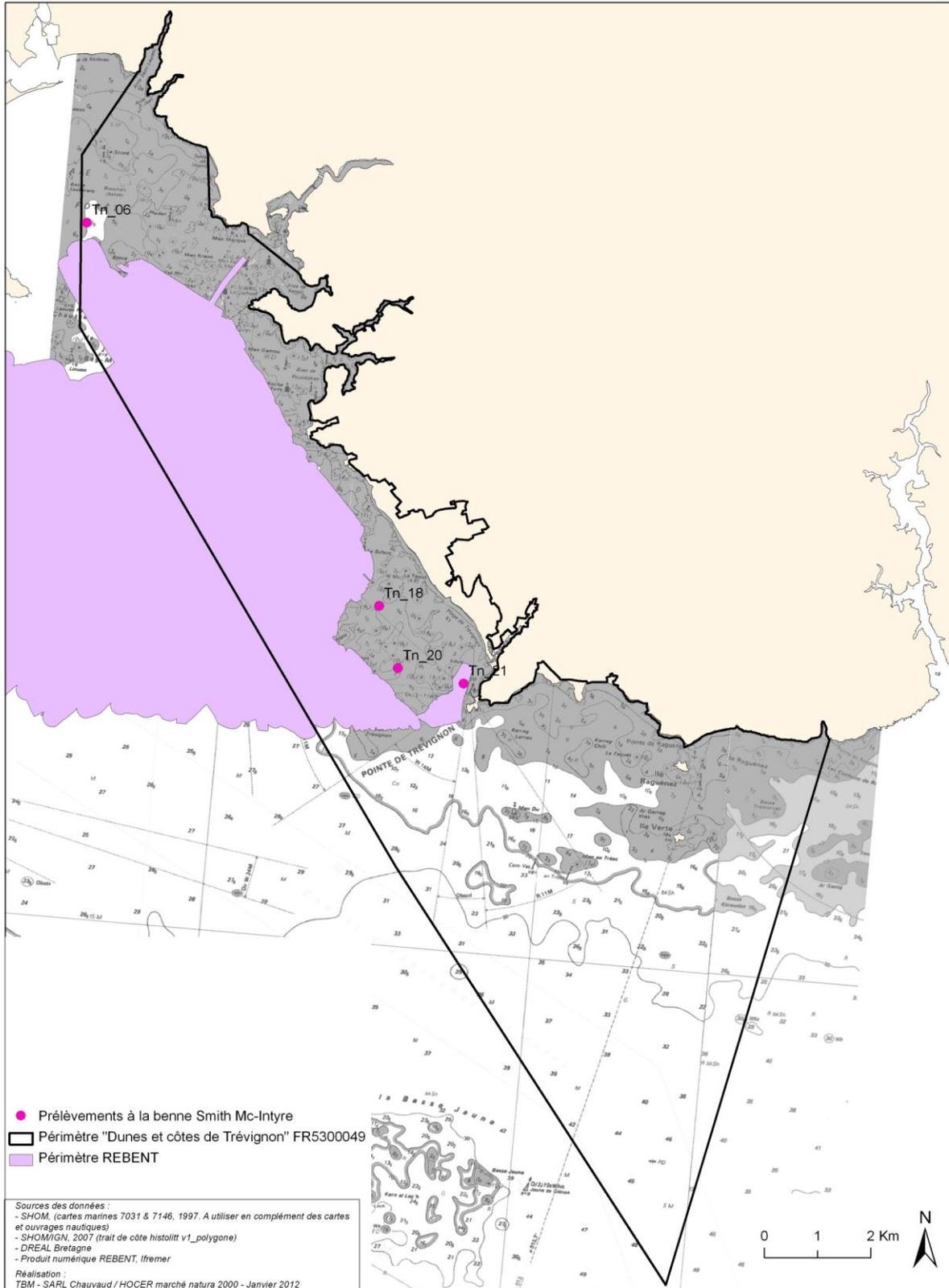
Carte 2 : Localisation des prélèvements à la drague Rallier du Baty.

ENREGISTREMENTS CAMÉRA SOUS-MARINE DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049



Carte 3 : Localisation des vidéo sous marines

**INVENTAIRES QUANTITATIFS
DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049**



Carte 4 : Localisation des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre

3.3 Analyses bathymétriques et morpho-sédimentaires

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 μm , 500 μm , 355 μm , 250 μm , 180 μm , 125 μm , 90 μm , 63 μm et 45 μm . 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 μm : le sédiment, pesé à la sortie de l'étuve, est passé sur un tamis de 45 μm . Cette étape permet l'élimination de la fraction pélitique et du sel,
- (4) séchage du sédiment : l'échantillon est 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. ≥ 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 (σ). 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 σ est compris entre 1,27 et 1,41 ;
- modérément bien classés si σ est compris entre 1,41 et 1,62 ;
- modérément classés si σ est compris entre 1,62 et 2,00 ;
- pauvrement classés, si σ est compris entre 2,00 et 4,00 ;
- très pauvrement classés, si σ 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 multi-paramètres (YSI 6600 V2) (Figure 13):

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

Figure 13 : Sonde multi-paramètres (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.

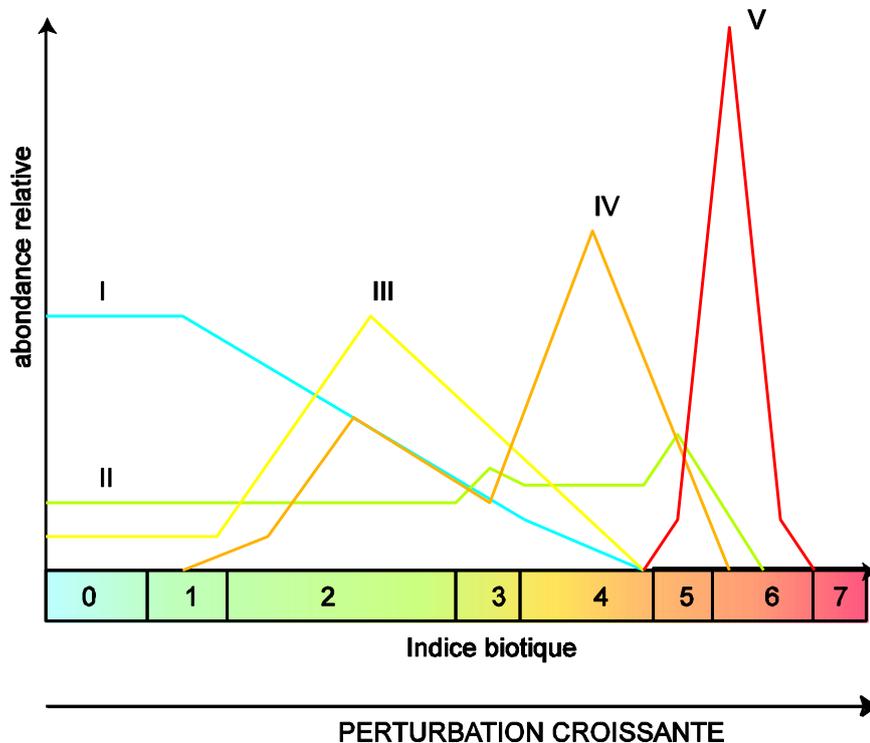


Figure 14 : Modèle des indices biotiques (groupes écologiques notés en chiffres romains) (D'après Grall et Coïc, 2006).

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. 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).

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[®] (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 :

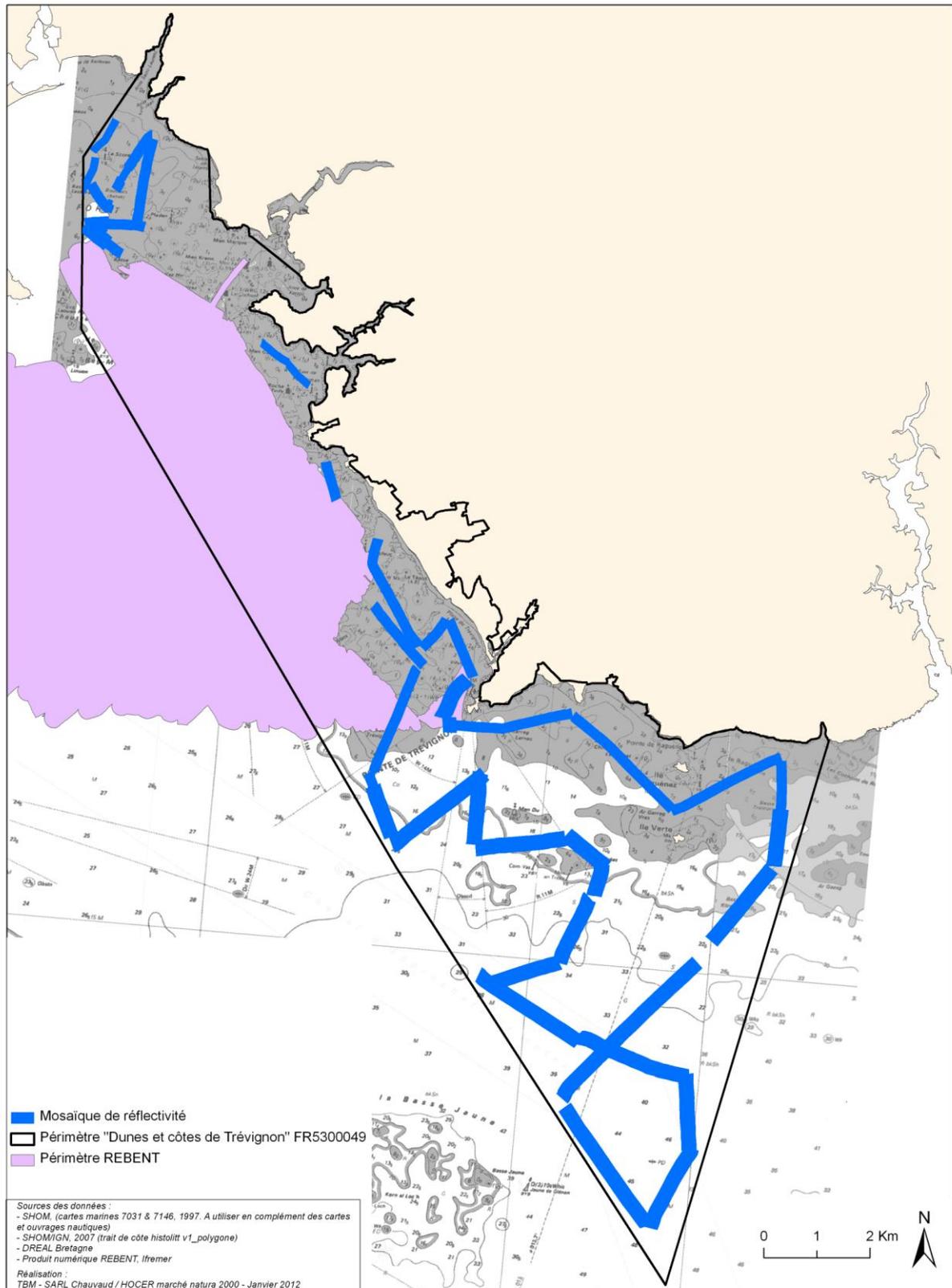
- Bajjouk, T., Derrien, S., Gentil, F., Hily, C. et Grall, J., 2010.- Typologie d'habitats marins benthiques : analyses de l'existant et propositions pour la cartographie. Habitats côtiers de la région Bretagne-Note de synthèse n°2, Habitats du circalittoral. IFREMER, 39 pp.
- Bajjouk, T. 2009.- Cahier 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 Reben-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 morpho-sédimentaires

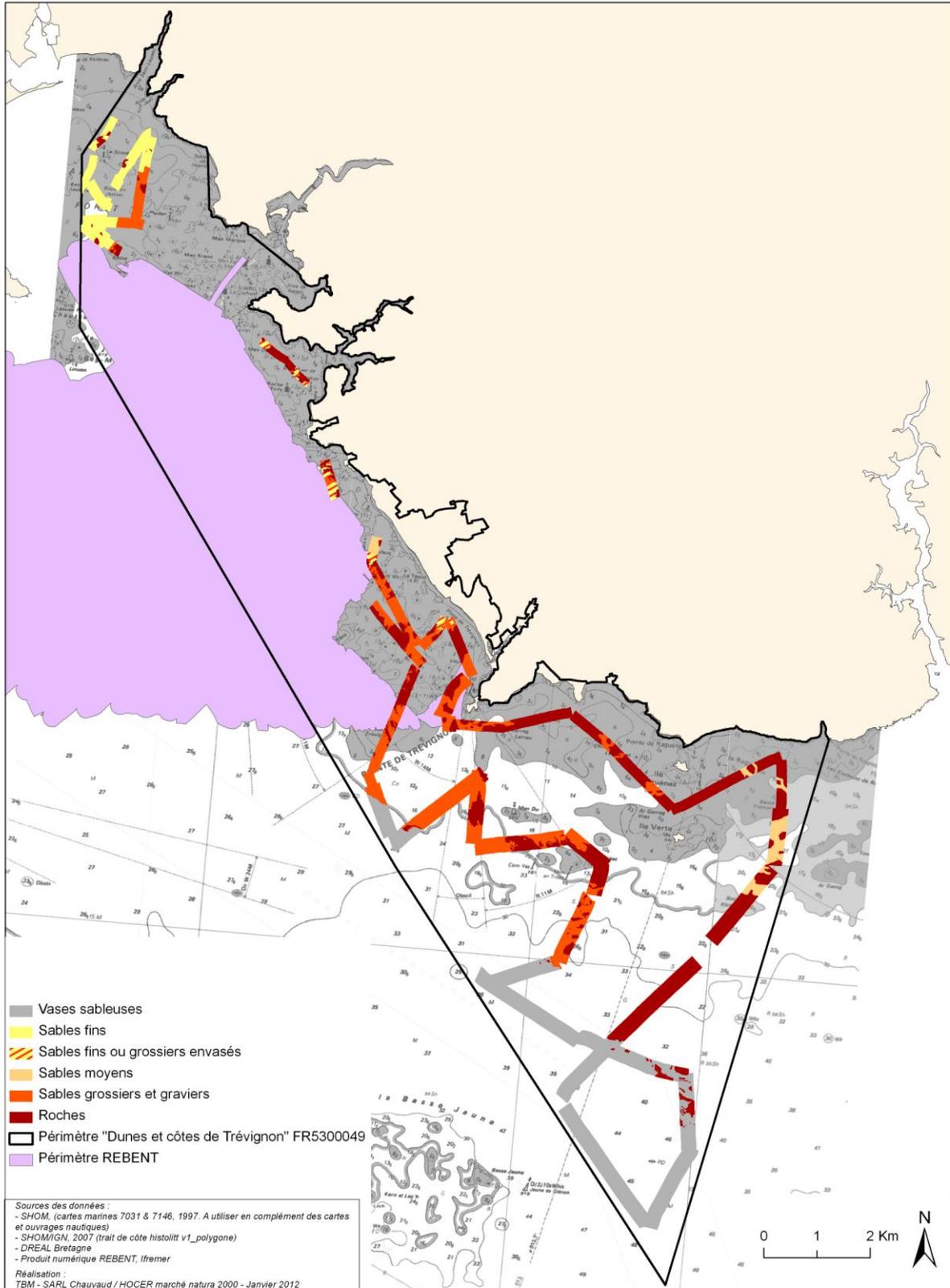
La mosaïque de réflectivité (Carte 6), acquise au cours du levé des 30 et 31 août 2010, a servi de base à l'interprétation morphosédimentaire du site de Trévignon. La carte de répartition des formations superficielles est présentée sur la carte 7.

MOSAÏQUE DE RÉFLECTIVITÉ DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049



Carte 5 : Mosaïque de réflectivité sur le site Dunes et côtes de Trévignon

**RÉPARTITION DES FORMATIONS SUPERFICIELLES
DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049**



Carte 6 : Répartition des formations superficielles sur le site Dunes et côtes de Trévignon

Les fonds rocheux affleurant à sub-affleurant sont très présents sur le secteur d'étude (platiers littoraux). Au Nord-Ouest de la Pointe de Trévignon, les roches sont de nature granitique (Figure 15). Ces formations granitiques se caractérisent par la présence de formes massives entrecoupées de diaclases plus ou moins larges. A l'Est de la Pointe de Trévignon, les affleurements rocheux qui constituent le socle sous-marin sont de nature métamorphique. Ils se caractérisent en imagerie acoustique par une morphologie plutôt plane, affectée de nombreuses déformations métamorphiques. Ces observations sont en accord avec les formations décrites à terre et en mer lors de travaux précédents (carte géologique Lorient – Bretagne Sud du BRGM).

Le faciès des sables grossiers graveleux, mélange de sable, graviers et cailloutis, présente des teintes gris moyen à gris sombre en imagerie acoustique. Il est très présent dans les parages de la Pointe de Trévignon. Du maërl y est souvent associé (Figure 16).

Le faciès des sables moyens est présent à l'Est au sein des affleurements rocheux métamorphiques. Plus au large, les vases sableuses occupent une vaste part de la zone d'étude au-delà du plateau rocheux (Figure 17). Ce faciès est reconnu en imagerie acoustique sous la forme d'une signature assez sombre et homogène. Ces fonds sont souvent dépourvus de mégarides.

En baie de Port-la-Forest, les sédiments sablo-vaseux sont entrecoupés de pointements rocheux. Devant Fouesnant, des herbiers à zostère ont été reconnues. Il présente en imagerie acoustique un faciès tacheté bien spécifique, en fonction de l'alternance de mattes et intermattes.

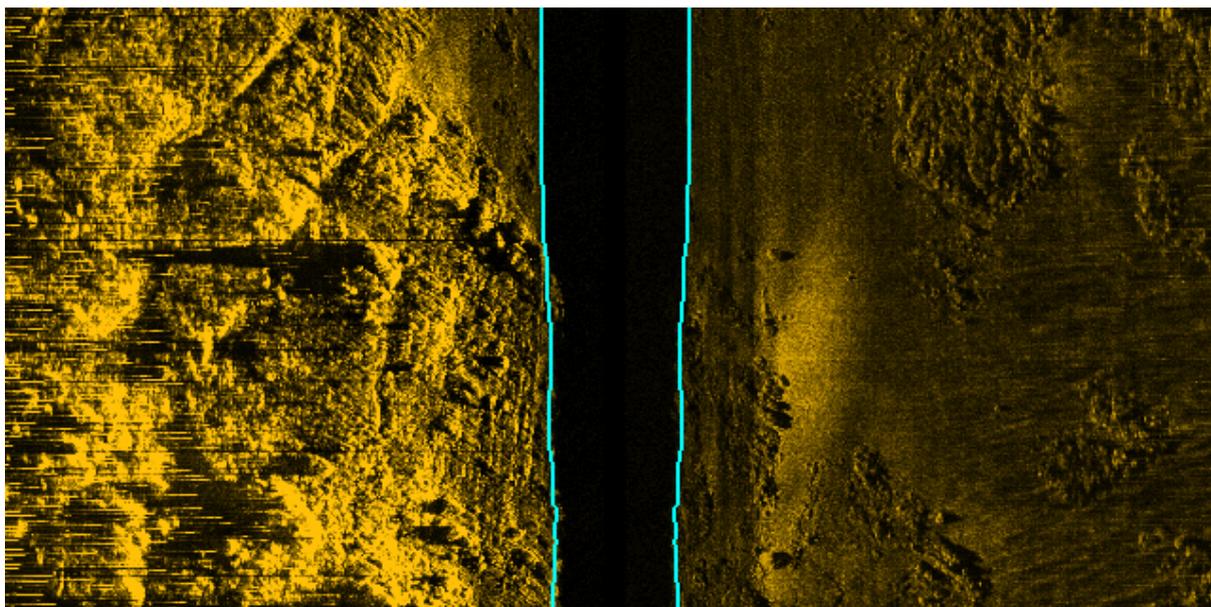


Figure 15 : Extrait de sonogramme montrant la présence de roches granitiques au contact avec un fond meuble de sédiments grossiers. Fauchée d'environ 300m (largeur de la bande sonar).

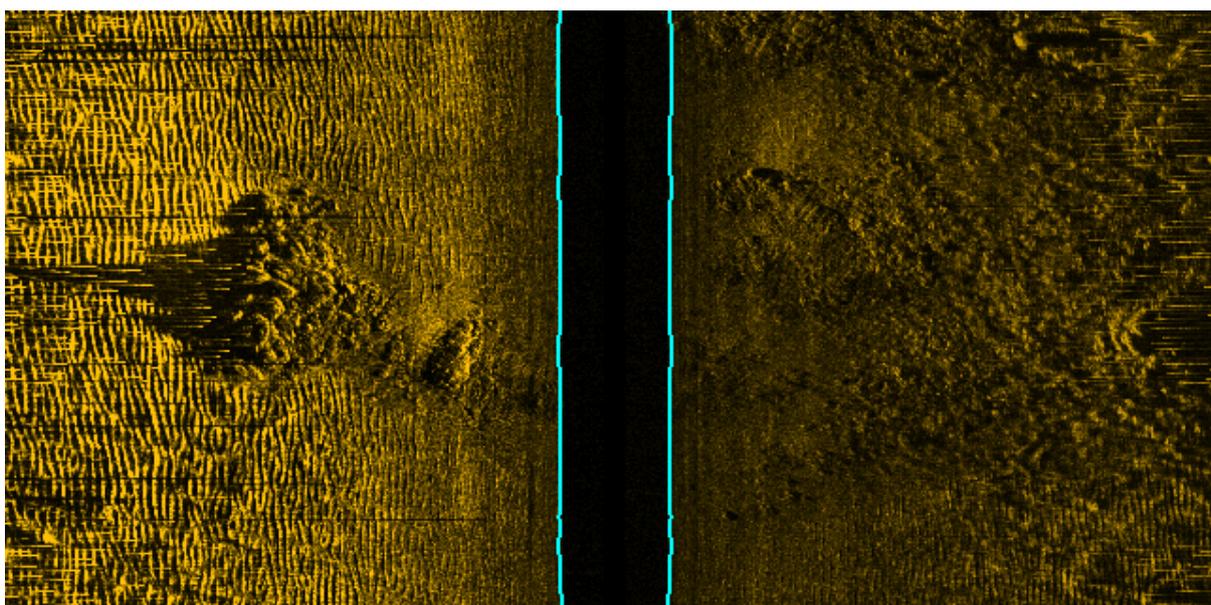


Figure 16 : Extrait de sonogramme montrant la présence de maërl ridé. Fauchée d'environ 300m (largeur de la bande sonar).

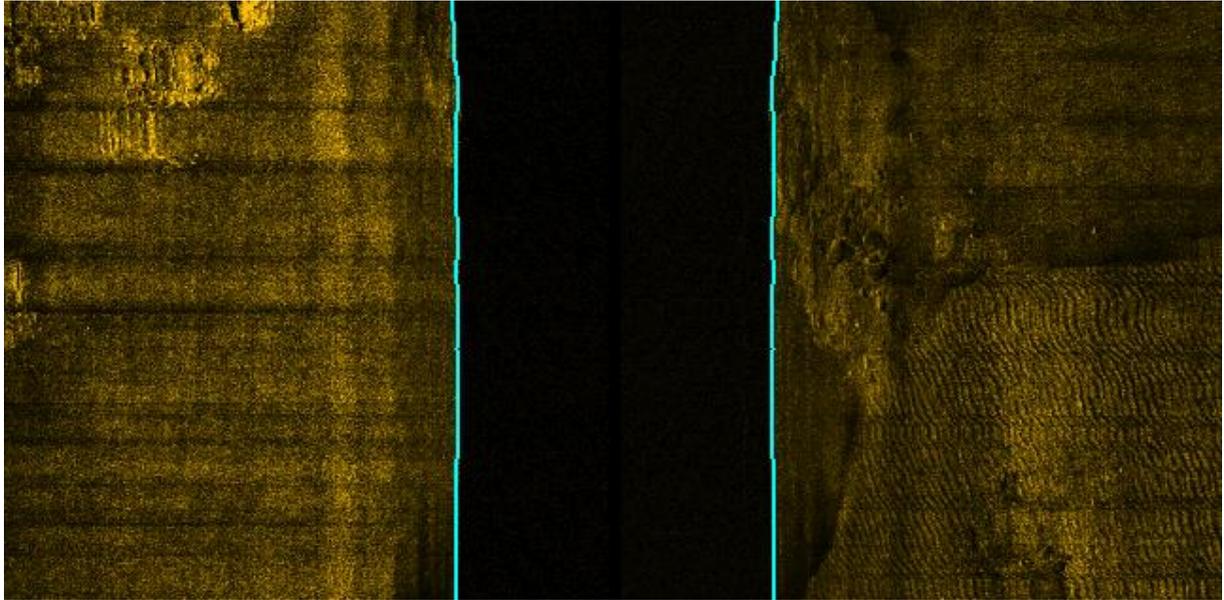


Figure 17 : Extrait de sonogramme montrant la limite supérieure des vases du large. Fauchée d'environ 300m (largeur de la bande sonar).

4.2 Les principales unités de peuplements des substrats meubles

21 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 47 stations en milieu sédimentaire échantillonnées à la drague Rallier du Baty sur le site de Trévignon.

Stations	Médiane (μm)	Indice de tri
Tn2	1447,5	3,0
Tn4	502,6	9,4
Tn5	256,2	4,9
Tn6	524,0	7,9
Tn7	590,6	12,3
Tn8	3375,6	2,1
Tn11	1273,3	3,8
Tn16	243,6	1,7
Tn18	5301,2	2,2
Tn19	3707,1	4,7
Tn20	641,0	1,6
Tn21	1625,6	3,9
Tn23	5044,0	2,4
Tn27	2527,2	1,9
Tn28	1239,0	9,8
Tn29	86,7	5,9
Tn33	43,8	5,5
Tn34	2245,2	1,9
Tn36	43,6	5,3
Tn38	40,3	4,8
Tn40	30,7	4,5

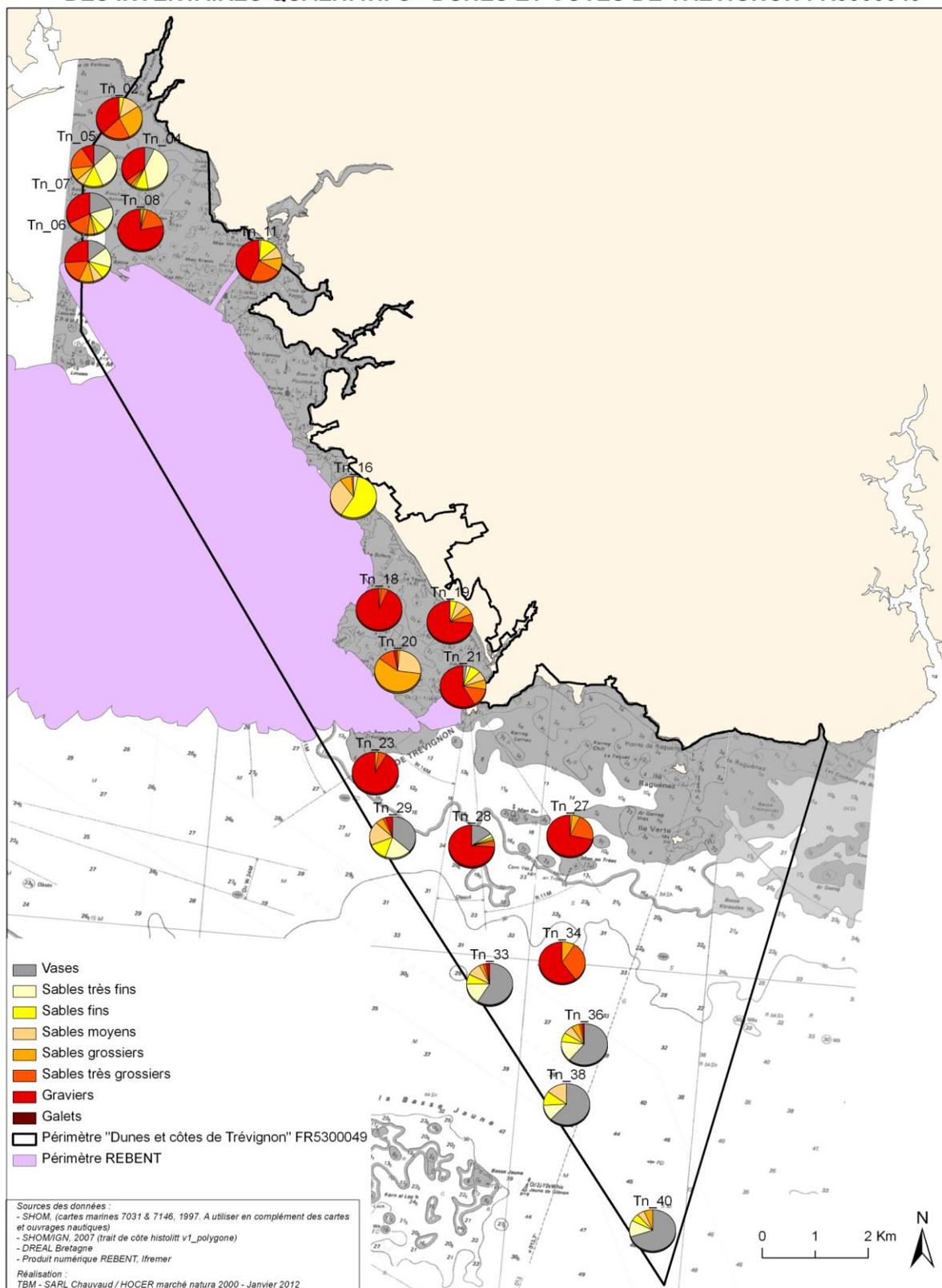
Aux différentes stations échantillonnées, la médiane du sédiment varie fortement, entre 31 μm à la station TN40 et 5300 μm à la station TN18 (Tableau 4). Un gradient entre des sédiments très grossiers et des sédiments vaseux est observé (Carte 8). La proportion de vases est très variable et est comprise entre 0 et 70 % (Station TN40).

La présence de maerl a été observée sur plusieurs stations (Figure 18). La couche est épaisse, les brins sont de belle taille et le pourcentage de maerl vivant est compris entre 50 et 90%.



Figure 18 : Station TN18 caractérisée par du maerl.

**POURCENTAGES DES DIFFÉRENTES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES
DES INVENTAIRES QUALITATIFS - DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049**



Carte 7 : Carte des fractions sédimentaires

L'indice de tri du sédiment (σ) varie entre 1,6 à la station TN20 et 12,3 à la station TN7 (Tableau 4). Ces résultats indiquent une hétérogénéité des sédiments qui sont pour la majorité très pauvrement triés (i.e. 11 stations). 6 stations sont pauvrement triées et quatre stations sont modérément bien classées.

Par conséquent, une forte variabilité des différentes fractions granulométriques est observée. Le diagramme triangulaire de Shepard illustre cette hétérogénéité (Figure 19). Quatre ensembles sédimentaires s'opposent les vases et sables vaseux (points noirs), les sables fins (points jaunes), les sédiments hétérogènes (points rouges) et les sédiments grossiers (points orange).

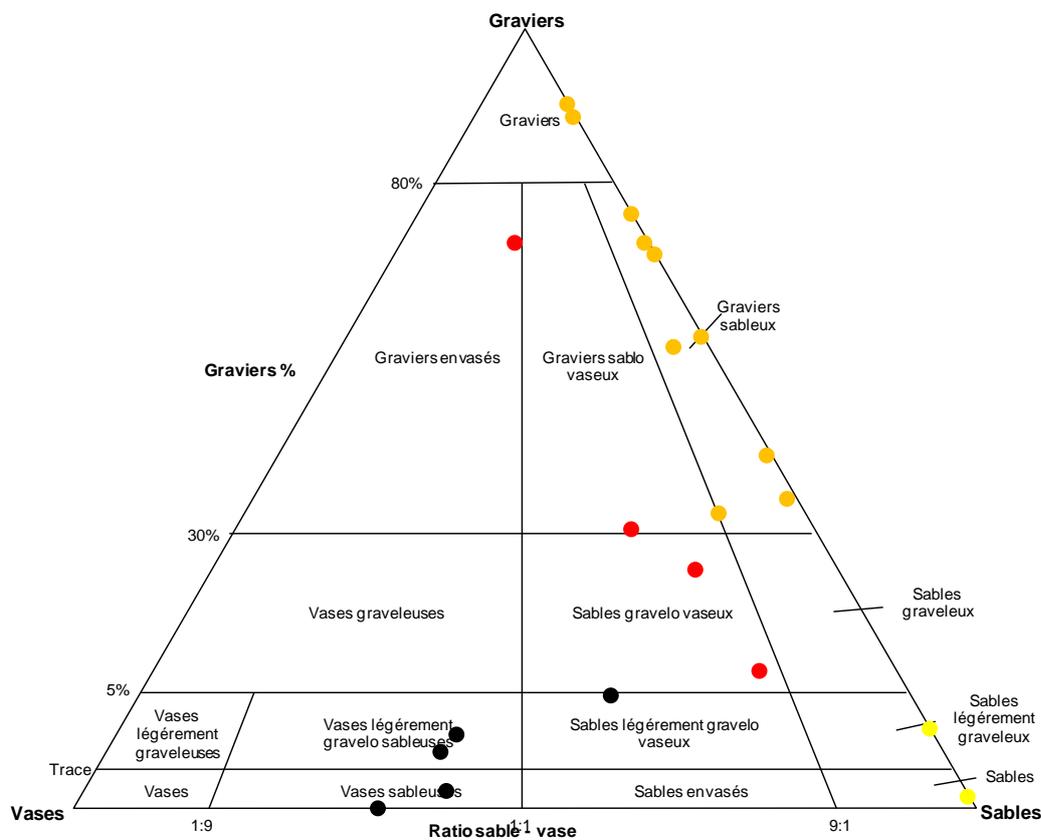


Figure 19 : Représentation graphique des stations échantillonnées selon le diagramme de Shepard réalisé sur la base de trois systèmes de coordonnées granulométriques : les graviers ($> 2\text{mm}$), les sables ($0,063 - 2\text{mm}$) et les vases ($< 0,063\text{mm}$). En noir = vase et sable vaseux, en jaune = les sables, en rouge = les sédiments hétérogènes et en orange = les sédiments grossiers, selon les correspondances EUNIS Niveau 1.

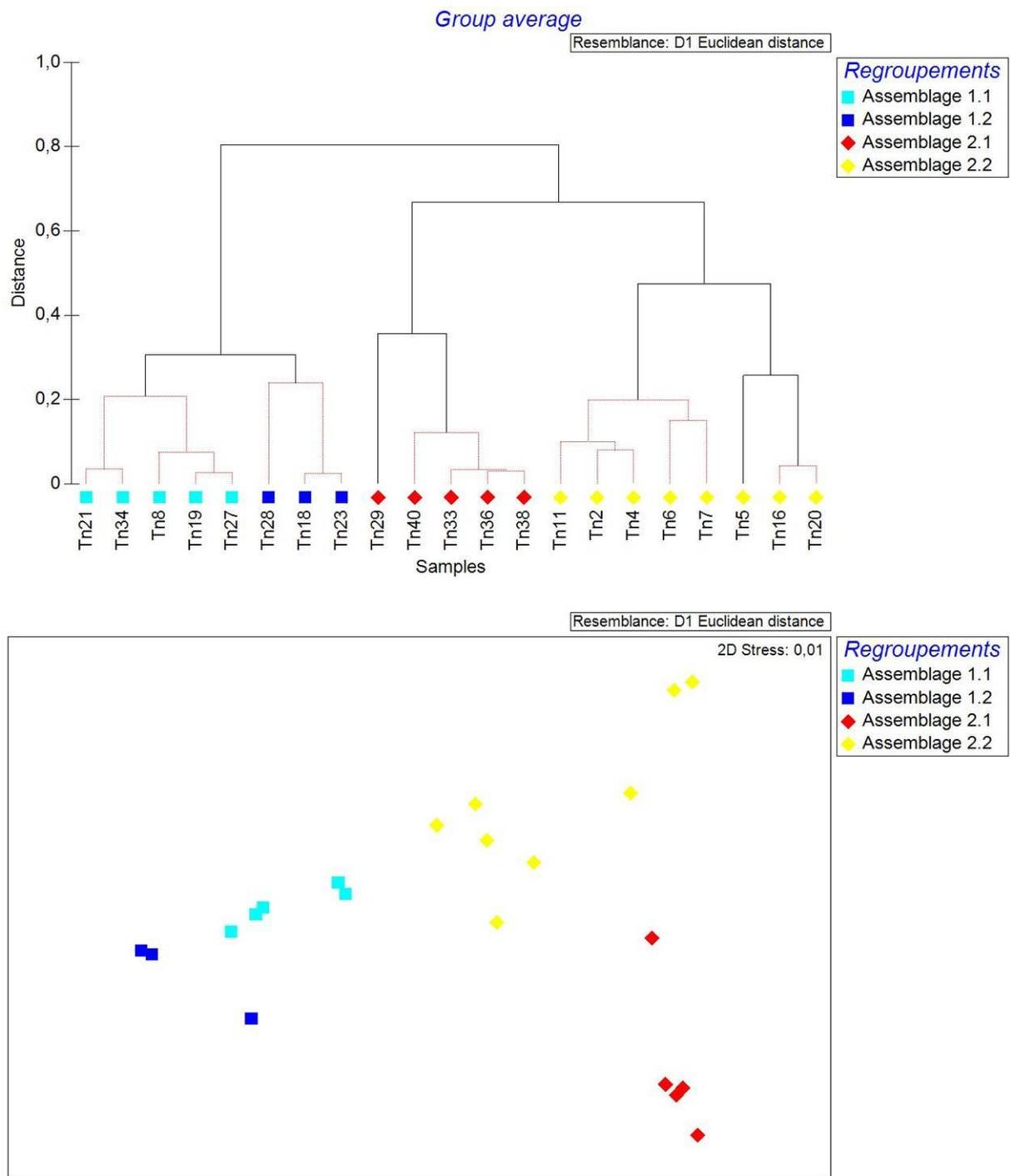


Figure 20 : Dendrogramme et MDS effectués à partir de la matrice des distances euclidiennes, calculée d'après les données granulométriques.

Le dendrogramme réalisé d'après la matrice des distances euclidiennes confirme l'opposition entre des sédiments graveleux et des sédiments sablo-vaseux (Figure 20). L'indice de stress (*i.e.* 0,01) de la MDS indique une très bonne qualité de l'ordination des sites.

Un premier ensemble (Ensemble 1) se constitue de 13 stations, alors que le second ensemble en regroupe 8 (Ensemble 2). En comparaison avec les stations de l'ensemble 2, l'ensemble 1 se caractérise par une plus forte valeur pour les sables et les vases.

L'ensemble 1 se décompose en deux sous-ensembles (1.1 avec 5 stations et 1.2 avec 8 stations) se différenciant notamment par la proportion en vases (Tableau 5).

L'ensemble 2 se décompose en deux sous-ensembles inégaux en réponse aux proportions relatives de sables et de graviers (Tableau 5).

Le sous-ensemble **2-1** regroupe 5 stations caractérisées par la présence plus importante en sable que le **sous ensemble 2.2**. Ce sous-ensemble **2-2** regroupe 3 stations dont le sédiment est très largement dominé par les graviers. Le **sous-ensemble 2.1** caractérise des sables-graveleux alors que **sous-ensembles 2.2** indique des graviers sableux.

Ces résultats indiquent une grande hétérogénéité des stations échantillonnées. Les fonds observés sont associés à des sables vaseux, des sables fins propres, des sédiments hétérogènes et des sédiments grossiers et graviers. La figure 21 illustre les différents types sédimentaires observés : galets et graviers, graviers sableux, sables fins propres et sables vaseux.

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 (µm)	Graviers (%)	Sables (%)	Vases (%)
Ensemble 1	440,30	15%	58%	27%
Sous-ensemble 1.1	49,02	2%	40%	58%
Sous-ensemble 1.2	684,85	23%	70%	7%
Ensemble 2	3133,12	75%	23%	2%
Sous-ensemble 2.1	2696,14	68%	31%	1%
Sous-ensemble 2.2	3861,41	86%	9%	5%

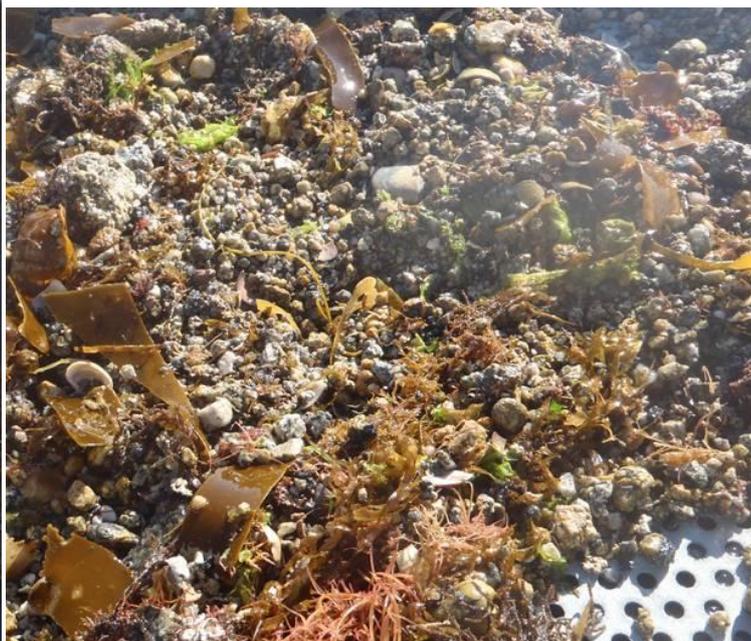


Figure 21 : Illustrations des différents types sédimentaires observés. De haut en bas et de gauche à droite : Gravier sableux (TN19), Sables fins propres (TN16) et Vases sableuses (TN29).

4.2.2 Matière organique et données hydrologiques

4.2.2.1 Matière organique

La teneur moyenne en matière organique est comprise entre 1 % et 9 % pour TN27 et TN40 (figure 22). 5 stations présentent des pourcentages inférieurs à 2%, 10 stations ont des pourcentages supérieurs à 5 %, et enfin, 6 stations ont un pourcentage supérieur à 10 % (Carte 9).

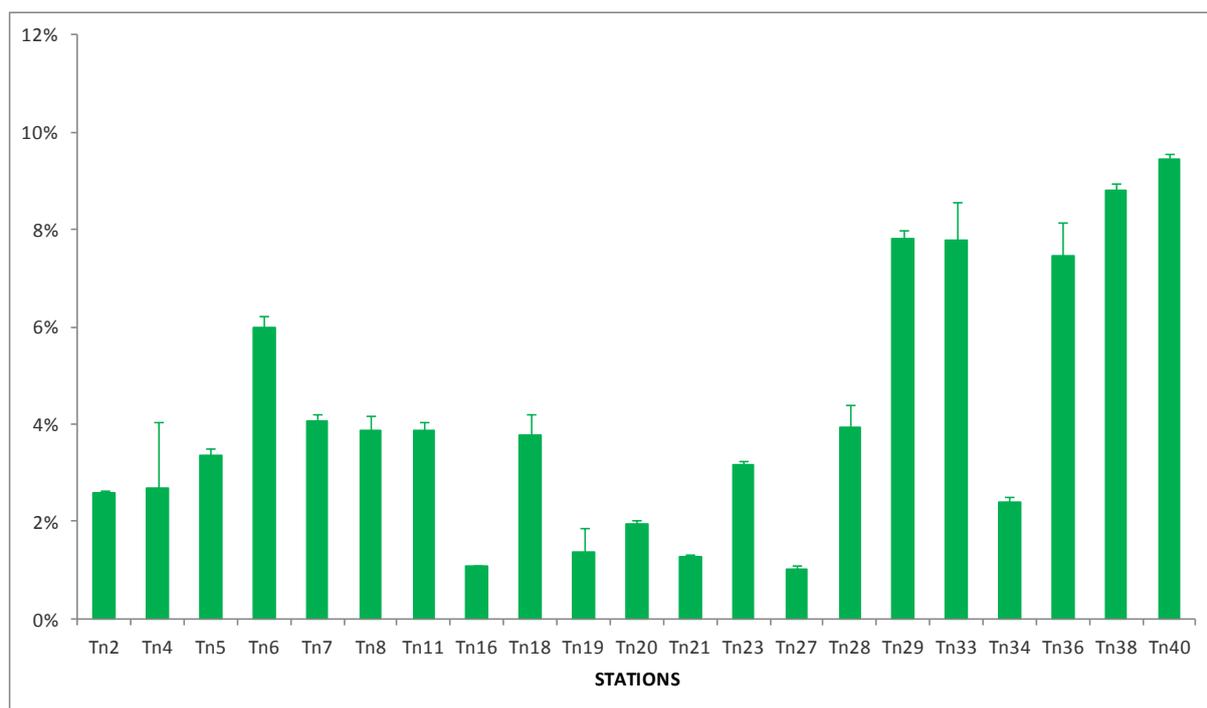
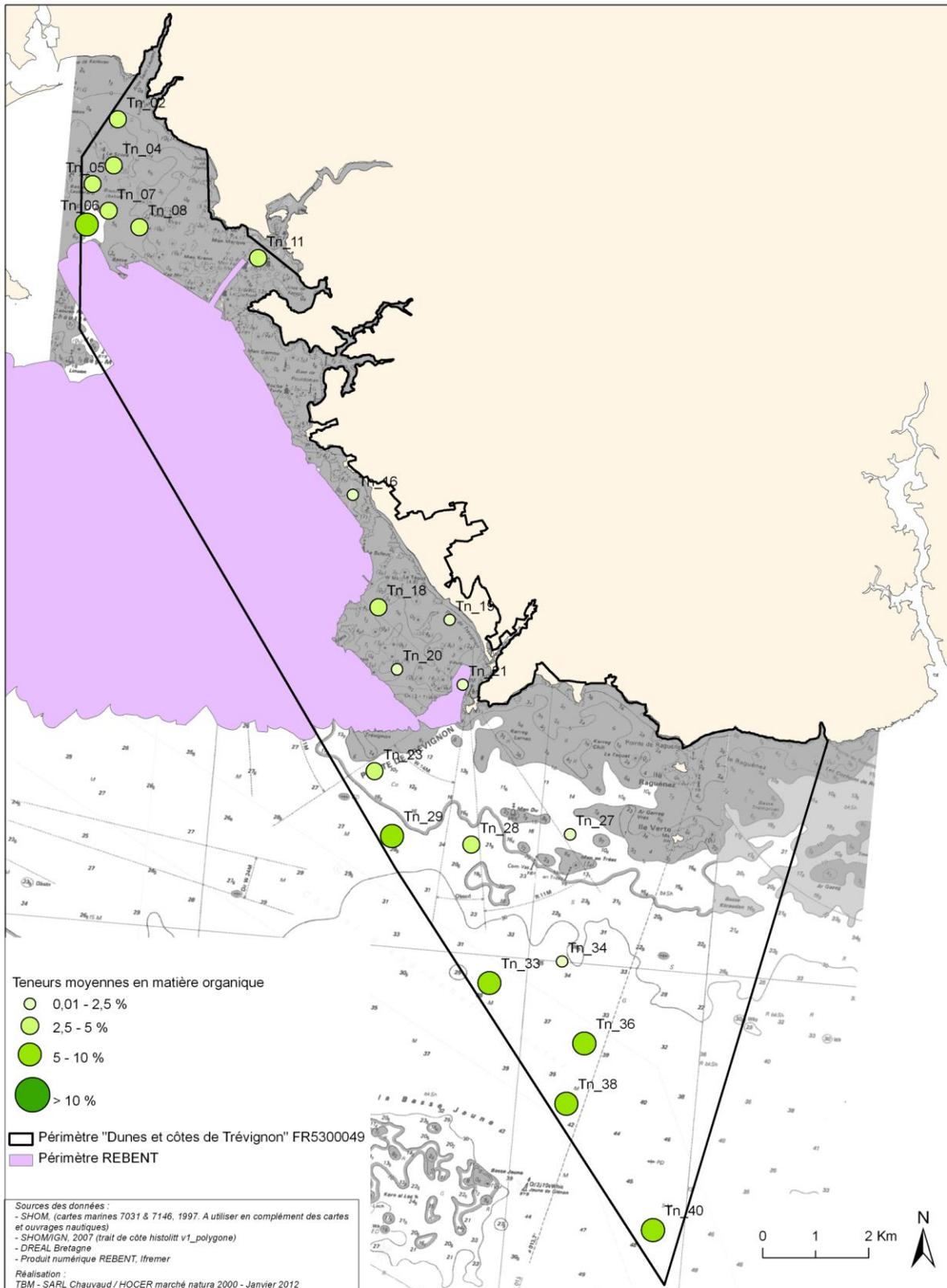


Figure 22 : Teneurs moyennes en matière organique.

**TENEURS MOYENNES EN MATIÈRE ORGANIQUE DES INVENTAIRES QUALITATIFS
DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049**



Carte 8 : 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 5 stations en même temps que les stations quantitatives : stations TN18, TN24, TN30, TN35 et TN36. La figure 23 récapitule les 4 paramètres hydrologiques étudiés.

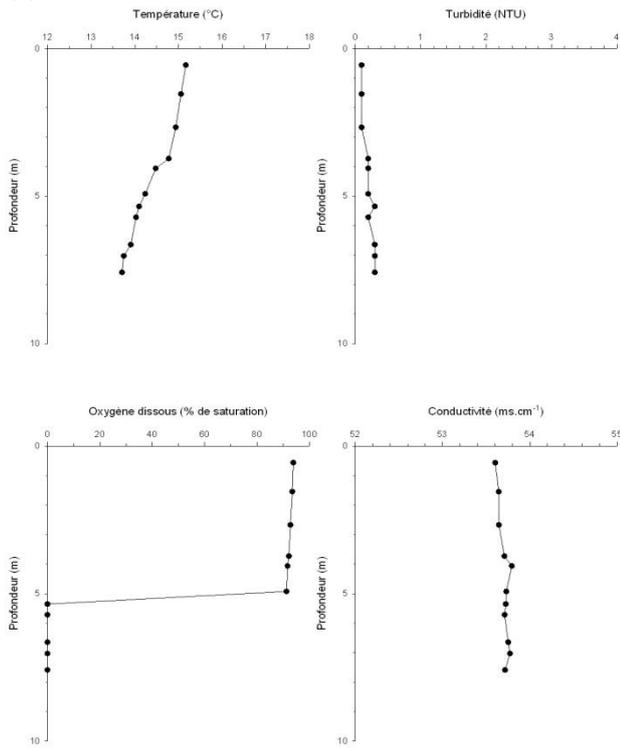
Les mesures de température de l'eau de mer relevées sur les 5 stations sont similaires et une température de surface comprise entre 15,2°C et 16,6°C est observée.

Les mesures de turbidité enregistrées par la sonde YSI témoignent d'une eau peu chargée en particules et d'une bonne visibilité (turbidité < 5 NTU) depuis la surface jusqu'à des profondeurs de 20m. Des valeurs plus importantes sont observées en profondeur (>30m) sur la station TN36.

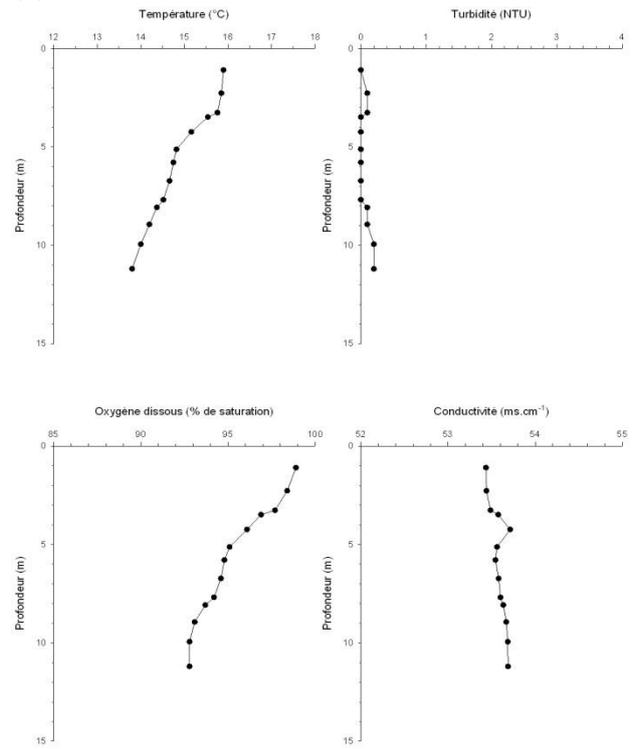
Les profils bathymétriques de la saturation de l'eau de mer en oxygène dissous sont tous similaires : le pourcentage de saturation d'oxygène dissous diminue graduellement jusqu'à une vingtaine de mètres de profondeur.

Les profils de conductivité enregistrés à une dizaine de mètres de profondeur sur les cinq stations sont équivalents et affichent des valeurs proches de 53,7 cm.ms⁻¹.

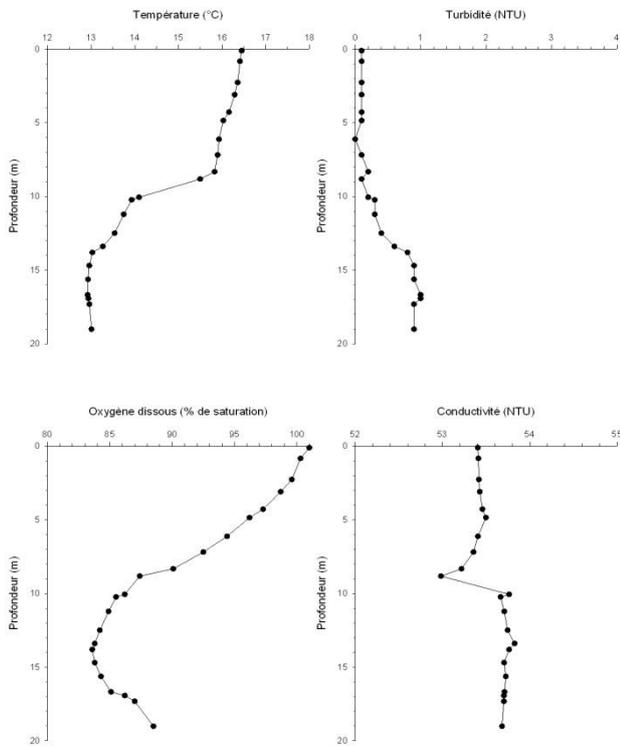
(a)



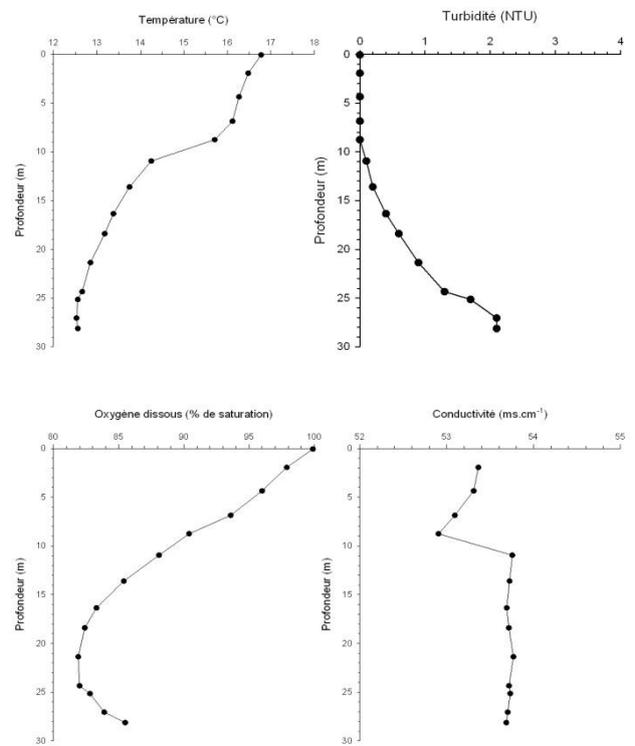
(b)



(c)



(d)



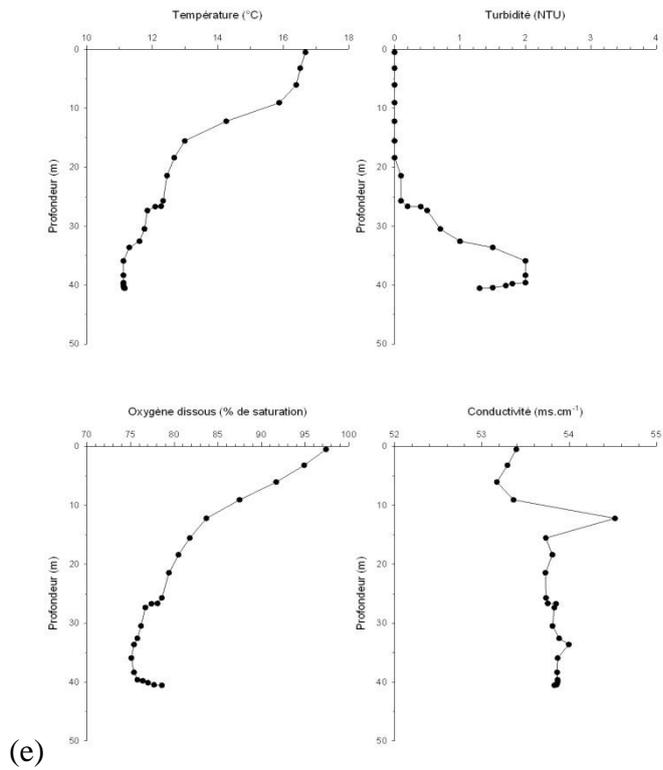


Figure 23 : Température, turbidité, teneur en oxygène et salinité sur 5 stations (TN18, TN24, TN30, TN35 et TN36)

4.2.3 STATIONS SEMI-QUANTITATIVES

4.2.3.1 Traits dominants de la macrofaune

Sur les 22 dragues Rallier du Baty effectuées, nous avons réalisé l'inventaire exhaustif de la faune sur des tamis de 10 et 5 mm. L'analyse de ces 22 échantillons biologiques (30 litres de sédiment par station) a permis de recenser plus de 5376 individus, et d'identifier 161 taxons.

Les abondances sont comprises entre 5 et 894 individus (Figure 24, carte 10). Les valeurs minimales sont observées pour la station TN26 alors que la valeur maximale est notée pour la station TN21. 7 stations ont des abondances inférieures à 100 individus et le reste des stations ont des abondances comprises entre 100 et 1000 individus dont 3 stations ont des abondances supérieures à 500 individus.

En termes de richesse spécifique, les valeurs sont comprises entre 4 (TN16) et 46 (TN6). 5 stations ont des valeurs inférieures à 10 espèces, 4 stations ont des richesses comprises entre 10 et 15 espèces, 10 ont des valeurs comprises entre 15 et 30 et enfin 3 stations ont des richesses spécifiques supérieures à 30 (Figure 24, carte 11).

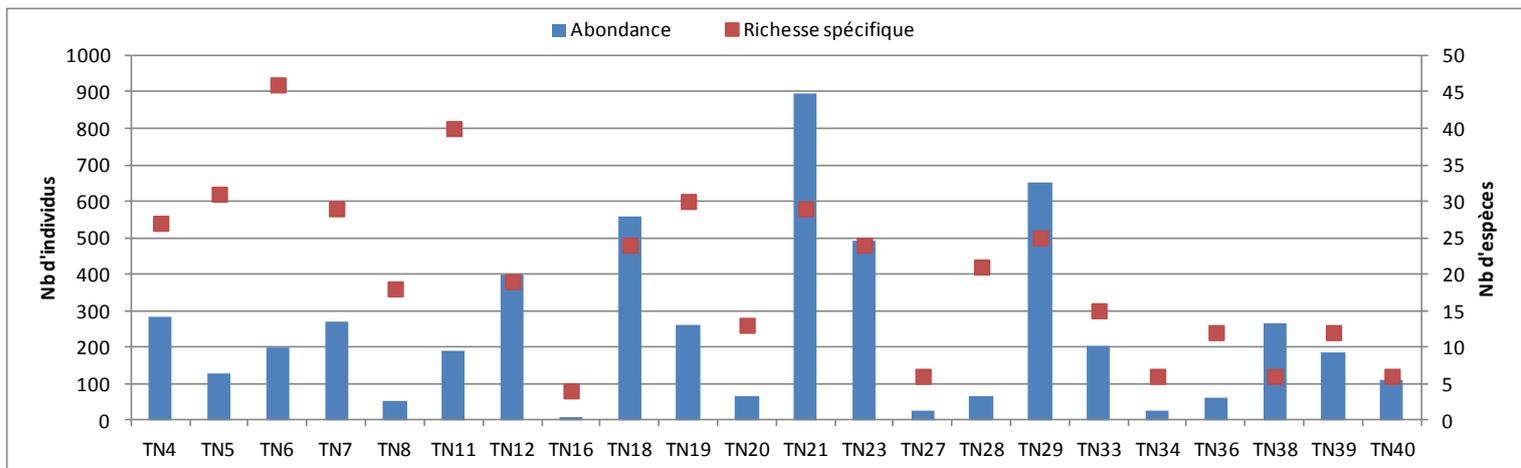
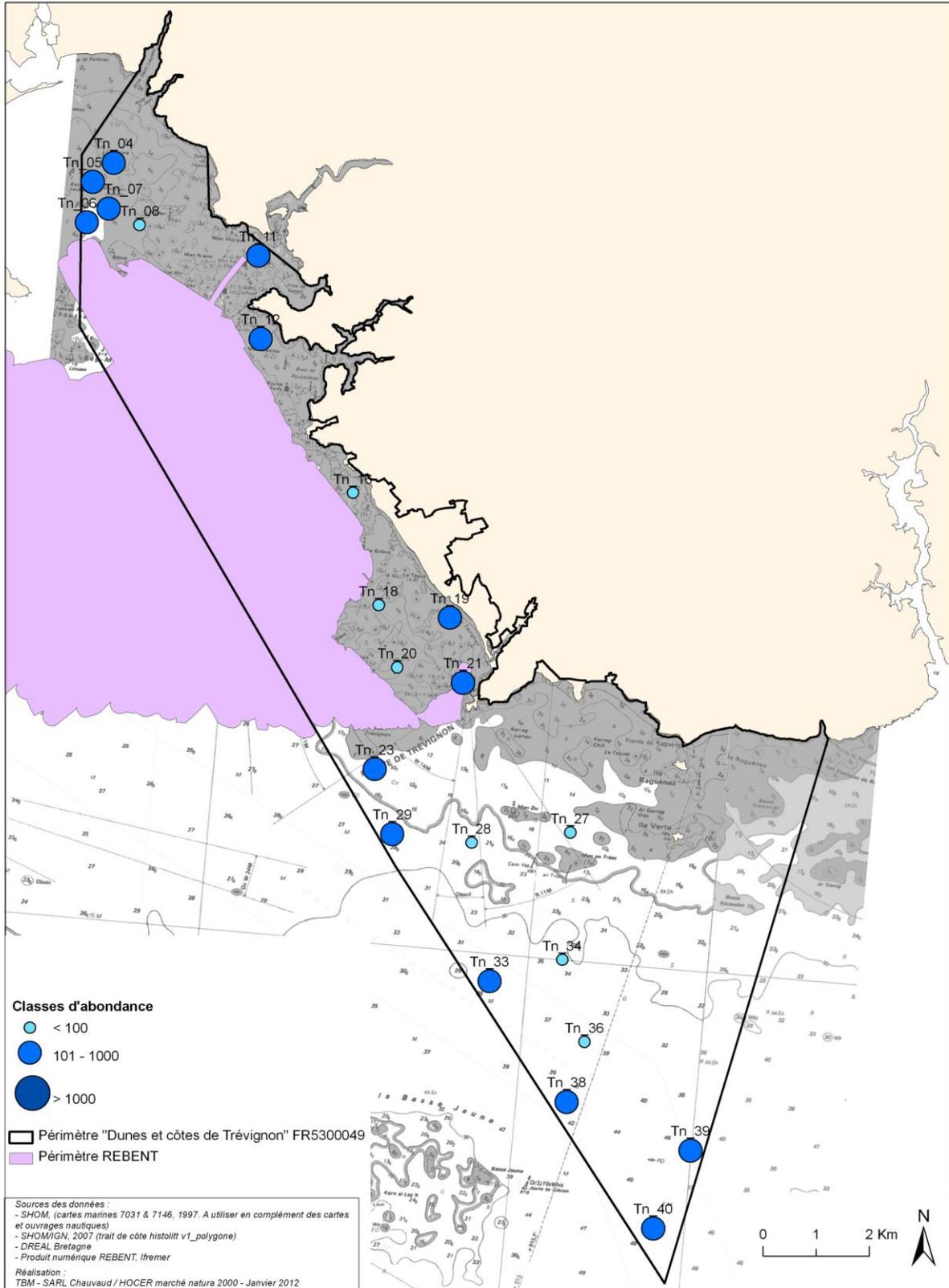


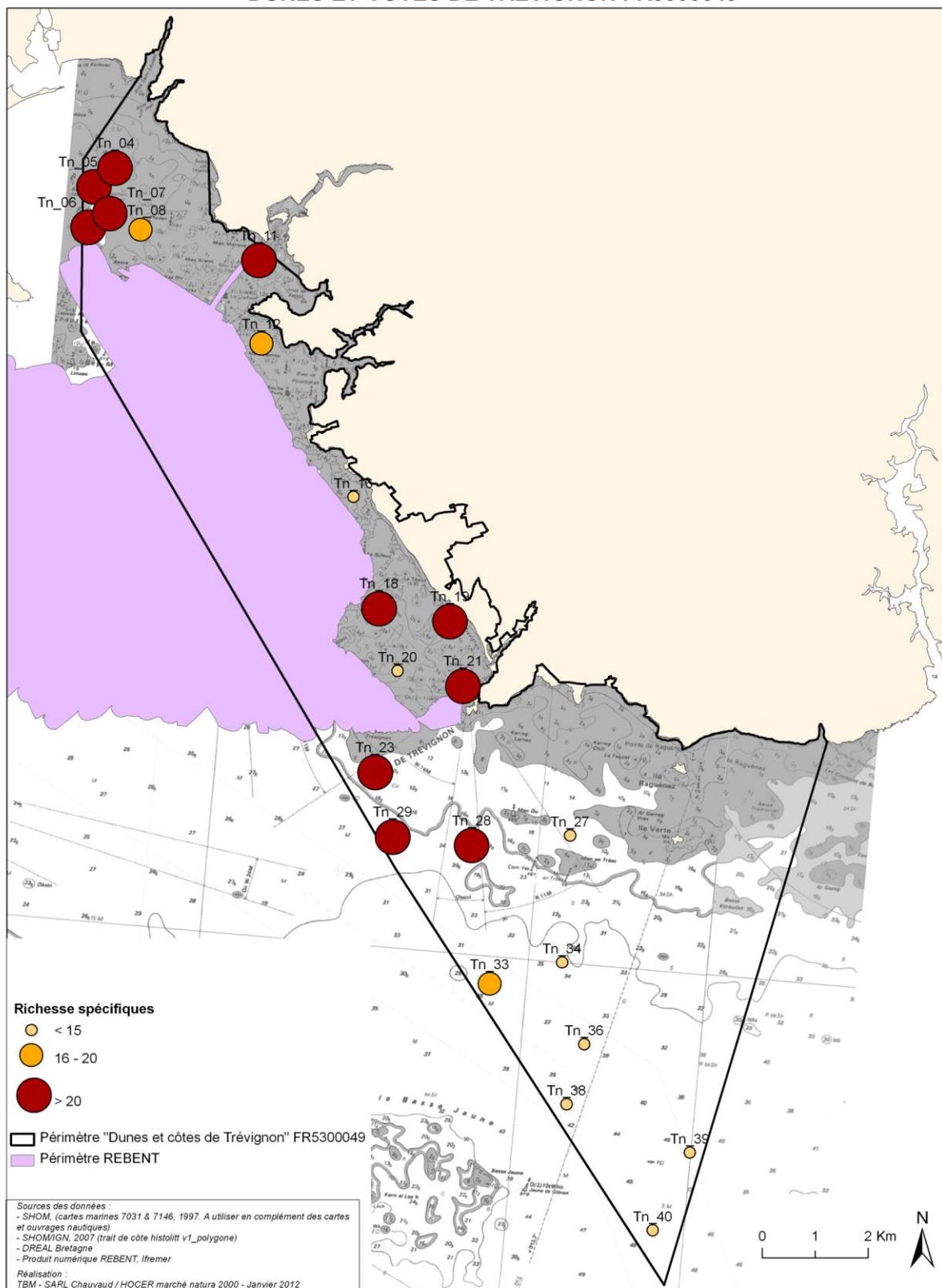
Figure 24 : Abondance et richesse spécifique (Drague rallier du Baty, 30 litres de sédiment, tamisage sur 10 et 5 mm)

**ABONDANCES DES INVENTAIRES QUALITATIFS
DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049**



Carte 9 : Carte des abondances pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty

**RICHESSES SPÉCIFIQUES DES INVENTAIRES QUALITATIFS
DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049**



Carte 10 : Carte des richesses spécifiques pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty

Tableau 6 : Richesse spécifique, Diversité et équitabilité

Stations	Diversité h'(Log²)	Régularité
TN4	3,936	0,8279
TN5	4,234	0,8547
TN6	4,337	0,7898
TN7	4,182	0,8699
TN8	3,694	0,8858
TN11	4,153	0,7803
TN12	2,195	0,5168
TN16	1,922	0,961
TN18	0,8497	0,1853
TN19	3,673	0,7486
TN20	1,941	0,5245
TN21	3,307	0,6955
TN23	1,897	0,4138
TN27	1,492	0,577
TN28	3,535	0,8178
TN29	1,607	0,3461
TN33	2,188	0,56
TN34	2,503	0,9684
TN36	3,126	0,872
TN38	1,255	0,4857
TN39	1,959	0,5465
TN40	1,933	0,7479

Le tableau 6 récapitule les résultats obtenus pour la diversité et l'équitabilité. Les valeurs fluctuent entre 0,8 et 4,3 pour la diversité, et entre 0,18 et 0,96 pour l'équitabilité. Les valeurs sont minimales pour la station TN18 pour les deux paramètres et maximales pour la station TN6 pour la diversité et TN34 pour la régularité. Les valeurs faibles indiquent la dominance d'une à deux espèces. En revanche, plus les valeurs augmentent plus une meilleure équirépartition des espèces est observée.

L'abondance des individus récoltés est dominée en fonction des stations soit dans la majorité des cas par les mollusques, soit par les crustacés pour trois stations, soit par les échinodermes pour 4 stations et enfin par les céphalochordés pour la station TN27 (Figure 25, carte 12). Les polychètes sont présents dans quasiment tous les échantillons et dominant dans la station TN34. En termes de richesse spécifique (Figure 26, carte 13), même si les proportions sont légèrement variables en fonction des stations pour les 4 groupes sont dominants : les

mollusques, les polychètes, les crustacés et les échinodermes. Ce sont principalement les mollusques et les polychètes qui dominent. L'épifaune sessile est très peu représentée dans les stations.

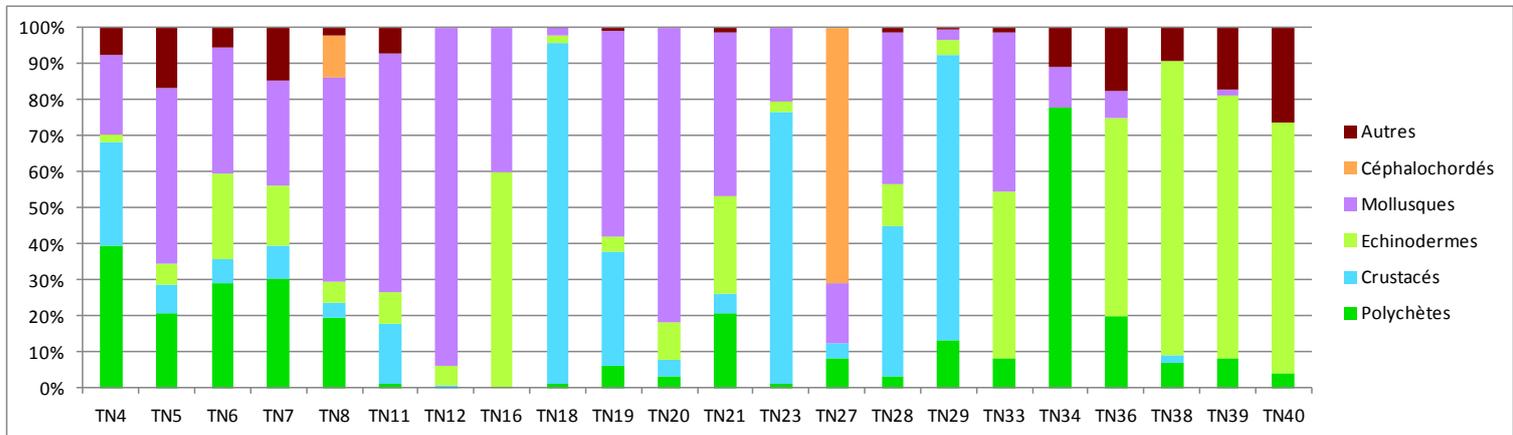


Figure 25 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance

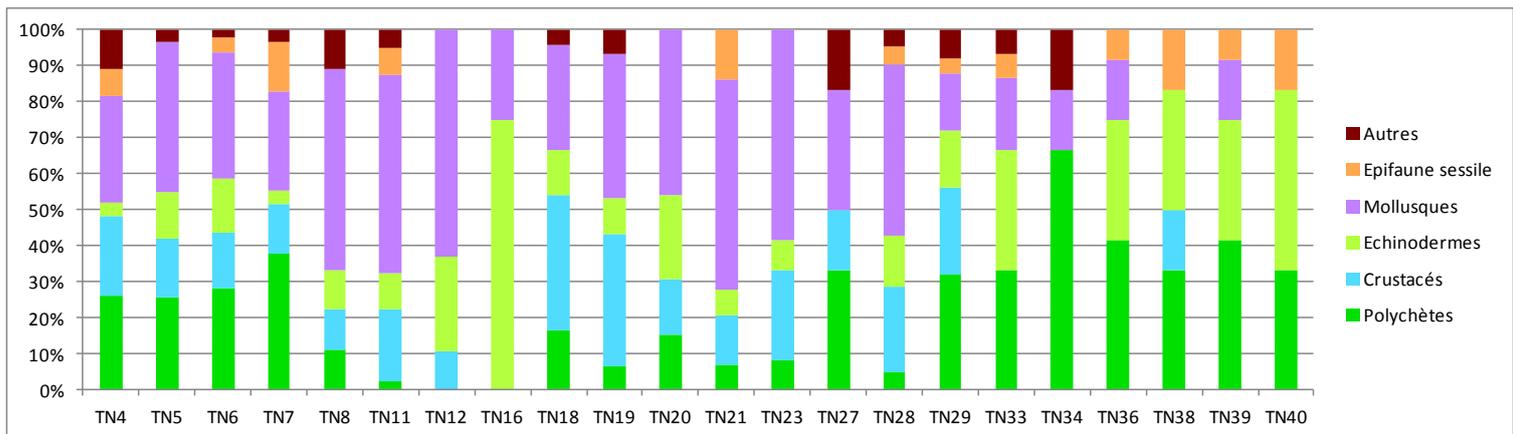
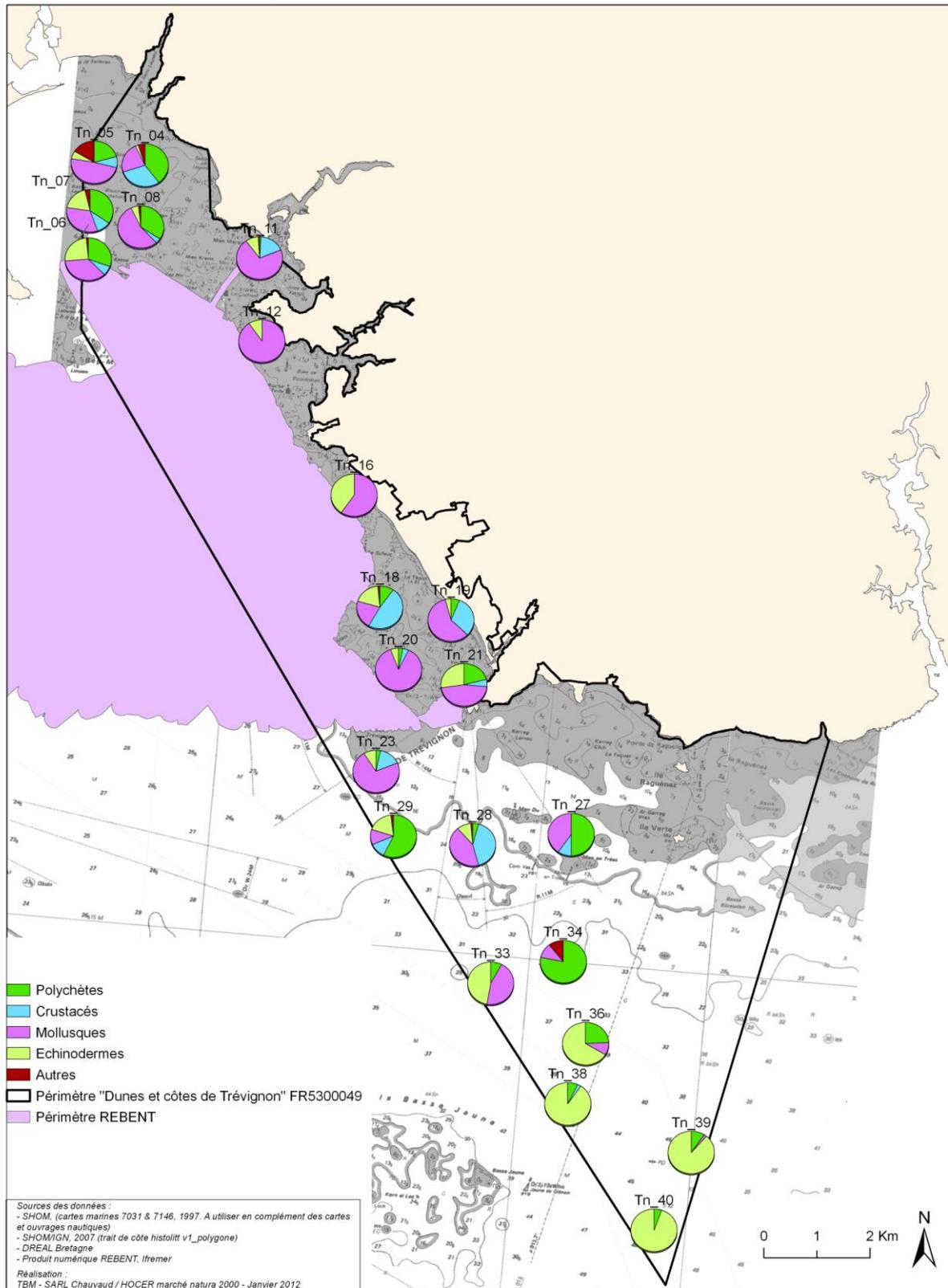


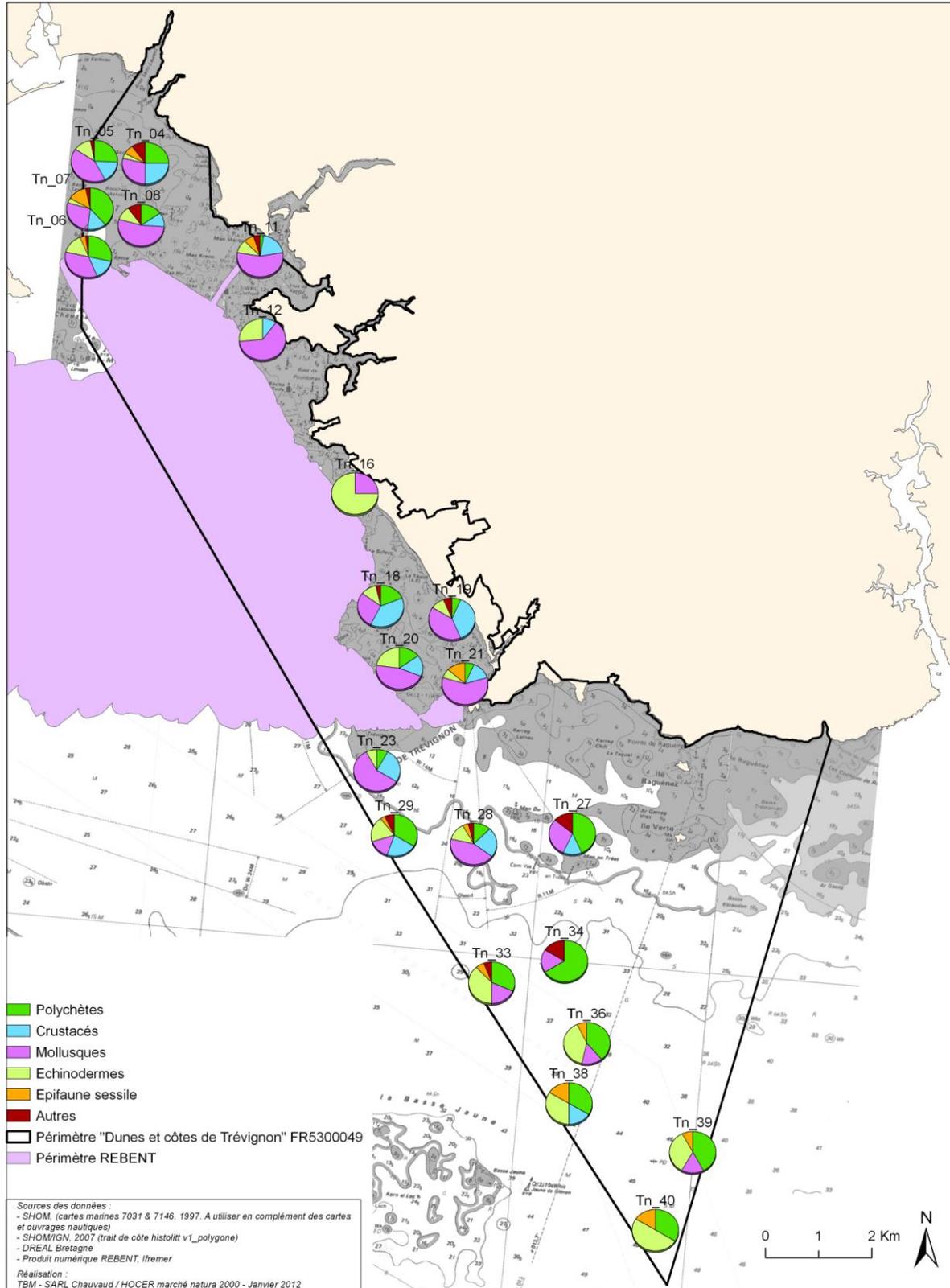
Figure 26 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique

**PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS GROUPES ZOOLOGIQUES EN TERME D'ABONDANCES
DES INVENTAIRES QUALITATIFS - DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049**



Carte 11 : 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 - DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR530004



Carte 12 : 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 une analyse multivariée 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 27 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 2 principaux groupes de stations (Figure 27). L'indice de stress (i.e. 0,13) de la MDS indique une qualité correcte de l'ordination des sites.

L'assemblage **1** est composé d'une station TN27 alors que le second comprend le reste des stations. Le premier assemblage est composé de très peu d'espèces qui ont des affinités gravicoles et par la dominance du céphalochordé *Branchiostoma lanceolata*. Le sous-assemblage **2.1** est composé d'une seule station TN34 qui est caractérisée par uniquement des polychètes une espèce de bivalve *Gibbula tumida*.

L'assemblage **2.2** peut être subdivisé en deux sous-assemblages **2.2.1** et **2.2.2**. Le premier sous assemblage est composé de 10 stations et le second par 10 stations. Les espèces qui composent l'assemblage **2.2.1** sont des espèces à affinités vasicoles et sabulicoles comme l'échinoderme *Amhiura filiformis*, le polychète *Maldane glebifex* ou encore le mollusque *Turritella communis*. Pour l'assemblage **2.2.2**, ce sont des espèces sabulicoles et sgravicoles qui sont recensées comme les mollusques *Spisula elliptica* et *Venus fasciata*, l'échinoderme *Echinocardium cordatum* et le crustacé *Pisidia longicornis*.

Le MDS tridimensionnel, dont la valeur de stress est de 0,13 indique une bonne représentation graphique des similarités inter-stations, illustre bien le regroupement des stations en distinguant les stations à affinités sabulicoles et vasicoles de celles à affinités gravicoles et sabulicoles. Certaines sont isolées à cause de certaines particularités comme la présence exclusive d'espèce.

Des exemples d'espèces sont illustrées sur la figure 28.

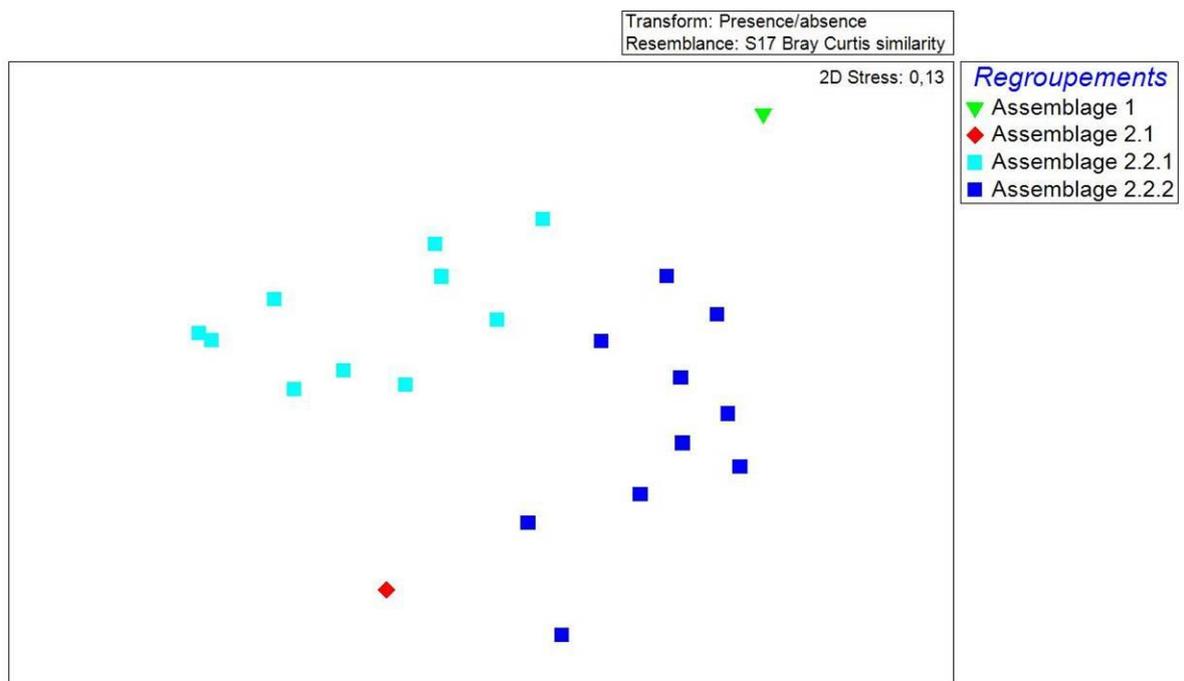
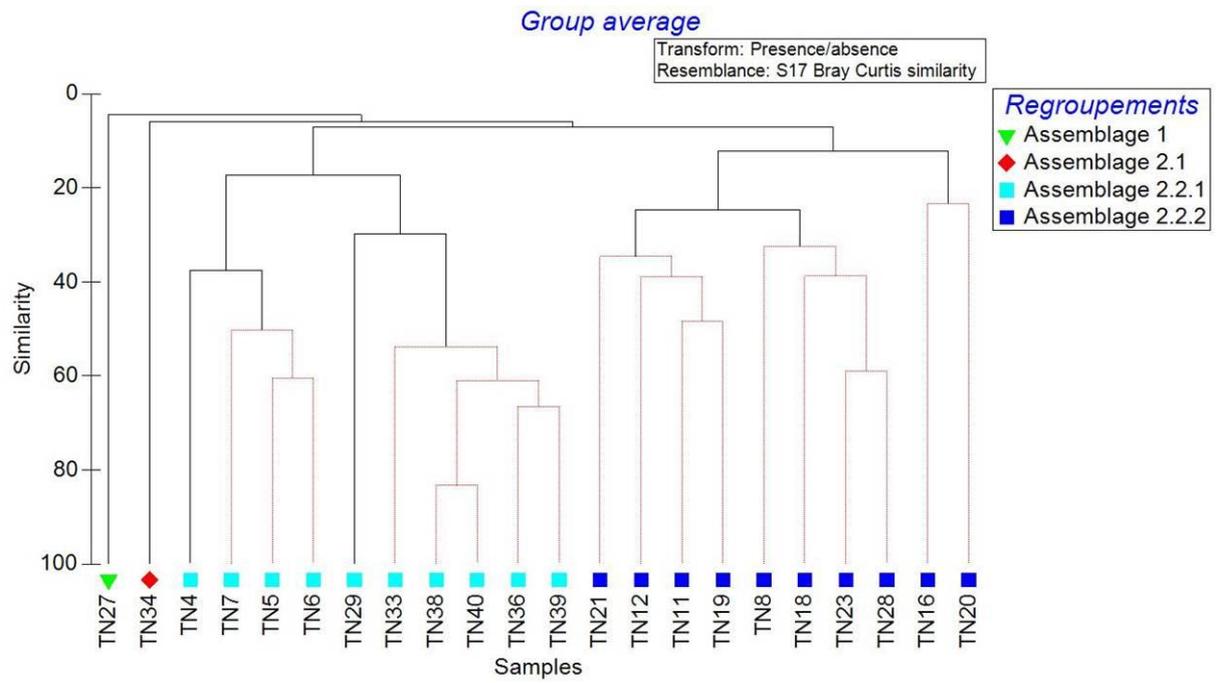


Figure 27 : CAH et MDS sur les données faunistiques en présence-absence

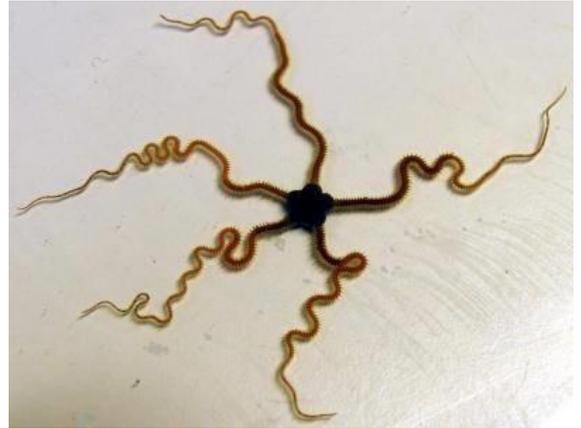


Figure 28 : Quelques espèces caractéristiques des assemblages observés à la drague Rallier du Baty : le mollusque *Clausinella fasciata*, les échinodermes *Amphiura filiformis* et *Echinocardium cordatum*, le crustacé *Pisidia longicornis*, la polychète *Maldane glebifex* et le céphalochordé *Branchiostoma lanceolatum* (Clichés TBM).

4.2.4 STATIONS QUANTITATIVES

Un total de quatre stations quantitatives a été échantillonné à la benne Smith Mc Intyre. Le choix des stations s'est fait en fonction de la granulométrie observée sur le terrain et des espèces associées. Par rapport aux assemblages identifiés précédemment sur les stations semi-quantitatives, une appartient au sous-assemblage 2.2.1 et trois au sous-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, 2997 individus ont été dénombrés et 249 taxons ont été identifiés (Annexe 4).

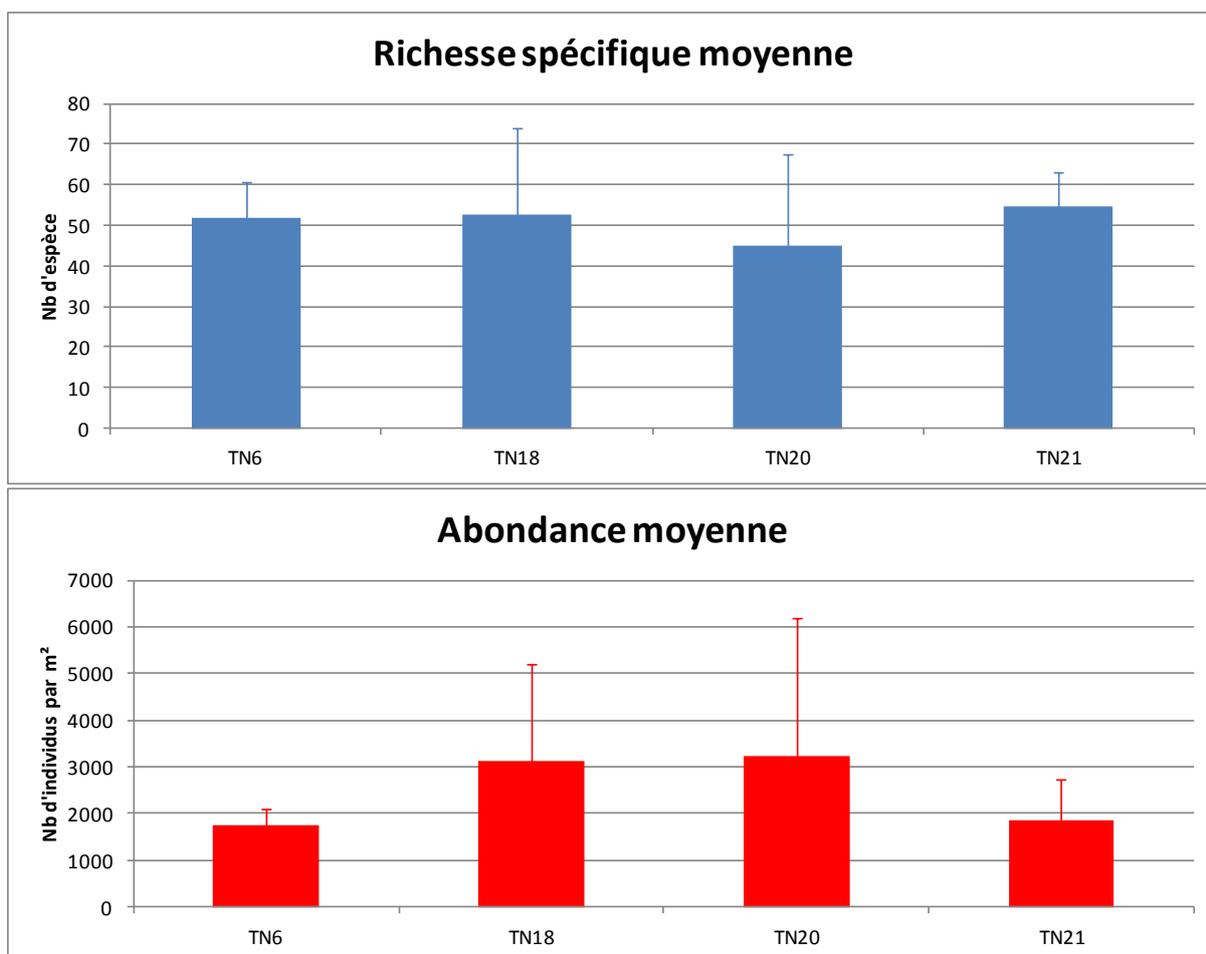


Figure 29 : Richesse spécifique moyenne et Abondance moyenne (nb d'individus par m²)

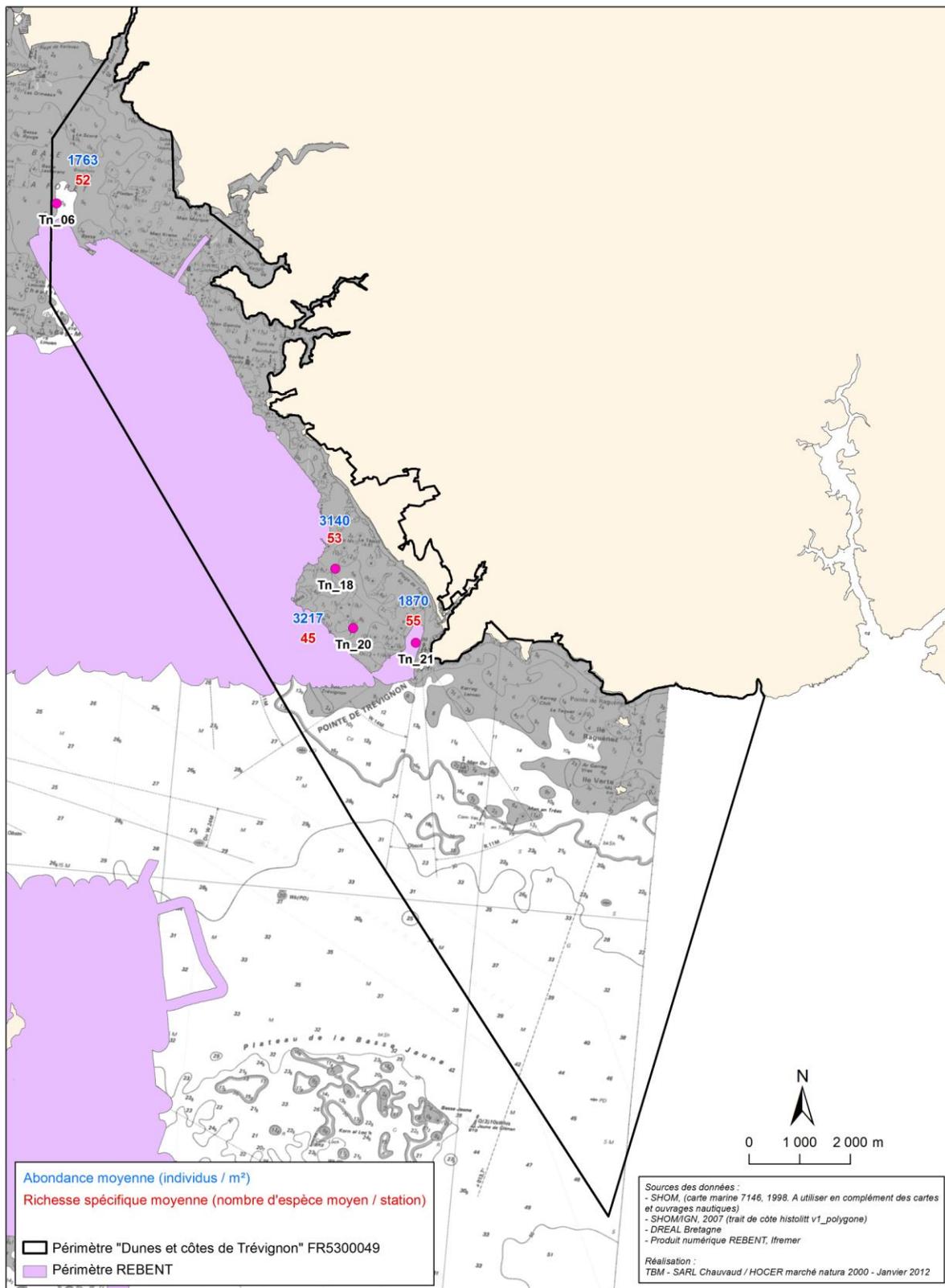
Les richesses spécifiques moyennes sont comprises entre 45 et 55 espèces respectivement pour les stations TN20 et TN21 (Figure 29, carte 13). Les abondances moyennes varient de 1763 individus par m² (Station TN6) à 3217 individus par m² (Station TN20) (Figure 29).

Le tableau 7 récapitule les résultats obtenus pour les indices de diversité de Shannon et d'équitabilité de Pielou. Les valeurs fluctuent entre 3,20 et 3,40 pour la diversité spécifique, et entre 0,59 et 0,61 pour l'équitabilité. Les valeurs sont minimales pour la station TN20 et maximales pour la station TN21 pour la diversité. Pour l'équitabilité, trois stations ont des valeurs minimales et la station TN20 a la valeur maximale. Les valeurs faibles de la diversité et de l'équitabilité indiquent la dominance d'une à deux espèces. Une augmentation de la diversité ainsi que de l'équitabilité indique une répartition plus homogène des individus entre les espèces.

Tableau 7 : Diversité et régularité moyenne

Stations	Diversité H'(log2)	Equitabilité
TN6	3,38	0,59
TN18	3,31	0,59
TN20	3,20	0,61
TN21	3,40	0,59

ABONDANCES ET RICHESSES SPÉCIFIQUES DES INVENTAIRES QUANTITATIFS DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049



Carte 13 : Richesse et abondance moyenne pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre

L'analyse des groupes taxonomiques en termes d'abondance (Figure 30, carte 17) révèle une composition taxonomique de trois types : un avec la dominance des polychètes et des crustacés, un avec la dominance des polychètes et des mollusques et le dernier plus hétérogène mais avec la dominance des polychètes.

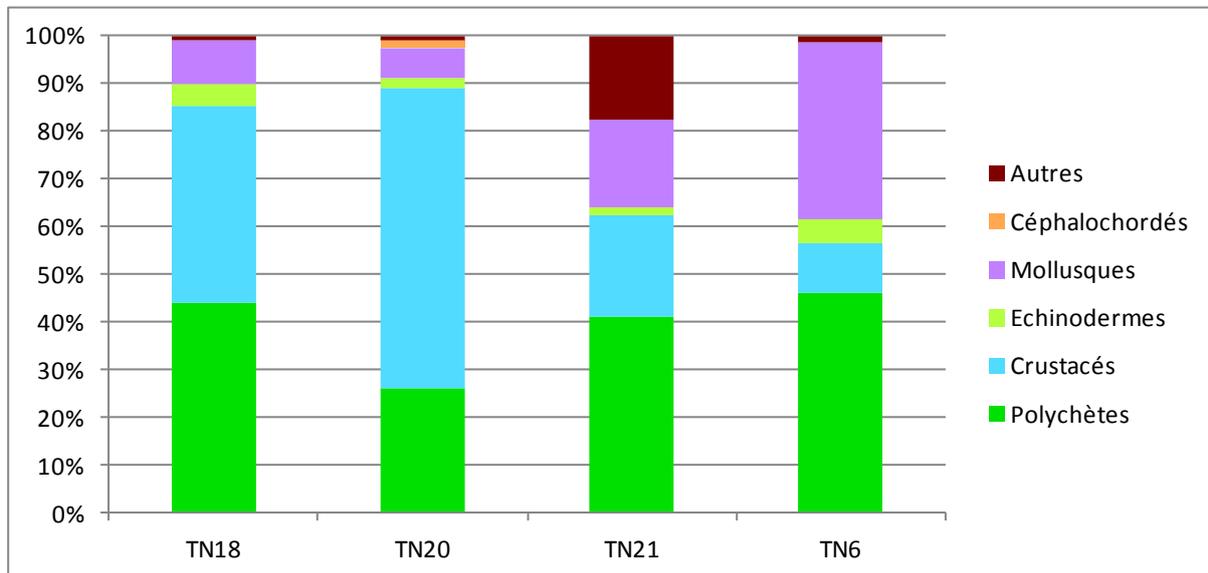


Figure 30 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance

Les proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique illustrent la plus grande diversité des polychètes (Figure 31, carte 18) par rapport aux crustacés et aux mollusques. La composition est similaire pour l'ensemble des stations.

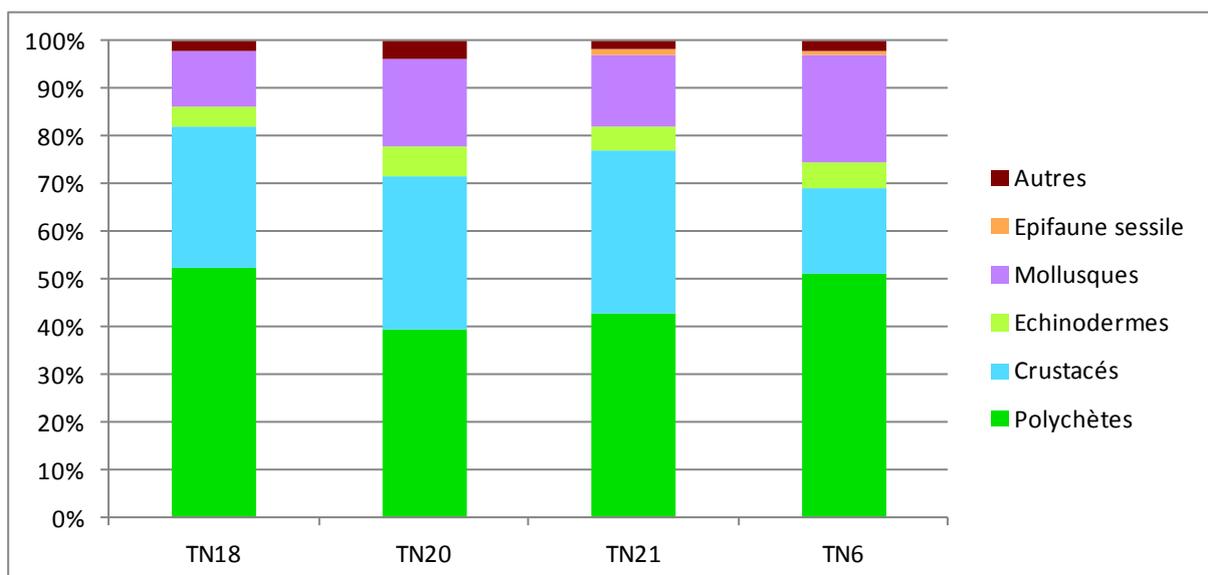
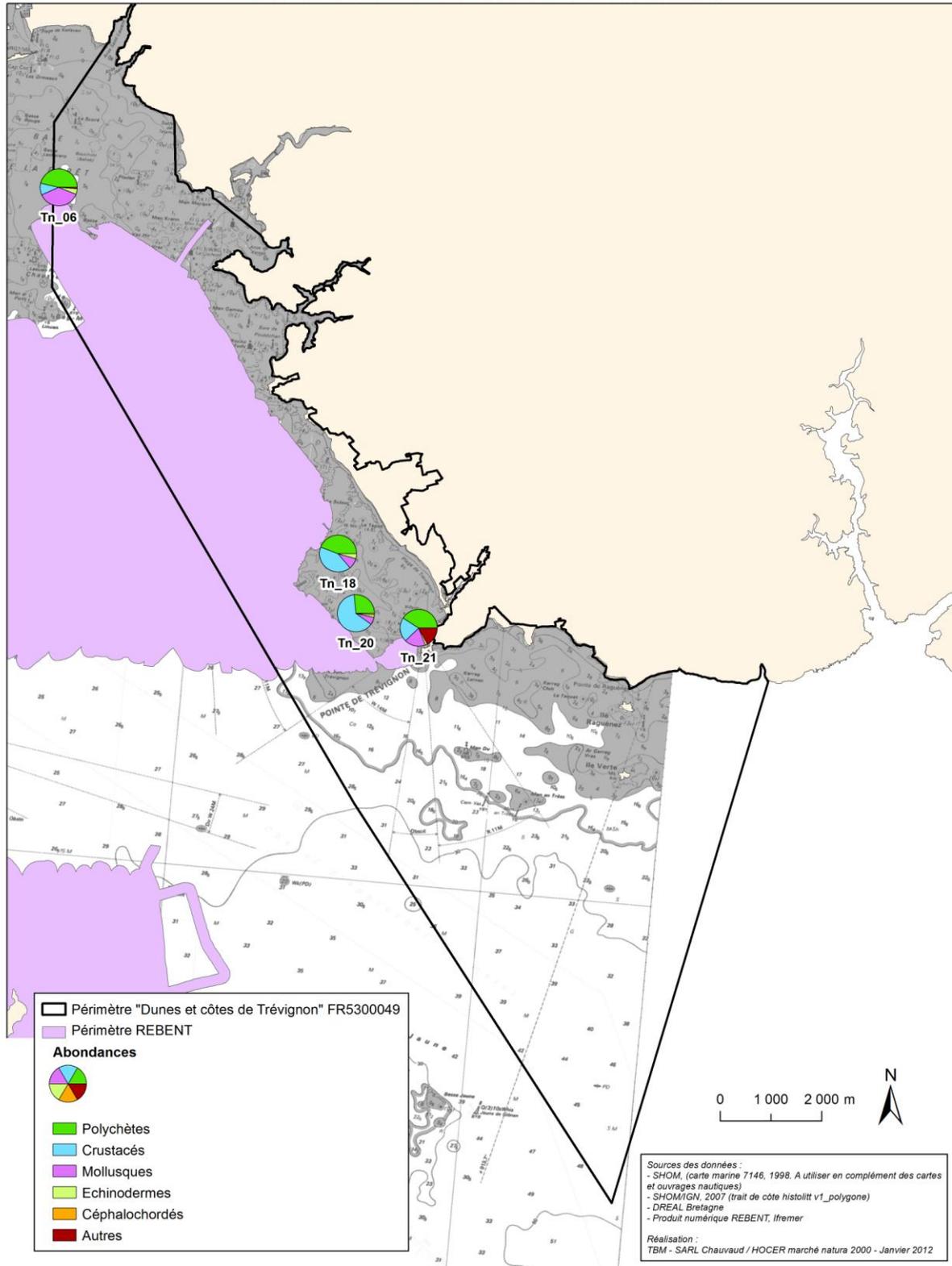


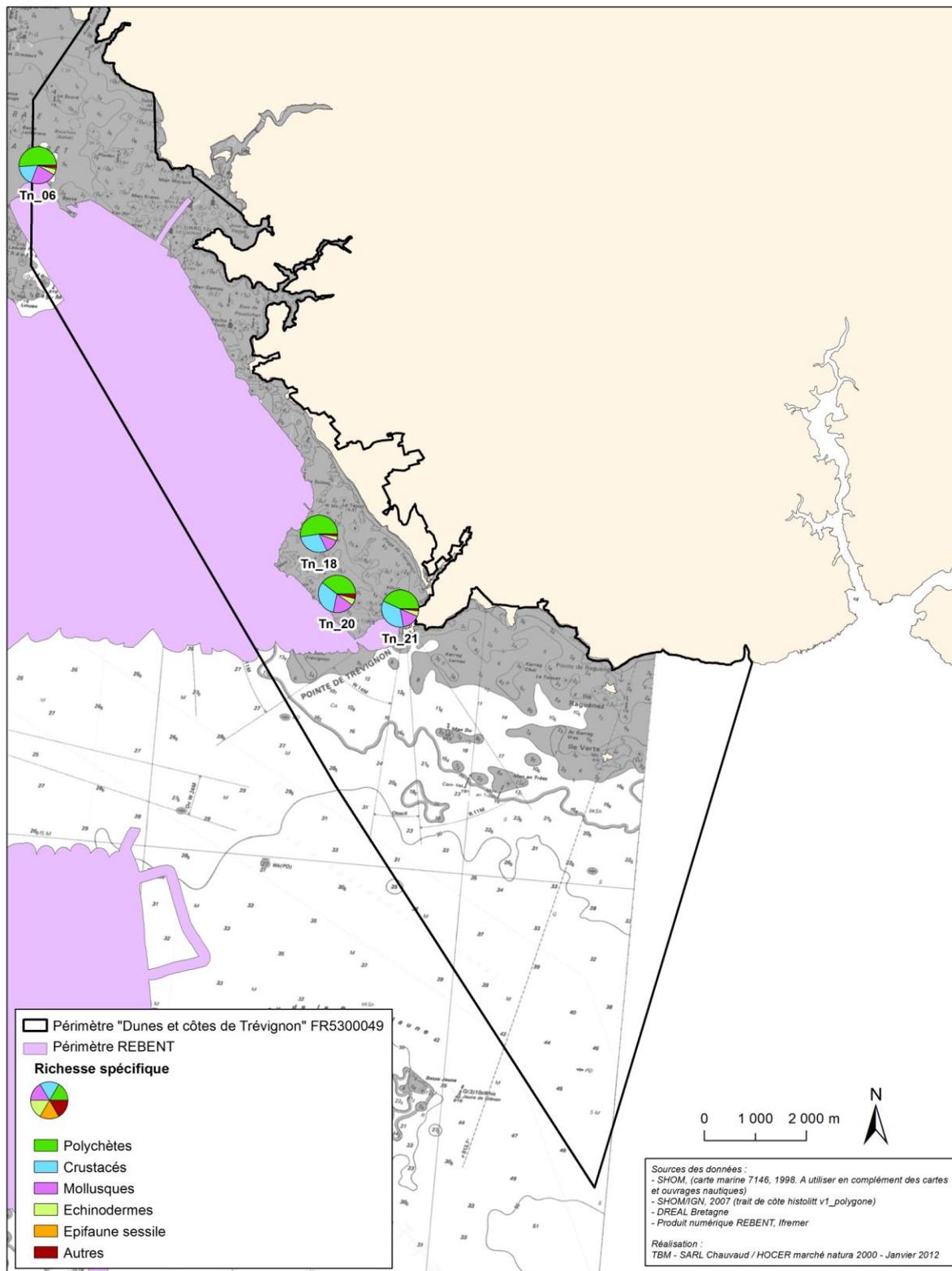
Figure 31 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique

**PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS GROUPES ZOOLOGIQUES EN TERME
D'ABONDANCES DES INVENTAIRES QUANTITATIFS
DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049**



Carte 14 : 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 DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049



Carte 15 : 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 32), il est possible d'illustrer les regroupements entre les stations. L'indice de stress de la MDS indique une très bonne qualité de l'ordination des sites (*i.e.* 0,01). 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 8 : 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 m². 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 %
1.1	<i>Hyalinoecia bilineata</i>	3,38	5,29	59,54	9,38
	<i>Kurtiella bidentata</i>	2,66	4,11	7,05	7,3
	<i>Thyasira flexuosa</i>	2,61	3,66	8,54	6,48
	<i>Lucinella divaricata</i>	2,32	3,6	10,09	6,39
	<i>Nucula nitidosa</i>	2,53	3,51	6,44	6,22
	<i>Maldane glebifex</i>	2,13	3,21	15,17	5,68
1.2	<i>Anapagurus hyndmanii</i>	2,59	3,75	28,28	8,14
	<i>Sabellaria spinulosa</i>	2,44	3,56	6,12	7,74
	<i>Magelona alleni</i>	1,78	2,72	6,74	5,91
	<i>Lucinella divaricata</i>	1,93	2,41	2,06	5,24
	<i>Parvicardium scabrum</i>	1,46	2,26	8,57	4,9
	<i>Pholoe inornata</i>	1,61	2,11	5,86	4,59
2.2	<i>Orchomene humilis</i>	3,25	2,54	2,51	6,72
	<i>Glycera lapidum</i>	2,1	2,35	3,94	6,21
	<i>Lumbrineris latreilli</i>	2,07	2,1	2,51	5,57
	<i>Syllis cornuta</i>	2,47	2,1	2,67	5,56
	<i>Malmgreniella arenicolae</i>	1,63	1,73	3,99	4,58
	<i>Amphipholis squamata</i>	1,65	1,49	7,32	3,94

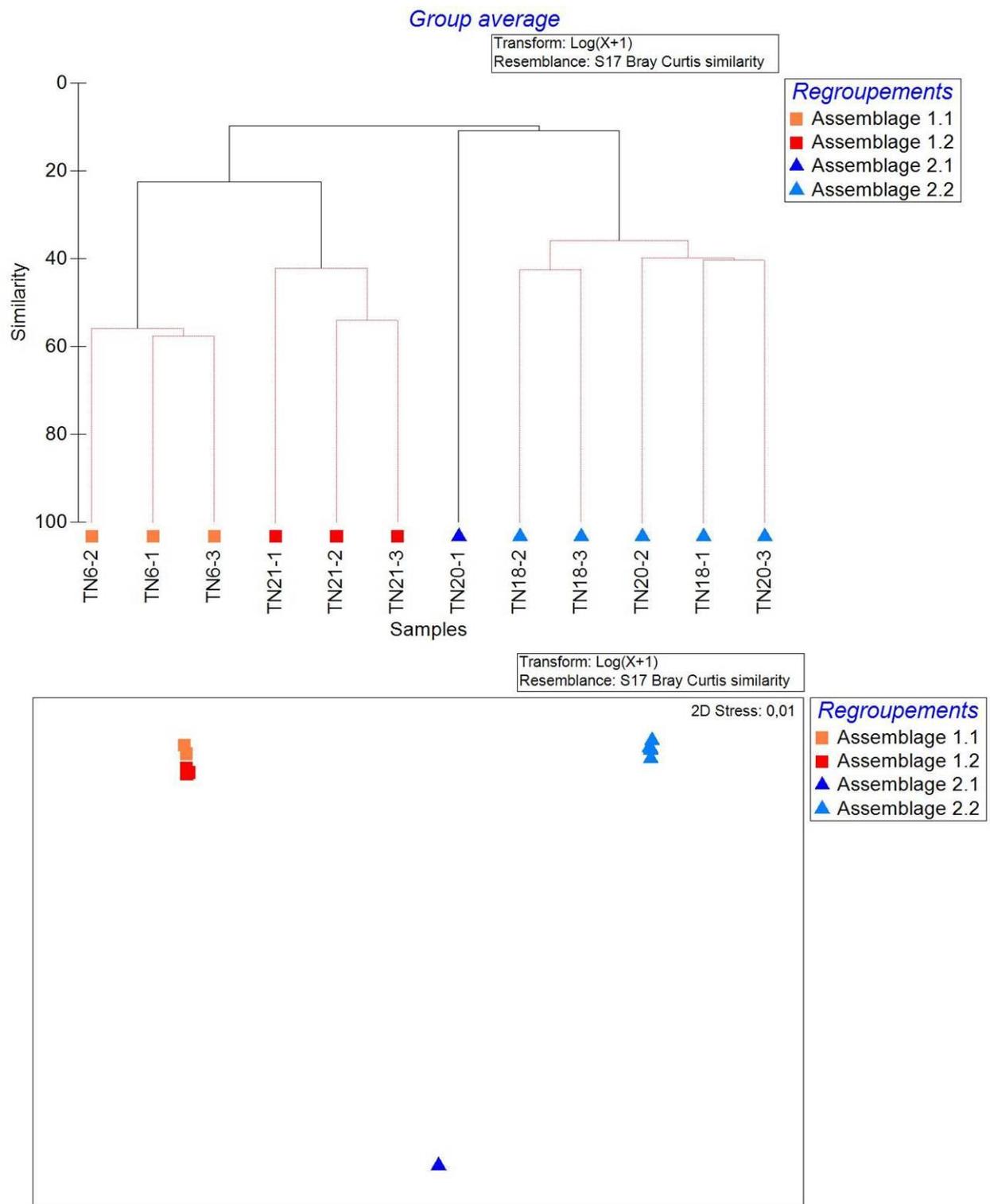


Figure 32 : CAH et MDS sur les abondances

Ces analyses séparent tout d'abord les stations de sable fin à moyen et de maerl (Assemblage 2.1) des stations de sables grossiers (Assemblage 1.2) et de sable fin envasé (Assemblage 1.1). Une description synthétique de chacun de ces assemblages est fournie dans le tableau 8 alors que leur distribution spatiale est représentée sur la figure 32. Le tableau 8 est obtenu grâce à la procédure SIMPER du logiciel PRIMER.



Figure 33 : Espèces dominantes et discriminantes des différents sous- assemblages : *Thyasira flexuosa*, *Glycera lapidum*, *Sabellaria spinulosa*, *Maldane glebifex* et *Hyalinoecia bilineata* (Clichés TBM).

Dans l'**assemblage 1.1**, les espèces dominantes et discriminantes sont les polychètes *Hyalinoecia bilineata* et *Maldane glebifex* et des bivalves comme *Kurtiella bidentata* ou *Thyasira flexuosa*. Les espèces discriminantes de l'**assemblage 1.2** sont le crustacé *Anapagurus hyndmanii* et la polychète *Sabellaria spinulosa*.

L'**assemblage 2** peut être subdivisé en plusieurs sous-assemblages **2.1** et **2.2**. L'**assemblage 2.1** est caractérisé par un seul réplicat et le calcul de la procédure SIMPER ne peut pas être effectué. L'**assemblage 2.2** regroupe des stations qui ne sont pas statistiquement différentes. Le cortège des espèces caractéristiques de cet sous-assemblage est constitué par un crustacé amphipode *Orchomene humilis*, une polychète *Glycera lapidum* et un échinoderme *Amphipholis squamata*. La figure 33 illustre quelques espèces discriminantes pour ces sous assemblages.

4.2.4.2 I2EC et AMBI

La figure 34 et la carte 16 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 9).

Les stations sont dominées par des espèces des groupes écologiques I. Dans la totalité des stations, on peut remarquer la présence d'espèces du groupe écologique IV, en particulier des cirratulidés. Enfin, la présence d'espèces du groupe écologique V, comme le polychète *Capitella capitata*, est observée dans toutes les stations mais principalement dans la station TN21 puisque le pourcentage de ce groupe atteint 17%. Les stations TN6, TN18 et TN20 sont dominée par des espèces des groupes écologiques I, II et III. L'I2EC pour ces stations est de 0 indiquant un milieu non perturbé. Pour la station TN21 l'indice est de 2 indiquant un milieu enrichi.

Les résultats pour l'AMBI sont présentés dans le tableau 9. Les valeurs sont comprises entre 1.09 et 1.95 Ceci corrobore les résultats obtenus avec l'I2EC et illustre aussi la présence d'un léger enrichissement du milieu pour une station et d'un milieu non perturbé pour les autres.

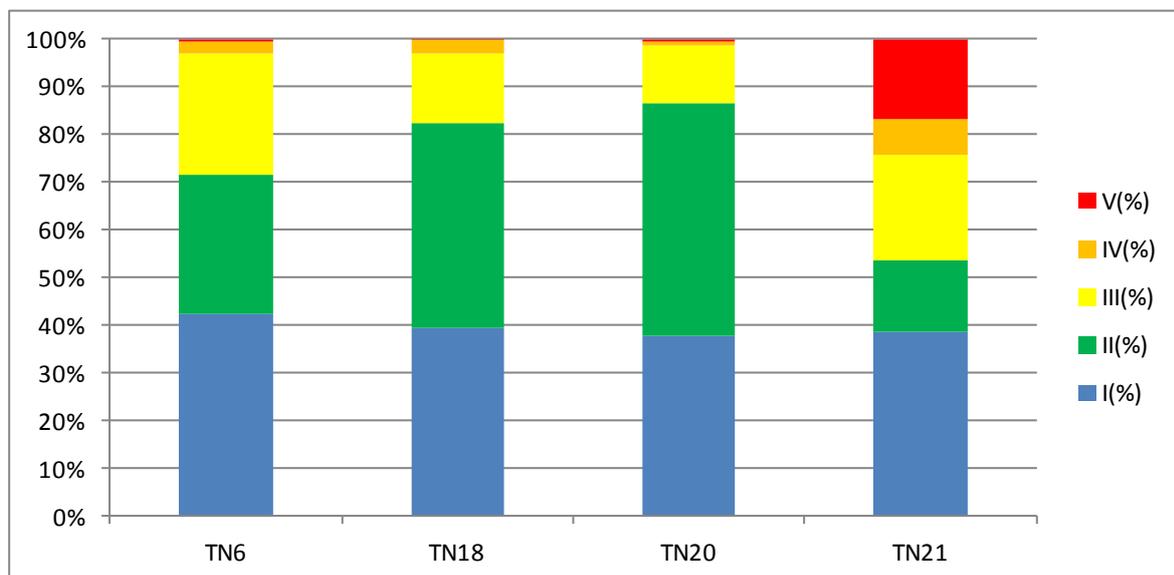
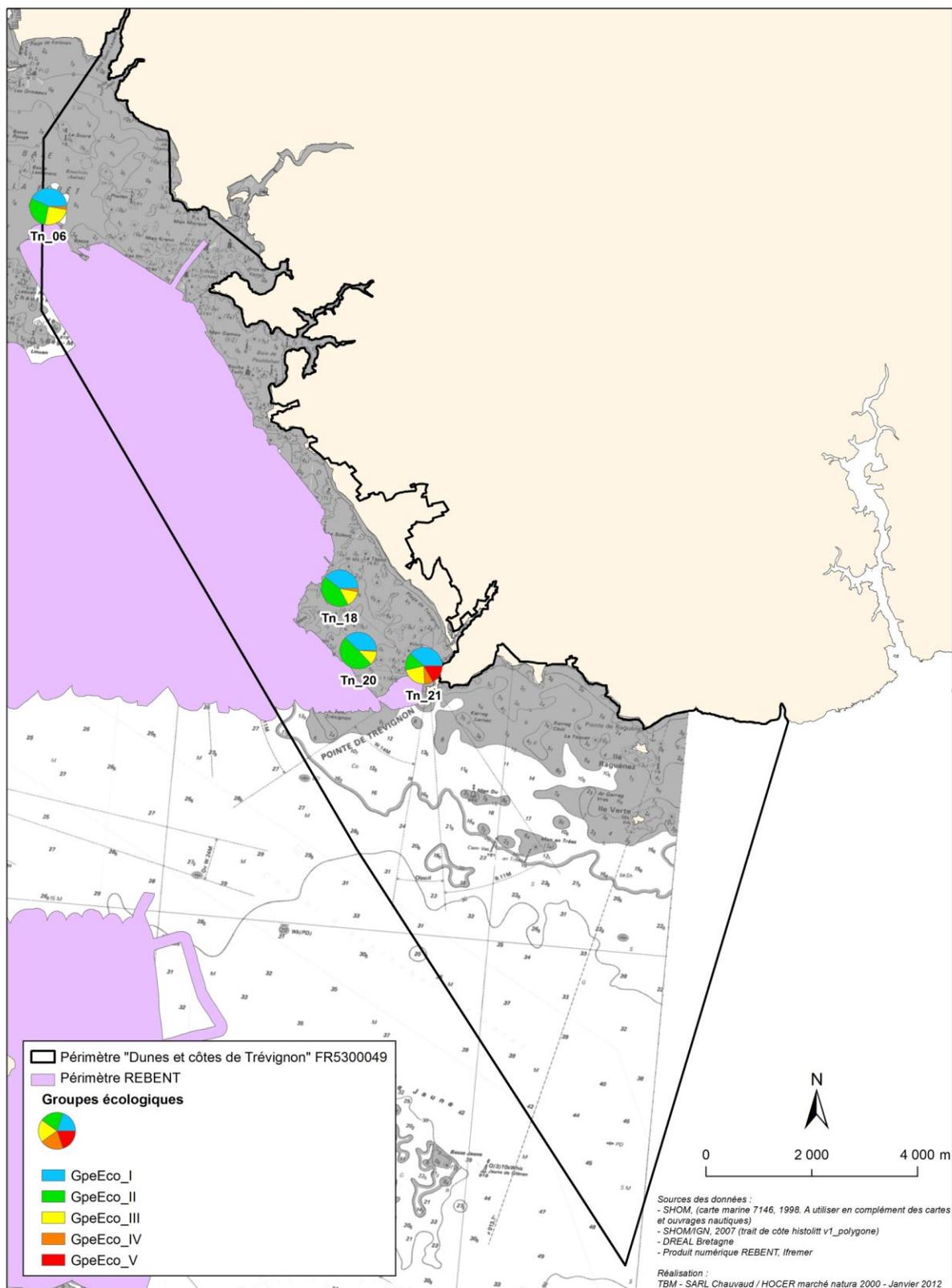


Figure 34: Groupes écologiques

Tableau 9 : I2EC et AMBI

Stations	TN6	TN18	TN20	TN21
AMBI	1,34	1,21	1,09	1,95
I2EC	0	0	0	2

GROUPES ÉCOLOGIQUES DES INVENTAIRES QUANTITATIFS DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049



Carte 16 : Groupes écologiques des prélèvements à la benne

4.2.5 HABITATS INVENTORIÉS ET ESPÈCES

4.2.5.1 Habitats inventoriés

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 cinq entités de substrats rocheux et neuf entités de substrats meubles. Les tableaux 10 et 11 synthétisent les noms et correspondances des différents habitats rocheux et meubles.

Tableau 10 : Correspondance et intitulé des habitats intertidaux et subtidaux rocheux 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

EUR27	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Code EUNIS
1170	Roches et blocs infralittoraux	Laminaires de l'infralittoral inférieur	Zone à laminaires mixtes denses	A3.31
1170	Roches et blocs infralittoraux	Laminaires de l'infralittoral inférieur	Zone à laminaires mixtes clairsemées	A3.22
1170	Roches et blocs infralittoraux	Roches et blocs infralittoraux côtier	Ceinture infralittorale à <i>Halidrys siliquosa</i>	A3.126
1170	Roches et blocs infralittoraux	Roches et blocs infralittoraux côtier	Ceinture infralittorale à algues encroûtantes	A3.14
Code à créer	Roches et blocs circalittoraux	Roches et blocs circalittoraux côtier	Roches et blocs circalittoraux à Gorgone (<i>Eunicella verrucosa</i>) et rose de mer (<i>Pentapora fascialis</i>) sans algues sciaphiles	A4.13

Tableau 11 : Correspondance et intitulé des habitats intertidaux et subtidaux meubles et les habitats particuliers 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

EUR27	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Code EUNIS
1110	Sables grossiers et graviers sublittoraux	Sables grossiers et graviers sublittoraux marins	Sables grossiers et graviers sublittorauxc marins infralittoraux	A5.12
Code à créer	Sables grossiers et graviers sublittoraux	Sables grossiers et graviers sublittoraux marins	Sables grossiers et graviers sublittorauxc marins du circalittoral côtier à <i>Branchiostomma lanceolata</i>	A5.135
1110	Sables fins à moyens sublittoraux	Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins	Sables fins à moyens mobiles infralittoraux	A5.23
1110	Sables fins à moyens sublittoraux	Sables fins propres ou légèrement envasés sublittoraux marins	Sables fins propres ou légèrement envasés infralittoraux	A5.245
Code à créer	Vases sublittorales	Vases sableuses sublittorales marines	Vases sableuses circalittorales côtières <i>Amphiura filiformis</i> et <i>Sternaspis scutata</i>	A5.351
1110	Herbiers de Zostères	Herbiers à <i>Zostera marina</i>	Herbiers à <i>Zostera marina</i> en condition euhaline	A5.5331
1110	Bancs de maerl	Bancs de maerl propre		A5.511
1160	Fonds à Ampéliscidés	Fonds à <i>Haploops</i>		Code à créer
A créer	Sédiments dominés par les algues rouges			A5.52

Une présentation des différents habitats subtidaux va être faite maintenant car pour les habitats intertidaux des prospections spécifiques doivent être entreprises. Nous avons fait figurer ces habitats pour pouvoir voir la limite entre la zone intertidale et la zone subtidale et pour également se rendre compte de la grande complexité des habitats.

A) Substrats rocheux

Au cours de cette étude, aucun relevé quantitatif n'a eu lieu sur les milieux rocheux. En effet, l'investigation du milieu rocheux nécessite la mise en œuvre d'autres techniques. Néanmoins grâce à la caméra sous-marine, nous avons obtenu de nombreuses données qualitatives. L'annexe 5 récapitule les stations rocheuses inventoriées.

En milieu subtidal, l'étage infralittoral rocheux de la zone d'étude est caractérisé par des forêts à laminaires mixtes denses et clairsemées (*Laminaria hyperborea* et *Saccorhiza polyschides*). Ces forêts indiquent la présence d'une strate arbustive importante avec des laminaires de plusieurs mètres de hauteur. Les espèces de laminaires observées sont *Laminaria hyperborea* et *Saccorhiza polyschides* (Figure 35). La première espèce est la composante essentielle des forêts de laminaires alors que la seconde est une espèce opportuniste qui va coloniser les endroits où *Laminaria hyperborea* ne peut pas se maintenir et où les laminaires ont été exploitées. La densité des laminaires n'a pas pu être estimée.

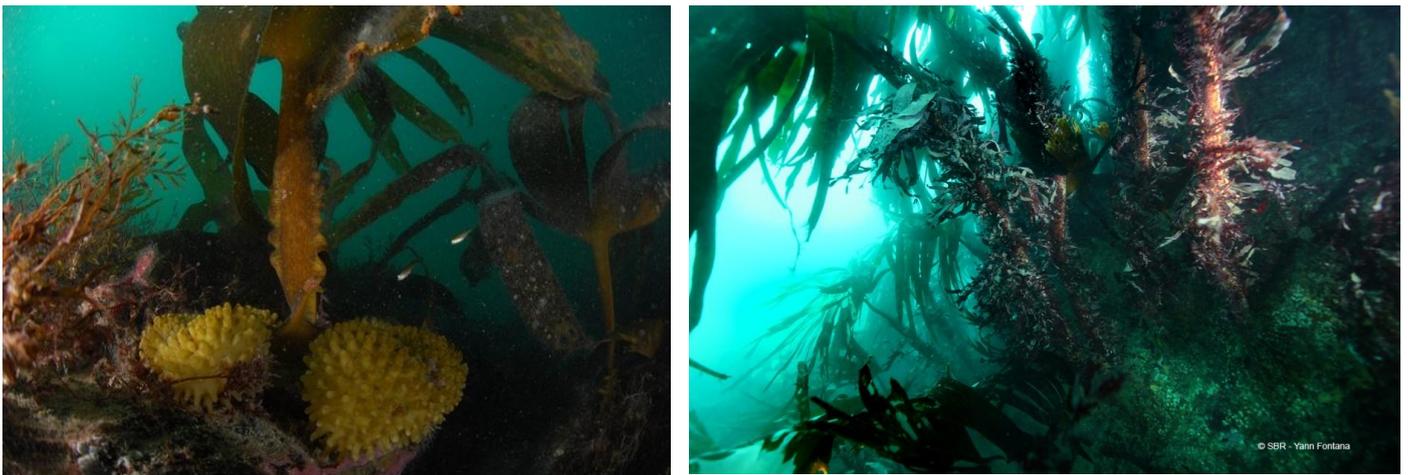


Figure 35: *Saccorhiza polyschides* (cliché TBM-LEMAR) et *Laminaria hyperborea* (cliché SBR).

Le code Natura 2000 Eur 27 pour ce type de peuplement est 1170-5 Roche infralittorale en mode exposé, les intitulés pour la nouvelle typologie est au niveau 3 : Forêts à Laminaires mixtes denses et Forêts à Laminaires mixtes clairsemées. Les codes EUNIS sont respectivement A3.31 et A3.22.

Deux autres habitats sont inventoriés dans la zone infralittorale : les ceintures à *Halidrys siliquosa* (Figure 36) et les ceintures à algues rouges. Le premier habitat est surtout observé sur un substrat rocheux mobile avec des galets et des cailloutis. Il est souvent répertorié en mosaïque et en continuité de sédiments grossiers. Ces sédiments vont être responsables de

l'abrasion des algues. Les algues qui sont parmi le plus tolérante à cette perturbation physique sont *Halidrys siliquosa*.

Le code Natura 2000 Eur 27 pour ce type de peuplement est 1170-5 Roche infralittorale en mode exposé, les intitulés pour la nouvelle typologie est au niveau 3 : Ceinture infralittorale à *Halidrys siliquosa*. Le code EUNIS est A3.126.

Le dernier habitat infralittoral est situé dans des zones soumises à une forte action des vagues et à de forts courants de marées. Les algues qui dominent cet habitat sont des algues encroûtantes.

Le code Natura 2000 Eur 27 pour ce type de peuplement est 1170-5 Roche infralittorale en mode exposé, les intitulés pour la nouvelle typologie est au niveau 3 : Ceinture infralittorale à communautés à algues encroûtantes. Le code EUNIS est A3.14.



Figure 36: Habitat Ceinture infralittorale à Halidrys siliquosa sur Groix (Clichés TBM-LEMAR)

Ensuite, lorsque nous atteignons le circalittoral côtier, un habitat est inventorié : l'habitat « Roches et blocs circalittoraux à gorgones, rose de mer sans algues sciaphiles ».

Cet habitat est caractérisé par une belle diversité de faune fixée. Très peu d'algues sciaphiles a été observé. La faune fixée est caractérisée par une grande variété 1) de cnidaires appartenant aux anthozoaires comme *Eunicella verrucosa*, 2) de bryozoaires comme *Pentapora fascialis* et 3) d'éponges comme *Cliona celata*. On peut également ajouter que des échinodermes sont également observés comme *Marthasterias glacialis* et *Luidia ciliaris*. La figure 37 illustre quelques espèces. **Le code Natura 2000 Eur 27 pour ce type de peuplement est à créer et l'intitulé pour la nouvelle typologie est au niveau 3 : Roches et blocs circalittoraux à Gorgone (*Eunicella verrucosa*) et rose de mer (*Pentapora fascialis*) sans algues sciaphiles. Le code EUNIS est A4.13.**

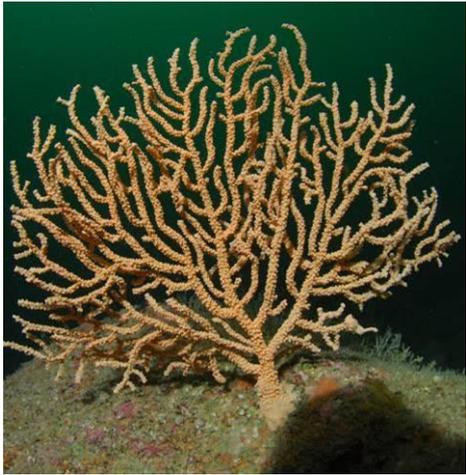


Figure 37 : Eunicella verrucosa, Pentapora fascialis, Cliona celata et Luidia ciliaris (Clichés TBM-LEMAR)

1) Sables fins à moyens mobiles infralittoraux

Ces sédiments sont moins riches et ont une abondance assez faible. En effet, ce peuplement est oligospécifique et la densité varie de 100 à 500 individus par m². Les habitats sédimentaires des sables fins et moyens côtiers sont des milieux ouverts soumis à un fort hydrodynamisme. Les espèces discriminantes identifiées sont le bivalve *Abra prismatica*, les polychètes *Ophelia borealis* et *Nephtys cirrosa* ou l'amphipode *Bathyporeia elegans*. **Le code Natura 2000 Eur 27 doit être créé et l'intitulé pour la nouvelle typologie est au niveau 3 : Sables fins à moyens mobiles infralittoraux. Le code EUNIS est A5.23 Sédiment fin à moyen mobile infralittoraux.**

La figure 38 illustre quelques espèces de cet habitat.



Figure 38: Abra prismatica, Bathyporeia elegans, Nephtys cirrosa et Ophelia borealis (Clichés TBM).

2) Sables fins propres ou légèrement envasés infralittoraux

Ces sables envasés infralittoraux contiennent entre 5 et 20% de vase. Cet habitat est généralement rencontré vers 15 mètres de profondeur. Les communautés contiennent une variété d'espèces de polychètes, de bivalves et en particulier *Magelona mirabilis*, *Spiophanes bombyx*, *Fabulina fabula* et *Chamelea gallina*. D'autres espèces peuvent également caractériser cet habitat comme l'oursin *Echinocardium cordatum*.

Le code Natura 2000 Eur 27 pour ce type de peuplement n'est pas défini et l'intitulé pour la nouvelle typologie est au niveau 3 : Sables fins propres ou légèrement envasés infralittoraux. Le code EUNIS est A5.245. Dans nos échantillons, l'espèce la plus caractéristique est le mollusque *Turritella communis*. C'est pourquoi nous avons intitulé cet habitat Sables fins propres ou légèrement envasés infralittoraux à *Turritella communis*.

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 des côtes exposées (Figure 39). 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 telles que des polychètes (*Glycera lapidum*, *Notomastus latericeus*, *Eulalia mustela*, *Goniadella gracilis*) et des bivalves (*Gari tellinella* et *Moerella donacina*).



Figure 39: Sable grossier (Cliché TBM-LEMAR)

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.

Une déclinaison a été possible du fait de la présence d'espèces « indicatrices ». Cette espèce n'est pas forcément discriminante par les analyses statistiques mais leur présence permet d'aller plus loin dans la typologie EUNIS. En effet, les codes de la typologie IFREMER et EUR27 restent inchangées. **L'espèce « particulière » est le céphalo chordé *Branchiostoma lanceolata*. Le code EUNIS est A5.135.**

La figure 40 illustre quelques espèces que l'on peut observer dans ces habitats.

Polychètes : *Glycera lapidum* et *Eulalia mustela*



Bivalves : *Gari tellinella* et *Moerella donacina*



Céphalochordés : *Branchiostoma lanceolatum*



Figure 40 : Exemples d'espèces inventoriées dans les stations de l'habitat A5.13 Sables grossiers et graviers circalittoraux côtiers.

4) Peuplement des vases sableuses sublittorales

L'habitat observé est constitué de vase sableuse qui contient souvent plus de 20% de vase. Cet habitat est rencontré dans des zones où l'effet des vagues et de la houle est faible. Plusieurs espèces peuvent caractériser cet habitat comme *Virgularia mirabilis* ou des ophiures. Une endofaune abondante et variée est aussi rencontrée avec de nombreuses espèces de polychètes comme *Lagis koreni* ou *Owenia fusiformis* ou de mollusques *Mysella bidentata* and *Abra* spp. **Le code Natura 2000 Eur 27 pour ce type de peuplement est à créer et l'intitulé pour la nouvelle typologie est au niveau 3 : Vases sableuses circalittorales côtières. Enfin, le code EUNIS est A5.35. Les espèces caractéristiques sont *Amphiura filiformis* et *Sternaspis scutata* (Figure 41). C'est pourquoi nous avons appelé cet habitat : Vases sableuses circalittorales côtières à *Amphiura filiformis* et *Sternaspis scutata*. Le Code EUNIS est A5.351.**



Figure 41 : Amphiura filiformis et Sternaspis scutata (Clichés TBM)

C) Habitats particuliers

Bancs de maerl

Nous avons observé des bancs de maerl propre (Figure 42). Ce type de peuplement est à rapprocher des sables grossiers et graviers mais la diversité et l'abondance y est légèrement plus importante. La proportion de maerl vivant est parfois importante et est comprise entre 2 et 80%. L'importance de la couche de maerl est également assez forte dans certains endroits et la taille des brins est très correcte. De véritables bancs de maerl ont donc été inventoriés sur le périmètre d'étude.

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 respectivement A5.511.



Figure 42 : Maerl propre.(Clichés TBM).



Figure 43 : Herbiers de *Zostera marina*. (Clichés TBM).

Herbiers de *Zostera marina*

Nous avons également observé un autre habitat inscrit à la convention OSPAR, les herbiers de zostères marines (*Zostera marina*) (Figure 43). Les herbiers inventoriés se développent sur du sédiment sablo-graveleux. Des herbiers denses et épars sont ainsi observés. **Le code Natura 2000 Eur 27 pour ce type de peuplement est 1110-1 Sables fins propres et légèrement envasés, herbiers de *Z. marina* et l'intitulé pour la nouvelle typologie est au niveau 3 : Herbiers à *Zostera marina* en condition euhaline. Enfin, le code EUNIS est A5.531.**

Sédiments subtidaux dominés par les algues rouges

Un autre habitat particulier est inventorié se sont les sédiments subtidaux dominés par les algues rouges. Cet habitat se caractérise par des sédiments subtidaux qui accueillent des communautés d'algues tel que *Laminaria saccharina*, *Chorda filum* et dans notre cas une grande variété d'algues rouges. Le développement des algues se fait sur les coquilles mortes et sur des cailloutis. **Le code Natura 2000 Eur 27 est à créer et l'intitulé pour la nouvelle typologie est au niveau 1 : Sédiments subtidaux dominés par les algues rouges. Le code EUNIS est A5.52.**

Peuplement à *Haploops*

Ce peuplement fait partie d'habitat particulier du nom de fonds à Ampéliscidés (Bajjouk et al., 2010). Deux sous-habitats peuvent être distingués les fonds à *Ampelisca* et les fonds à *Haploops*. Les *Haploops* qui sont des crustacés amphipodes (Figure 44) vivent en colonies par milliers au mètre carré entre 15 et 30 mètres de fond, dans des tubes individuels constitués d'un mélange de mucus et de vase (Figure 44). La diversité spécifique peut être importante.

Cette diversité est en partie liée au tapis gazonnant formé par les concentrations de tubes *d'Haploops* qui servent d'abri à de nombreuses espèces de macrofaune vagile (Figure 44).

Le code Natura 2000 Eur 27 est à créer et l'intitulé pour la nouvelle typologie est au niveau 2 : Fonds à *Haploops*. Le code EUNIS est à créer.

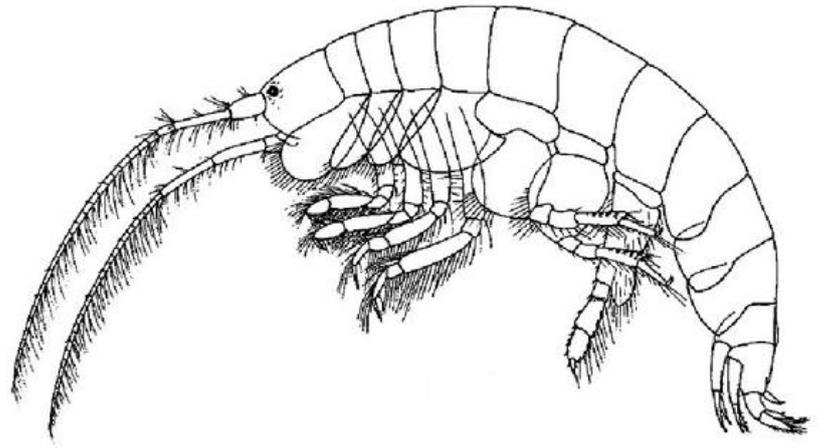


Figure 44 : Fonds à Haploids (Clichés TBM et Lincoln, 1979)

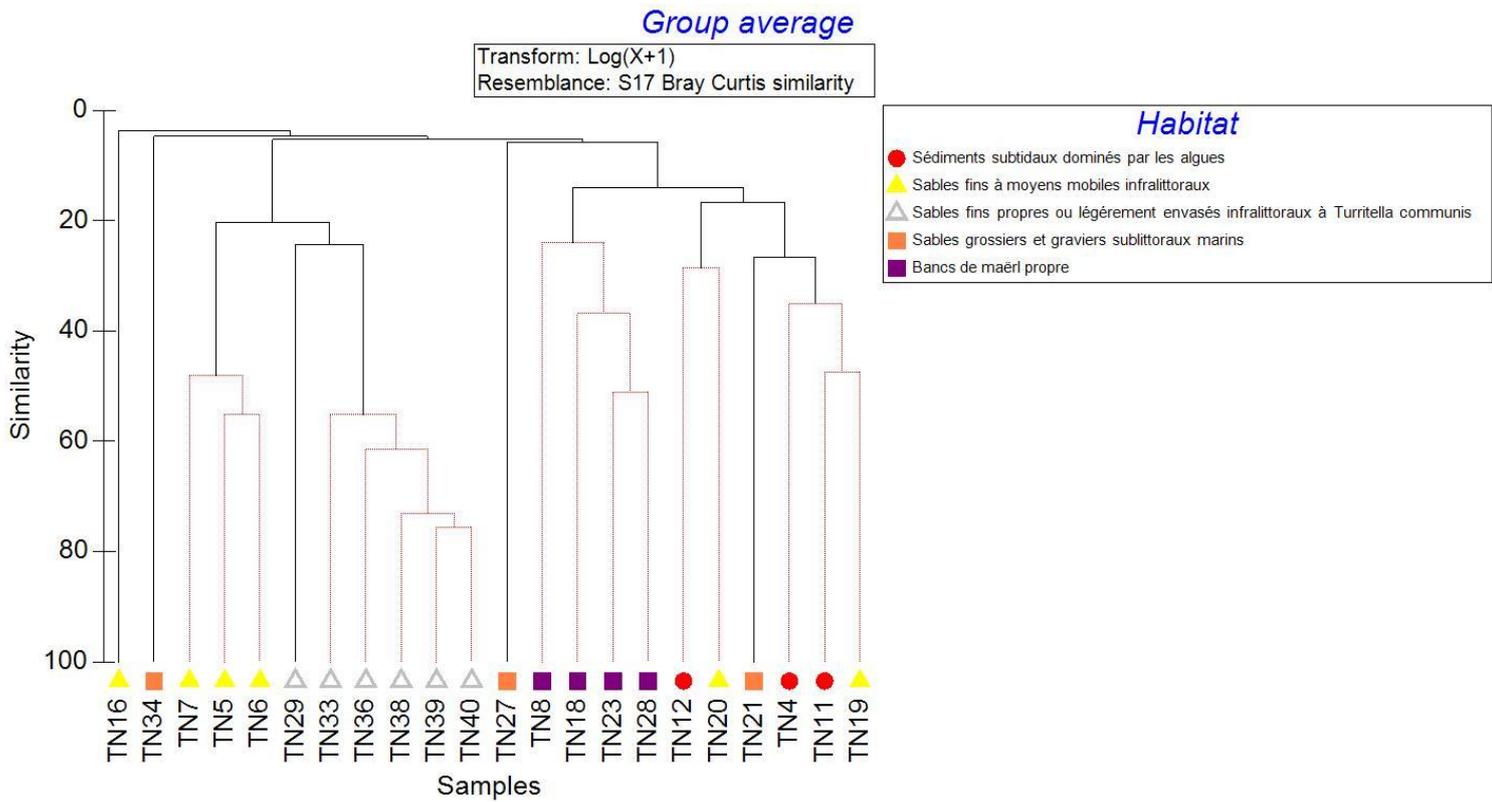


Figure 45 : Dendrogramme sur la matrice faune des dragues Rallier du Baty sur les données transformées en $\text{Log}(X+1)$.

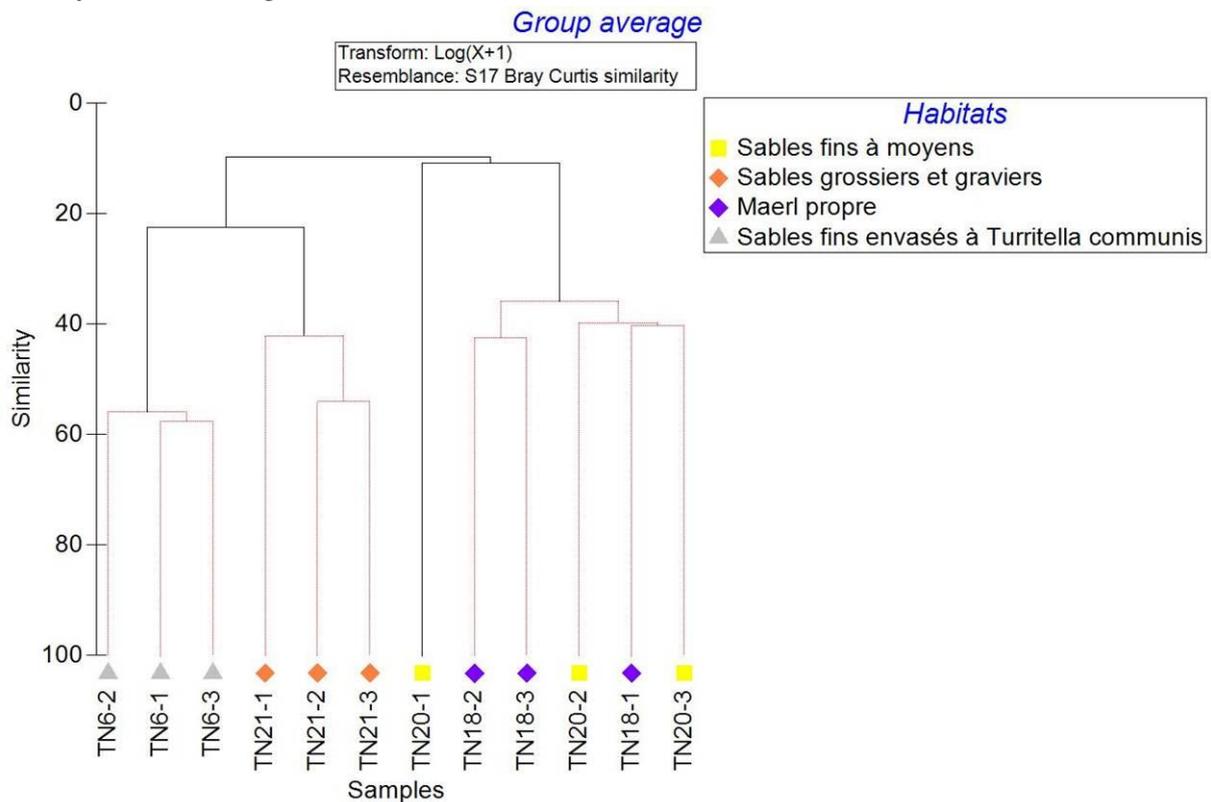


Figure 46 : Dendrogramme sur la matrice faune des stations quantitatives (transformation en $\text{Log}(X+1)$).

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 ($\text{Log}(X+1)$) obtenues à la drague Rallier du Baty et celles transformées ($\text{Log}(X+1)$) pour les données quantitatives mais en y incorporant la notion d'habitat. Les figures 45 et 46 illustrent les résultats obtenus.

Avec les données des dragues Rallier du Baty, une opposition entre d'une part les habitats de sables fins à moyens et de sables fins envasés et d'autre part les habitats sédiments dominés par les algues, les bancs de maerl et les sables grossiers et graviers est à noter.

Si les données quantitatives sont regardées, la distinction entre les différents habitats est statistiquement démontrée sauf entre le maerl propre et les sables fins à moyens. Une opposition entre les sédiments vaseux et les sédiments fins à grossiers est bien marquée.

Le tableau 12 récapitule différents paramètres synthétiques pour les différents habitats inventoriés. Les sables fins envasés et les sédiments dominés ont la plus forte richesse suivie par les bancs de maerl. En termes d'abondance, c'est l'habitat bancs de maerl qui a les plus fortes valeurs.

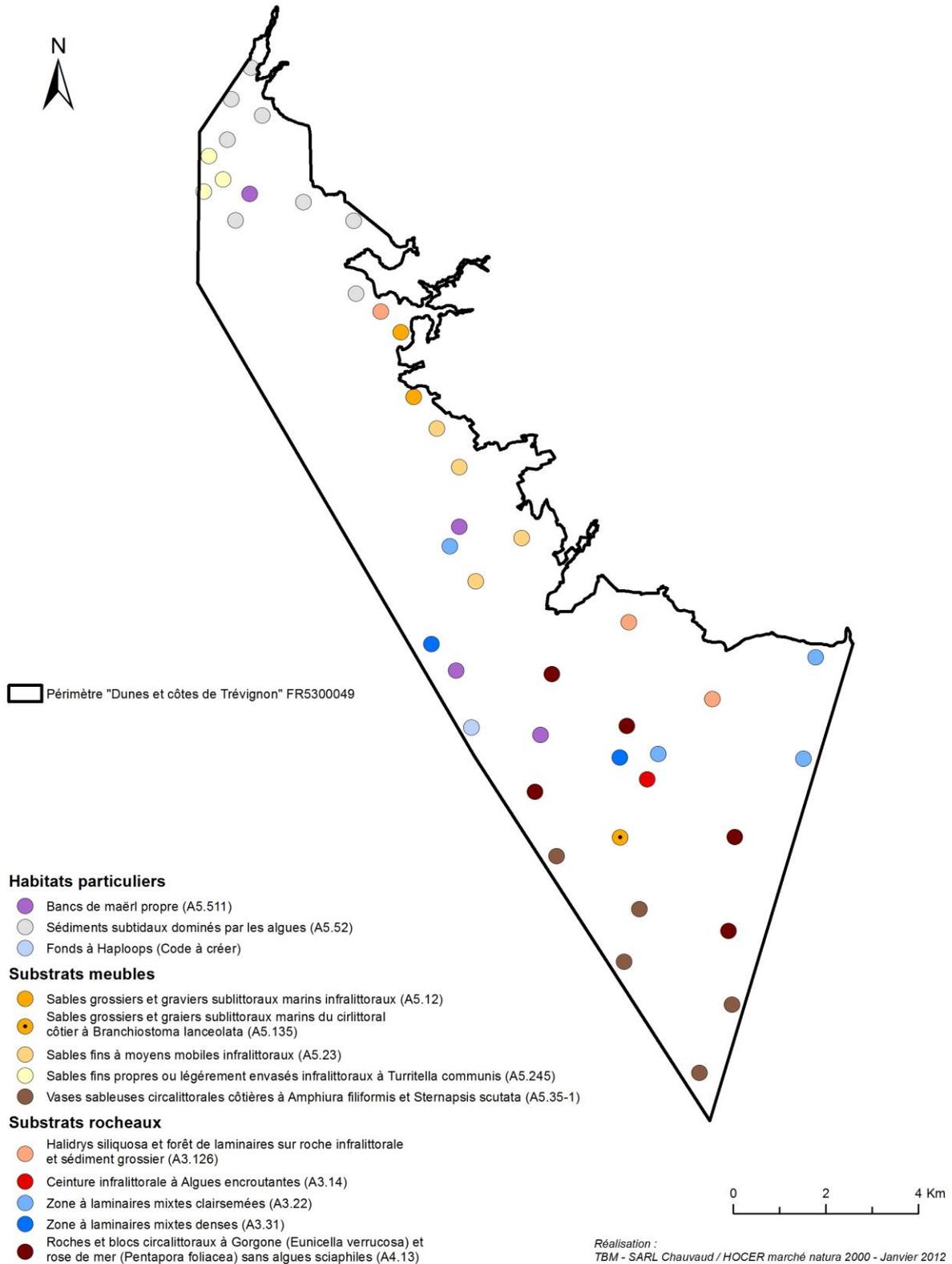
Tableau 12 : Richesse spécifique totale et moyenne, Abondance moyenne obtenues avec la drague Rallier du Baty en fonction des différents habitats observés.

Habitats	Banc de maerl	Sables fins à moyens mobiles	Sables grossiers et Gravier	Sédiments dominés par les algues	Sables fins envasés à <i>Turritella communis</i>	Vase sableuse à <i>Amphiura filiformis</i>
Nombre de stations	4	3	2	3	3	5
Richesse spécifique moyenne	21,7	15,7	6	28,7	35,3	10,2
Richesse spécifique totale	52	41	11	61	62	23
Abondance moyenne	292,1	110,3	25,5	290,7	197	163,8

4.2.5.3 Carte d'habitat

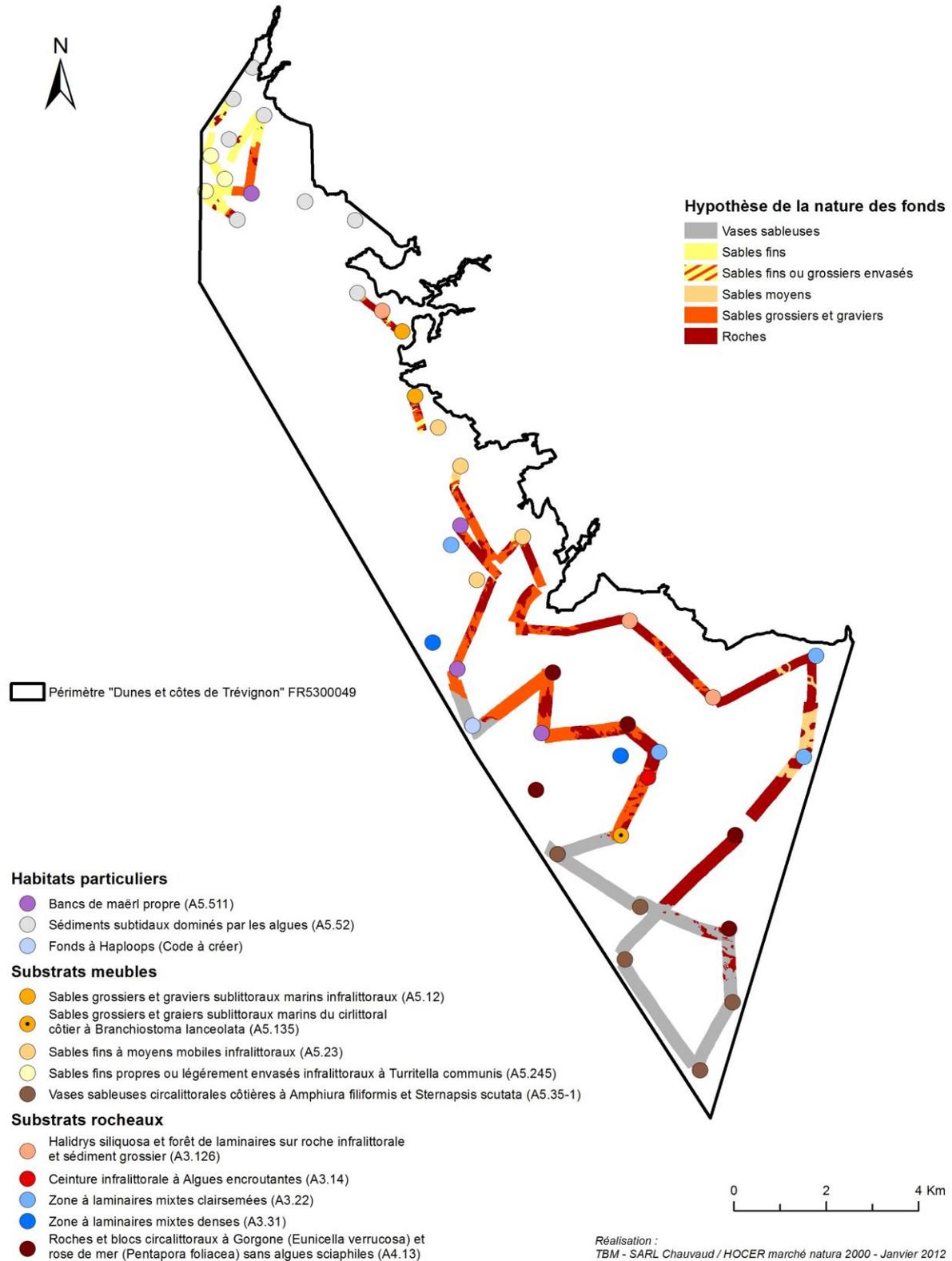
Sur le site Natura 2000 Houat-Hoedic, la déclinaison des habitats en niveau 2 est toujours possible sauf pour les sédiments dominés par les algues rouges. Par contre pour le niveau 3 cela n'est pas toujours le cas. Les cartes 18, 19, 20 et 21 illustre la cartographie des habitats marins inventoriés avec 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 20 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 (Cartes 22 à 26). Ces cartes sont également récapitulées en annexe 6. De plus, des numérisations à l'aide des ortholittorales ont également été réalisées pour mieux appréhender la complexité des habitats notamment autour dans la zone la plus côtière. Sur l'ensemble de la zone d'étude, des données cartographiques anciennes étaient disponibles.

CARTOGRAPHIE DES HABITATS BENTHIQUES DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049



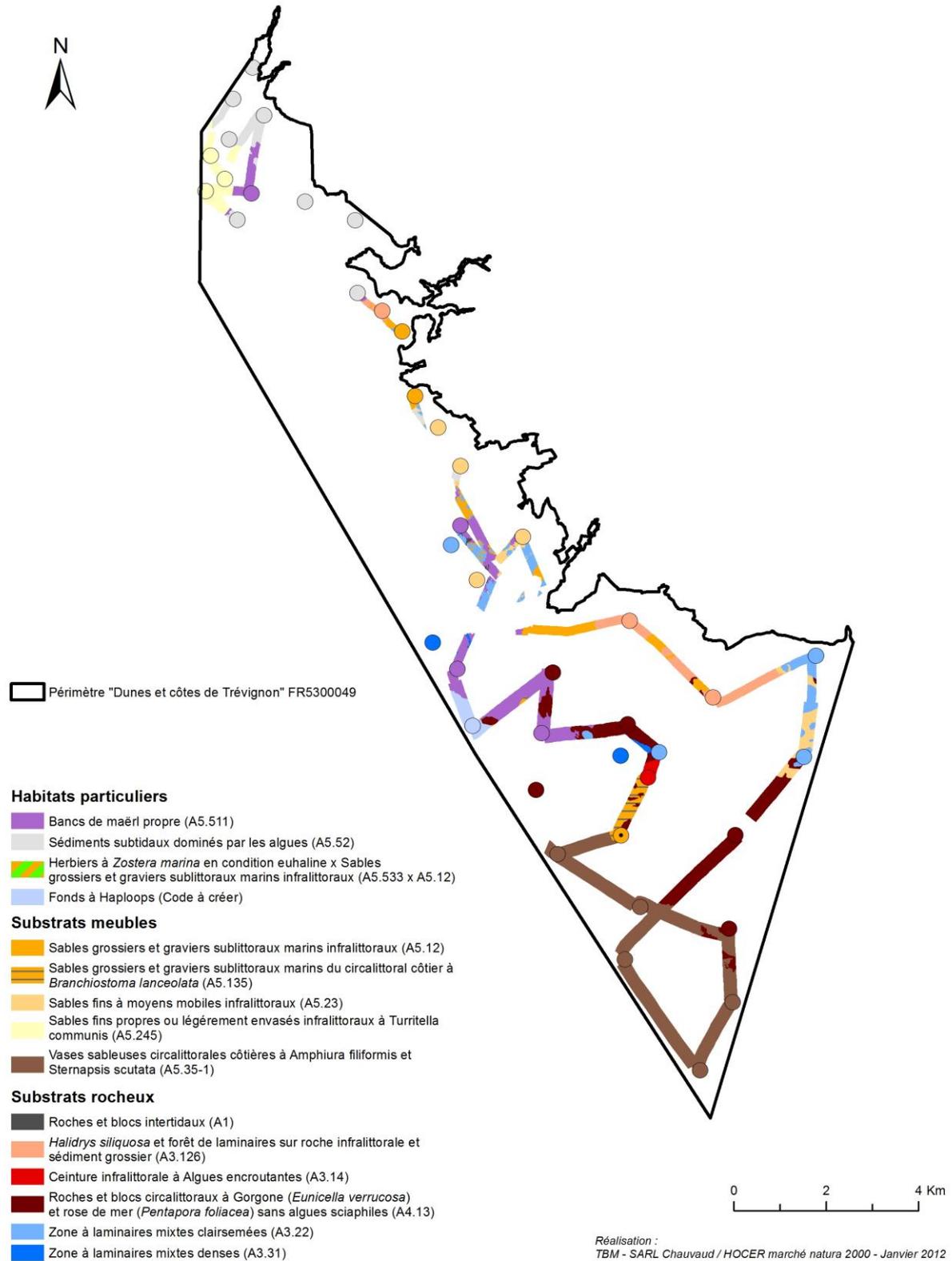
Carte 18 : Carte des habitats benthiques sur les stations échantillonnées en 2011

CARTOGRAPHIE DES HABITATS BENTHIQUES DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049



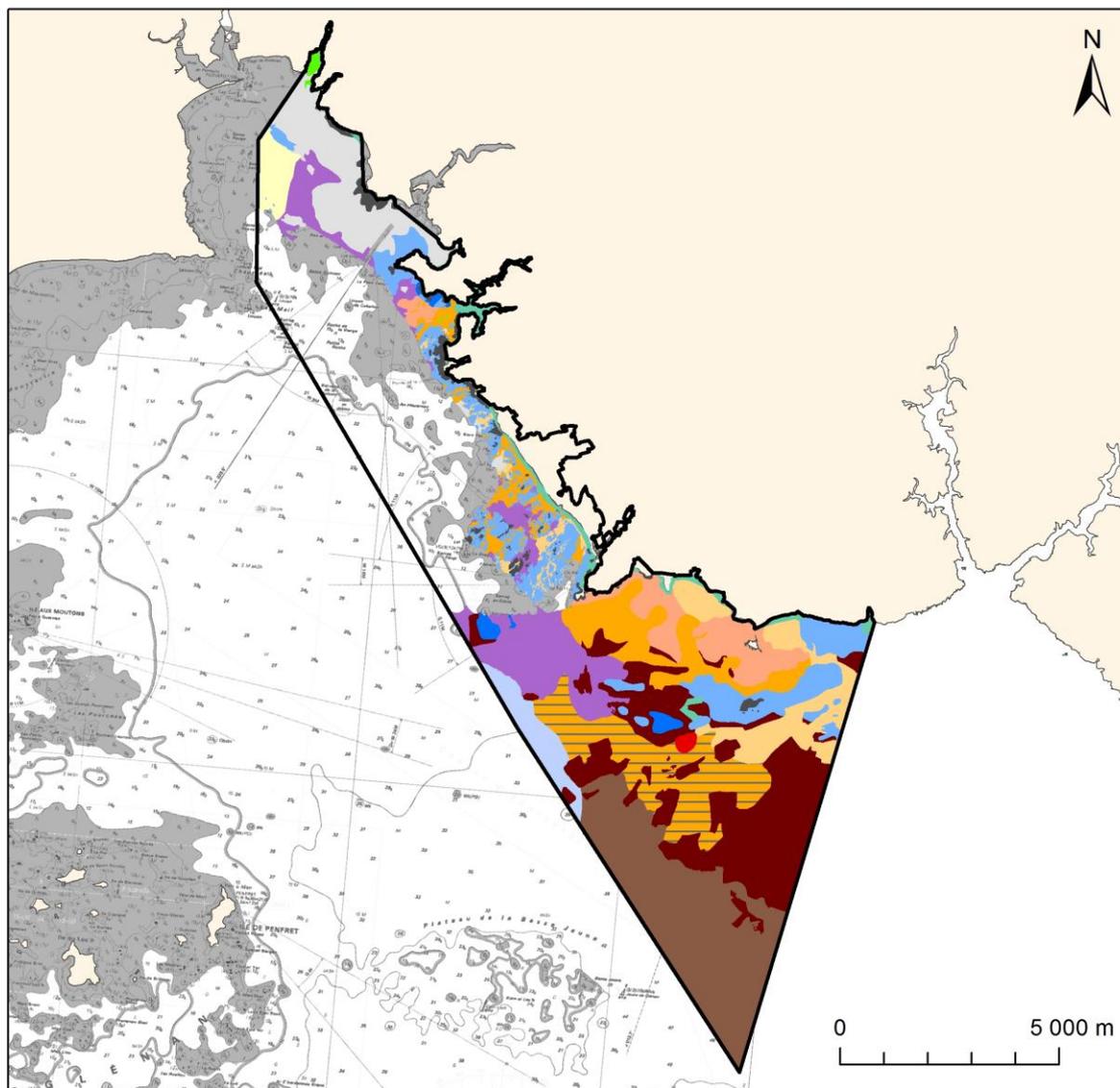
Carte 19 : Carte des habitats benthiques sur les stations échantillonnées en 2011 et la nature des fonds acquis avec le sonar 2011

CARTOGRAPHIE DES HABITATS BENTHIQUES DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049



Carte 20 : Carte des habitats benthiques (2011)

CARTOGRAPHIE DES HABITATS BENTHIQUES DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049



Habitats particuliers

- Bancs de maërl propre (A5.511)
- Sédiments subtidiaux dominés par les algues (A5.52)
- Herbiers à *Zostera marina* en condition euhaline (A5.5331)
- Herbiers à *Zostera marina* en condition euhaline x Sables grossiers et graviers sublittoraux marins infralittoraux (A5.533 x A5.12)
- Fonds à Haploops (Code à créer)

Substrats meubles

- Sables intertidaux (A2.2)
- Sables grossiers et graviers sublittoraux marins infralittoraux (A5.12)
- Sables grossiers et graviers sublittoraux marins du circalittoral côtier à *Branchiostoma lanceolata* (A5.135)
- Sables fins à moyens mobiles infralittoraux (A5.23)
- Sables fins propres ou légèrement envasés infralittoraux à *Turritella communis* (A5.245)
- Vases sableuses circalittorales côtières à *Amphiuira filiformis* et *Sternapsis scutata* (A5.35-1)

Substrats rocheux

- Roches et blocs intertidaux (A1)
- Halidrys siliquosa* et forêt de laminaires sur roche infralittorale et sédiment grossier (A3.126)
- Ceinture infralittorale à Algues encroustantes (A3.14)
- Roches et blocs circalittoraux à Gorgone (*Eunicella verrucosa*) et rose de mer (*Pentapora foliacea*) sans algues sciaphiles (A4.13)
- Zone à laminaires mixtes clairsemées (A3.22)
- Zone à laminaires mixtes denses (A3.31)
- Zone à laminaires mixtes denses x Zone à laminaires mixtes clairsemées (A3.31 x A3.22)

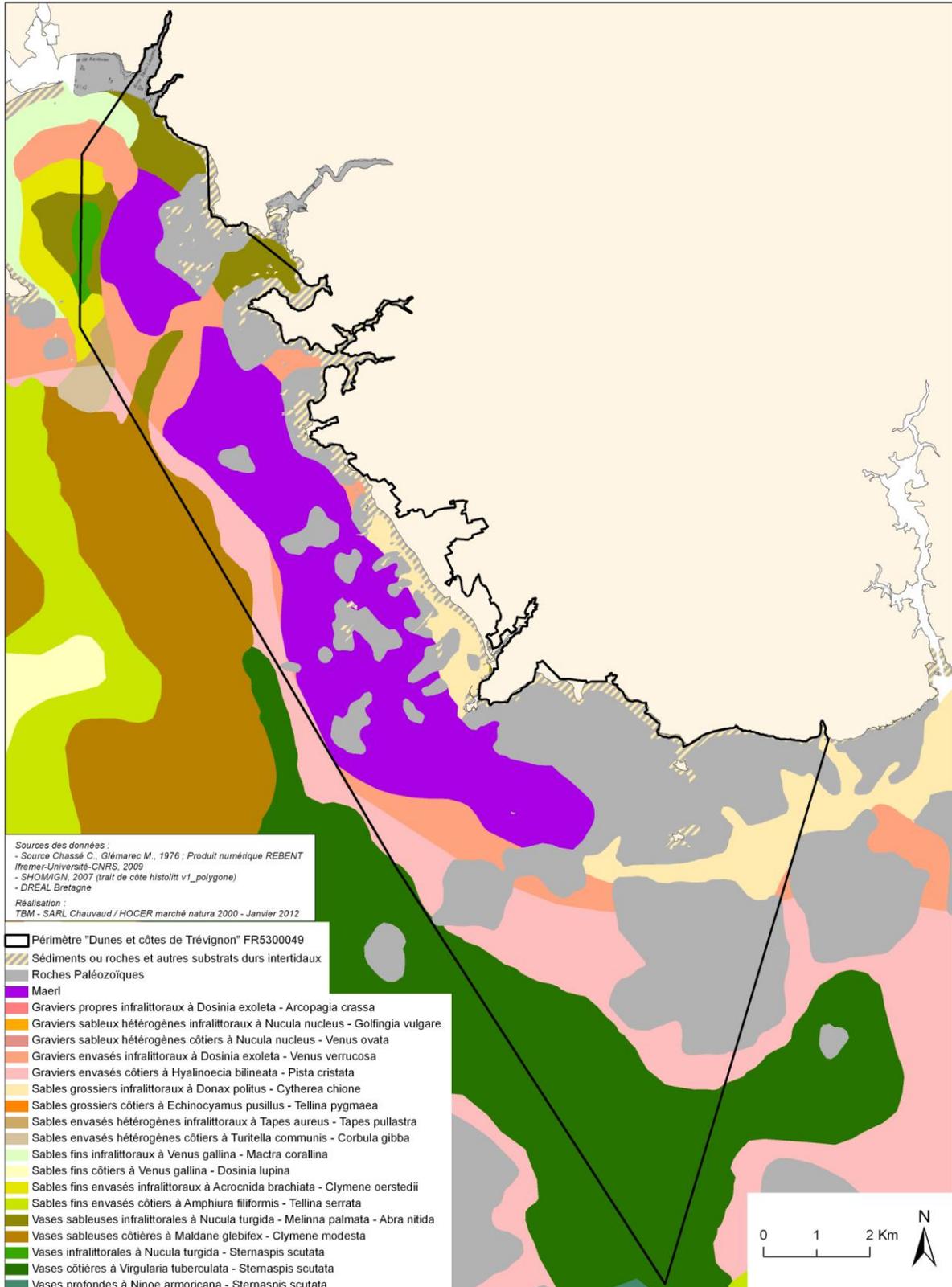
Sources des données :

- Cartographie de la zone subtidale du site Natura 2000 de Trévigton, TBM 2005
- SHOM, (carte marine 7146, 1998. A utiliser en complément des cartes et ouvrages nautiques)
- SHOM/IGN, 2007 (trait de côte histolitt v1_polygone)
- DREAL Bretagne

Réalisation : TBM - SARL Chauvaud / HOCER marché natura 2000 - Mai 2012

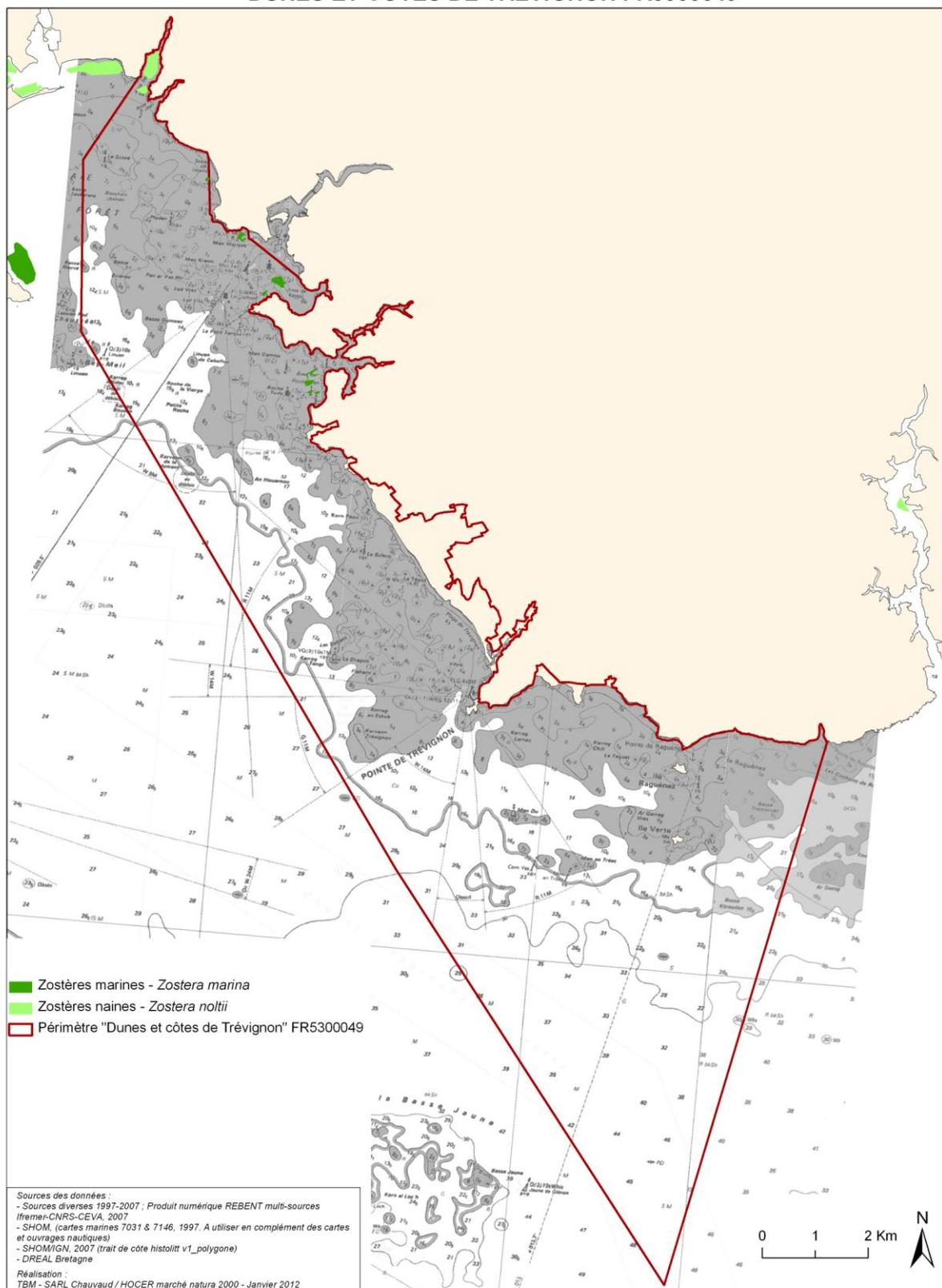
Carte 17 : Carte des habitats benthiques (2011)

**CARTE BIOSÉDIMENTAIRE DES FONDS MEUBLES DU PLATEAU CONTINENTAL
DU GOLFE DE GASCOGNE - DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049**



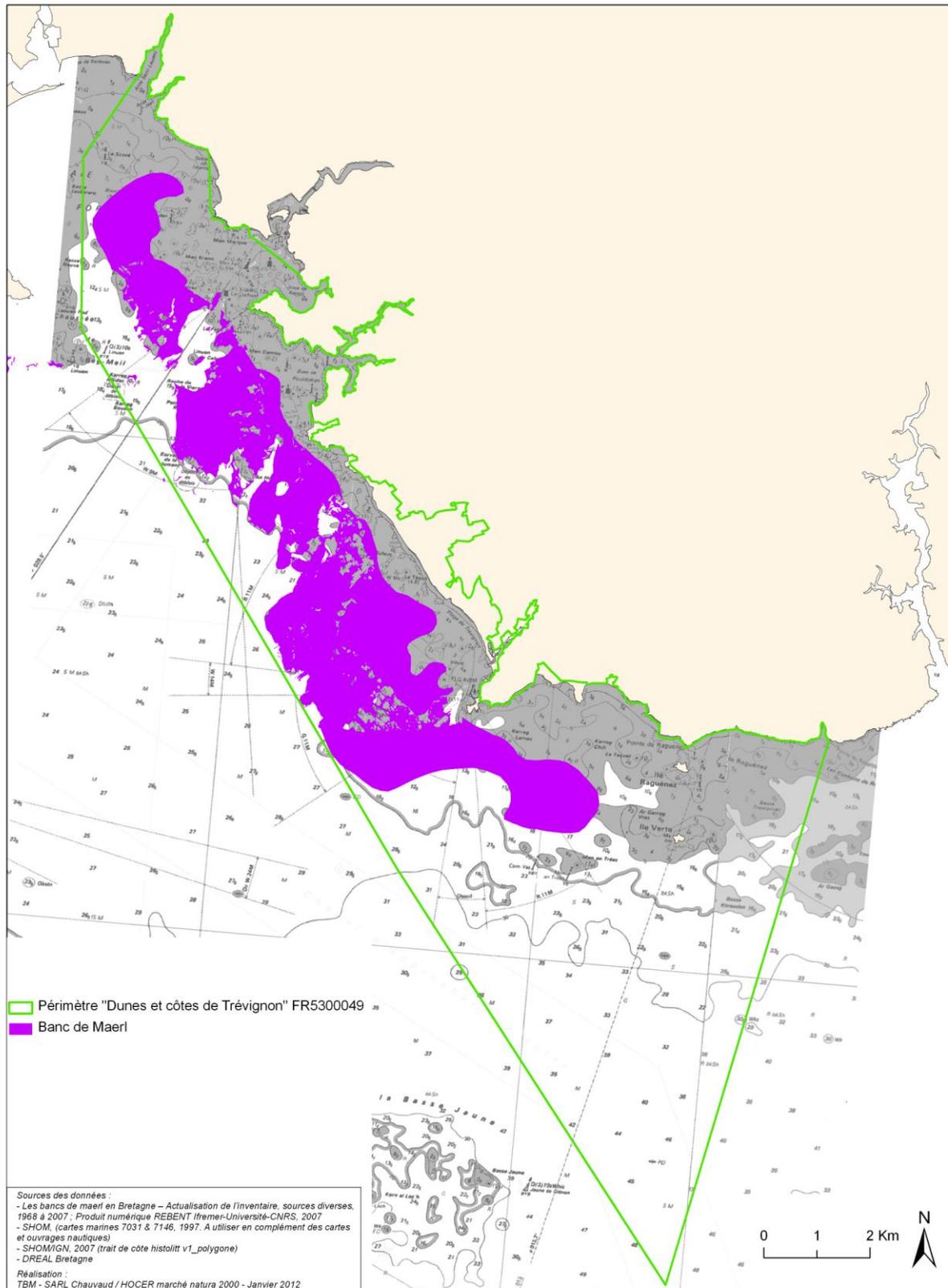
Carte 18 : Carte biosédimentaire des fonds meubles du plateau continental du Golfe de Gascogne (1976)

CARTOGRAPHIE DES HERBIERS DE ZOSTÈRES DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049



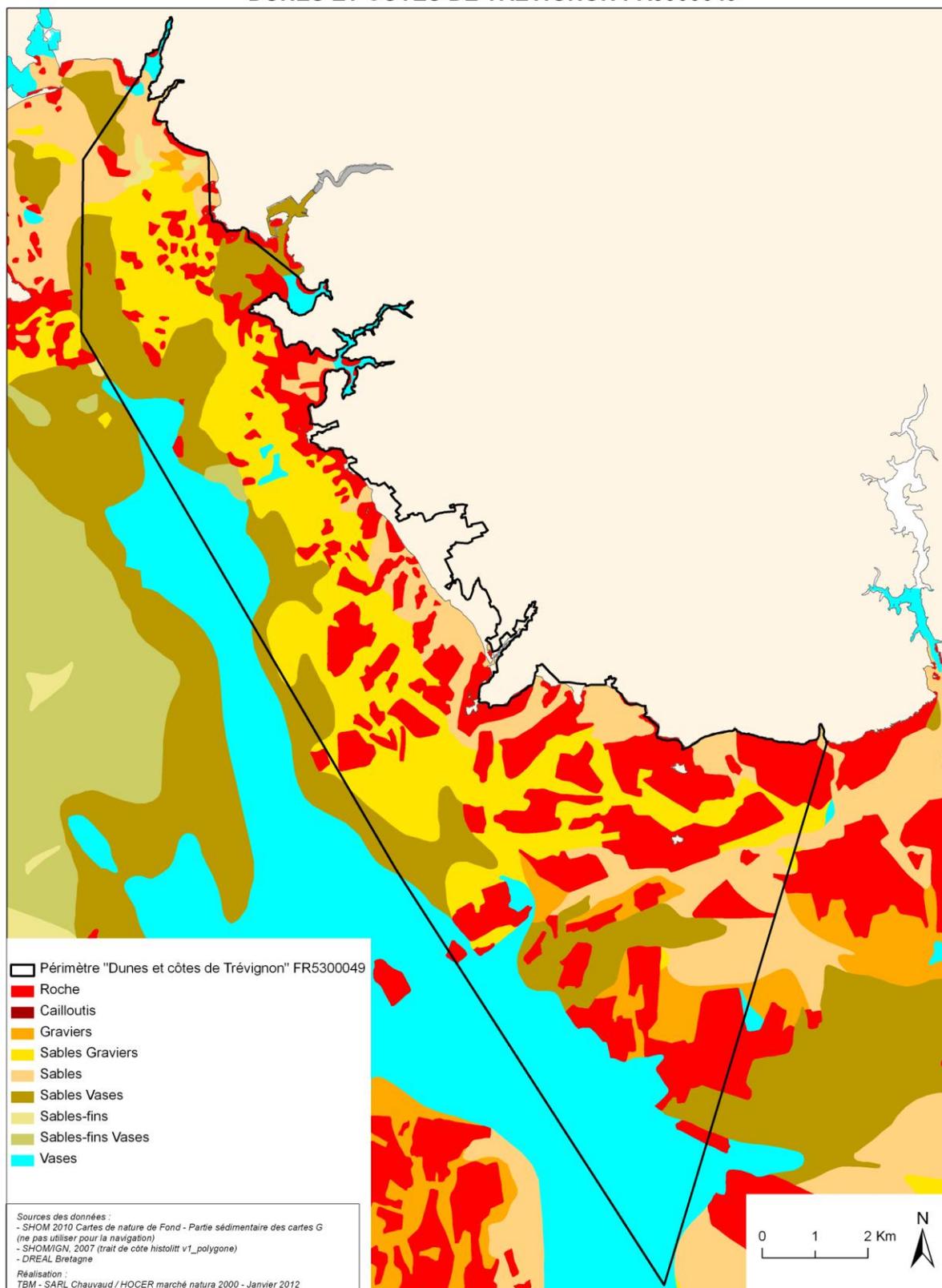
Carte 19 : Cartographie des herbiers de Zostères (2007)

**CARTOGRAPHIE DES BANCS DE MAERL
DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049**



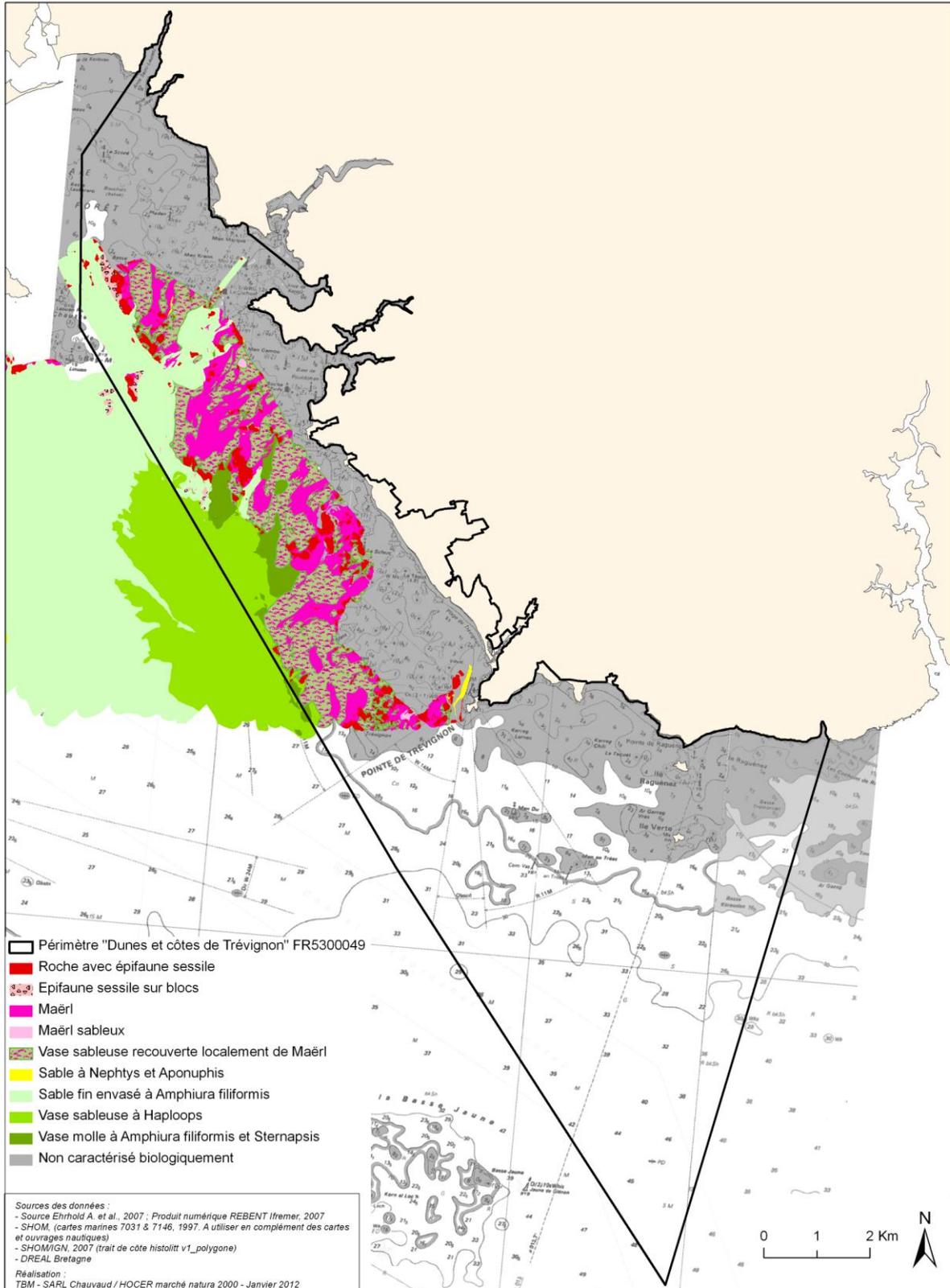
Carte 24 : Cartographie des bancs de Maerl (2007)

**CARTE DE NATURE DE FONDS - PARTIE SÉDIMENTAIRE DES CARTES G
DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049**



Carte 25 : Carte de natures de fond – Partie sédimentaire des cartes G (2009)

**CARTE DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DU SECTEUR DE CONCARNEAU
DUNES ET CÔTES DE TRÉVIGNON FR5300049**



Carte 26 : Cartographie REBENT (2007)

La figure 47 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.

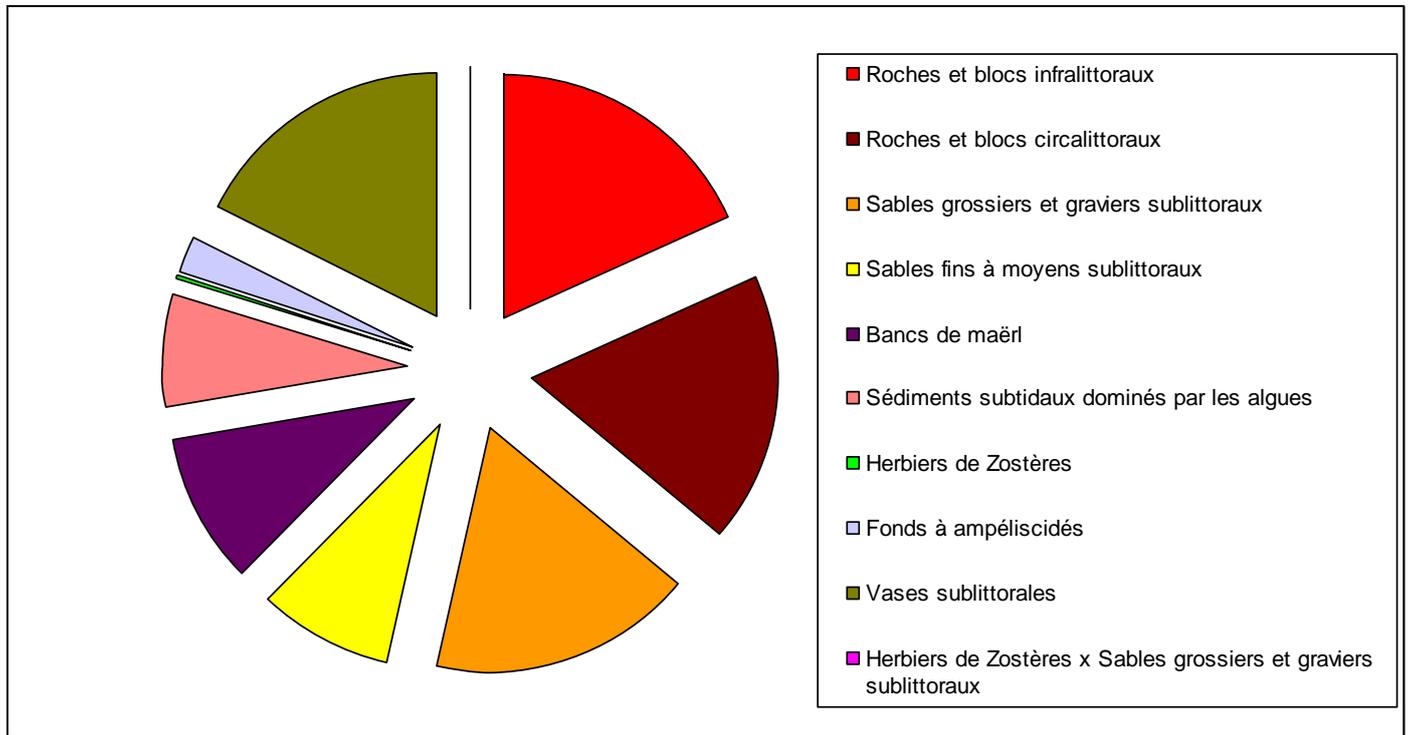


Figure 47 : Répartition des groupes d'habitats de niveau 1 sur le site Natura 2000 Trévignon

Quatre habitats dominant : les roches et blocs infralittoraux, les roches et blocs circalittoraux, les sables grossiers et graviers sublittoraux et les vases sublittorales. Les surfaces de ces habitats dominant sont assez proches et voisines de 1200 hectares ce qui représente environ 17-18% de la surface du site Natura 2000. Les habitats meubles occupent une surface plus importante que les substrats rocheux avec respectivement 4400 et 2500 hectares. On peut signaler la présence de quatre habitats particuliers: les bancs de maerl, les herbiers de zostères, les sédiments dominés par les algues et les fonds à *Ampelisca*. Les bancs de maerl ont de belle surface (700 hectares) car ils occupent environ 10 % du site.

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

Niveau 1	Surface (ha)
Sables intertidaux	177,8
Roches et blocs intertidaux	163,3
Roches et blocs infralittoraux	1266,3
Roches et blocs circalittoraux	1241,9
Sables grossiers et graviers sublittoraux	1192,6
Sables fins à moyens sublittoraux	609,0
Bancs de maërl	699,7
Sédiments subtidaux dominés par les algues	516,5
Herbiers de Zostères	11,7
Fonds à ampéliscidés	189,2
Vases sublittorales	1203,2
Herbiers de Zostères x Sables grossiers et graviers sublittoraux	1,7

4.2.5.3 Espèces de la Directive Habitat

Ce site est aussi régulièrement fréquenté par des mammifères marins (Grand dauphin (*Tursiops truncatus*), Marsouin commun (*Phocoena phocoena*) et Phoque gris (*Halichoerus grypus*)) pour des raisons alimentaires.

Aucune observation directe n'a été faite lors de nos campagnes.

5. Conclusions

Le site d'étude est inclus dans la plate forme continentale nord-Gascogne. Cette zone peut être subdivisée en bande côtière jusque 70-90 mètres de profondeur, Grande vasière (100-120 mètres de profondeur) et marge externe (130-160 mètres) (Glémarec, 1969). Le site d'étude avec une profondeur maximale de 45 mètres est situé dans la bande côtière et plus précisément dans la région sud-armoricaine. L'approche cartographique sur le site Natura 2000 de Trévignon en combinant des moyens de prospection acoustique, des prélèvements et des observations biologiques pour caractériser les peuplements macrobenthiques montre que le site est très original et une grande diversité d'habitats a été inventoriée. Cette richesse est lié d'une part à des facteurs édaphiques (granulométrie) et d'autre à des facteurs climatiques (température) (Glémarec, 1969). Des habitats au sein desquels des espèces patrimoniaux et remarquables sont notamment observés comme les bancs de maerl, les herbiers de zostères ou les fonds à *Ampelisca*.

Les conditions environnementales vont donc constituer le facteur prépondérant sur la répartition des habitats benthiques. Ainsi, le site d'étude va se traduire par des granulométries variées allant des sables fins aux galets. Les substrats meubles sont dominants avec 69 % de la surface mais la présence de substrats rocheux permet d'accroître la diversité. Les quatre habitats subtidaux majeurs observés : **les sables fins à moyens infralittoraux, les sables grossiers et graviers sublittoraux, les roches et blocs circalittoraux côtiers et les roches et blocs infralittoraux.**

La présence de deux habitats OSPAR sont à noter : les herbiers de *Zostera marina* et les bancs de maerl. Pour ces deux habitats, une cartographie plus fine serait à terme nécessaire. Sur le site d'étude, l'habitat banc de maerl est bien représenté puisqu'il occupe 10%. Cet habitat a un état de conservation satisfaisant car de belles couches avec de beaux brins sont observées. La proportion de maerl vivant est souvent importante et est comprise entre 10 et 80%. Cependant, une attention toute particulière doit être faite sur cet habitat notamment vis-à-vis de l'impact de la pêche et de l'extraction. Pour les herbiers de *Zostera marina*, il est important de réglementer les zones de mouillages et d'éviter les mouillages « sauvages ».

L'état de conservation générale du site natura 2000 peut être jugé de moyen à bon même si avec les données en notre possession et les indices en vigueur il est difficile de se prononcer. Les indices de qualité du milieu indiquent pour la majorité des stations un milieu non perturbé vis-à-vis d'un enrichissement en matière organique Seule une pression de pêche trop

importante ainsi que des extractions de granulats peuvent induire des perturbations importantes sur les habitats meubles présents. En effet, ces pratiques peuvent être très préjudiciables sur les habitats. Dans l'état actuel des connaissances, les informations en notre possession ne permettent pas de statuer sur l'impact ou non des engins de pêche ou de l'extraction. Les seules observations possibles sont que les bancs de maerl échantillonnés ne montrent aucun signe de perturbations physiques. Pour les habitats rocheux, les récoltes d'algues sont à prendre en compte dans le cadre d'une gestion adaptée. Les champs de laminaires ont un rôle majeur dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes.

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 circo-littoral. IFREMER. 39 pp.

Bajjouk, T., 2009. Cahier des charges pour la cartographie d'habitats des sites Natura 2000 littoraux. Guide méthodologique. IFREMER. 115 pp.

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

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>).

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 1976

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.
- 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.
- 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: Tzigane II.....	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 multi-paramètres (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 la présence de roches granitiques au contact avec un fond meuble de sédiments grossiers. Fauchée d'environ 300m (largeur de la bande sonar).	34
Figure 16 : Extrait de sonogramme montrant la présence de maërl ridé. Fauchée d'environ 300m (largeur de la bande sonar).	34
Figure 17 : Extrait de sonogramme montrant la limite supérieure des vases du large. Fauchée d'environ 300m (largeur de la bande sonar).	35
Figure 18 : Station TN18 caractérisée par du maerl.....	37
Figure 19 : 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 noir = vase et sable vaseux, en jaune = les sables, en rouge = les sédiments hétérogènes et en orange = les sédiments grossiers, selon les correspondances EUNIS Niveau 1.....	39
Figure 20 : Dendrogramme et MDS effectués à partir de la matrice des distances euclidiennes, calculée d'après les données granulométriques.	40
Figure 21 : Illustrations des différents types sédimentaires observés. De haut en bas et de gauche à droite : Gravier sableux (TN19), Sables fins propres (TN16) et Vases sableuses (TN29).....	42
4.2.2 Matière organique et données hydrologiques.....	43
Figure 22 : Teneurs moyennes en matière organique.	43
Figure 23 : Température, turbidité, teneur en oxygène et salinité sur 5 stations (TN18, TN24, TN30, TN35 et TN36).....	47
Figure 24 : Abondance et richesse spécifique (Drague rallier du Baty, 30 litres de sédiment, tamisage sur 10 et 5 mm)	48
Figure 25 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance	52

Figure 26 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique	52
Figure 27 : CAH et MDS sur les données faunistiques en présence-absence.....	56
Figure 28 : Quelques espèces caractéristiques des assemblages observés à la drague Rallier du Baty : le mollusque <i>Clausinella fasciata</i> , les échinodermes <i>Amphiura filiformis</i> et <i>Echinocardium cordatum</i> , le crustacé <i>Pisidia longicornis</i> , la polychète <i>Maldane glebifex</i> et le céphalochordé <i>Branchiostoma lanceolatum</i> (Clichés TBM).	57
Figure 29 : Richesse spécifique moyenne et Abondance moyenne (nb d'individus par m ²) ...	58
Figure 30 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance	61
Figure 31 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique	61
Figure 32 : CAH et MDS sur les abondances	65
Figure 33 : Espèces dominantes et discriminantes des différents sous- assemblages : <i>Thyasira flexuosa</i> , <i>Glycera lapidum</i> , <i>Sabellaria spinulosa</i> , <i>Maldane glebifex</i> et <i>Hyalinoecia bilineata</i> (Clichés TBM).....	66
Figure 34: Groupes écologiques.....	68
Figure 35: <i>Saccorhiza polyschides</i> (cliché TBM-LEMAR) et <i>Laminaria hyperborea</i> (cliché SBR).....	74
Figure 36: Habitat Ceinture infralittorale à <i>Halidrys siliquosa</i> sur Groix (Clichés TBM-LEMAR).....	75
Figure 37 : <i>Eunicella verrucosa</i> , <i>Pentapora fascialis</i> , <i>Cliona celata</i> et <i>Luidia ciliaris</i> (Clichés TBM-LEMAR).....	77
Figure 38: <i>Abra prismatica</i> , <i>Bathyporeia elegans</i> , <i>Nephtys cirrosa</i> et <i>Ophelia borealis</i> (Clichés TBM).....	78
Figure 39: Sable grossier (Cliché TBM-LEMAR).....	80
Figure 40 : Exemples d'espèces inventoriées dans les stations de l'habitat A5.13 Sables grossiers et graviers circalittoraux côtiers.....	81
Figure 41 : <i>Amphiura filiformis</i> et <i>Sternaspis scutata</i> (Clichés TBM)	82
Figure 42 : Maerl propre.(Clichés TBM).	83
Figure 43 : Herbiers de <i>Zostera marina</i> .(Clichés TBM).	84
Figure 44 : Fonds à Haploops (Clichés TBM et Lincoln, 1979).....	86
Figure 45 : Dendrogramme sur la matrice faune des dragues Rallier du Baty sur les données transformées en Log(X+1).	87
Figure 46 : Dendrogramme sur la matrice faune des stations quantitatives (transformation en Log(X+1)).	87
Figure 47 : Répartition des groupes d'habitats de niveau 1 sur le site Natura 2000 Trévignon	101

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 47 stations en milieu sédimentaire échantillonnées à la drague Rallier du Baty sur le site de Trévignon.	36

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.....	41
Tableau 6 : Richesse spécifique, Diversité et équitabilité.....	51
Tableau 7 : Diversité et régularité moyenne	59
Tableau 8 : 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 ² . 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).	64
Tableau 9 : I2EC et AMBI	68
Tableau 10 : Correspondance et intitulé des habitats intertidaux et subtidaux rocheux 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	71
Tableau 11 : Correspondance et intitulé des habitats intertidaux et subtidaux meubles et les habitats particuliers 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	72
Tableau 12 : Richesse spécifique totale et moyenne, Abondance moyenne obtenues avec la drague Rallier du Baty en fonction des différents habitats observés.	90
Tableau 13 : Surfaces pour les habitats selon le niveau 1 de la nouvelle typologie type EUNIS (Bajjouk et al., 2010).....	102

Liste des cartes

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude et du site Natura 2000 Iles Houat - Hoëdic FR5300033.....	5
Carte 2 : Plan d'échantillonnage.	16
Carte 3 : Localisation des prélèvements à la drague Rallier du Baty.....	17
Carte 4 : Localisation des vidéo sous marines	18
Carte 5 : Localisation des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre	19
Carte 6 : Mosaique de réflectivité sur le site Dunes et côtes de Trévignon	31
Carte 7 : Répartition des formations superficielles sur le site Dunes et côtes de Trévignon ...	32
Carte 8 : Carte des fractions sédimentaires	38
Carte 9 : Carte des teneurs moyennes en matière organique. Les classes sont exprimées en pourcentage.	44
Carte 10 : Carte des abondances pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty	49
Carte 11 : Carte des richesses spécifiques pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty	50
Carte 12 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la drague rallier du Baty	53
Carte 13 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la drague rallier du Baty	54
Carte 14 : Richesse et abondance moyenne pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre	60

Carte 15 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre	62
Carte 16 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre	63
Carte 17 : Groupes écologiques des prélèvements à la benne.....	69
Carte 18 : Carte des habitats benthiques sur les stations échantillonnées en 2011	92
Carte 19 : Carte des habitats benthiques sur les stations échantillonnées en 2011 et la nature des fonds acquis avec le sonar 2011.....	93
Carte 20 : Carte des habitats benthiques (2011).....	94
Carte 21 : Carte des habitats benthiques (2011).....	95
Carte 22 : Carte biosédimentaire des fonds meubles du plateau continental du Golfe de Gascogne (1976)	96
Carte 23 : Cartographie des herbiers de Zostères (2007)	97
Carte 24 : Cartographie des bancs de Maerl (2007).....	98
Carte 25 : Carte de natures de fond – Partie sédimentaire des cartes G (2009)	99
Carte 26 : Cartographie REBENT (2007)	100