

Projet de raccordement des parcs éolien en mer « Etude du milieu marin » ZONE DE SAINT-NAZAIRE



Décembre 2013



SOMMAIRE

1. Introduction	4
2. Acquisitions et analyse des données	6
2.1 Outils et techniques mis en œuvre	6
2.1.1 Moyens nautiques	6
2.1.2 Outils d'imagerie vidéo.....	6
2.1.3 Engins de prélèvements sédimentaires et biologiques	7
2.1.4 Inventaires en plongée	9
2.2 Stratégie d'acquisition des données.....	12
2.2.1 Stratégie	12
2.2.2 Echantillonnage vidéo.....	12
2.2.3 Echantillonnage sédimentaire	14
2.2.4 Echantillonnage rocheux.....	14
2.3 Analyses sédimentaires et biologiques	18
2.3.1 Granulométrie, Matière organique (Stations semi-quantitatives).....	18
2.3.2 Analyses physico-chimiques.....	20
2.3.3 Tri et détermination.....	22
2.3.4 Traitement des données.....	22
2.3.5 Typologie des Habitats	26
3. Résultats	28
3.1 Substrats meubles	28
3.1.1 Caractéristiques granulométriques des stations échantillonnées	28
3.1.2 Matière organique	31
3.1.3. Stations semi-quantitatives	31
3.1.4. Stations quantitatives	46
3.2 Substrats rocheux.....	73
3.2.1 Quadrats	73
3.3 Habitats inventoriés et espèces	82
3.3.1 Habitats inventoriés	82
3.3.2 Carte d'habitat.....	89
4. Enjeux et conclusions.....	96

5. Bibliographie..... 99

1. Introduction

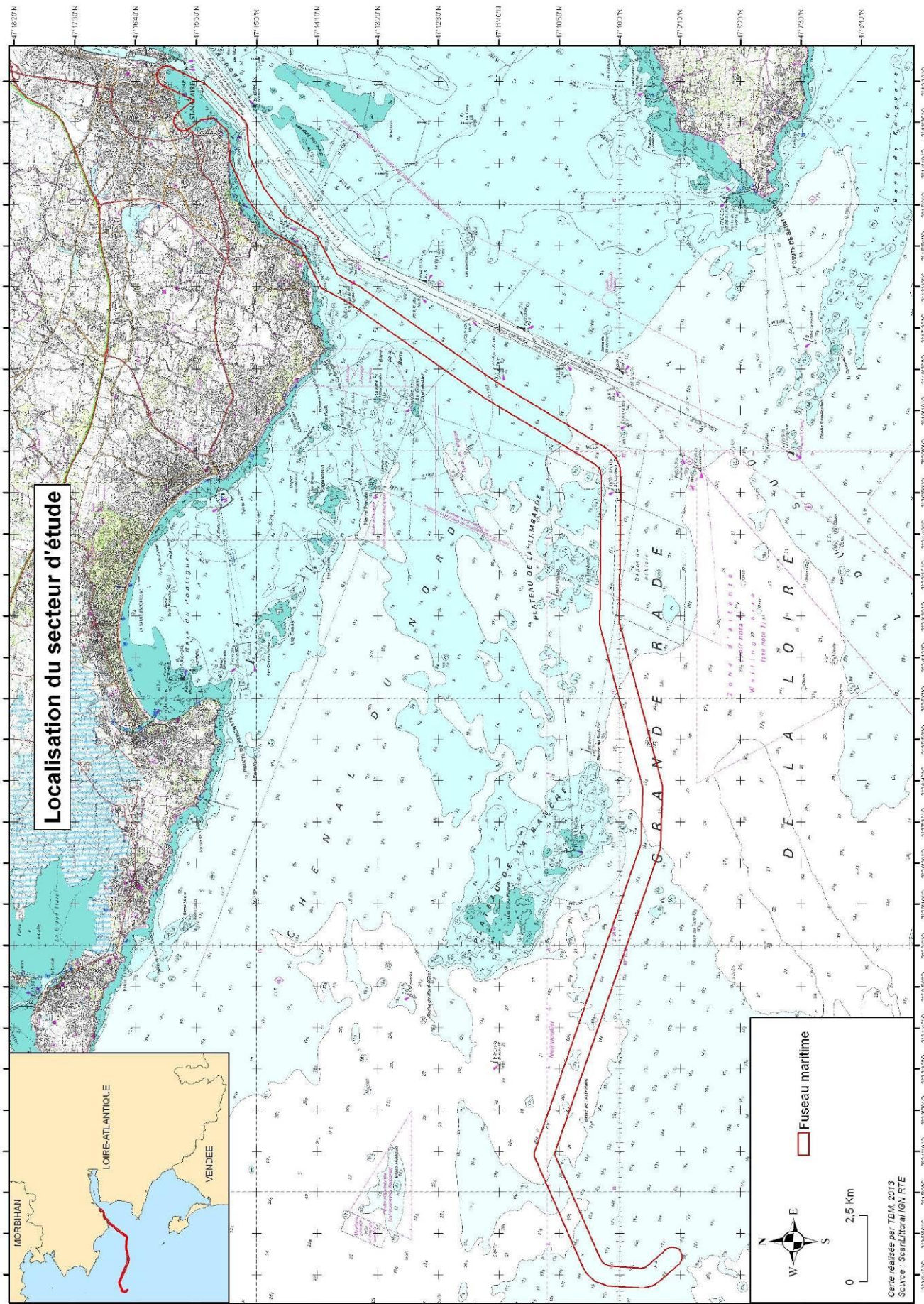
Dans le cadre du projet d'implantation d'un parc éolien en mer de 80 éoliennes de « Saint-Nazaire », une étude sur le raccordement à terre est nécessaire. Le projet est prévu à environ 12 km au Sud de la Côte Sauvage du Croisic, sur le banc de Guérande jusqu'au continent (Carte 1). Une étude d'impact environnementale au titre du code de l'environnement est nécessaire pour obtenir l'autorisation d'exploiter le domaine public maritime. Ainsi, des expertises scientifiques sont requises sur plusieurs volets et notamment sur le compartiment benthique.

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

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

Cette étude vise aussi à constituer une référence précise permettant :

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



Carte 1 : Localisation de la zone d'étude

2. Acquisitions et analyse des données

2.1 Outils et techniques mis en œuvre

2.1.1 MOYENS NAUTIQUES

Les investigations d'imagerie vidéos et les prélèvements biosédimentaires ont été réalisés les 17 et 18 avril 2013 et le 25 avril 2013 depuis le port de Saint-Nazaire, à bord du navire « Tzigane 2 » (NA927050).



Figure 1: Tzigane 2

Les campagnes « plongées » se sont déroulées les 1, 2 et 4 juillet 2013 depuis le port de Pornichet, à bord du navire « Marina II ».

2.1.2 OUTILS D'IMAGERIE VIDEO

Une caméra vidéo couleur a été utilisée avec ou sans les LEDS incorporées (matériel conforme à la norme AFNOR NF-EN16260, décembre 2012, Figure 2). 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 2 : Caméra sous-marine. (Cliché TBM)

2.1.3 ENGINS DE PRELEVEMENTS SEDIMENTAIRES 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 3)

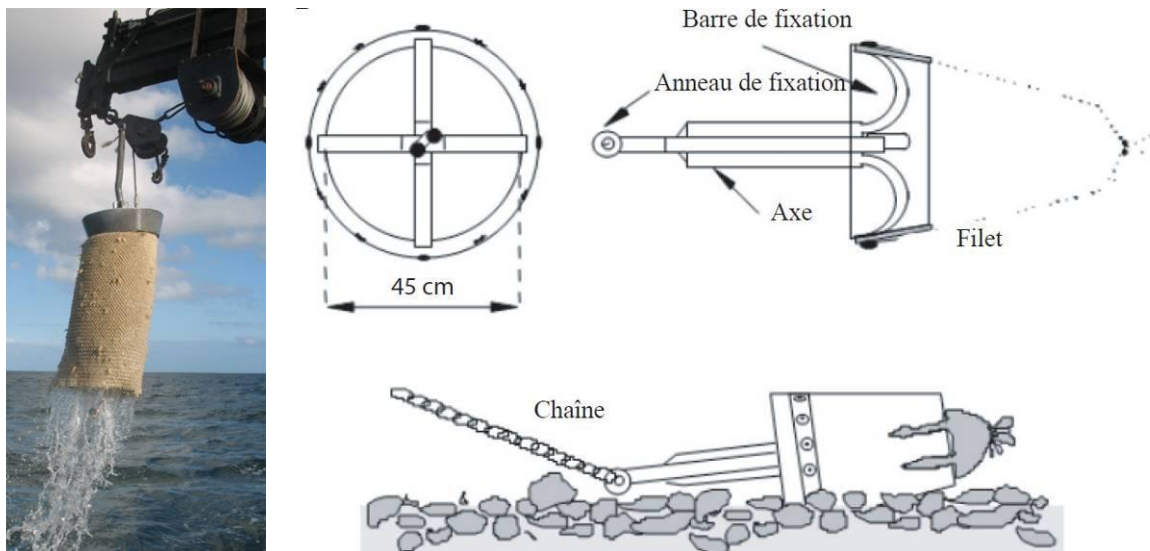


Figure 3 : Drague Rallier du Baty (Cliché TBM) et schéma descriptif de son mécanisme de fonctionnement (Trigui, 2009)

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

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 4). 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

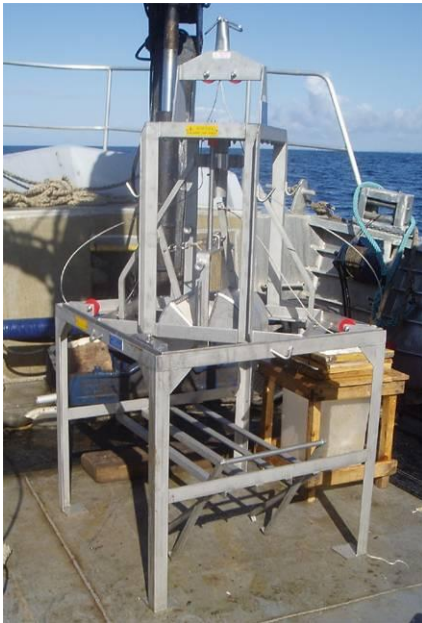


(1968), Glémarec (1969), Gentil (1976) ou Retière (1979) pour la cartographie et l'étude des peuplements en Manche-Atlantique. Le refus de 2 mm a été gardé et formolé pour des analyses en laboratoire.

Figure 4 : 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 5)



Cette benne a été utilisée le 25 avril 2013 pour l'échantillonnage quantitatif des peuplements benthiques (macrofaune des sédiments : sables, vases, graviers), aux stations dites « quantitatives ». Cet engin de prélèvement est très couramment employés pour prélever des sédiments de nature variée : depuis des sédiments vaseux jusqu'aux graviers.

Figure 5: Benne Smith Mc-Intyre et benne Hamon (Cliché TBM)

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 des analyses physico-chimiques.

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). Chaque échantillon, destiné à la caractérisation du sédiment et à son analyse physico-chimique, est conditionné conformément aux recommandations du laboratoire agréé (IDHESA-Brest) pour réaliser l'analyse chimique. Les échantillons sont réfrigérés avant dépôt dans les meilleurs délais à ce laboratoire afin notamment de garantir les agréments NF et COFRAC.

2.1.4 INVENTAIRES EN PLONGEE

Pour les sessions de plongées, nous avons mis en œuvre les moyens techniques et humains nécessaires à la réalisation de cette mission (trois plongeurs scientifiques, une personne titulaire du permis côtier, des moyens nautiques adaptés, matériels, etc.). Les investigations ont été entreprises par TBM en association avec le LEMAR (Laboratoire des sciences de l'environnement marin, UMR-CNRS, Plouzané). L'objectif est double :

- informer les cartes d'habitats
- et disposer d'une référence précise permettant de décrire les fonds rocheux tant en terme de biodiversité que d'abondance.

De plus, ces éléments permettront une approche de la fonctionnalité du milieu (biomasse, production, etc.).

Ainsi, sur ces stations, plusieurs types de relevés ont été réalisés. La figure 6 synthétise les opérations :

- 5 quadrats de 0,1 m² (Figure 7) sont prélevés à la suceuse (Figure 7),
- 3 transects de 20 m (Figure 7) sont réalisés pour compter les échinodermes et les crustacés de grande taille et les laminaires et enfin quand elles sont présentes 5 laminaires sont prélevées.

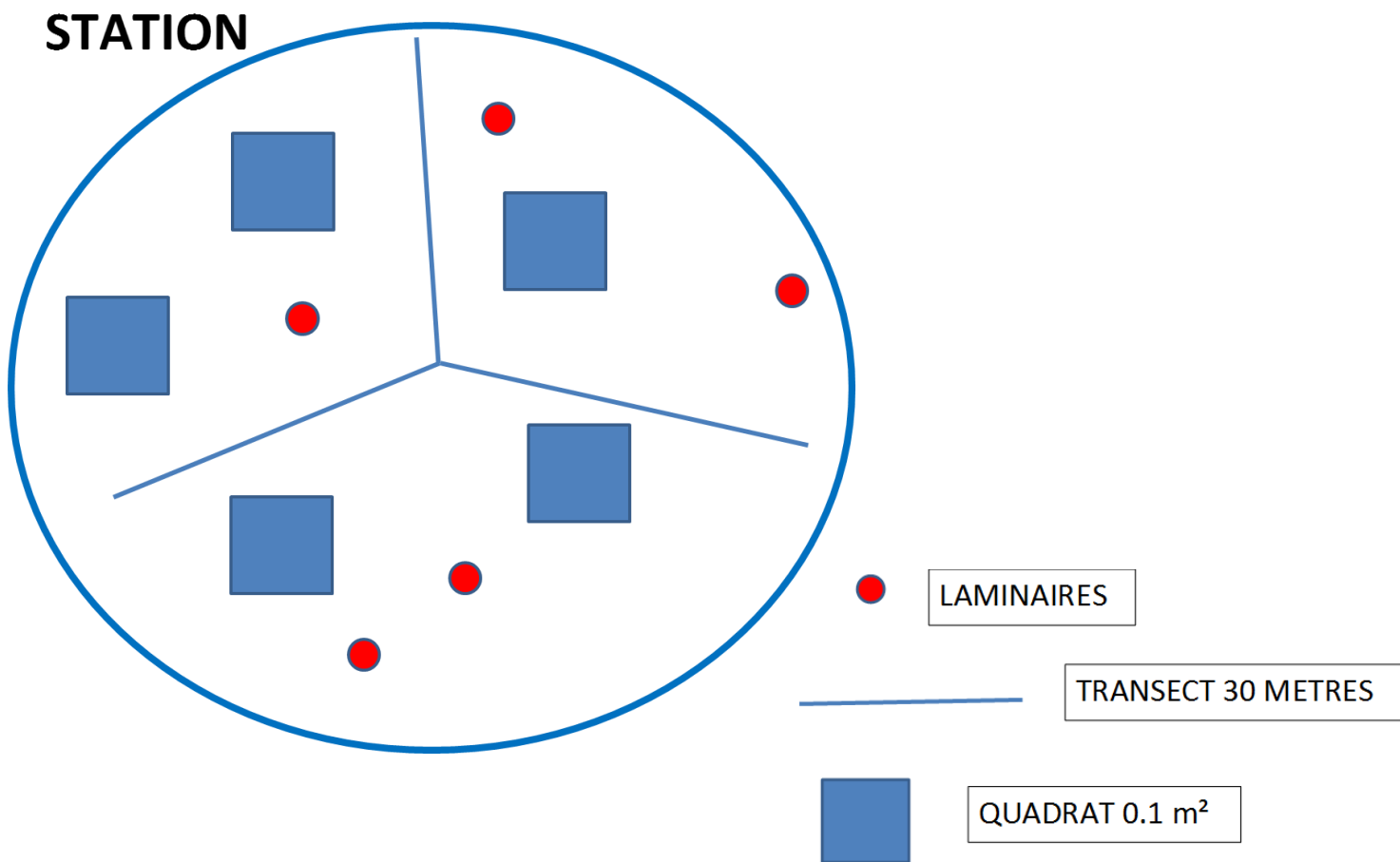


Figure 6 : Protocole entrepris sur chaque station

Pour les prélèvements à la suceuse, un opérateur décolle à l'aide d'un ciseau à bois l'ensemble de la faune et de la flore pendant qu'un second l'aspire avec la suceuse. La maille du filet de collecte est de 1 mm. Les algues de grande taille ont été récoltées à la main au préalable. Les échantillons sont individualisés, formolés et stockés à l'abri de la lumière. Au laboratoire, la faune et la flore ont été triées, déterminées à l'espèce et comptés.

De plus, des photographies de chaque quadrat ainsi que des photos « paysages » sont également réalisées.

Ce travail permet une description quantitative de la faune et de la flore de petite taille.



Figure 7 : Quadrat, suceuse et transect

2.2 Stratégie d'acquisition des données

2.2.1 STRATEGIE

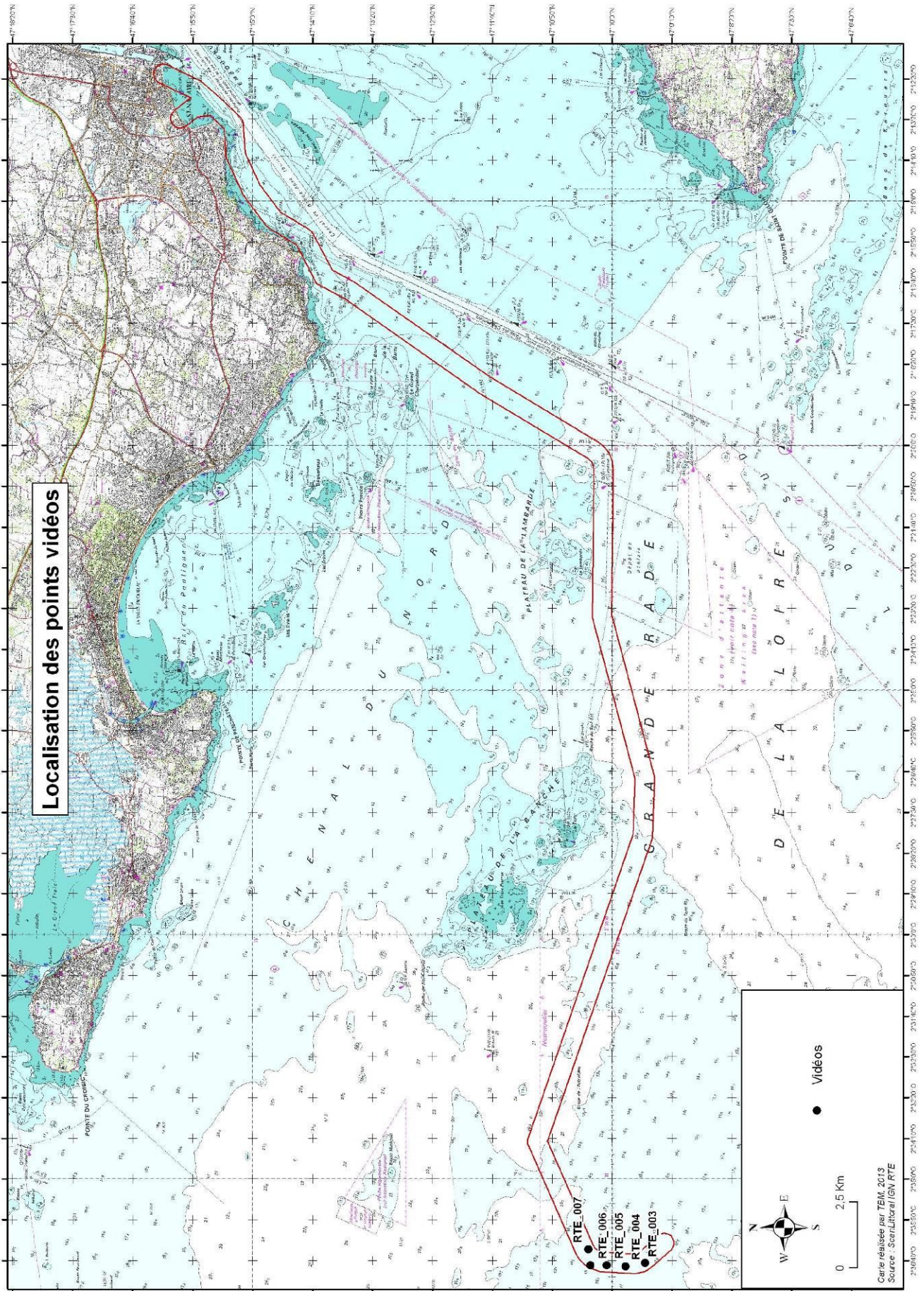
L'objectif fixé par cette étude est de réaliser un état initial du site sur lequel le projet doit s'implanter (détermination de l'état de conservation du site, des enjeux environnementaux, des fonctions écologiques, etc.).

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

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

2.2.2 ECHANTILLONNAGE VIDEO

Les protections caméra sous-marine ont été réalisées sur cinq stations (Carte 2). Des prospections complémentaires étaient programmées mais à la vue de la mauvaise visibilité à cause de la turbidité elles ont été abandonnées. Ces prospections ont servi à examiner la diversité des habitats rocheux du site d'étude et à appréhender leur répartition. Elles sont aussi un moyen de repérer les sites d'intérêt sur lesquels les plongées ont, par la suite, été réalisées. Les séquences enregistrées durent entre 30 secondes et 2 minutes.



Carte 2 : Plan d'échantillonnage inventaires vidéos sous-marines.

2.2.3 ECHANTILLONNAGE SEDIMENTAIRE

2.2.3.1 Stations semi-quantitatives

Le positionnement des stations semi-quantitatives a été fait grâce au levé acoustique réalisé par GEOXYZ à proximité du Banc de Guérande. Sur le reste du fuseau, les stations ont été disposées de façon régulière. Les investigations entreprises dans le cadre de la cartographie des habitats sur le site Natura 2000 Loire Nord ont également été utilisées (Données TBM-DREAL Pays de Loire). Comme indiqué précédemment, nous avons utilisé la drague Rallier du Baty pour recueillir des informations concernant la granulométrie des fonds et la macrofaune.

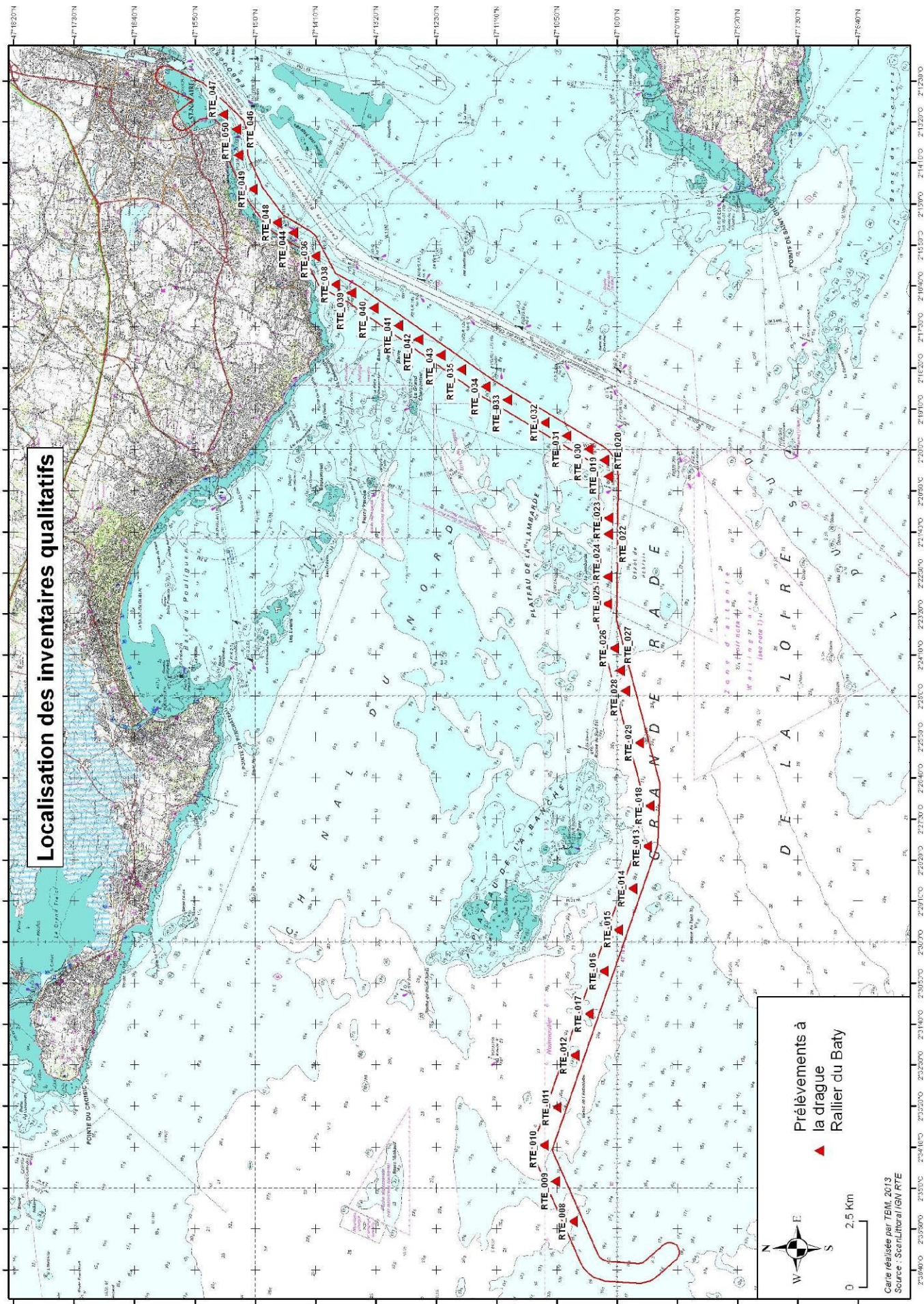
Le plan d'échantillonnage comprend 40 stations (Carte 3) sur lesquelles des prélèvements à la drague Rallier du Baty ont été faits.

2.2.3.2 Stations quantitatives

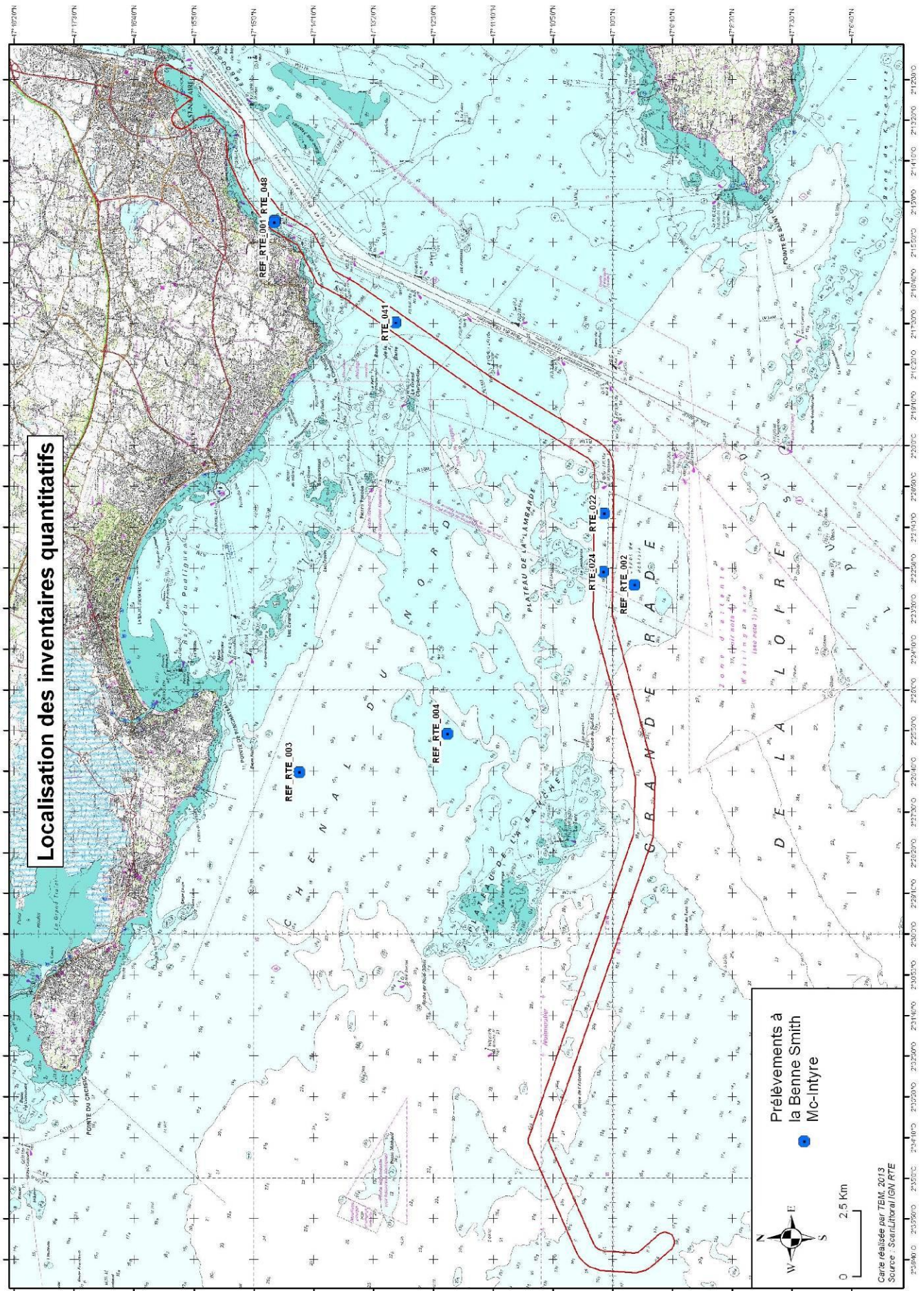
Les stations quantitatives sédimentaires ont été choisies lorsque les stations semi-quantitatives ont été prospectées. En effet, nous avons, avec les prospections semi-quantitatives obtenu une vue d'ensemble des habitats présents sur la zone. 8 stations ont fait l'objet de prélèvements quantitatifs, à raison de quatre réplicats par station (Carte 4) : quatre sur le fuseau et quatre dits « référence ». Pour le choix des stations de référence, le travail effectué dans le cadre des inventaires sur le site Natura 2000 Loire Nord (Données TBM-DREAL Pays de Loire) a été utilisé pour trouver le même type d'habitat.

2.2.4 ECHANTILLONNAGE ROCHEUX

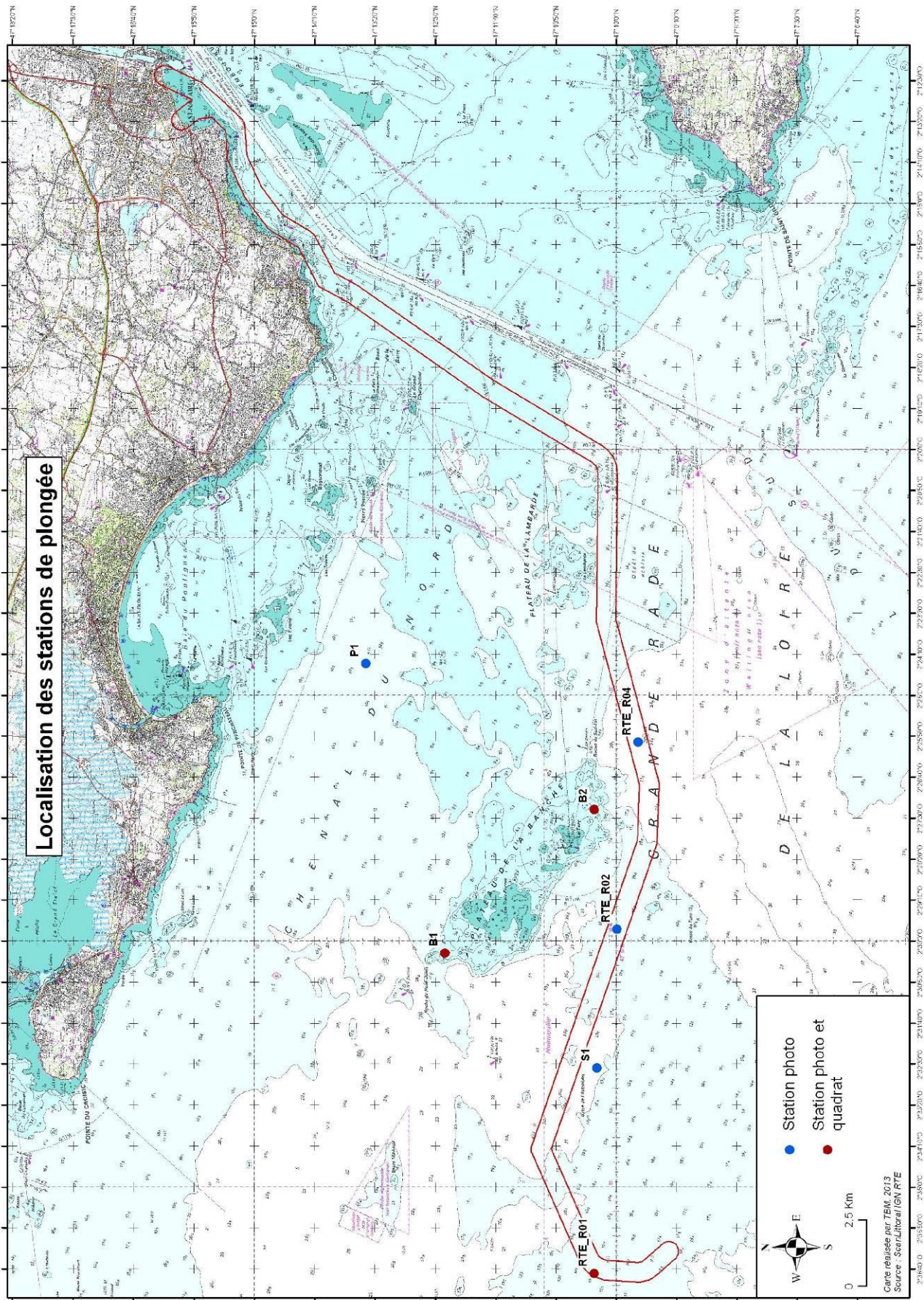
Les stations rocheuses étaient programmées sur la Lambarde mais la mauvaise visibilité n'a pas permis des investigations en plongée. Ainsi, trois stations ont été échantillonnées : deux sur le plateau de la Banche (stations B1 et B2) et une sur le banc de Guérande (Station RTE_01 (Carte 5). De plus, des stations supplémentaires ont été prospectées pour réaliser des photographies.



Carte 3 : Plan d'échantillonnage inventaires semi-quantitatifs (drague Rallier du Baty).



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



Carte 5 : Localisation des stations rocheuses.

2.3 Analyses sédimentaires et biologiques

2.3.1 GRANULOMÉTRIE, MATIÈRE ORGANIQUE (STATIONS SEMI-QUANTITATIVES)



L'analyse granulométrique a été réalisée par tamisage à sec (tamiseuse électrique). 16 tamis de maille carrée (Norme AFNOR) ont été utilisés (Figure 8) : 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 8 : 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 9),



Figure 9 : 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 péltique 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 ($[500 \mu\text{m} \text{ à } 2 \text{ mm}[$), les sables moyens ($[250\text{-}500 \mu\text{m} [$), les sables fins ($[63\text{-}250 \mu\text{m} [$) et les vases (i.e. $< 63 \mu\text{m}$). 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 10).

Figure 10 : Réplicats pour la Matière Organique (Cliché TBM)

2.3.2 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Des analyses physico-chimiques sur les sédiments et sur l'eau ont été réalisées.

2.3.2.1 Sédiments meubles

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

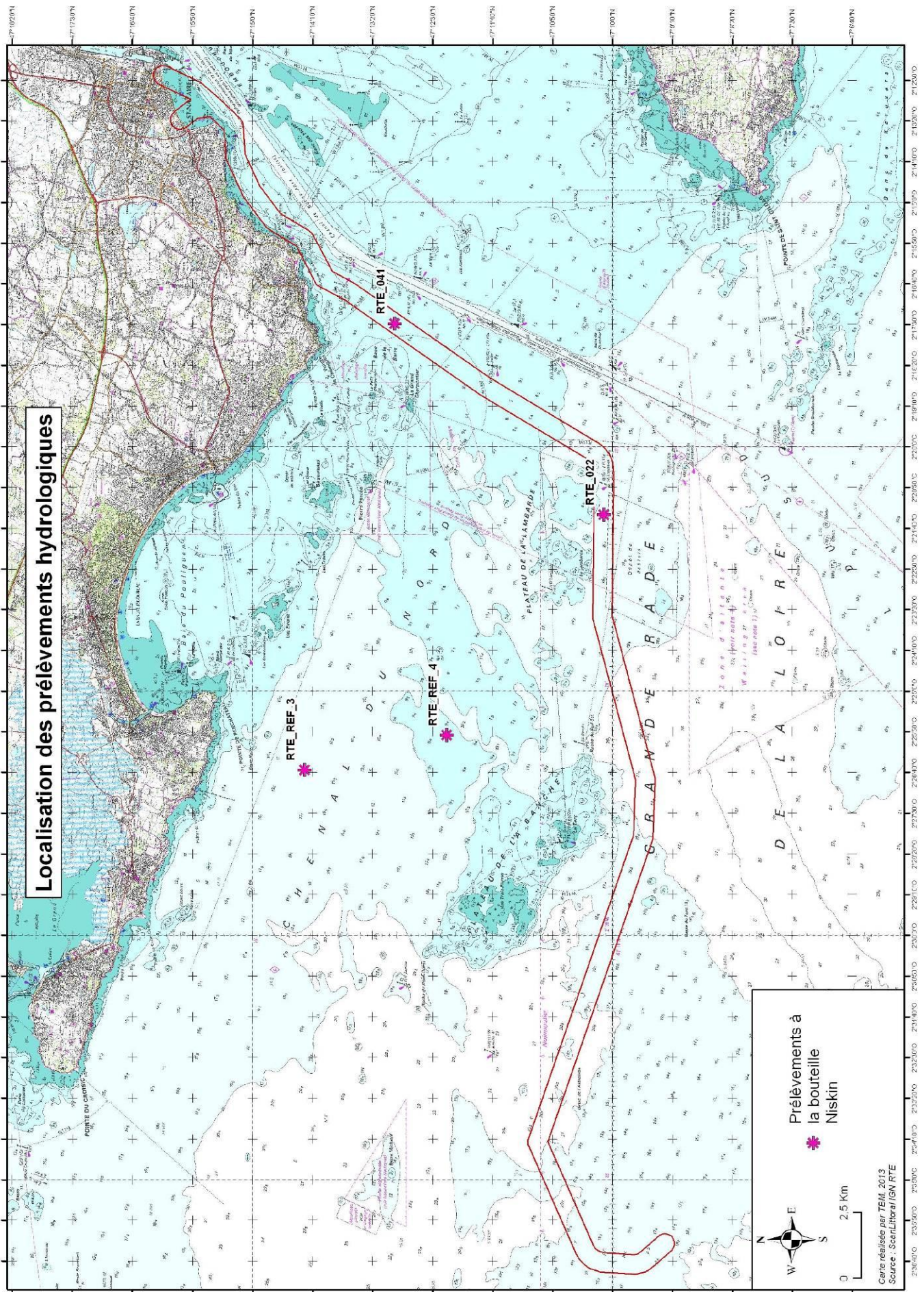
- la caractérisation du sédiment : le Carbone Organique Total (COT), la matière sèche, l'Aluminium, la densité et la granulométrie,
- les éléments traces inorganiques : Arsenic, Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Plomb, Mercure, Zinc,
- les composés traces organiques : les PCB réglementaires (28, 52, 101,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

La démarche d'analyse des résultats retenue vise à définir l'état du milieu (sédiments) en prenant en compte les niveaux réglementaires dits GEODE des arrêtés du 09 août 2006 (métaux et PCB), du 23 décembre 2009 (TBT) et du 8 février 2013 (HAP), mais aussi le calcul du score de risque (logiciel GEODRISK®). Les analyses physico-chimiques ont été réalisées sur chaque prélèvement échantillonné au niveau des stations quantitatives meubles (Carte 4).

2.3.2.2 Qualité des eaux

Des prélèvements d'eau ont été réalisés en surface et au fond à l'aide d'une bouteille Niskin sur quatre stations (Carte 6). Ainsi, les analyses suivantes ont été effectuées en laboratoire accrédité Cofrac :

- Analyses bactériologiques : entérocoques intestinaux, *E. coli*, *Salmonella* sp, *Vibrio parahaemolyticus*
- Analyses physico-chimiques : MES, COT, NH₄, NO₃, NO₂, Phosphore Total, Chlorophylle A, Phéopigments
- 8 contaminants métalliques : AS, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn
- Contaminants organiques (HAP, PCB, TBT et dérivés)



Carte 6 : Localisation des prélèvements hydrologiques.

2.3.3 TRI ET DETERMINATION

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

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

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

2.3.4 TRAITEMENT DES DONNEES

Pour chacune des stations, l'analyse des prélèvements permet de mesurer plusieurs paramètres. L'objectif de l'ensemble de ces analyses est de caractériser 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,
- pour les substrats meubles, 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.

La figure 11 ci-dessous illustre l'évolution des groupes écologiques en fonction d'une perturbation croissante liée à un enrichissement en matière organique.

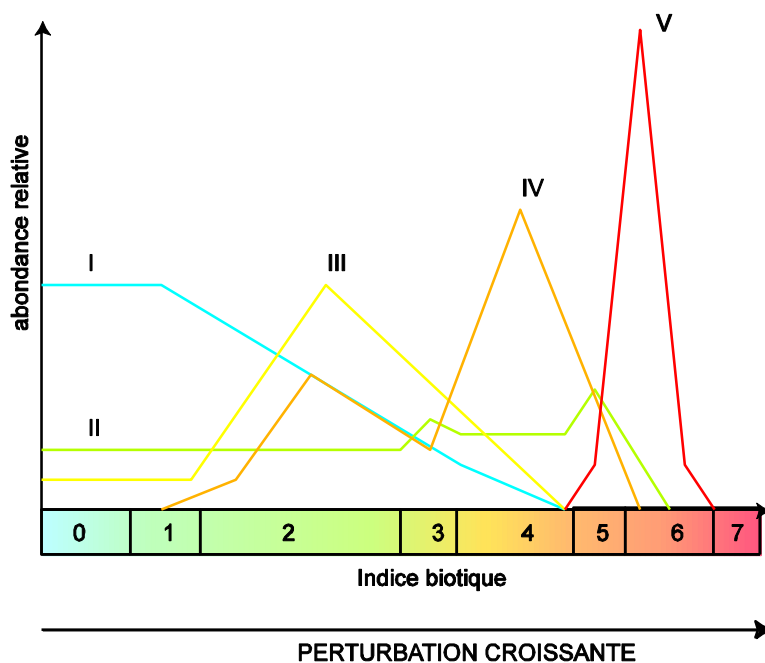


Figure 11 : Modèle des indices biotiques (groupes écologiques notés en chiffres romains) (D'après Grall et Coïc, 2006).

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 spécifique 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 < AMBI ≤ 0,2	I	Normal
0,2 < AMBI ≤ 1,2		Appauvrissement
1,2 < AMBI ≤ 3,3	III	Déséquilibré
3,3 < AMBI ≤ 4,3		Vers pollué
4,3 < AMBI ≤ 5,0	IV-V	Pollué
5,0 < AMBI ≤ 5,5		Vers très pollué
5,5 < AMBI ≤ 6	V	Très pollué
non calculable	Azoïque	Azoïque

Basé sur le modèle de l'I2EC, un second indice biotique est calculé, l'AMBI (Tableau 3). 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 faunistiques qualitatives et quantitatives. Une méthode d'analyse et de représentation de la structure des peuplements à partir d'une matrice « espèces-stations » a été mise en œuvre pour identifier des assemblages faunistiques correspondant respectivement à des groupements de stations « biologiquement

homogènes » à un certain degré de similarité. Au préalable, nous avons transformé nos données qualitatives 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. Pour les données quantitatives, les espèces ont subi une transformation $\log(x+1)$.

Une méthode de groupement hiérarchique, la Classification Ascendante Hiérarchique (C.A.H.) a été effectuée pour visualiser les regroupements de nature similaire. Les regroupements sont interprétés selon les caractéristiques de ces peuplements et les paramètres environnementaux connus dans les différentes stations. Les C.A.H. sont réalisées en prenant la distance euclidienne pour les données environnementales et l'indice de similarité de Bray-Curtis pour les données faunistiques. Le logiciel utilisé est PRIMER[®] (version 6). Après la détermination des groupements d'échantillons biologiques issus des méthodes multivariées, la procédure SIMPER du logiciel 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 (ANOVA, Kruskal-Wallis, etc.) mais au contraire une méthode exploratoire.

2.3.5 TYPOLOGIE DES HABITATS

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

Cette nouvelle typologie repose sur trois grands ensembles de substrats (meubles, rocheux et habitats particuliers). En fonction de la précision recherchée, trois niveaux hiérarchiques peuvent être distingués pour chacun de ces trois ensembles. Le niveau 1 reste très général

alors que les niveaux 2 et 3 apportent des précisions sur les populations animales et végétales, ou encore sur le taux de recouvrement.

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

3. Résultats

3.1 Substrats meubles

3.1.1 CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES DES STATIONS ECHANTILLONNEES

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

Le diagramme triangulaire de Sheppard illustre une hétérogénéité dans les échantillons (Figure 12). Un gradient des vases au gravier est observé. La figure 13 illustre quelques sédiments échantillonnés.

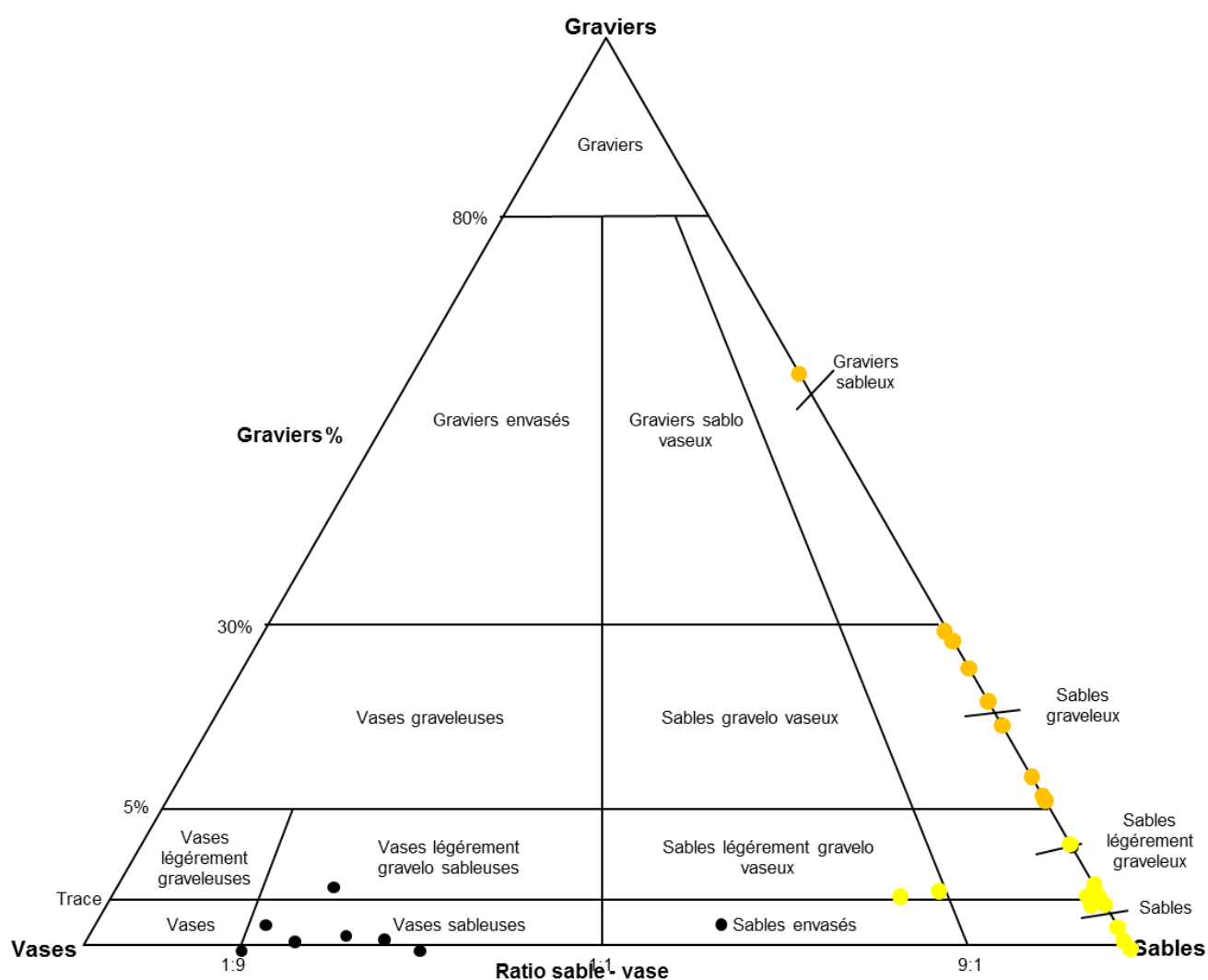
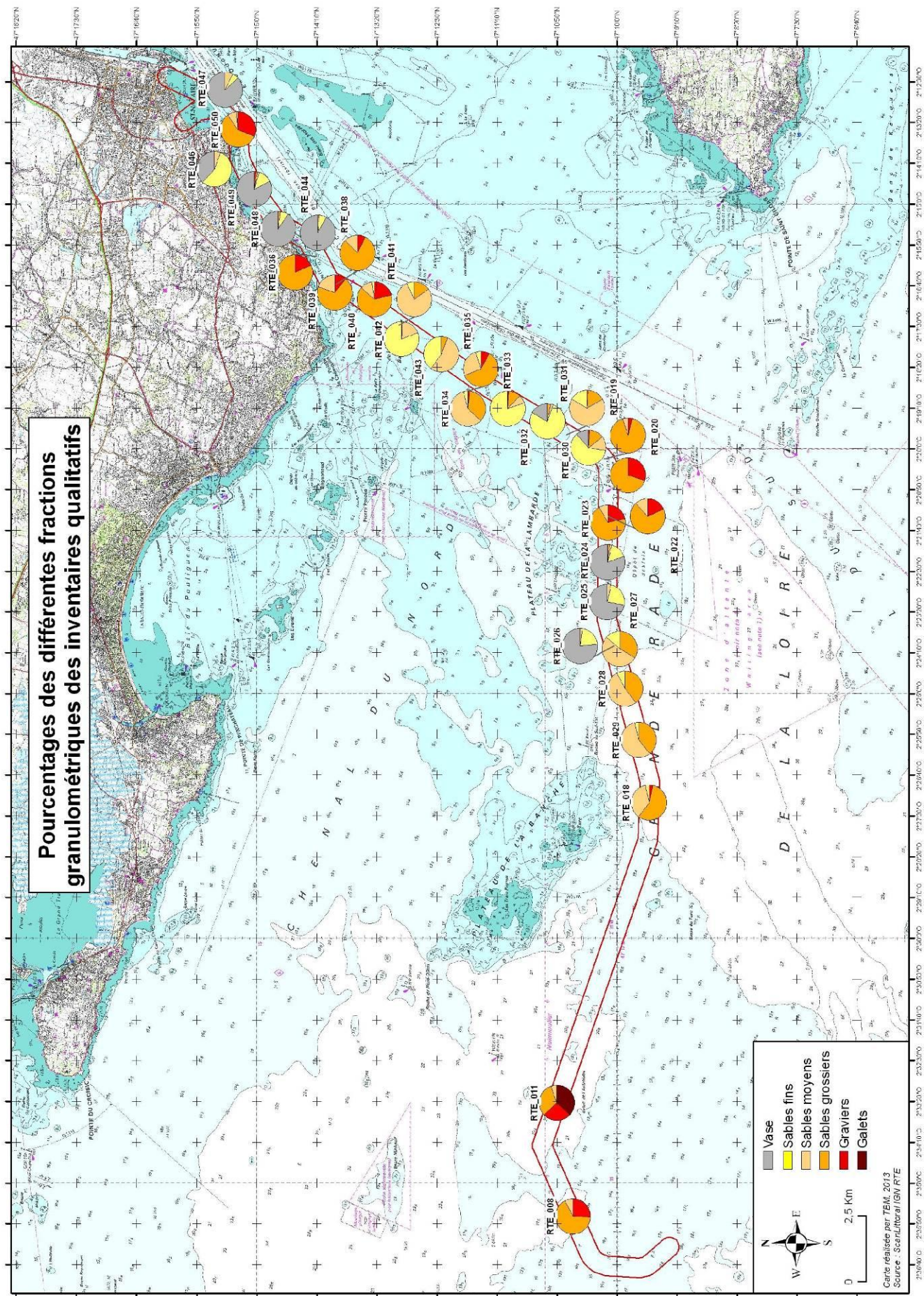


Figure 12 : Représentation graphique des stations échantillonnées selon le diagramme de Sheppard réalisé sur la base de trois systèmes de coordonnées granulométriques : les graviers (> 2mm), les sables (0,063 – 2 mm) et les vases (< 0,063 mm). En noir = les vases sableuses, en jaune = les sables fins à moyens et en Orange = les sédiments grossiers, selon les correspondances EUNIS Niveau 1.



Figure 13 : Exemples de sédiments observés (de gauche à droite et de haut en bas : galets et cailloutis, sédiments grossiers, sables fins à moyens et vases).



Carte 7 : Carte des fractions sédimentaires.

3.1.2 MATIERE ORGANIQUE

La teneur moyenne en matière organique est variable et est comprise entre 0,5 % et 15,5 % (figure 14). Les stations avec de fortes valeurs sont caractérisées par des vases.

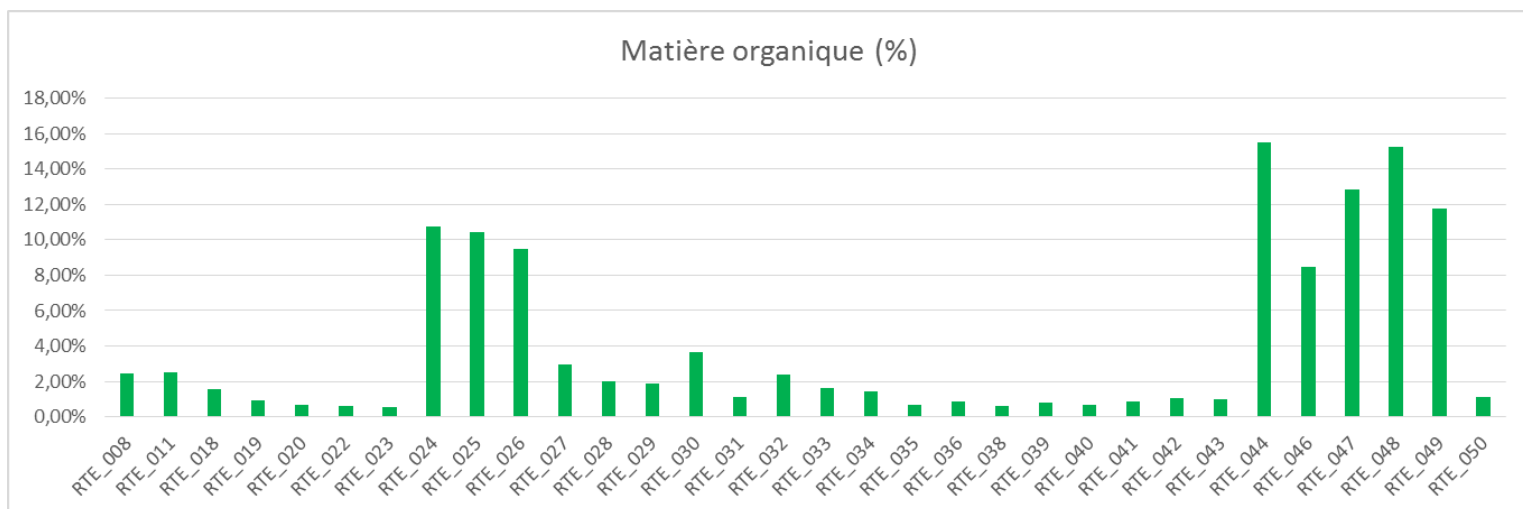


Figure 14 : Teneurs moyennes en matière organique.

3.1.3. STATIONS SEMI-QUANTITATIVES

3.1.3.1. Traits dominants de la macrofaune

Sur 40 dragues Rallier du Baty, nous avons réalisé l'inventaire exhaustif de la faune sur les tamis de 10 et 5 mm. L'inventaire sur la maille de 2 mm n'a pu être réalisé que sur 33 échantillons. En effet, certains prélèvements étaient en réalité des galets et cailloutis.

L'analyse de ces échantillons biologiques (correspondant à 30 litres de sédiment par station) a permis de recenser plus de 7182 individus, et d'identifier 122 taxons. Les annexes 1 et 2 récapitulent les données obtenues.

Les abondances sur les tamis de 10 et 5 mm sont comprises entre 0 et 960 individus (Figure 15, carte 8) et entre 2 et 1400 individus sur les trois tamis (Figure 16, carte 9). Les valeurs minimales (égales à 0) sur les tamis de 10 et 5 mm sont observées sur 11 stations correspondant à plusieurs types de sédiments à savoir des sédiments grossiers et des vases sableuses. La majorité des stations ont des abondances inférieures à 100 individus (19 stations). 10 stations ont des abondances comprises entre 100 et 1000 individus. Si les trois tamis sont regardés, les valeurs sont minimales pour la station RTE_29 et maximales pour la station RTE49. Les stations avec le plus fort effectif sont dominées par la polychète *Lagis*

koreni pour la station RTE_49 et par l'échinoderme *Ophiothrix fragilis* pour la station RTE_09.

En termes de richesse spécifique, les valeurs sur les mailles de 10 et 5 mm sont comprises entre 0 (11 stations azoïques) et 13 (RTE_10) et entre 1 (4 stations) et 27 (RTE_10) sur les trois mailles (Figure 15 et carte 10, et 17 et carte 11).

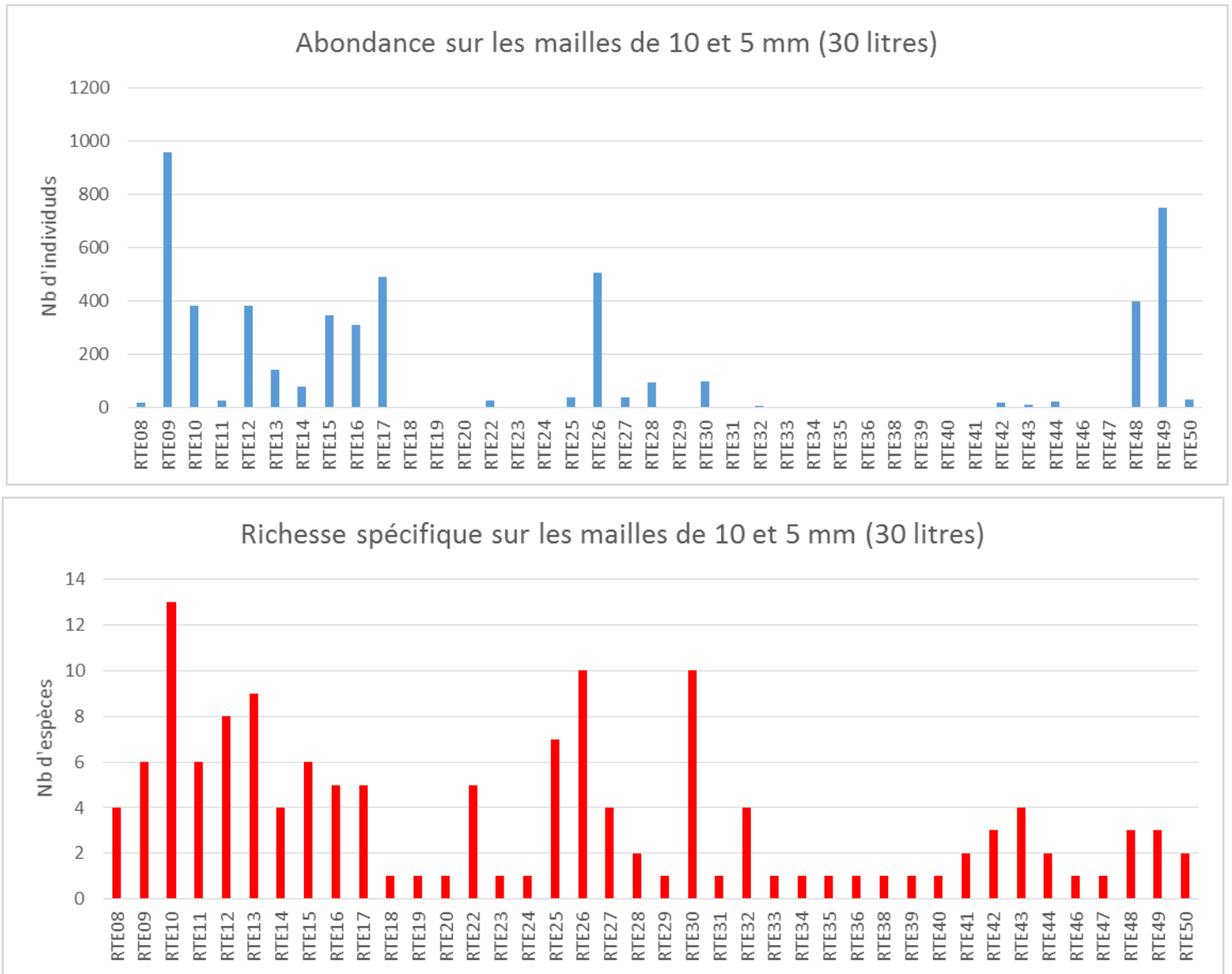
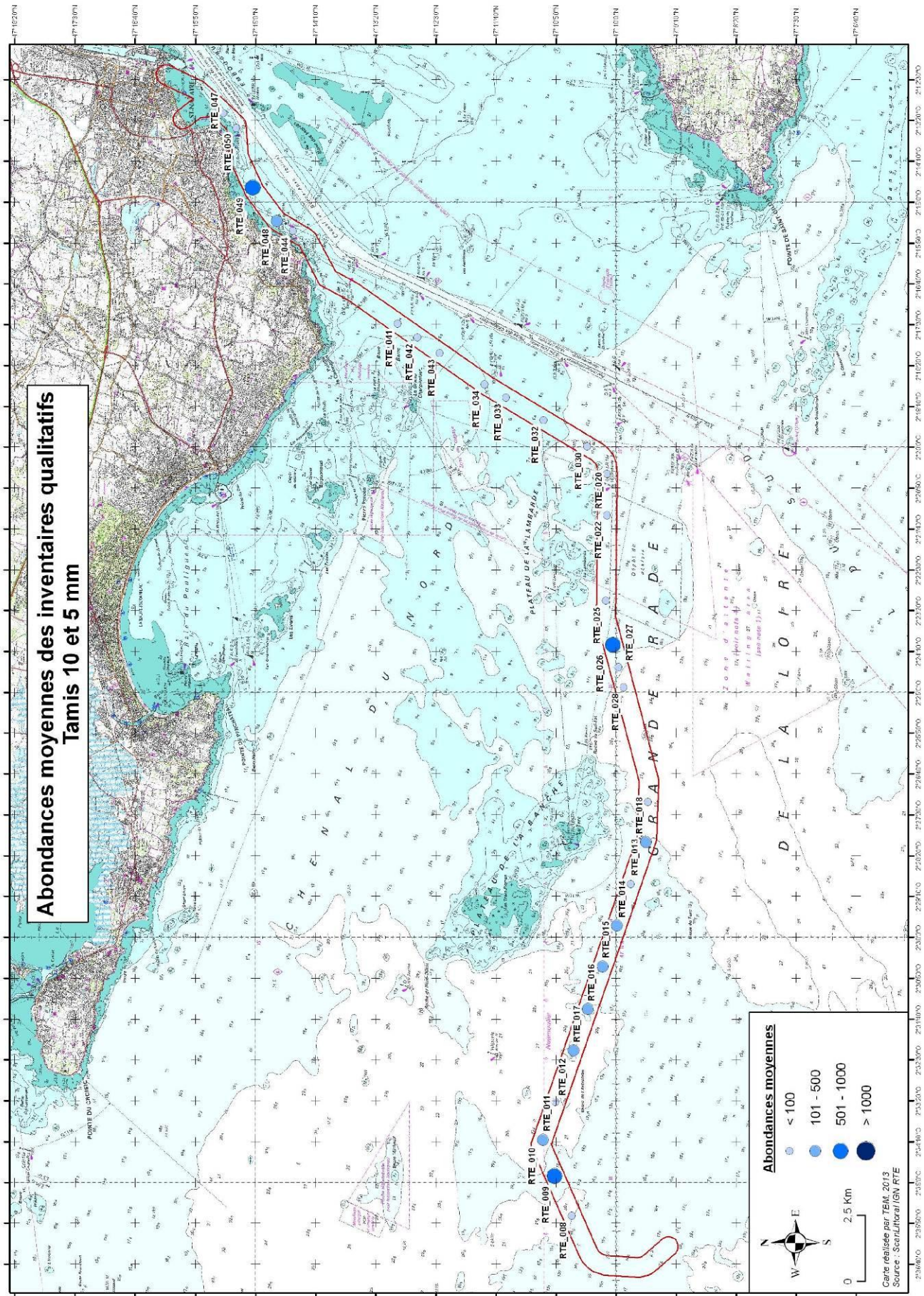
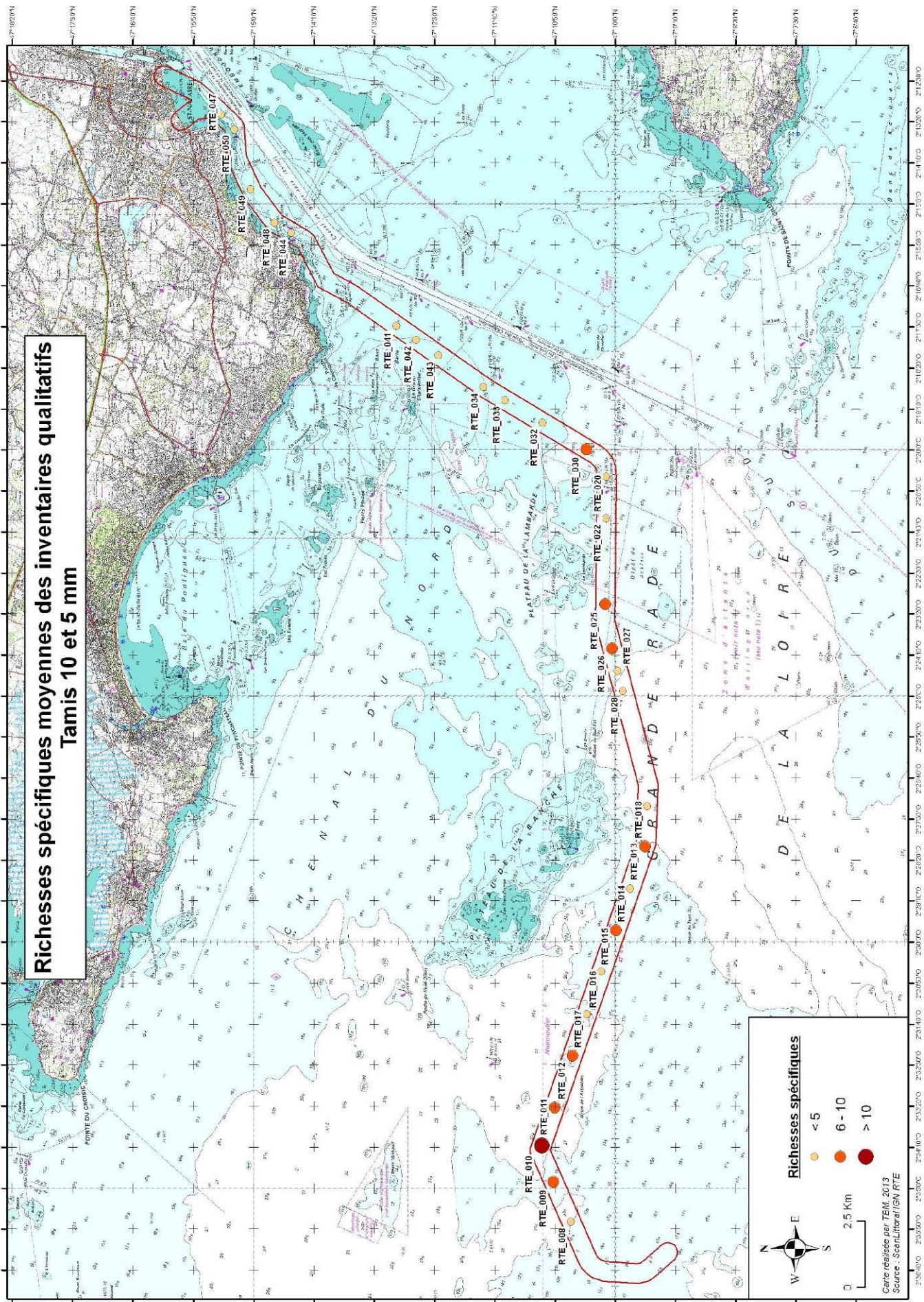


Figure 15: Abondance et richesse spécifique (Drague Rallier du Baty, 30 litres de sédiment, tamisage sur 10 et 5 mm)



Carte 8 : Carte des abondances pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10 et 5 mm.



Carte 9 : Carte des richesses spécifiques pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10 et 5 mm.

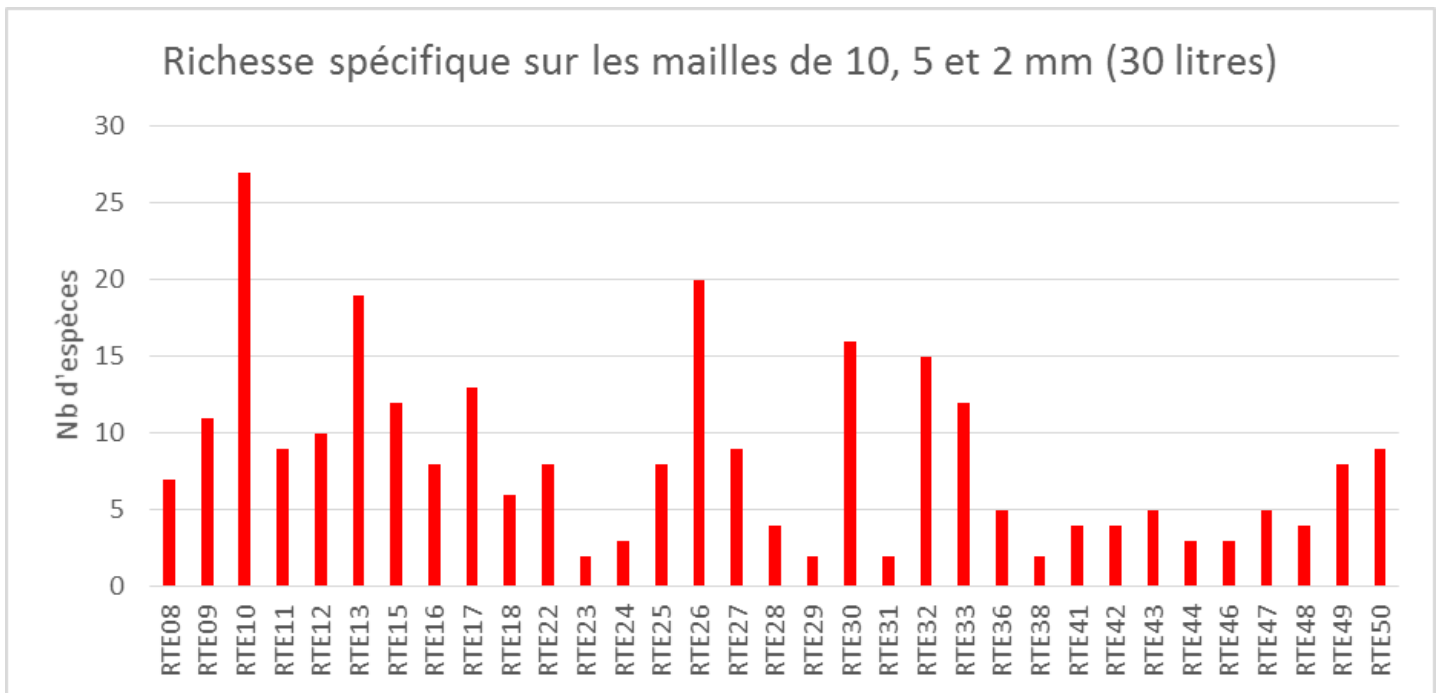
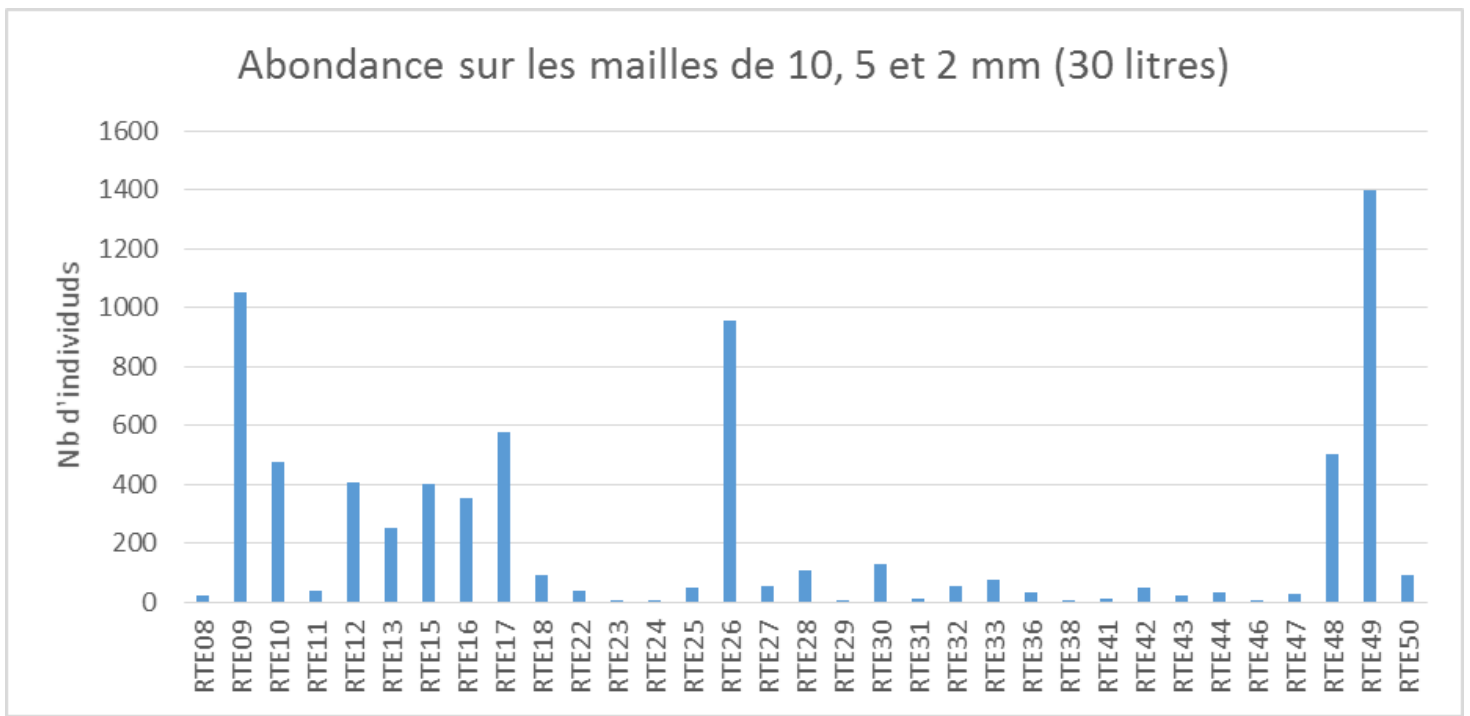
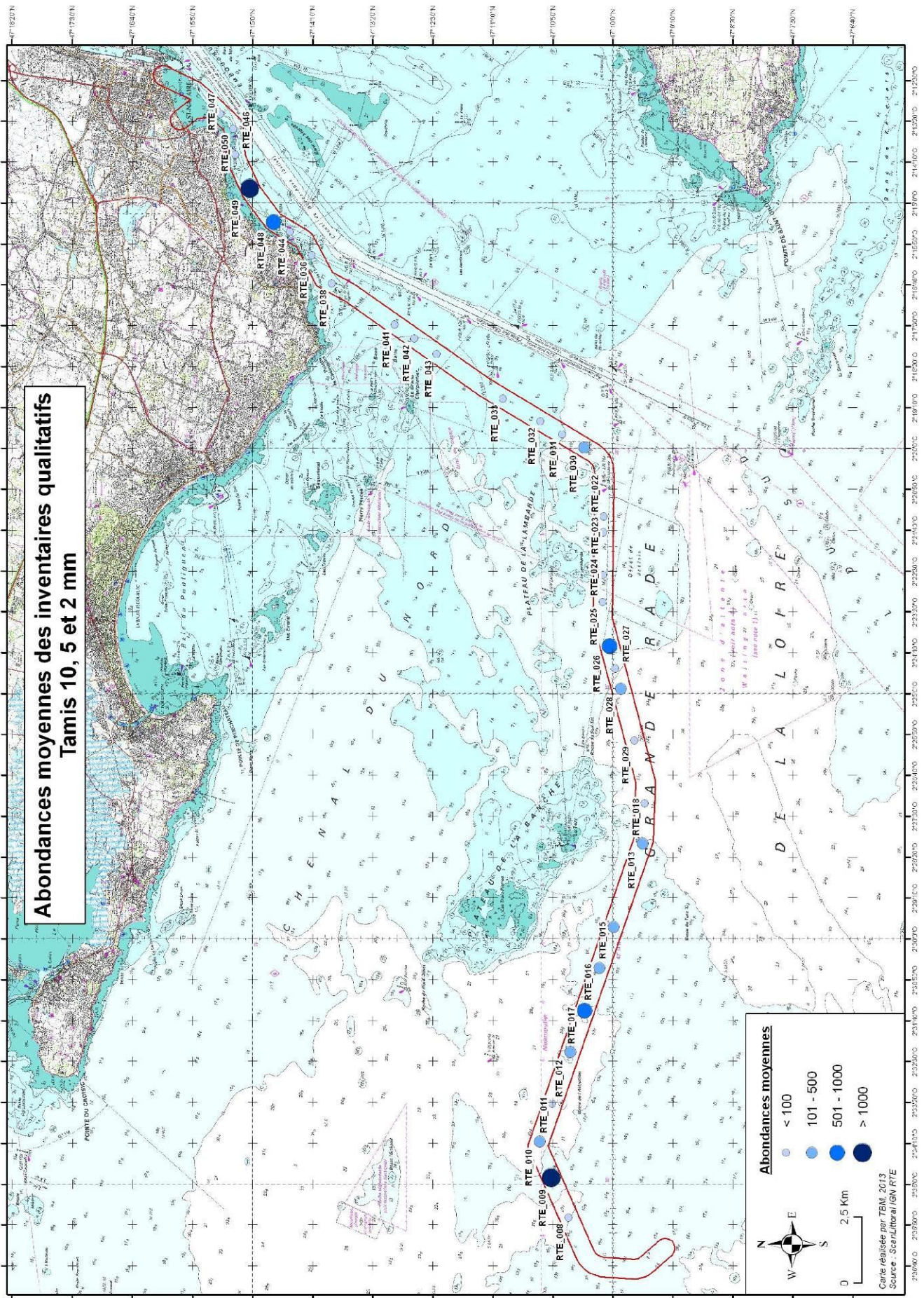
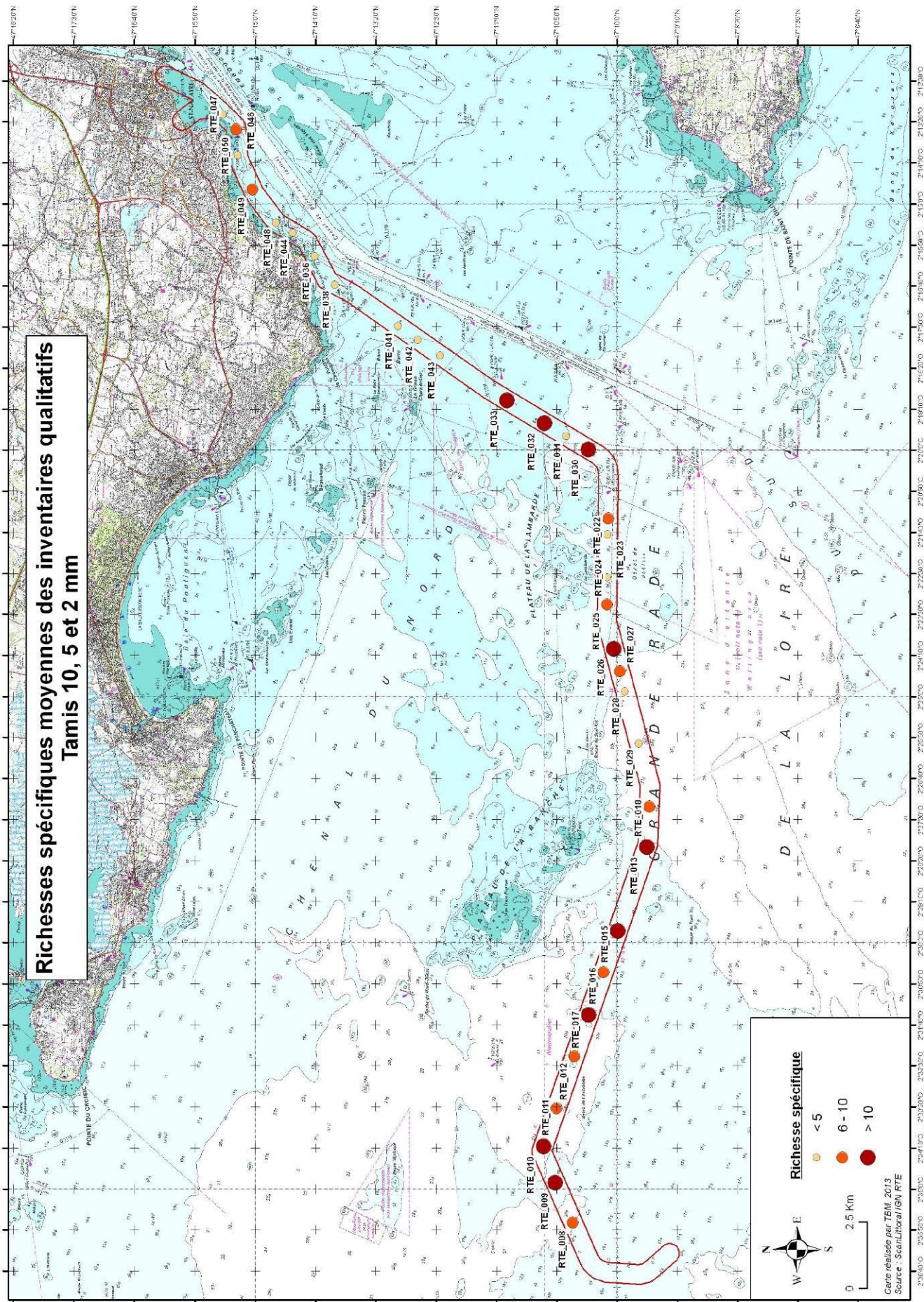


Figure 16: Abondance et richesse spécifique (Drague Rallier du Baty, 30 litres de sédiment, tamisage sur 10, 5 et 2 mm)



Carte 10 : Carte des abondances pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10, 5 et 2 mm.



Carte 11 : Carte des richesses spécifiques pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10, 5 et 2 mm.

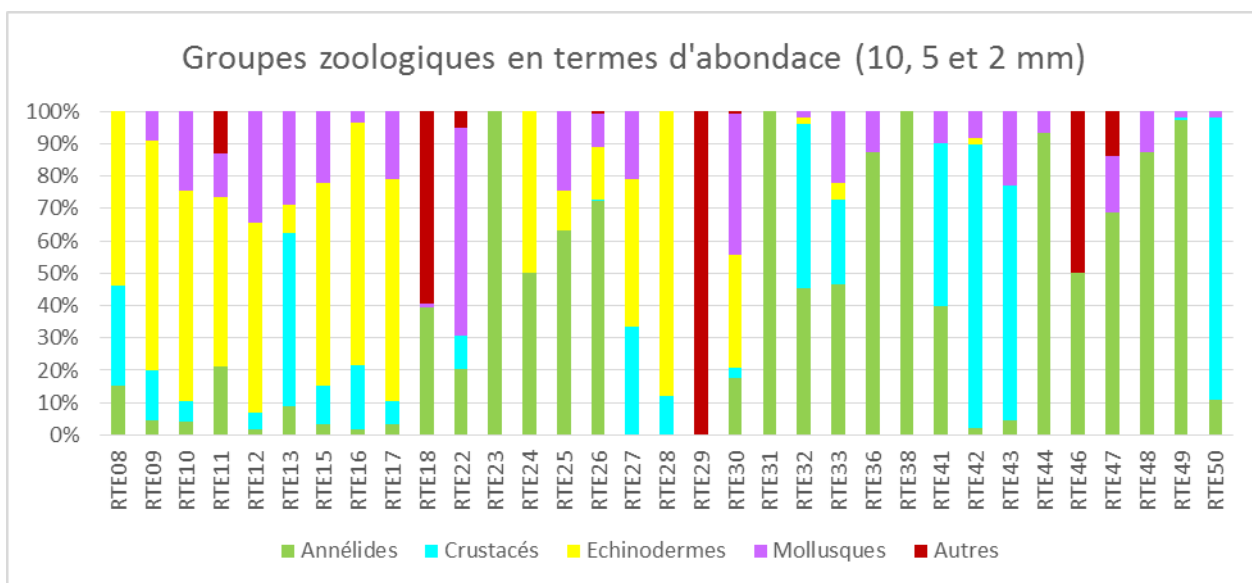
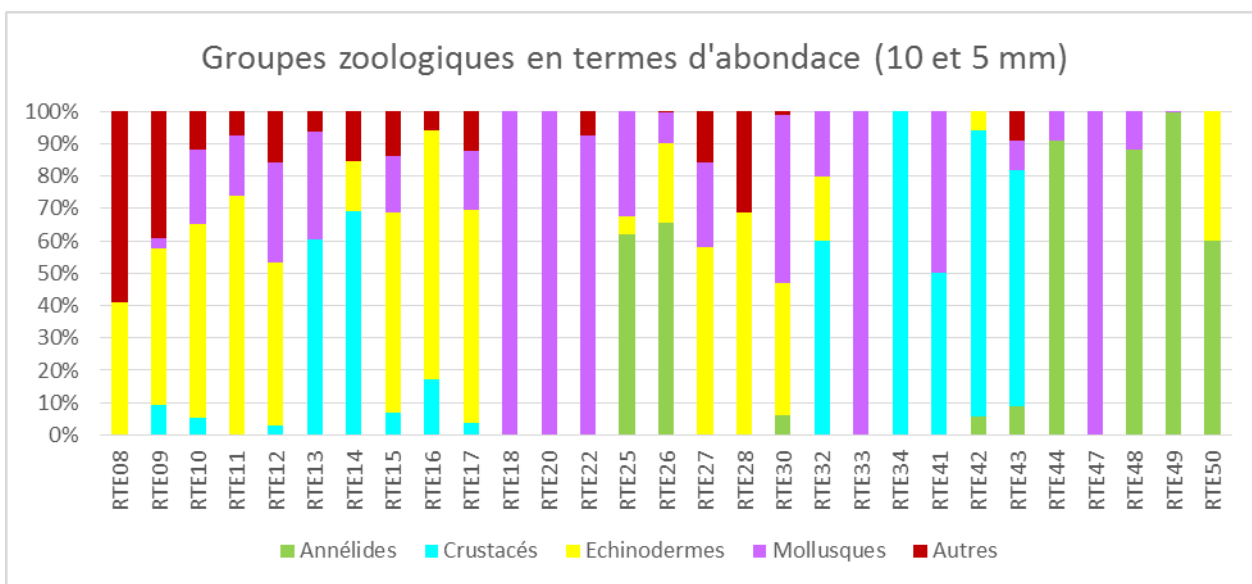
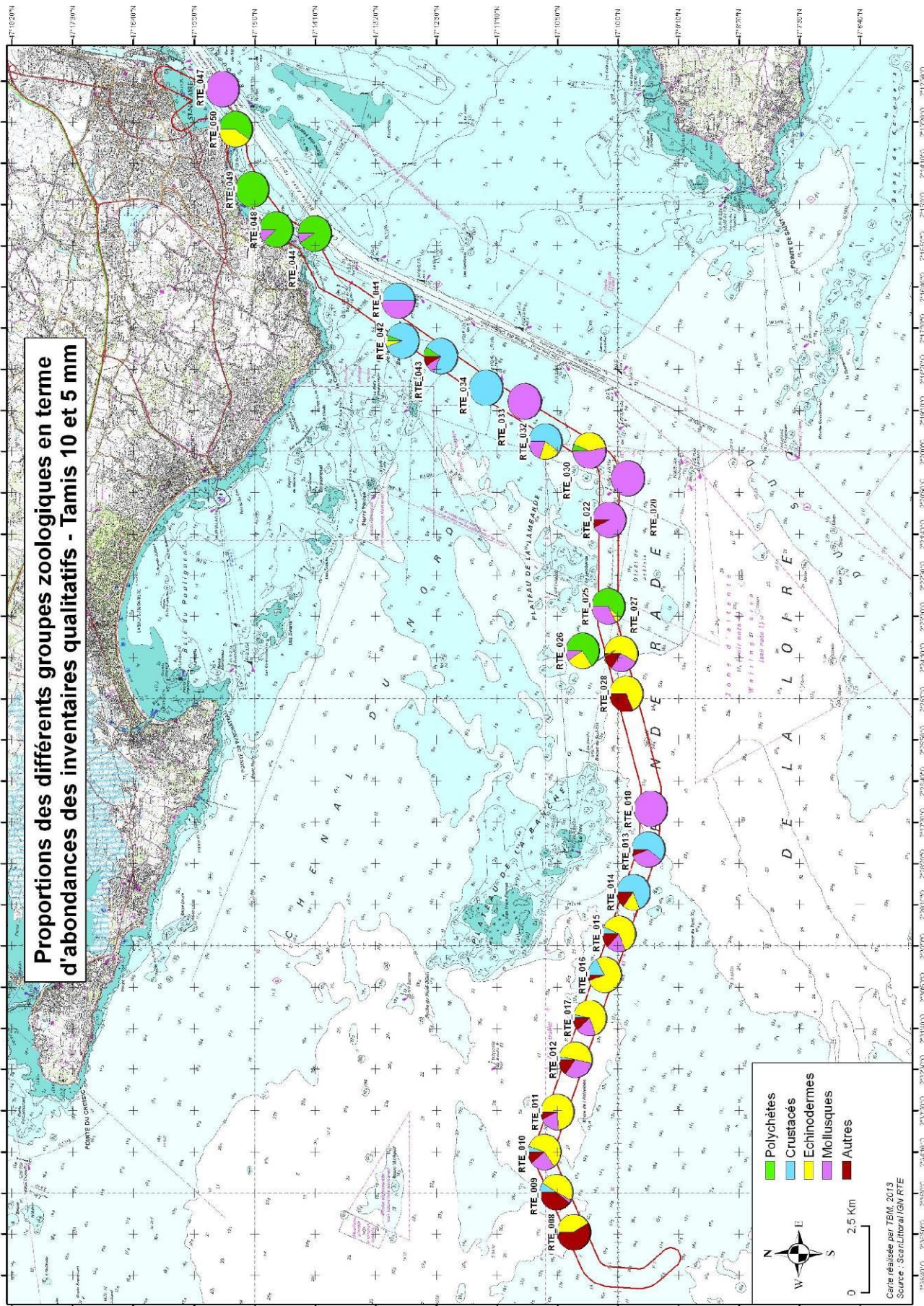
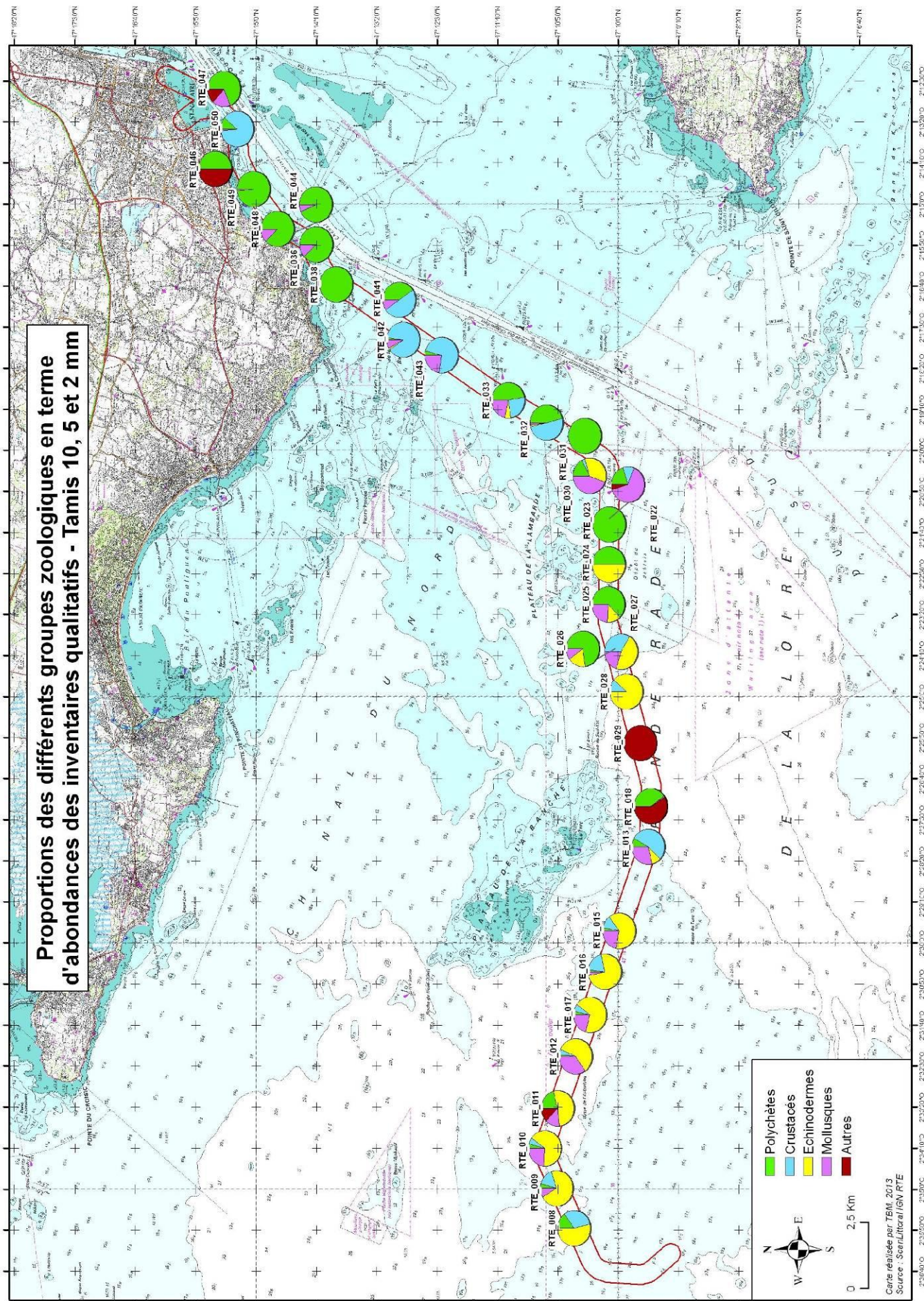


Figure 17 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les mailles de 10 et 5 mm et pour les mailles de 10, 5 et 2 mm

Une grande variabilité est observée sur les groupes zoologiques entre les stations. L'abondance des individus récoltés peut être dominée par presque tous les groupes. Sur les mailles de 10 et 5 mm se sont les crustacés, les mollusques et les échinodermes qui dominent dans la majorité des stations alors que sur les mailles de 10, 5 et 2 mm tous les groupes sont bien présents à savoir les annélides, les crustacés, les échinodermes et les mollusques (figure 17, cartes 12 et 13). En termes de richesse spécifique (figure 18, cartes 14 et 15), même si les proportions sont légèrement variables en fonction des stations, deux groupes sont dominants sur les mailles de 10 et 5 mm : les crustacés et les mollusques. Sur les mailles de 10, 5 et 2 mm, deux types de stations sont observées ; celles dominées par le groupe taxonomique des annélides et celles dominées par plusieurs groupes taxonomiques (annélides, mollusques et crustacés).



Carte 12 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10 et 5 mm.



Carte 13 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10, 5 et 2 mm.

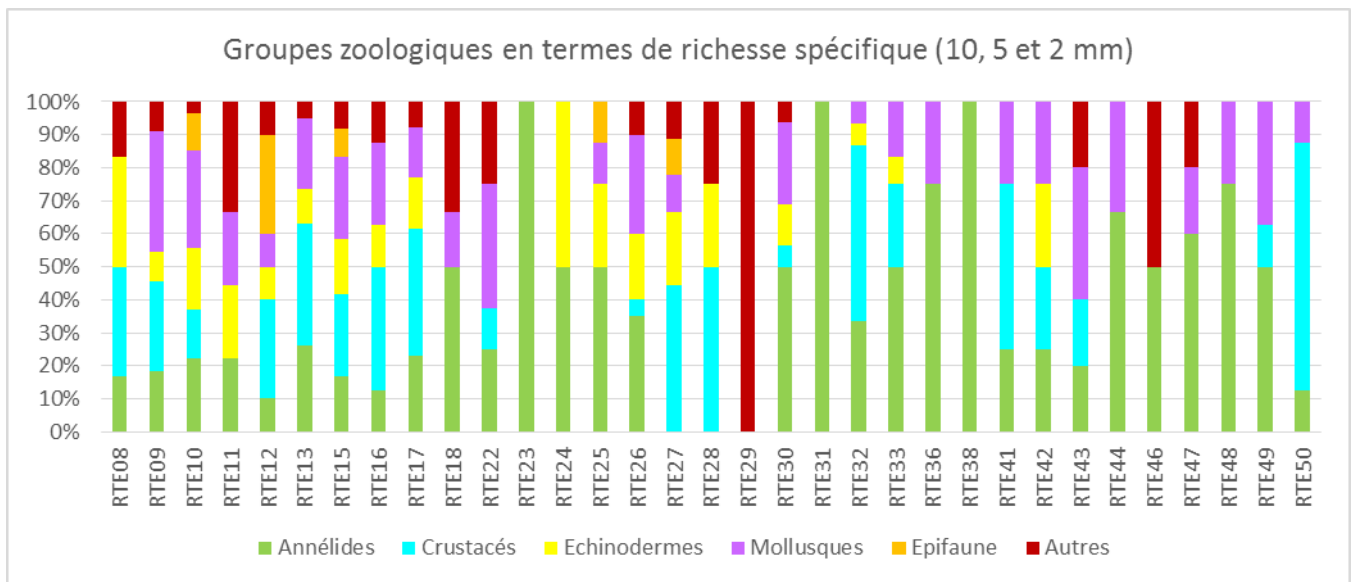
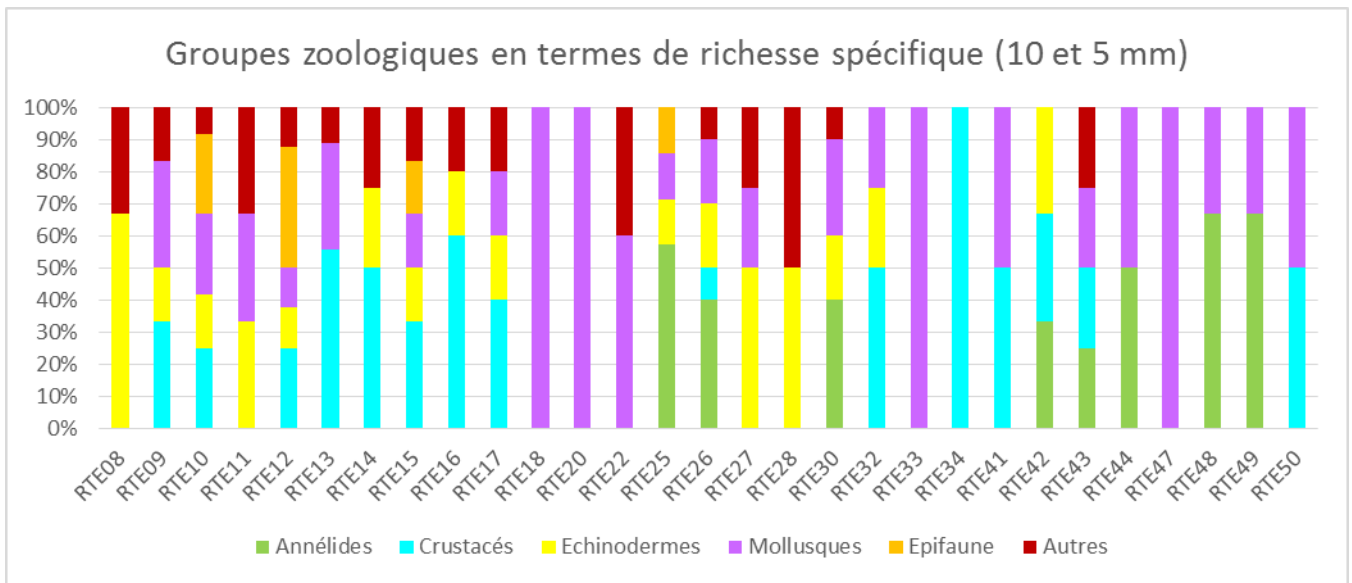
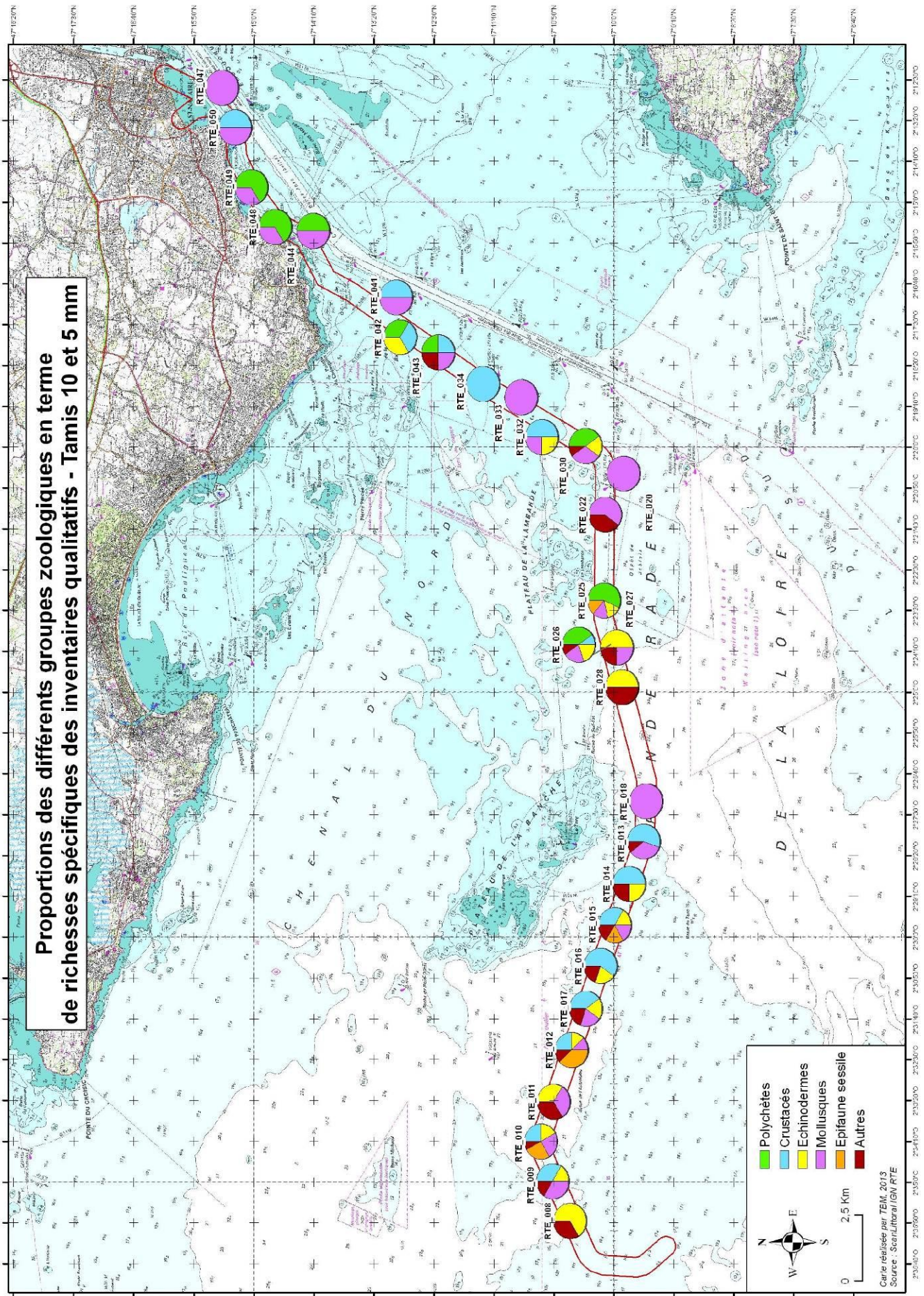
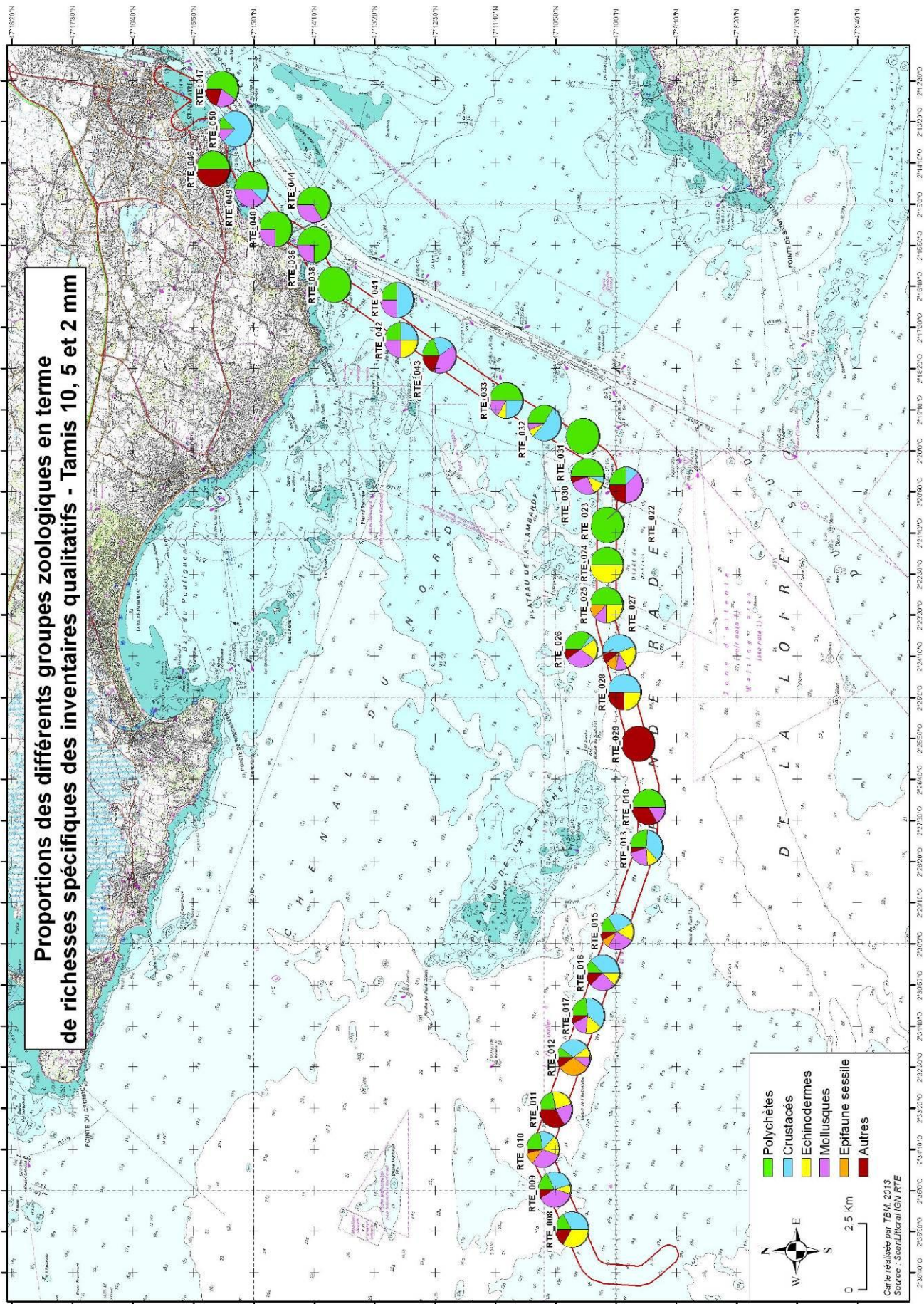


Figure 18 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les mailles de 10 et 5 mm et pour les mailles de 10, 5 et 2 mm



Carte 14 : Proportions des différents groupes zoologique en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty pour les mailles de 10 et 5 mm.



Carte 15 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty pour les mailles de 10, 5 et 2 mm.

3.1.3.2. 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 sur les mailles de 10 et 5 mm. 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 21 illustre les regroupements de stations apparentées. La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) réalisée sur la matrice présence-absence, isolent 3 groupes. Les groupes 1 et 2 sont statistiquement différents (test du SIMPROFF) et le groupe 3 isole 11 stations avec des particularités comme les stations de roche. L'assemblage 1 est constitué de six stations. Elles sont caractérisées par le mollusque *Spisula elliptica*, la polychète *Lumbrineris sp.* et l'échinoderme *Echinocyamus pusillus* (procédure SIMPER). L'assemblage 2 regroupe 13 stations qui sont caractérisées par l'échinoderme *Ophiothrix fragilis*, le mollusque *Anomia epphipium* et le crustacé *Pisidia longicornis* (Procédure SIMPER). Ainsi le groupe 1 indique des espèces à affinité sabulicole alors que le groupe 2 est composé d'espèce à affinité sabulicole et gravicole.

Dans un deuxième temps, nous avons transformé les données obtenues sur les mailles de 10, 5 et 2 mm en $\log(x + 1)$ pour mieux apprécier les regroupements et mieux identifier les espèces caractéristiques des groupes (figure 22). Trois groupes sont également statistiquement différents (test SIMPROFF). Le groupe isole une seule station (EDF_16). Les groupes 2 et 3 sont composés par cinq stations chacun. Les espèces caractéristiques de ces deux groupes sont respectivement pour le groupe 2 les polychètes *Lumbrineris sp.*, *Pisione remota* et le mollusque *Spisula elliptica* ; et pour le groupe 3 les crustacés *Anapagurus hyndmani* et *Pisidia longicornis*, l'échinoderme *Echinocyamus pusillus* et l'échinoderme *Ophiothrix fragilis*. Comme dans la première analyse, le groupe 2 indique des espèces à affinité sabulicole alors que le groupe 3 est composé d'espèce à affinité sabulicole et gravicole.

Figure 19 : CAH sur les données faunistiques des mailles de 10 et 5 mm transformées en présence-absence

Figure 20 : CAH sur les données faunistiques des mailles 10, 5 et 2 mm transformées en log (x + 1)

3.1.4. STATIONS QUANTITATIVES

Un total de huit 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. L’annexe 3 illustre les stations et l’annexe 4 indique le tableau de données.

3.1.4.1. Paramètres structuraux et groupes taxonomiques de la macrofaune

Sur l’ensemble des échantillons analysés, 1368 individus ont été dénombrés et 96 taxons ont été identifiés (Annexe 4).

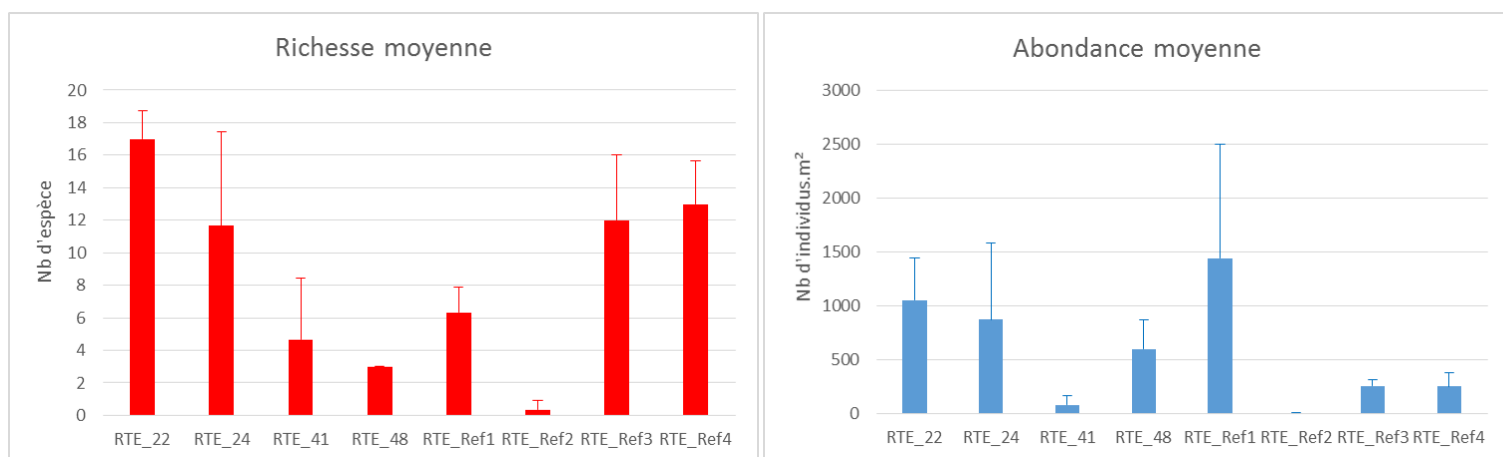
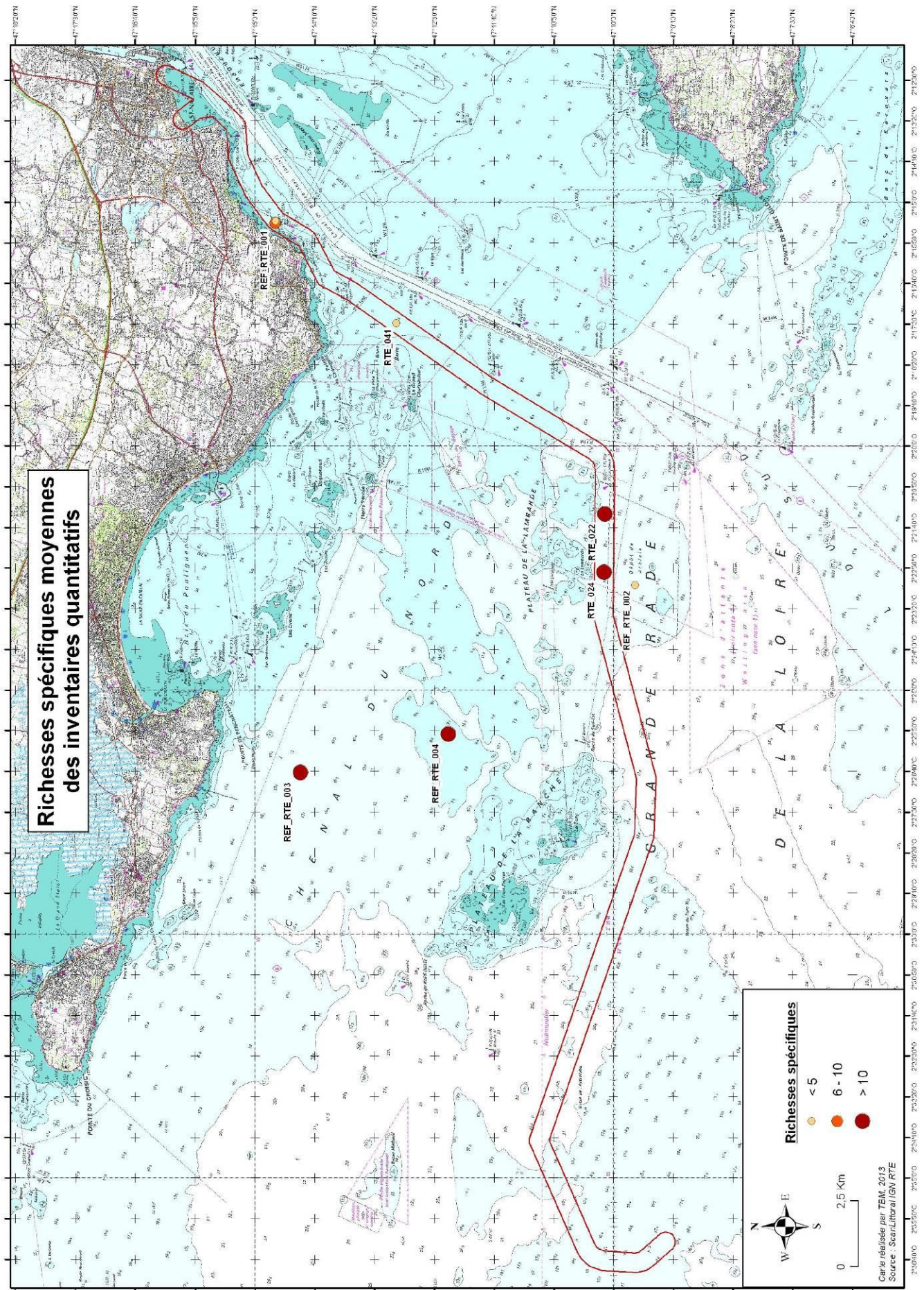
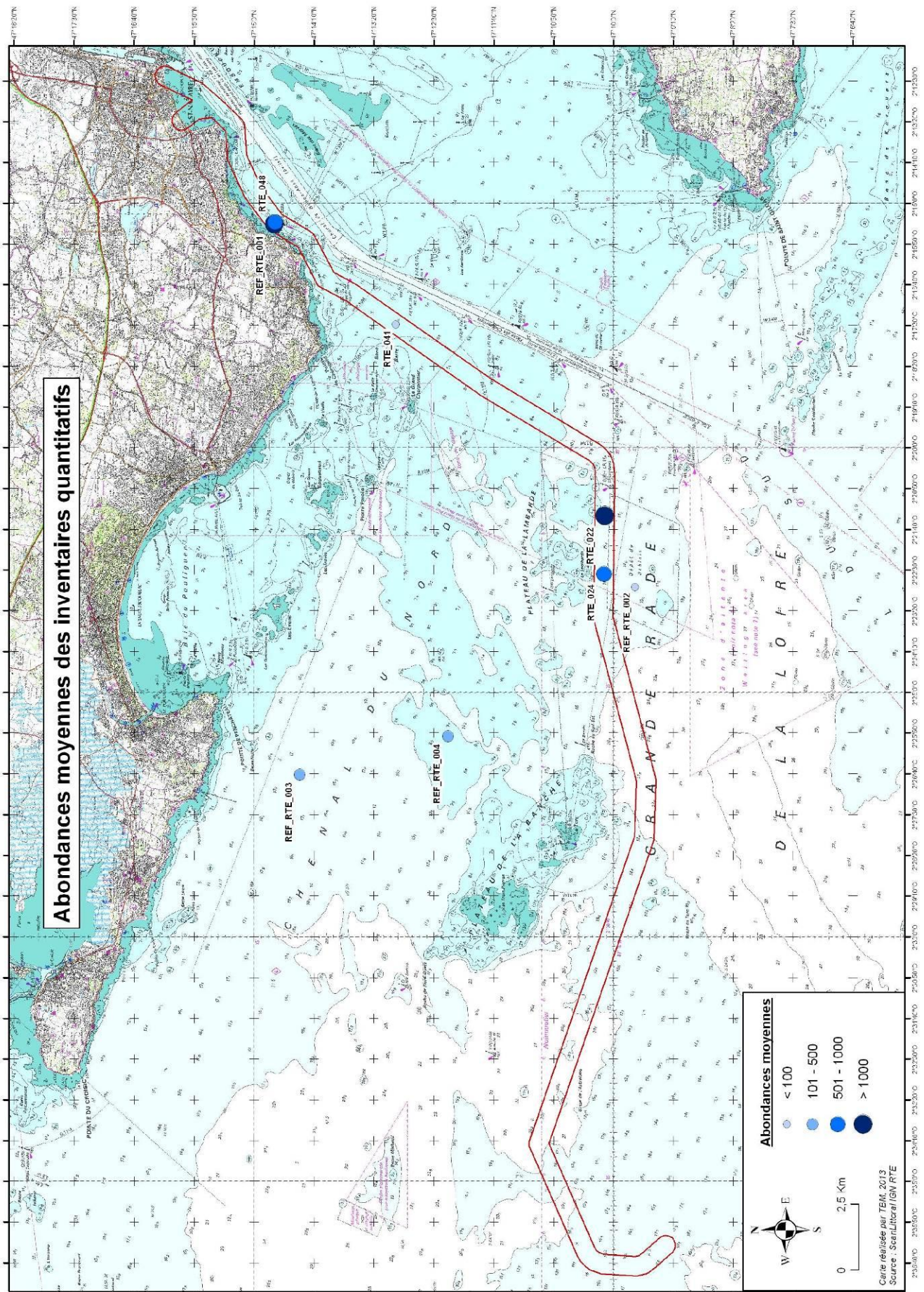


Figure 21 : Richesse spécifique moyenne et Abondance moyenne (nb d'individus par m²)

Les richesses spécifiques moyennes sont comprises entre 0,3 et 17 espèces (Figure 21, carte 16). Les richesses totales varient entre 1 et 31 espèces sur l’ensemble des stations pour un total de 96 espèces observées. Les abondances moyennes varient de 3 individus par m² à 1050 individus par m² pour les stations (Figure 21, carte 17). Ainsi, des variabilités, entre les stations mais également à l’intérieur des stations, sont observées. La station RTE_Ref2 a deux réplicats azoïques.



Carte 16 : Richesse moyenne pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.



Carte 17 : Abondance moyenne pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.

L'analyse des groupes taxonomiques en termes d'abondance (Figure 22, carte 18) révèle une composition taxonomique assez semblable avec la dominance des polychètes hormis pour la station RTE_Ref2 où que des mollusques sont observés (un seul individu de *Macoma balthica*). Les stations RTE_Ref3 et RTE_Ref4 ont plusieurs groupes bien représentés.

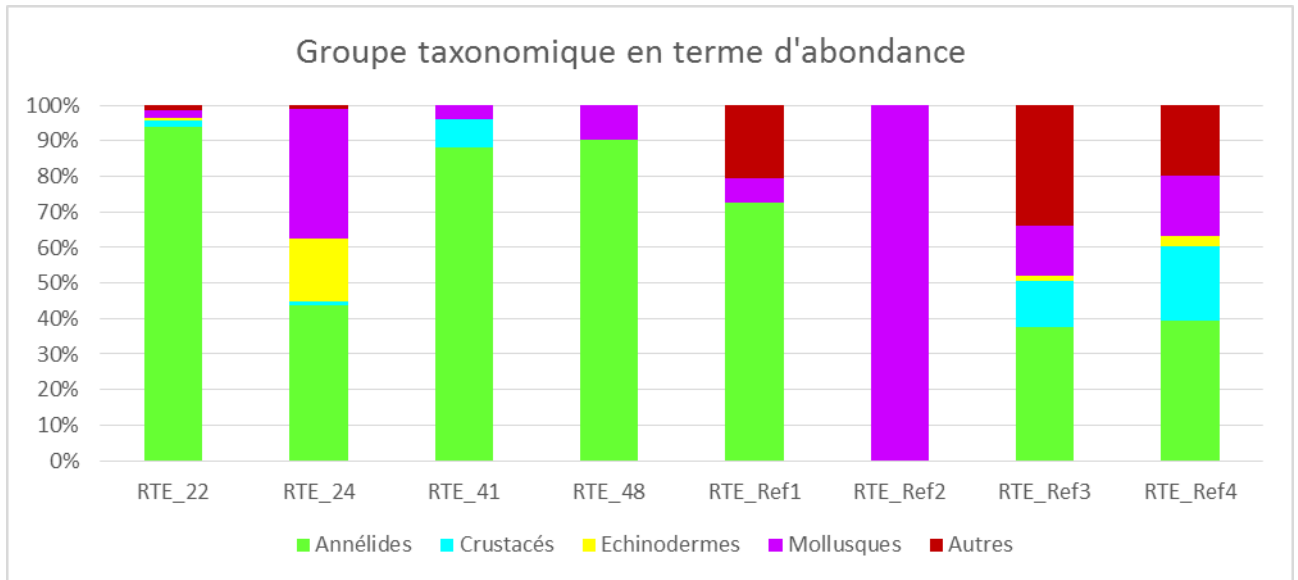


Figure 22 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance

Les proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique illustrent la plus grande diversité des polychètes (Figure 23, carte 19) par rapport aux autres groupes comme les crustacés et les mollusques. La station RTE_Ref2 est caractérisée que par une seule espèce, *Macoma balthica*.

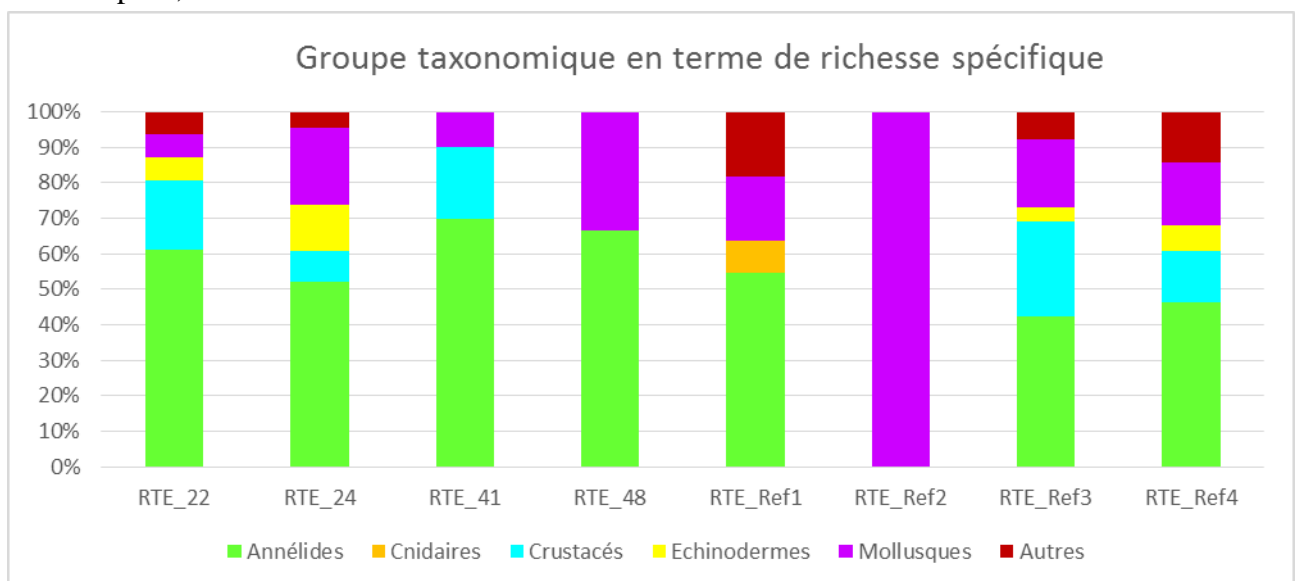
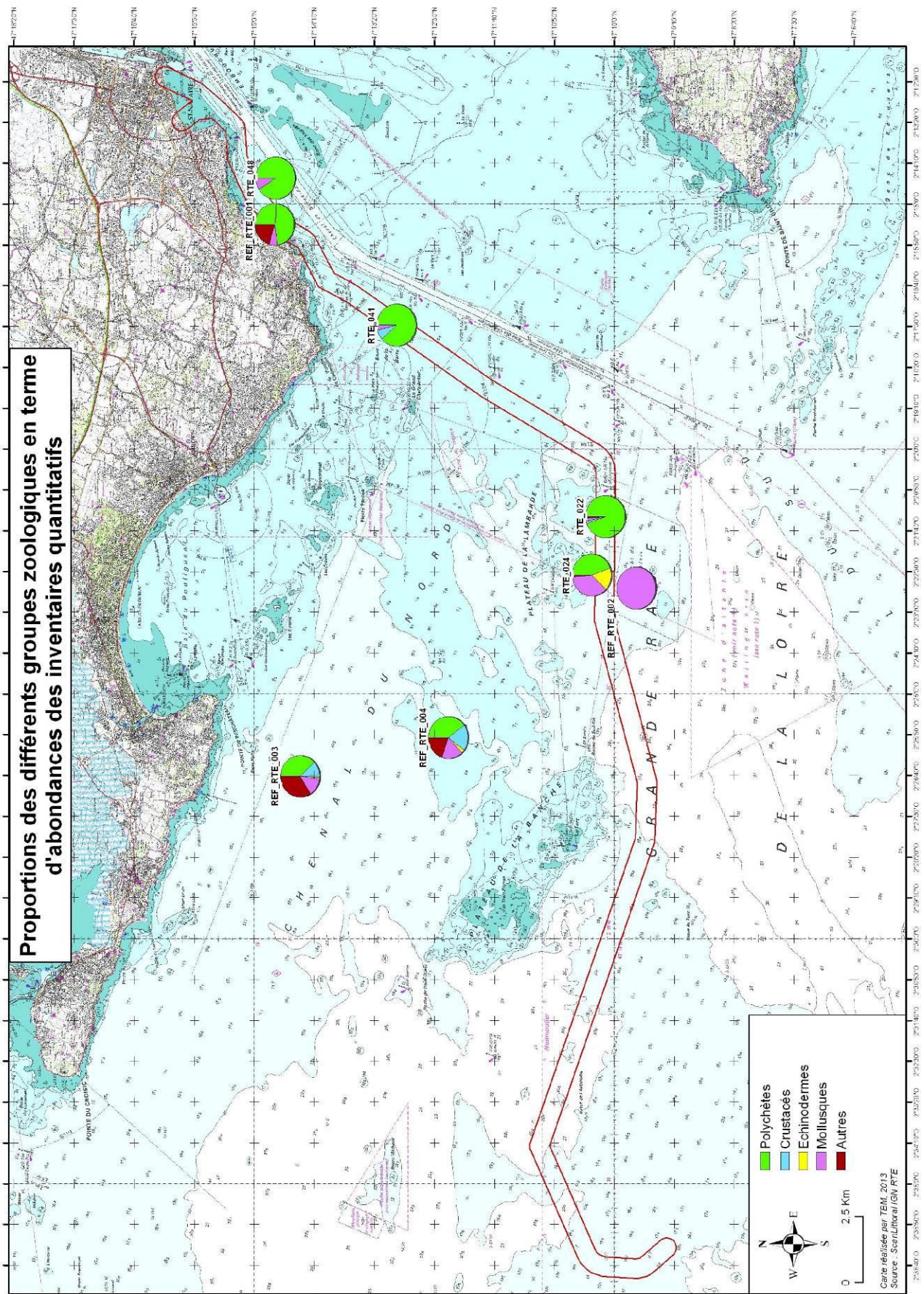
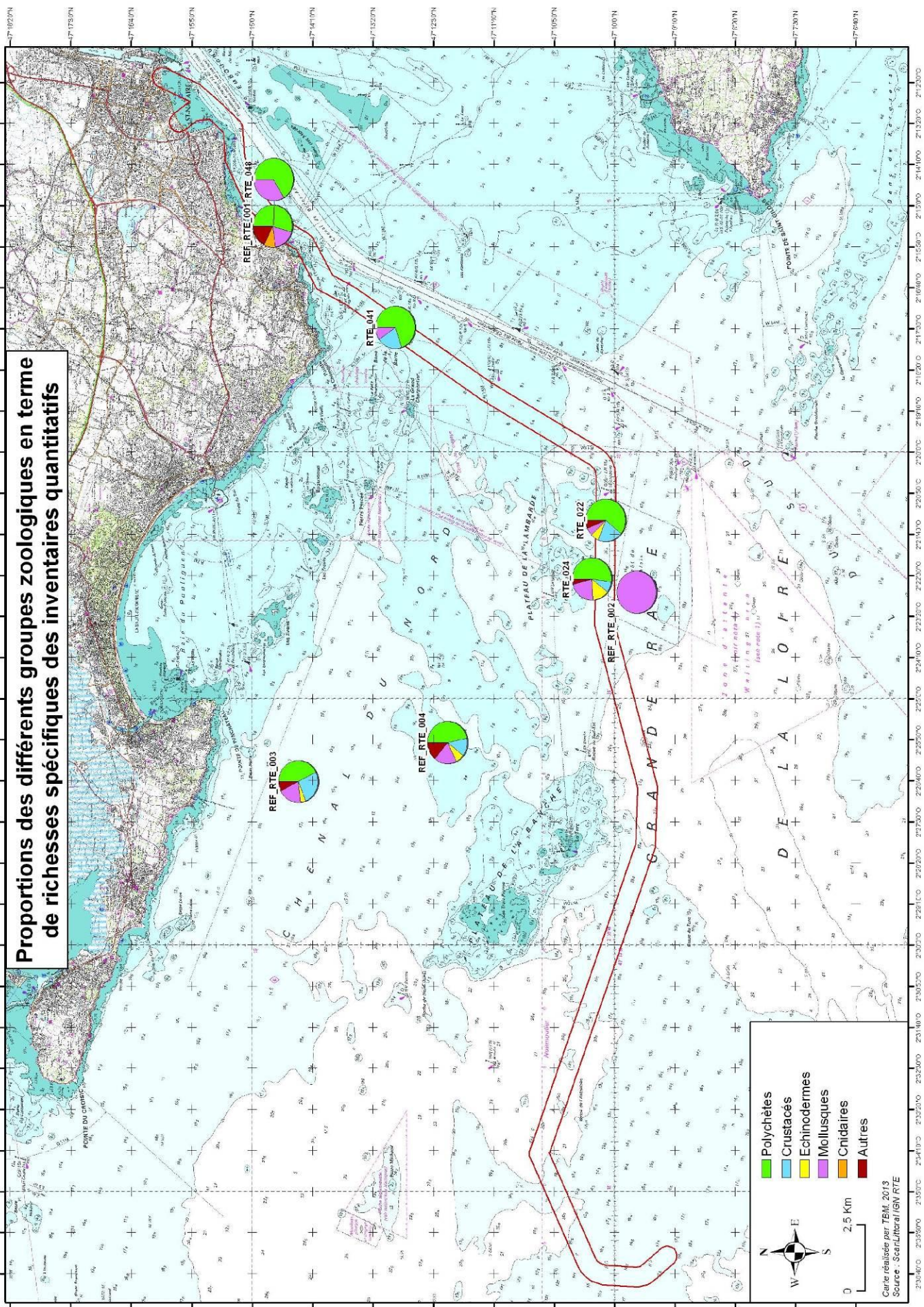


Figure 23 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique



Carte 18 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.



Carte 19 : 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 (figure 24), il est possible d'illustrer les regroupements entre les stations. 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.

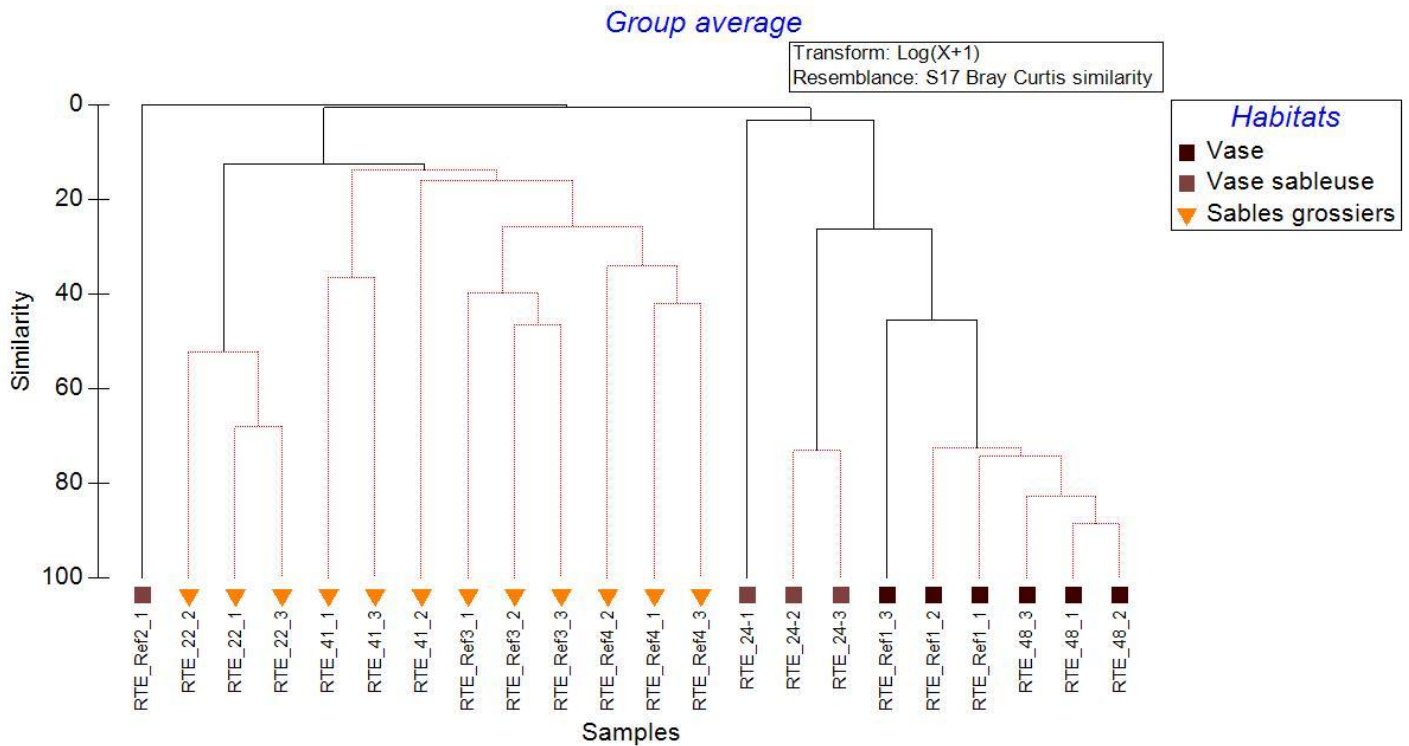


Figure 24 : CAH sur les abondances transformées en $\log(x + 1)$

Ces analyses séparent tout d'abord le réplicat de la station RTE_Ref2. Cette station est représentée que par une seule espèce, *Macoma balthica*. Le deuxième groupe de stations peut être subdivisé en deux. Le premier sous-ensemble les stations de sédiments grossiers dont les espèces dominantes et discriminantes sont des polychètes comme *Nephtys cirrosa*, *Goniadella gracilis* et *Glycera lapidum* (procédure SIMPER). Ainsi, le cortège des espèces est caractéristique des sables grossiers et graviers sublittoraux mais la station RTE_22 est légèrement différente à cause de la présence de deux annélides en fortes abondances *Polygordius lacteus* et *Protodorville kefersteini*.

Le deuxième sous-ensemble est caractérisé par la polychète *Lagis koreni* et regroupe les stations des vases sableuses et des vases. Les vases sableuses sont caractérisées également par les mollusques *Nucula nitidosa* et *Kurtiella bidentata* alors que pour les vases le mollusque *Abra alba* est une autre espèce caractéristique.

La figure 25 indique les abondances et les richesses moyennes par type d'habitats. Pour les vases sableuses, la station de référence est presque azoïque. Pour les autres habitats, les différences observées illustrent la variabilité naturelle.

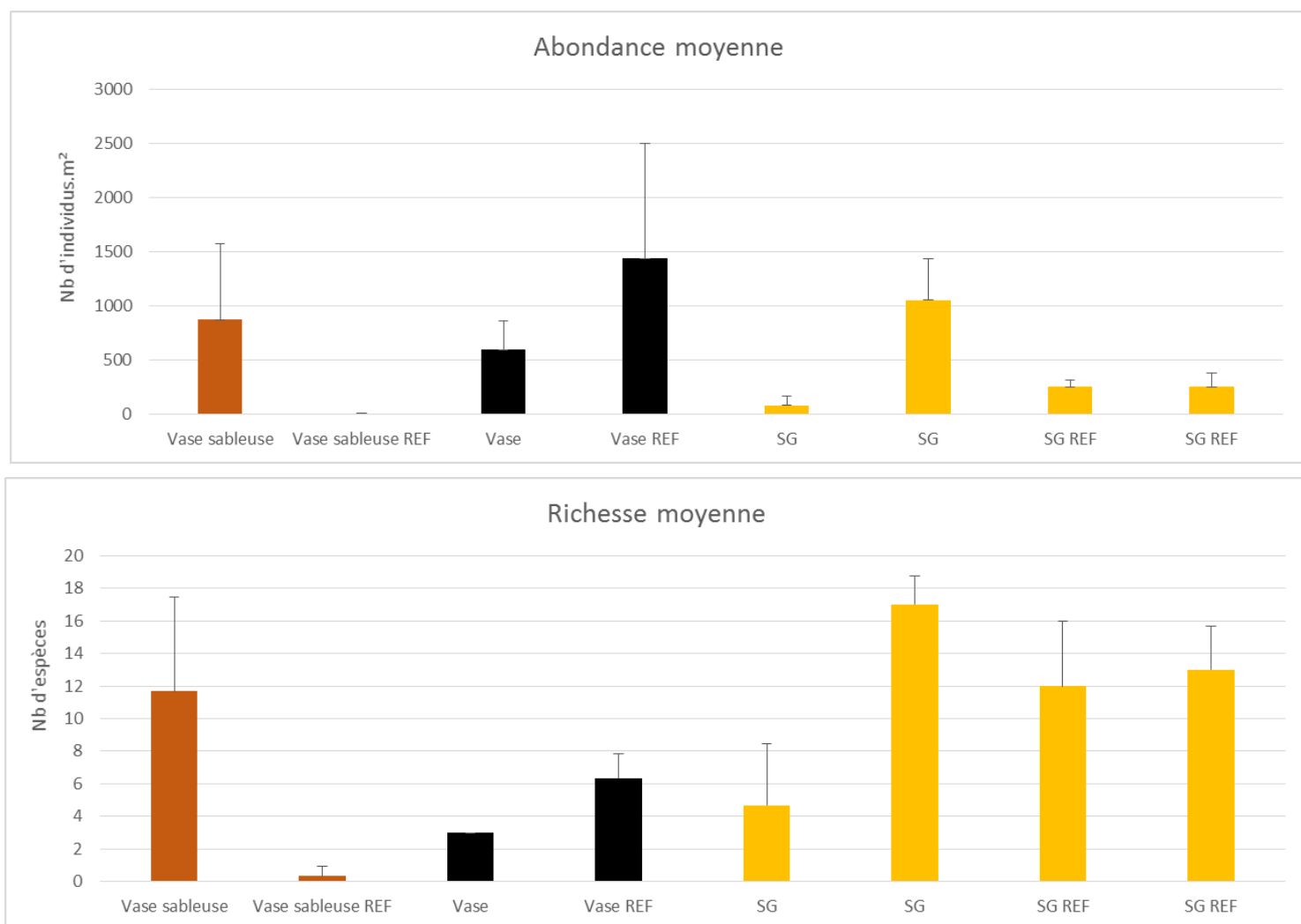


Figure 25 : Richesse spécifique moyenne et Abondance moyenne (nb d'individus par m²) par type d'habitat

3.1.4.2 Physico-chimie des sédiments

3.1.4.2.1 Aspects sédimentaires

L'analyse granulométrique est indispensable, et en particulier la détermination de la proportion de sédiments fins (vases < 63 μm), afin de comprendre les processus de contamination éventuelle et de définir les habitats potentiels pour la faune benthique associée au sédiment.

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

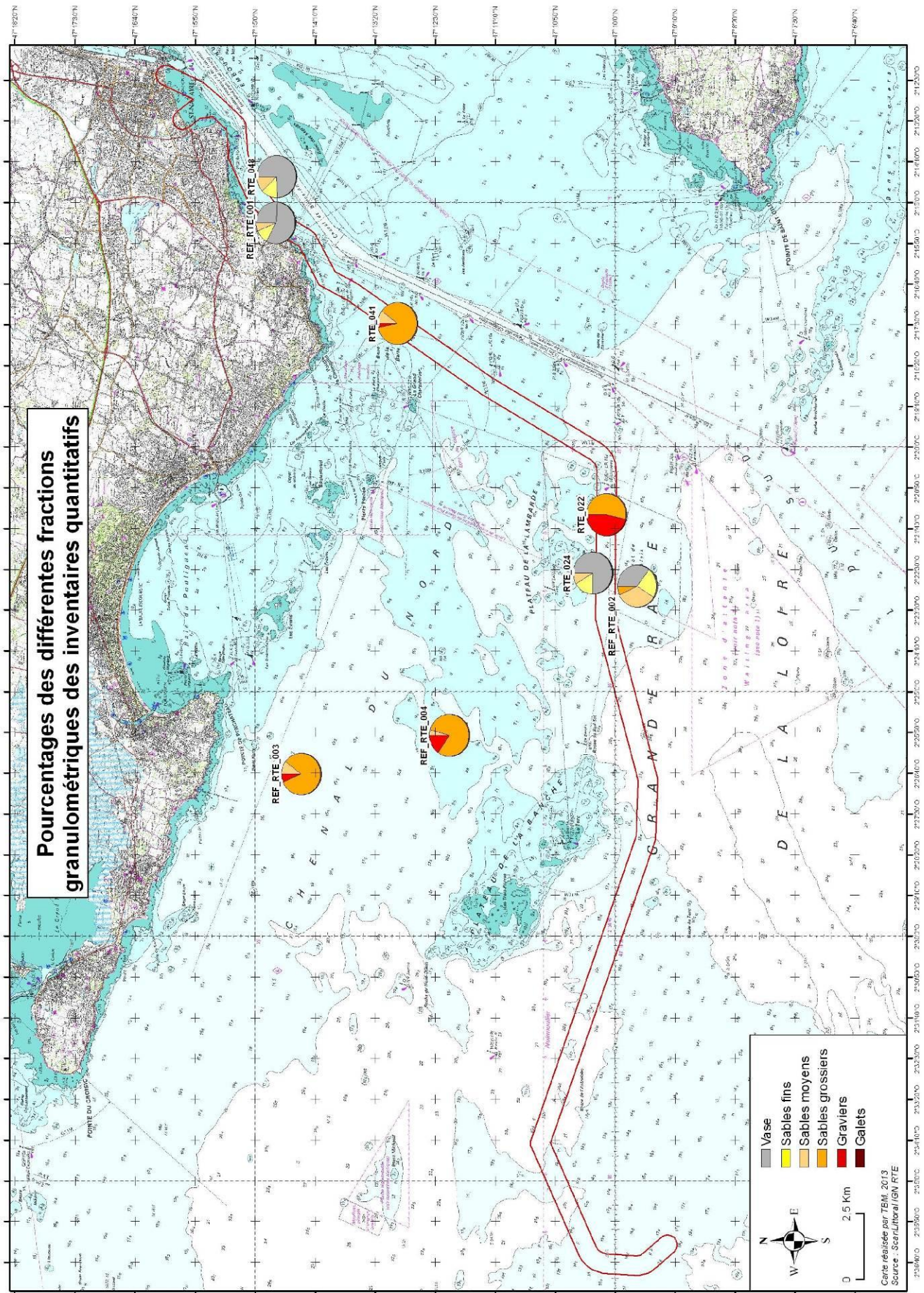
Les fractions isolées sont :

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

Le tableau 4 et la carte 20 montrent que les sédiments sont des sables grossiers, des vases sableuses et des vases. Le pourcentage de vase est compris entre 0,5% et 82%.

Tableau 4 : Résultats des analyses physico-chimiques des sédiments

	0 - 63µm	63-250µm	250-500µm	500-2000µm	2-64mm	64mm	
REF RTE_001	82,48	11,29	6,62	0,02	0,00	0,00	Vases
REF RTE_002	34,91	24,54	33,40	7,33	0,00	0,00	Vases sableuses
REF RTE_003	0,95	0,36	10,58	81,56	6,54	0,00	Sables Grossiers
REF RTE_004	0,54	0,20	4,38	79,12	15,77	0,00	Sables Grossiers
RTE_022	0,63	0,17	0,59	52,81	45,81	0,00	Sables Grossiers
RTE_024	75,04	16,25	9,02	0,02	0,00	0,00	Vases sableuses
RTE_041	0,49	0,38	10,77	84,96	3,38	0,00	Sables Grossiers
RTE_048	74,59	12,79	12,61	0,43	0,00	0,00	Vases sableuses



Carte 20 : Carte des fractions sédimentaires.

3.1.4.2.2 Eléments traces métalliques et PCB

L'arrêté du 09 août 2006 fixe les niveaux de référence N1 et N2 à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins estuariens présents en milieu naturel ou portuaire. Ces niveaux concernent les éléments métalliques et les Polychlorobiphényles (PCB).

Le tableau 5 ci-dessous rappelle ces niveaux pour les métaux et le tableau 6 pour les PCB.

Tableau 5 : Valeurs guides des niveaux 1 et 2 pour les métaux (mg/kg de sédiment sec) retenues par la France (Arrêté du 09/08/2006)

Contaminant (mg/kg sec)	Niveau 1	Niveau 2
Arsenic (As)	25	50
Cadmium (Cd)	1.2	2.4
Chrome (Cr)	90	180
Cuivre (Cu)	45	90
Mercure (Hg)	0.4	0.8
Nickel (Ni)	37	74
Plomb (Pb)	100	200
Zinc (Zn)	276	552

Tableau 6 : Valeurs guides des niveaux 1 et 2 pour les congénères de polychlorobiphényles (mg/kg de sédiment sec) retenues par la France (Arrêté du 09/08/2006).

Contaminant (mg/kg sec)	Niveau 1	Niveau 2
PCB totaux	0.5	1
PCB congénère 28	0.025	0.05
PCB congénère 52	0.025	0.05
PCB congénère 101	0.05	0.1
PCB congénère 118	0.025	0.05
PCB congénère 138	0.05	0.1
PCB congénère 153	0.05	0.1
PCB congénère 180	0.025	0.05

Les concentrations en éléments métalliques et PCB sont inférieures aux niveaux réglementaires.

3.1.4.2.3 Tributylétain TBT

Concernant le TBT, l'arrêté du 23/12/2009 vient modifier l'arrêté du 09 août 2006 en précisant des valeurs réglementaires à prendre en compte pour le TBT lors de l'analyse des sédiments marins. Ces seuils sont présentés dans le tableau 7.

Tableau 7: Valeurs guides des niveaux 1 et 2 du TBT (mg/g sec) (Arrêté du 23/12/2009)

Contaminant (mg/kg sec)	Niveau 1	Niveau 2
Arrêté du 23/12/2009		
TBT (Cation)	0.1	0.4

Les concentrations tributylétain sont inférieures aux seuils réglementaires

3.1.4.2.4 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

L'arrêté du 08/03/2013 complète les arrêtés précédents et précise les seuils réglementaires à prendre en compte pour les HAP lors de l'analyse des sédiments marins. Les seuils sont présentés dans le tableau 8.

Tableau 8: Valeurs guides des niveaux 1 et 2 des HAP (mg/g sec) (Arrêté du 08/02/2013)

Contaminant (mg/kg sec)	Niveau 1	Niveau 2
Fluoranthène (mg/kg sec)	0,6	2,85
Fluorène (mg/kg sec)	0,02	0,28
Benzo(a)anthracène (mg/kg sec)	0,26	0,93
Benzo(a,h)anthracène (mg/kg sec)	0,06	0,16
Benzo(b)fluoranth (mg/kg sec)	0,4	0,9
Benzo(k)fluoranth mg/kg sec	0,2	0,4
Benzo(a)pyrene (mg/kg sec)	0,43	1,015
Benzo(ghi)pérylène (mg/kg sec)	1,7	5,65
Indeno(1,2,3-cd)pyr (mg/kg sec)	1,7	5,65
Acenaphtylene (mg/kg sec)	0,04	0,34
Acénaphène (mg/kg sec)	0,015	0,26
Anthracène (mg/kg sec)	0,085	0,59
Chrysène (mg/kg sec)	0,38	1,59
Naphtalene (mg/kg sec)	0,16	1,13
Phénanthrène (mg/kg sec)	0,24	0,87
Pyrène (mg/kg sec)	0,5	1,5

Les concentrations en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sont inférieures aux seuils de détection du laboratoire et donc aux seuils réglementaires.

3.1.4.2.5 Scores de risque

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

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

L'évaluation du risque (logiciel GEODRISK) s'appuie sur l'évaluation de la nuisance potentielle ou réelle des sédiments :

$$\text{Risque} = \text{Danger} \times \text{Transfert} \times \text{Cible}$$

L'évaluation prend en compte :

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

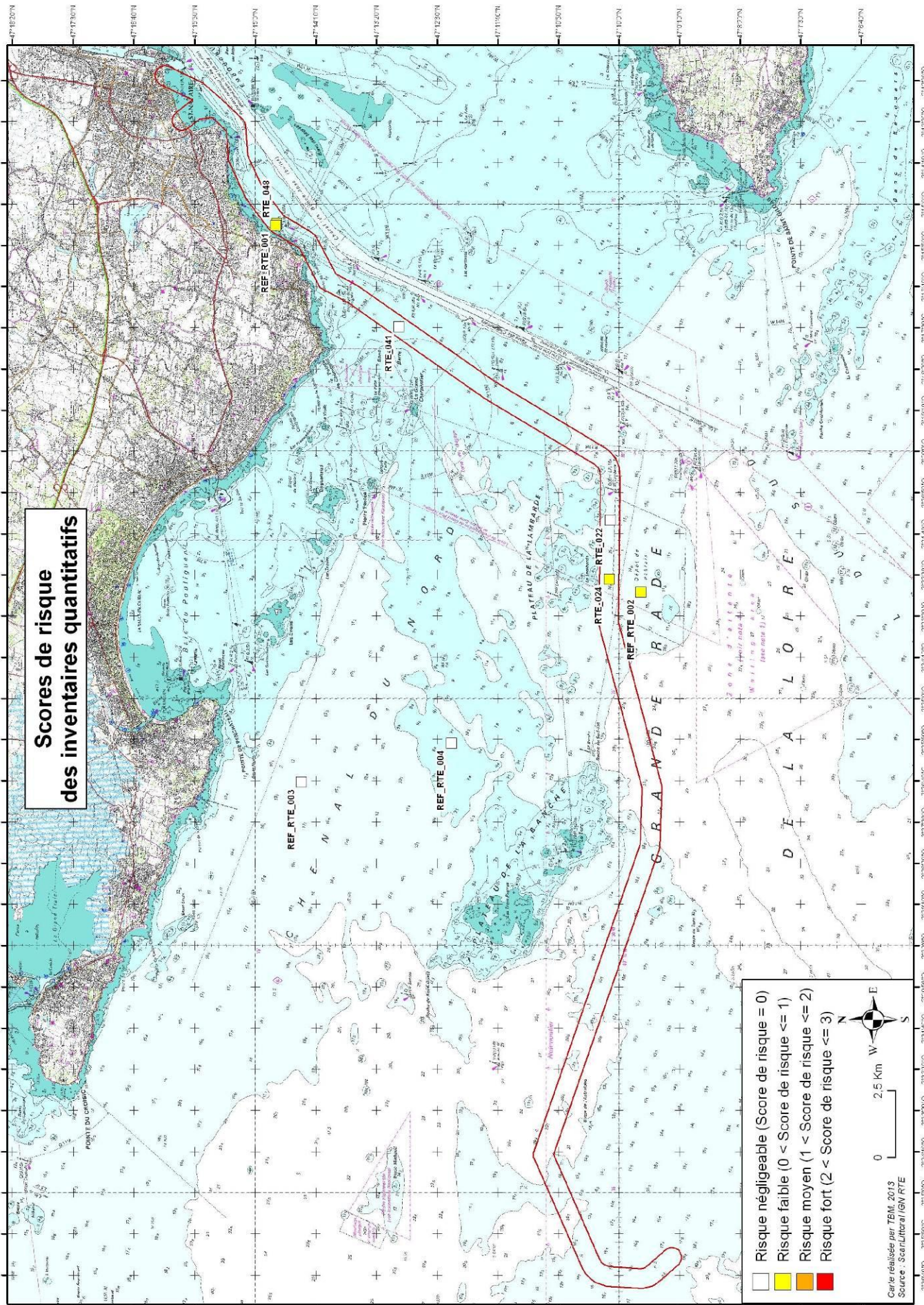
Le calcul du score de risque global du sédiment prend en considération, pour chaque contaminant analysé (métaux et PCB), dans un premier temps les scores de danger potentiel et de transfert, et, dans un deuxième temps, les scores de toxicité et de sensibilité de l'écosystème. Il peut varier de 0 (risque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

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

Tableau 9 : Evaluation du risque en fonction du calcul du score de risque

L'évaluation du score de risque montre que :

- le risque est négligeable pour les stations REF_RTE_003, REF_RTE_004, RTE_022 et RTE_041
- le risque est faible (0,2 à 0,4) pour les stations REF_RTE_001, REF_RTE_002, RTE_024 et RTE_48.



Carte 21 : Scores de risques.

3.1.4.2.6 Pollution organique

La pollution organique est évaluée par trois paramètres (Alzieu, 2003) : l'azote organique total (NTK), le phosphore total (P) et le carbone organique total (COT). Afin d'utiliser les valeurs de façon synthétique, il est possible de les rassembler en classes ou indices, comme le montre le tableau 10 ci-dessous.

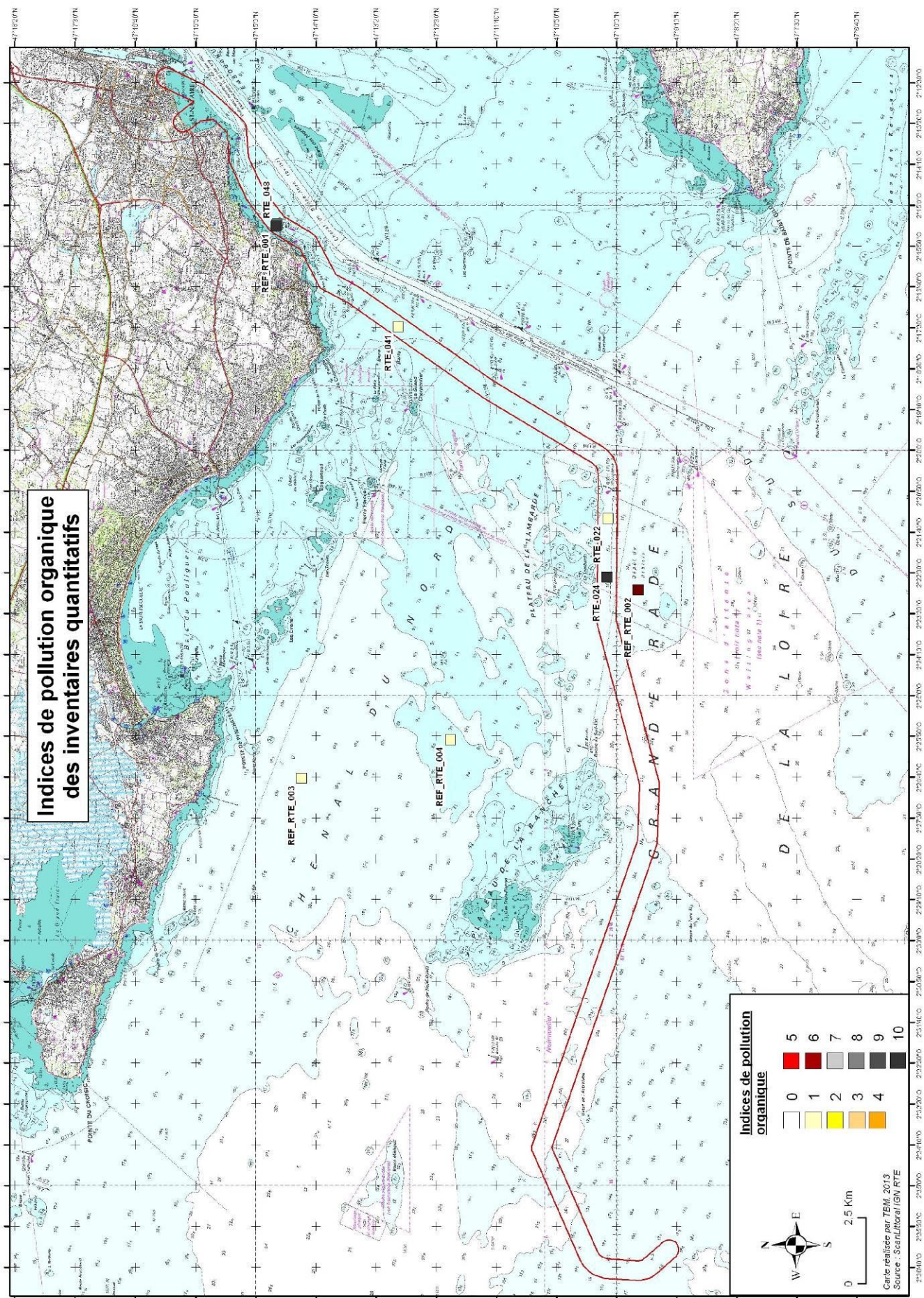
Tableau 10 : Définition des classes ou indices de contamination pour les trois micropolluants exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003).

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

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

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

Les indices de pollution organique varient de 1 à 10 (Tableau 11 et Carte 22). **Les stations RTE_022 et RTE_041 ainsi que les stations de référence REF_RTE_003 et REF_RTE004 sont très peu polluées (Indice de pollution organique égal à 1). Les stations RTE_024, RTE_048 et REF_RTE_001 sont très polluées par la matière organique (indice de pollution organique de 9 ou 10). La station de référence REF_RTE_002 est moyennement polluée (indice de 6).**



Carte 22 : Pollution organique.

Tableau 11 : Carbone Organique Total, Azote NTK, Phosphore et Pollution organique

Echantillon	Carbone Organique Total (COT)		Azote NTK		Phosphore		Pollution Organique
	Valeur mg/kg	Indice	Valeur mg/kg	Indice	Valeur mg/kg	Indice	Indice
RTE_022	<1,5	1	100	0	360	0	1
RTE_024	23,1	4	2500	3	1000	3	10
RTE_041	<1,5	1	300	0	450	0	1
RTE_048	24,6	4	2500	3	960	2	9
REF RTE_001	28,5	4	3500	3	1100	3	10
REF RTE_002	7,7	4	900	0	810	2	6
REF RTE_003	<1,5	1	200	0	150	0	1
REF RTE_004	<1,5	1	200	0	140	0	1

3.1.4.2.7 Niveau de dégradation environnementale

L'état du milieu, caractérisé par l'état de santé des peuplements benthiques, dégradé ou normal, peut traduire une réponse au stress dû à la pollution organique totale, d'une part et à la contamination métallique estimée par le score de risque d'autre part.

La sensibilité des peuplements benthiques est exprimée par des indices biotiques¹ dont l'indice d'évaluation de l'endofaune² côtière (I2EC) qui traduit la sensibilité des espèces benthiques à l'état de dégradation du milieu (Espèces plus ou moins opportunistes ou plus ou moins sensibles à l'eutrophisation³).

Il n'existe pas de relation linéaire entre dégradations environnementale et biologique. Les réponses du benthos au double stress, pollution organique et environnementale apparaissent par paliers. L'état du milieu peut néanmoins être évalué en fonction des scores de risque (Sr) et de la pollution organique comme le montre le tableau 12.

¹ Valeur unique résumant une somme importante d'informations écologiques et fournissant un diagnostic de la santé du milieu.

² Ensemble des animaux vivants enfouis dans le sédiment, qu'il soit rocheux ou sédimentaire.

³ Processus d'enrichissement du milieu excessif d'un sédiment marin et des eaux sous-jacentes par apport excédentaire de substances nutritives.

Tableau 12 : Relations entre scores de risque et indices de pollution organique, permettant la reconnaissance des niveaux de dégradation du milieu.

Score de risque Sr	Pollution organique PO			
	0	3	6	8 12
Supérieur à 2	PO inférieure à 6		Supérieur à 6	
1<Sr<2	PO inférieure à 6		6<PO<8	PO>8
0,3<Sr<1		2<PO<8		PO>8
<0,3	PO<3	3<PO<8		PO>8

A1	A2	B	C	D
----	----	---	---	---

Avec l'état du milieu ou niveau de dégradation environnementale suivant :

A1 Milieu normal

A2 Milieu enrichi

B Milieu dégradé

C Milieu fortement dégradé

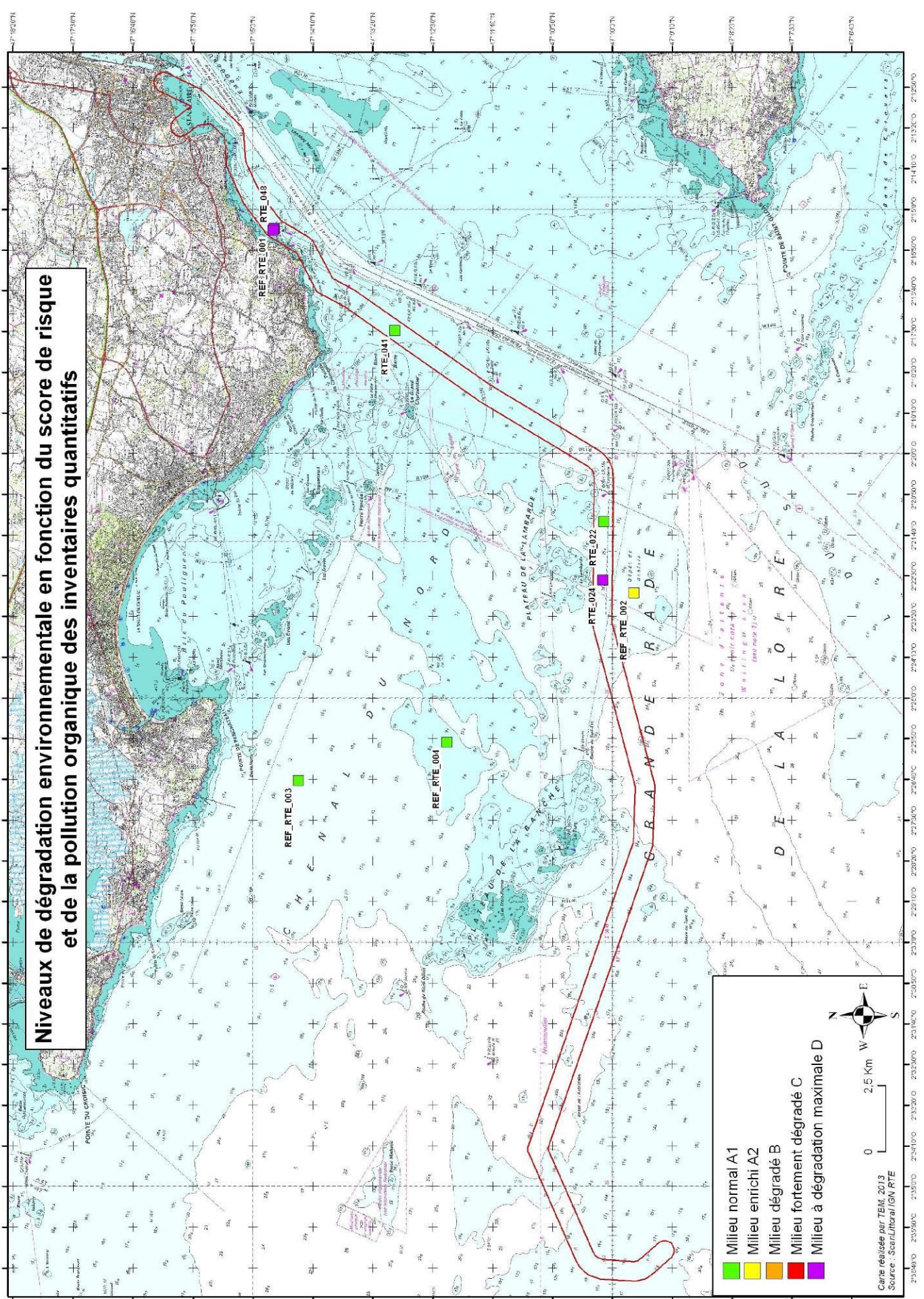
D Milieu à dégradation maximale

Le tableau 13 synthétise les indices de pollution organique, les scores de risque et les niveaux de dégradation environnementale de chaque station.

Tableau 13: Synthèse des paramètres PO, Sr et évaluation de la qualité environnementale du milieu.

	Indices de Pollution Organique	Score de Risque	Niveau de dégradation environnementale
RTE_022	1	Négligeable	A1
RTE_024	10	0,4	D
RTE_041	1	Négligeable	A1
RTE_048	9	0,2	D
REF RTE_001	10	0,4	D
REF RTE_002	6	0,2	A2
REF RTE_003	1	Négligeable	A1
REF RTE_004	1	Négligeable	A1

Les niveaux de dégradation des stations RTE_022, RTE_041, REF_RTE_003 et REF_RTE_004 sont normaux. Le milieu est enrichi pour la station REF_RTE_022. Les stations RTE_024, RTE_048 et REF_RTE_001 sont très dégradées. La carte 23 présente les niveaux de dégradation de chaque station.



Carte 23 : Niveaux de dégradation environnementale.

3.1.4.3 Physico-chimie de l'eau

Les documents suivants ont permis d'analyser les résultats des prélèvements d'eau :

- Grille de références de Système d'Evaluation de la Qualité des eaux (SEQ eau) pour la fonction « potentialité biologique » (tableau 14).
- Circulaire du 7/05/2007 définissant les "normes de qualité environnementale provisoires (NQE_p)" des 41 substances impliquées dans l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau ainsi que des substances pertinentes du programme national de réduction des substances dangereuses dans l'eau.
- DIRECTIVE 2013/39/UE du parlement européen et du conseil du 12 août 2013 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE en ce qui concerne les substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau.

Tableau 14 : Valeurs seuils définies par la grille de référence de SEQ eau pour les paramètres physico-chimiques étudiés

	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise
Matières en suspension (MES) mg/L	25	50	100	150
Carbone Organique Total (COT) mg/L	5	7	10	15
Azote Ammoniacal (en NH ₄) mg/L	0,1	0,5	2	5
Nitrates (en NO ₃) mg/L	2	10	25	50
Nitrites (en NO ₂) mg/L	0,03	0,1	0,5	1
Phosphore total (en P) mg/L	0,05	0,2	0,5	1
Chlorophylle A + Phéopigments µg/L	10	60	120	240

Les limites inférieures de la classe "Bonne" définissent un bon état écologique. Les valeurs mesurées pour les paramètres physico-chimiques sont répertoriées dans le tableau 15.

Les paramètres étudiés reflètent un très bon état des eaux pour l'ensemble des prélèvements. Seul le prélèvement de surface de la station RTE_44 indique un bon état écologique au vu du paramètre "chlorophylle a + phéopigments".

Tableau 15 : Résultats des analyses physicochimiques

	Ref_3		Ref_4		22		44	
	Fond	Surf	Fond	Surf	Fond	Surf	Fond	Surf
Matières en suspension (MES) mg/L	9,1	3,2	3,1	3,6	11	4,5	5,5	10
Carbone Organique Total (COT) mg/L	1,9	2,6	1,9	2,5	2,2	2,9	1,8	3,1
Azote Ammoniacal (en NH4) mg/L	<0,0 1	<0,0 1	<0,0 1	<0,0 1	<0,0 1	<0,0 1	<0,0 1	<0,0 1
Nitrates (en NO3) mg/L	0,38	0,53	0,35	0,66	0,36	0,56	0,43	0,86
Nitrites (en NO2) mg/L	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Phosphore total (en P) mg/L	<0,0 5	<0,0 5	<0,0 5	<0,0 5	<0,0 5	<0,0 5	<0,0 5	<0,0 5
Chlorophylle A + Phéopogments µg/L	7,6	5,3	2,7	6,2	6,7	7,4	5,9	33,2

Le tableau 16 résume d'une part les normes de qualité environnementales (NQE) définies pour les eaux marines par la circulaire du 7 mai et d'autre part, les concentrations maximales admises (CMA) dans les "autres eaux de surface" par la directive 2013/39/CE.

Les concentrations en Hg, Ni et Pb sont inférieures aux NQE et aux CMA. La méconnaissance de la dureté de l'eau ne permet pas de comparer les concentrations en Cadmium, en dessous du seuil de détection par le laboratoire, avec les CMA. Les métaux As, Cr, Cu et Zn ne peuvent être comparés aux NQE sans la détermination du bruit de fond géochimique.

L'ensemble des concentrations en HAP est inférieur aux seuils de détections des machines utilisées en laboratoire.

Les seuils de détections des PCB totaux ne permettent pas de savoir si les concentrations des prélèvements sont inférieures aux NQE.

Les seuils de détection des organo-étains ne permettent pas de comparaison avec les NQE. Les concentrations mesurées dans l'ensemble des prélèvements de surface, ainsi qu'au fond de la station Ref_3F sont situées au-dessus de la CMA.

Tableau 16 : NQE définies par la circulaire du 7 mai 2007 et CMA définies par la directive 2013/39/CE

		Circulaire du 7 mai 2007 Normes de qualité environnementale provisoires (NQE _p) Eaux marines intérieures et territoriales	DIRECTIVE 2013/39/CE
		Eaux marines	Autres eaux de surface
Métaux	As (µg/L)	Bruit de fond + 4,2	
	Cd (µg/L)	2,5	<0,08 à 1,5
	Cr (µg/L)	Bruit de fond + 3,4	
	Cu (µg/L)	Bruit de fond + 1,4	
	Hg (µg/L)	0,3	0,07
	Ni (µg/L)	20	34
	Pb (µg/L)	7,2	14
	Zn (µg/L)	Bruit de fond+3,1 ou+7,8	
HAP	Acénaphène (µg/L)	0,7	
	Acenaphthylene (µg/L)	0,4	
	Anthracène (µg/L)	0,1	0,1
	Benzo(a)anthracène (µg/L)	0,005	
	Benzo(a)pyrene (µg/L)	0,05	0,027
	Benzo(b)fluoranthène (µg/L)	0,03	0,017
	Benzo(ghi)pérylène (µg/L)	0,002	0,0082
	Benzo(k)fluoranthène µg/L	0,03	
	Chrysène (µg/L)	0,006	
	Dibenzo(a,h)anthracène (µg/L)	0,00006	
	Fluoranthène (µg/L)	0,1	0,12
	Fluorène (µg/L)	0,3	
	Indeno(1,2,3-cd)pyrène (µg/L)	0,0002	
	Naphtalene (µg/L)	1,2	130
	Phénanthrène (µg/L)	0,11	
	Pyrène (µg/L)	0,024	
PCB	PCB Totaux µg/L	0,001	
Organo étains	DiButyl Etain (DBT) ng/L	0,2	1,5
	MonoButyl Etain (MBT) ng/L	0,2	1,5
	TriButyl Etain (TBT) ng/L	0,2	1,5

Enfin, aucune valeur au-dessus du seuil de détection de la machine n'a été observée pour la bactériologie (Entérocoques intestinaux : *Escherichia coli*, *Salmonella* sp., *Vibrio parahaemolyticus*).

3.1.4.4 I2EC et AMBI

La figure 26 et la carte 24 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 17).

Quatre stations sont dominées par des espèces des groupes écologiques I et II (Figure 26). La présence d'espèces du groupe écologique III est à remarquer sur toutes les stations alors que le groupe écologique IV est observé sur six stations dans des proportions variables. Enfin, des espèces du groupe écologique V ont été inventoriées sur trois stations. L'I2EC est de 2 pour cinq stations indiquant un milieu enrichi, de 4 pour deux stations indiquant un milieu dégradé et de 5-6 pour une station indiquant un milieu fortement dégradé (tableau 17). En réalité, cette dernière station est azoïque.

Les résultats pour l'AMBI sont présentés dans le tableau 17. Les valeurs sont comprises entre 1 et 5,7. Ceci corrobore les résultats obtenus avec l'I2EC et illustre aussi la présence **de milieu enrichi, dégradé et à fortement dégradé.**

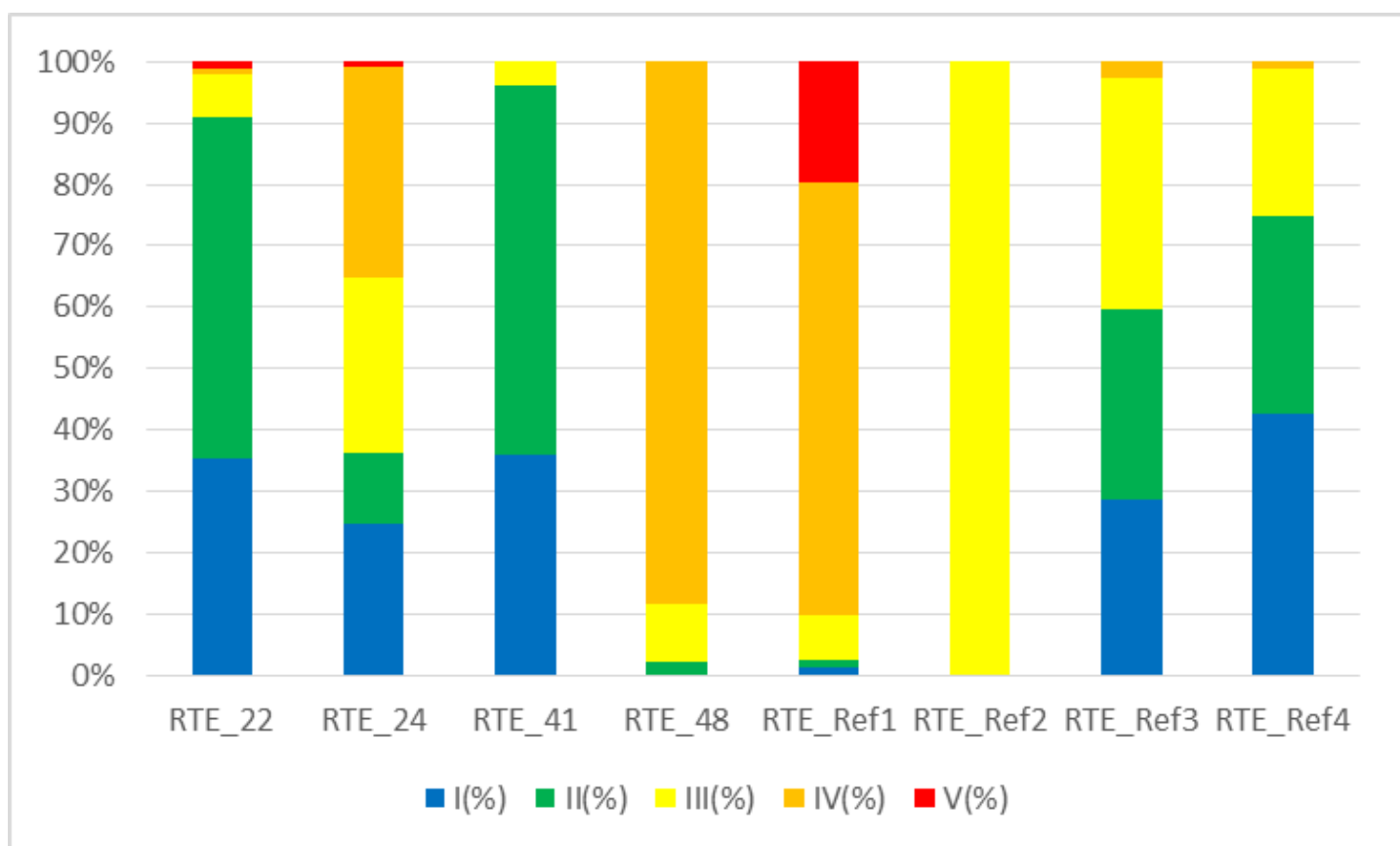
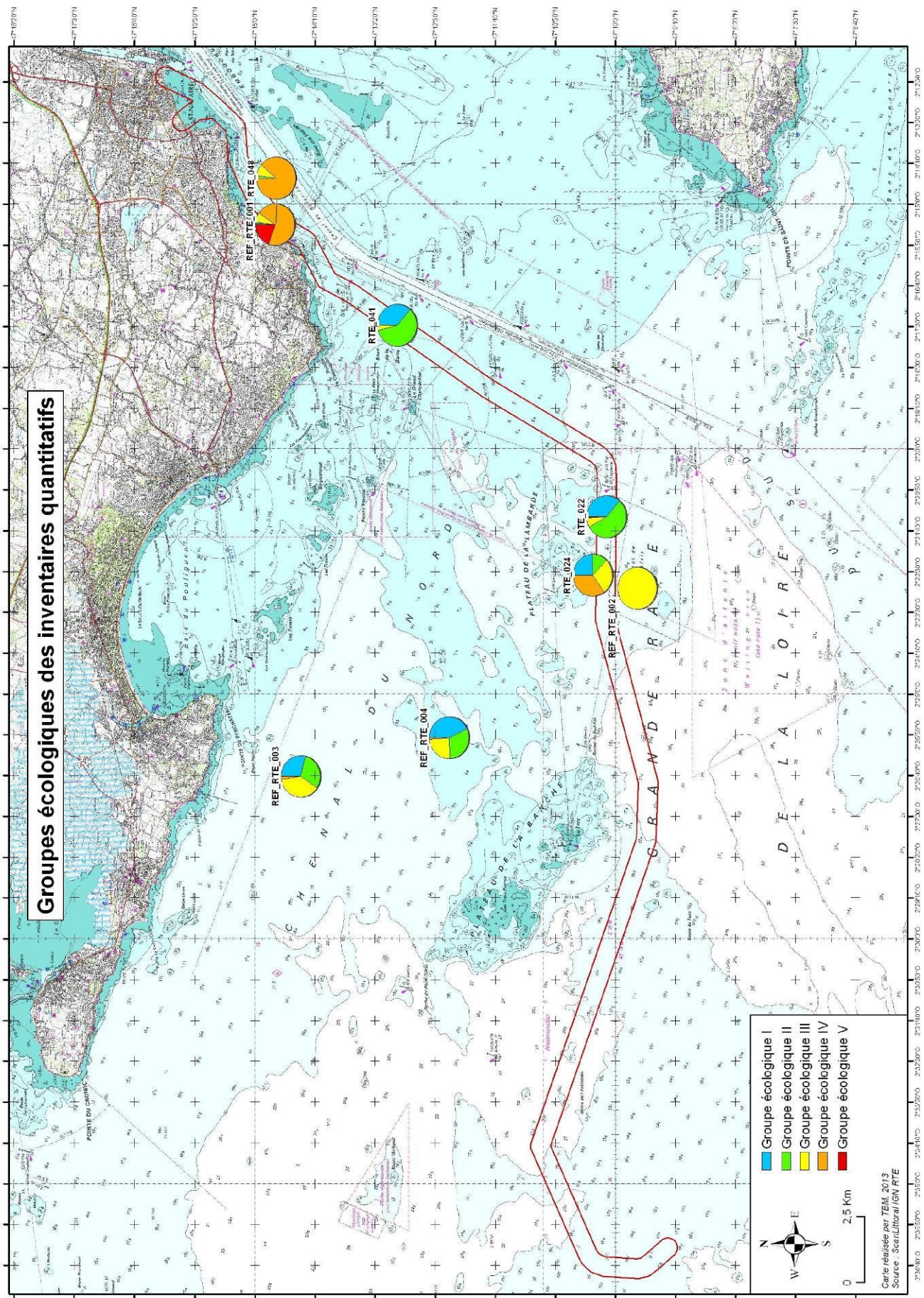


Figure 26 : Groupes écologiques

Tableau 17: I2EC et AMBI

Stations	RTE_22	RTE_24	RTE_41	RTE_48	RTE_Ref1	RTE_Ref2	RTE_Ref3	RTE_Ref4
AMBI	1,237	2,424	1,042	4,277	4,426	5,667	1,705	1,282
I2EC	2	2	2	4	4	5-6	2	2



Carte 24 : Groupes écologiques des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.

3.2 Substrats rocheux

3.2.1 QUADRATS

Sur l'ensemble des échantillons analysés, 2938 individus ont été dénombrés et 159 taxons faunistiques ont été identifiés. Les résultats des prospections caméra sont récapitulés en Annexe 5 tandis que les annexes 6 et 7 illustrent les données obtenues lors des prospections plongées.

3.2.1.1 Recouvrement

Le recouvrement dans les quadrats est indiqué sur la figure 27. Les laminaires sont observées sur les stations B1 et B2. Les algues rouges et les algues calcaires sont représentées sur chaque station. Les algues rouges sont majoritaires sur les stations B1 et B2. La faune à savoir les Cnidaires (*Alcyonium digitatum*, hydraires, *Corynactis viridis*, etc.) et les éponges (*Cliona celata*) ou les tuniciers (*Dendrodoa grossularia*) est observée quasi exclusivement sur la station RTE_01.

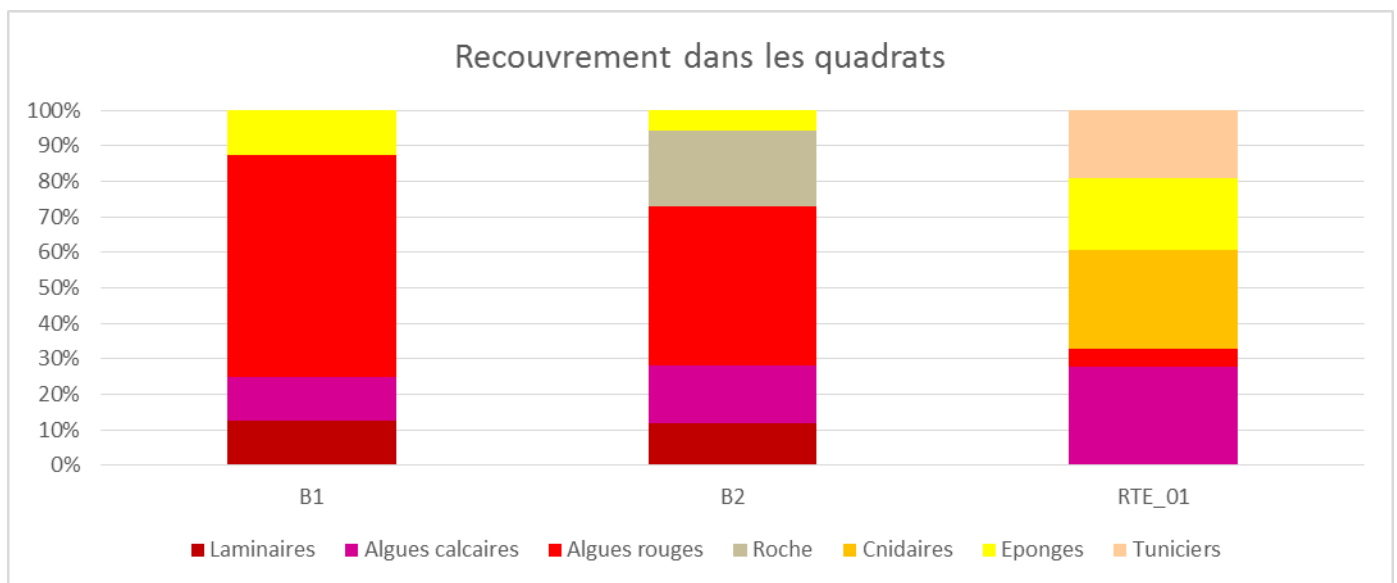


Figure 27 : Recouvrement dans les quadrats de 0.1 m²

3.2.1.2 Faune vagile

Les abondances moyennes varient de 1668 individus par m² à 3544 individus par m² (Figure 28, carte 25). Les richesses spécifiques moyennes sont comprises entre 35 et 61 espèces (Figure 28, carte 26). Les richesses totales varient entre 68 à 103 sur l'ensemble des stations pour un total de 159 espèces observées. Ainsi, un gradient est observé entre les stations. La station RET_01 a les valeurs minimales alors que la station B1 a les valeurs maximales.

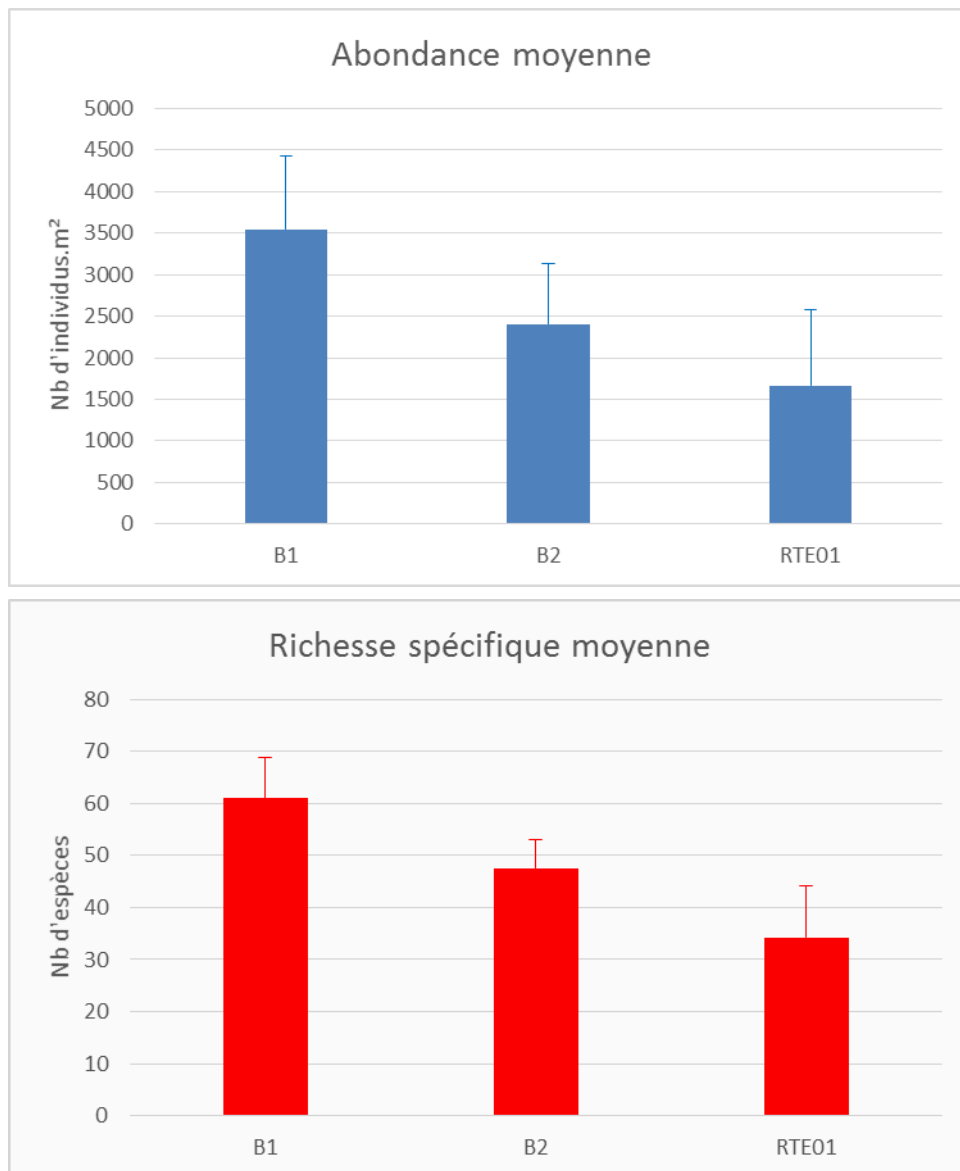
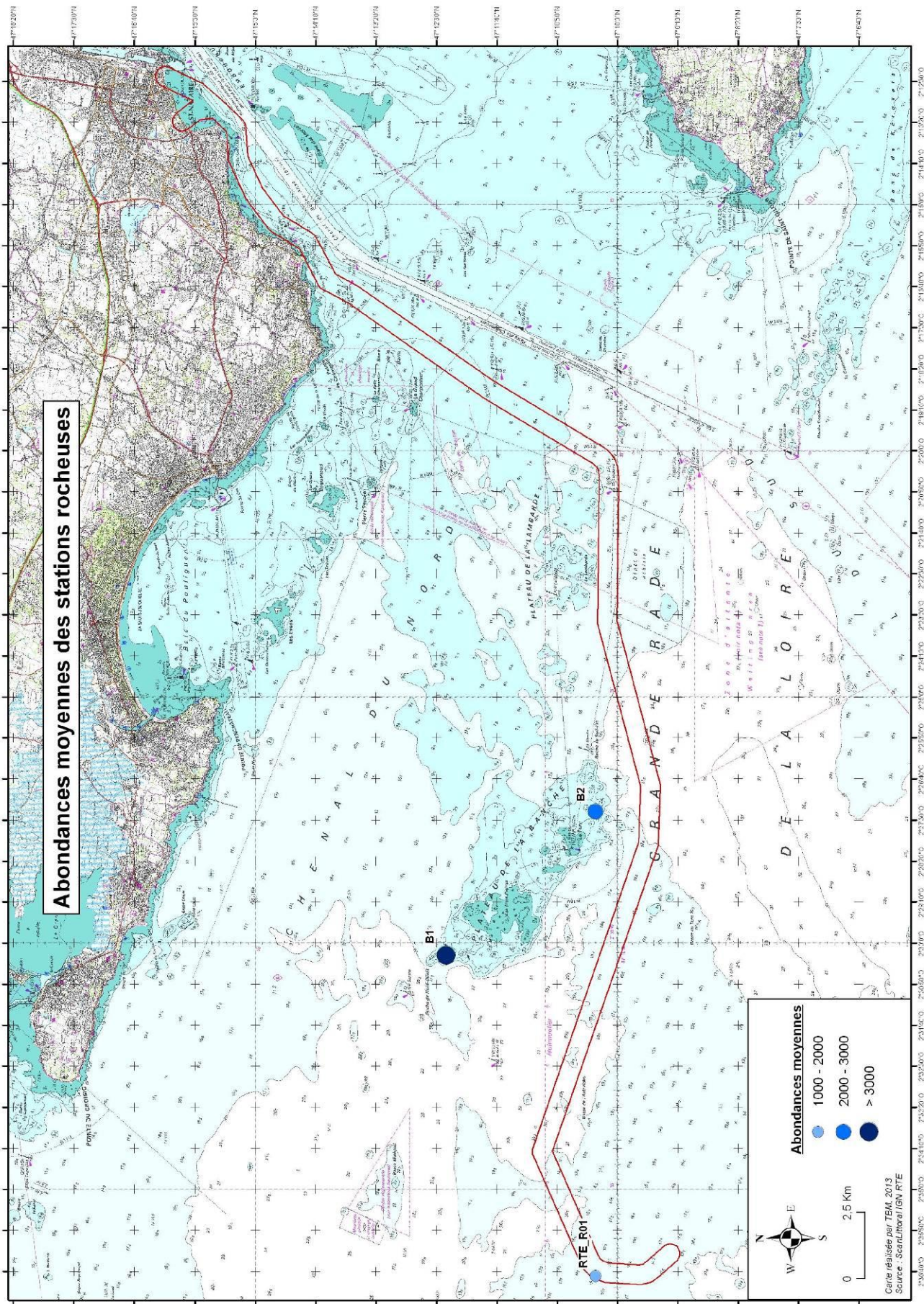
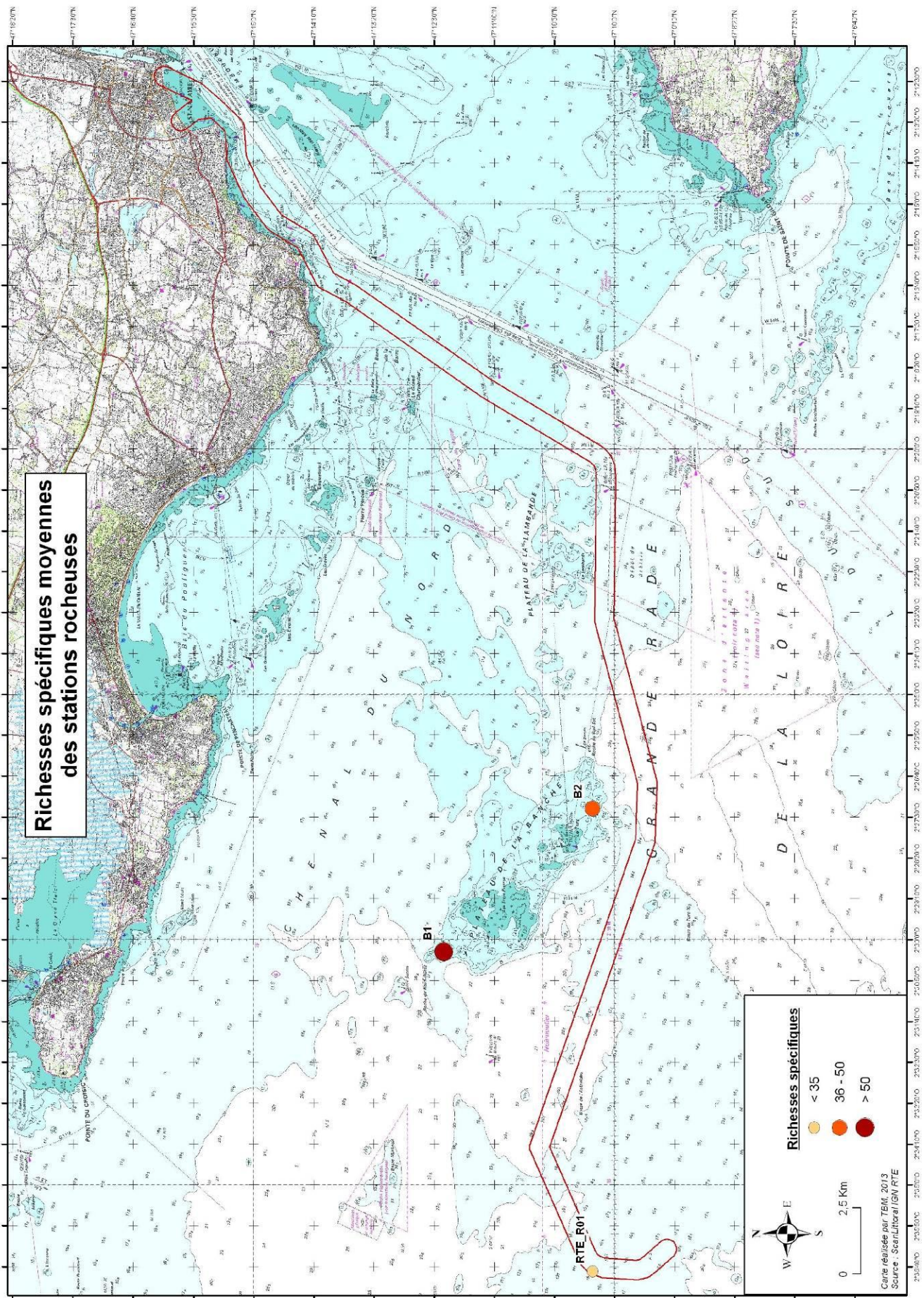


Figure 28 : Richesse et abondance moyenne pour la faune vagile dans les quadrats (0,1 m²)



Carte 25 : Abondance moyenne pour les prélèvements à la suceuse.



Carte 26 : Richesse spécifique moyenne pour les prélèvements à la suceuse.

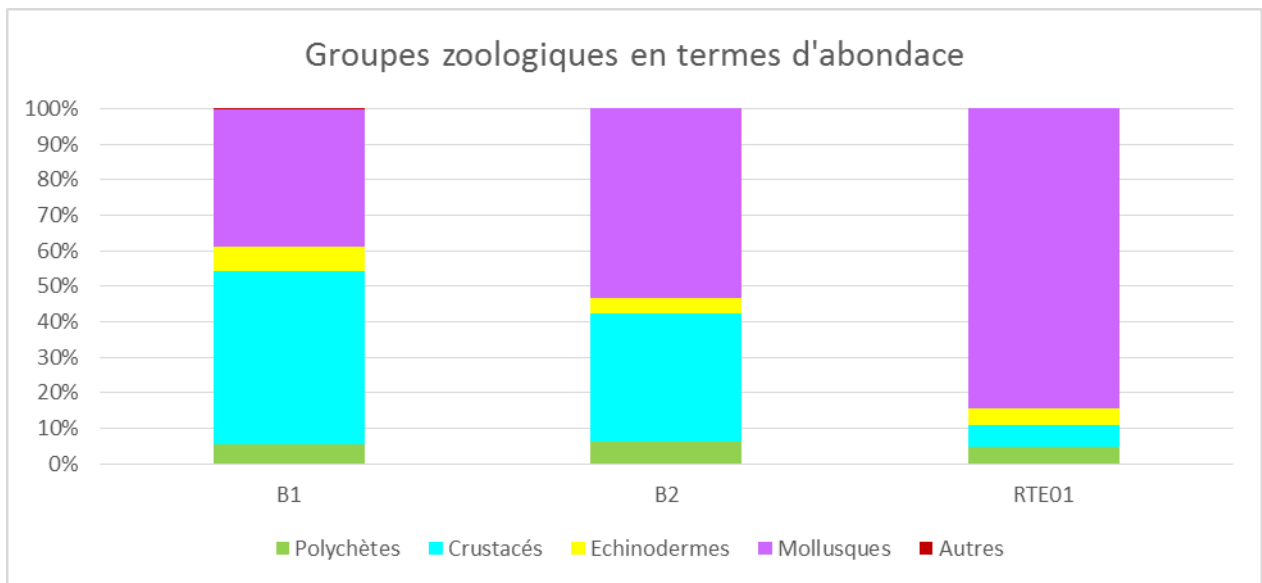


Figure 29 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance

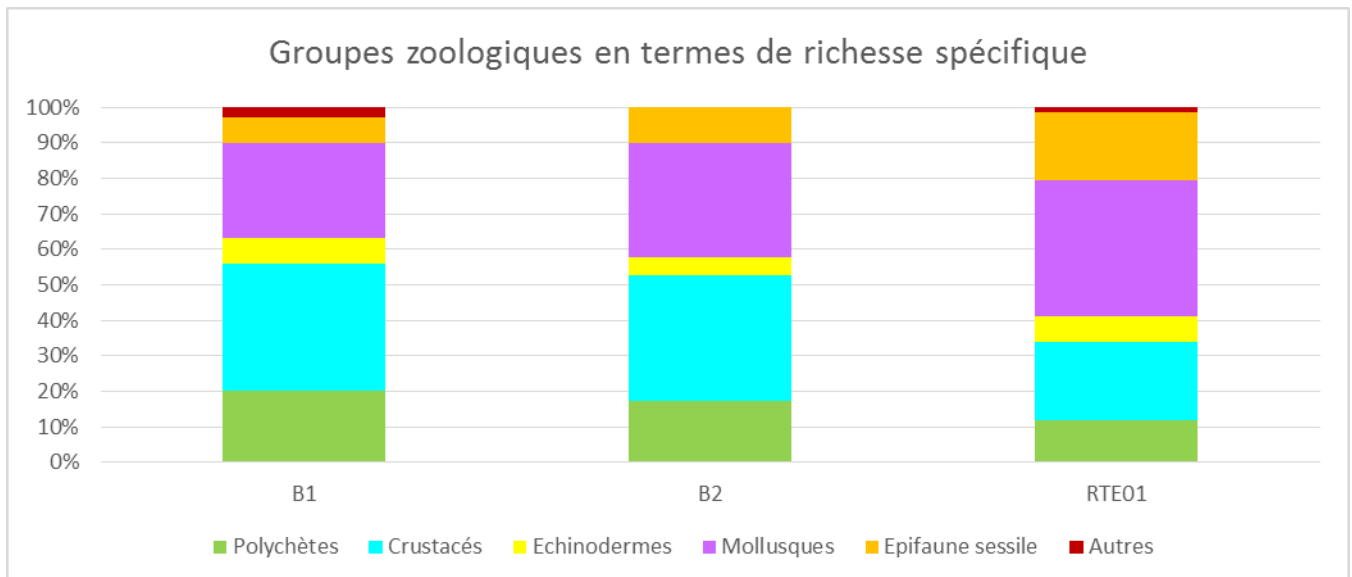
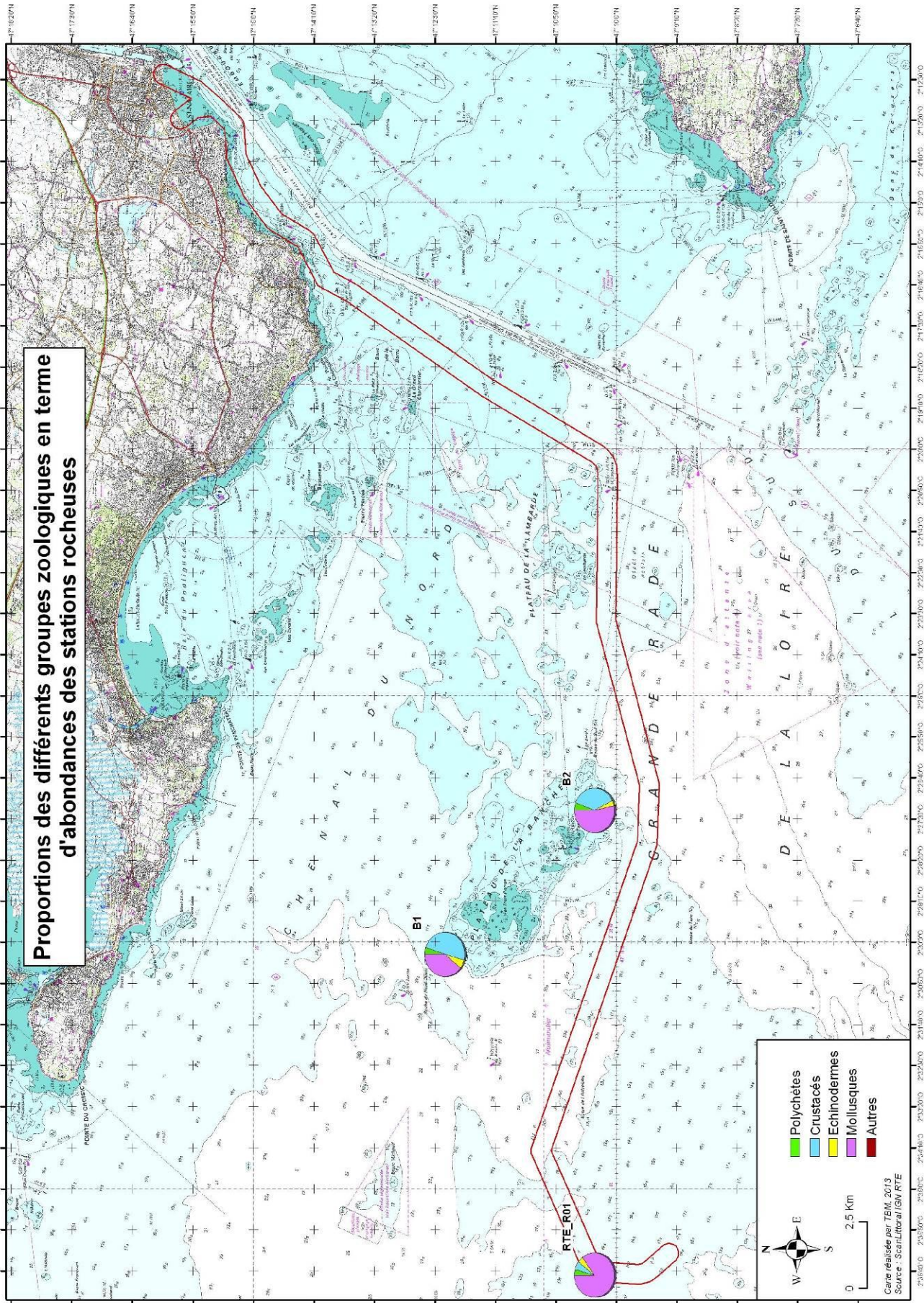
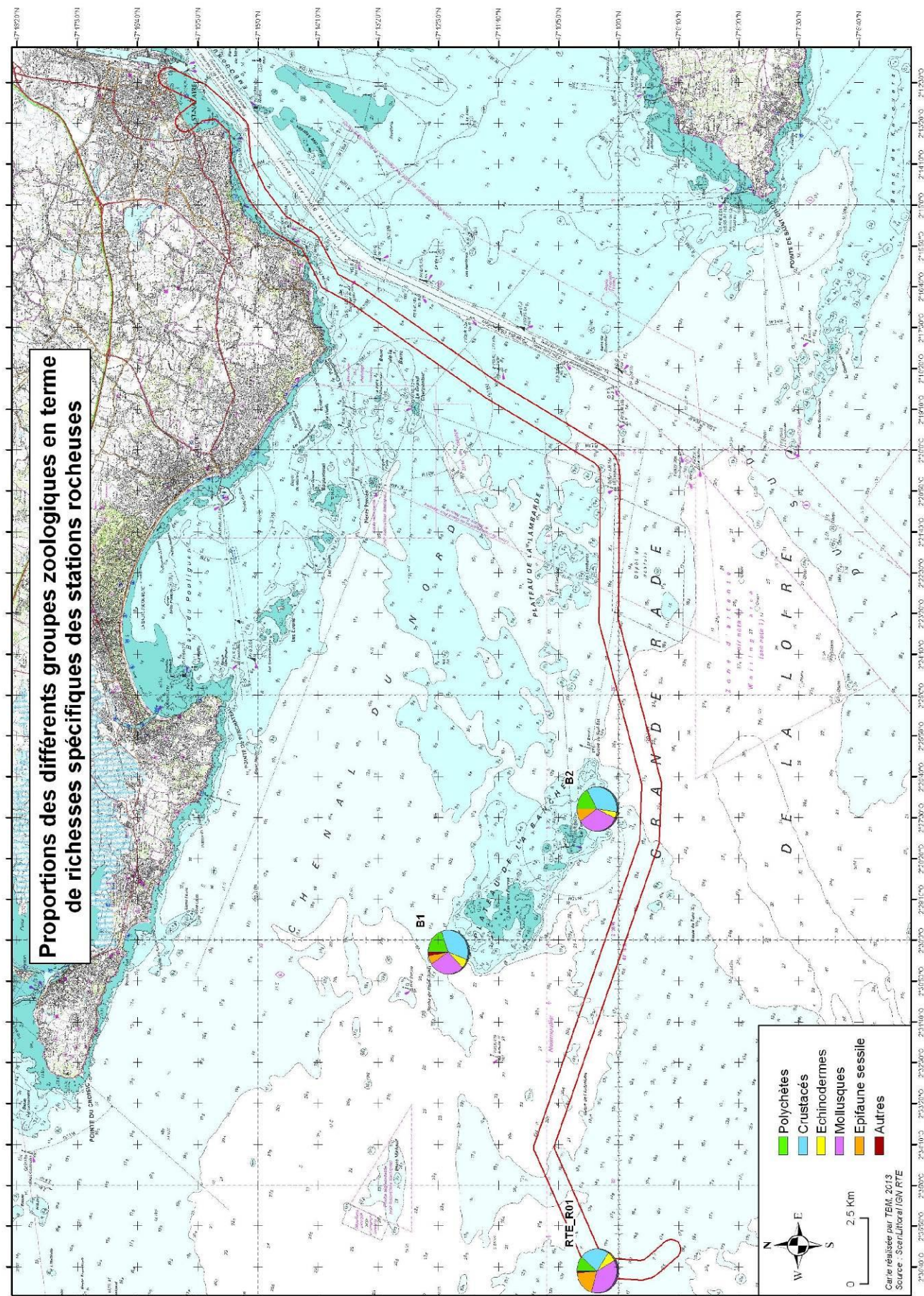


Figure 30 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique

L'analyse des groupes taxonomiques en termes d'abondance (Figure 29, carte 27) révèle une composition taxonomique assez semblable pour les stations B1 et B2 avec la dominance des mollusques et des crustacés alors que la station RTE_01 est dominée principalement pour les mollusques. Les autres groupes sont présents mais en faible proportion. Les proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique illustrent une homogénéité entre les stations et la plus grande diversité est observée pour les mollusques et les crustacés (Figure 30, carte 28). L'épifaune sessile a un pourcentage non négligeable dans la station RTE_01.



Carte 27 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la suceuse.



Carte 28 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la suceuse.

3.2.2 Transects

3.2.2.1 Algues

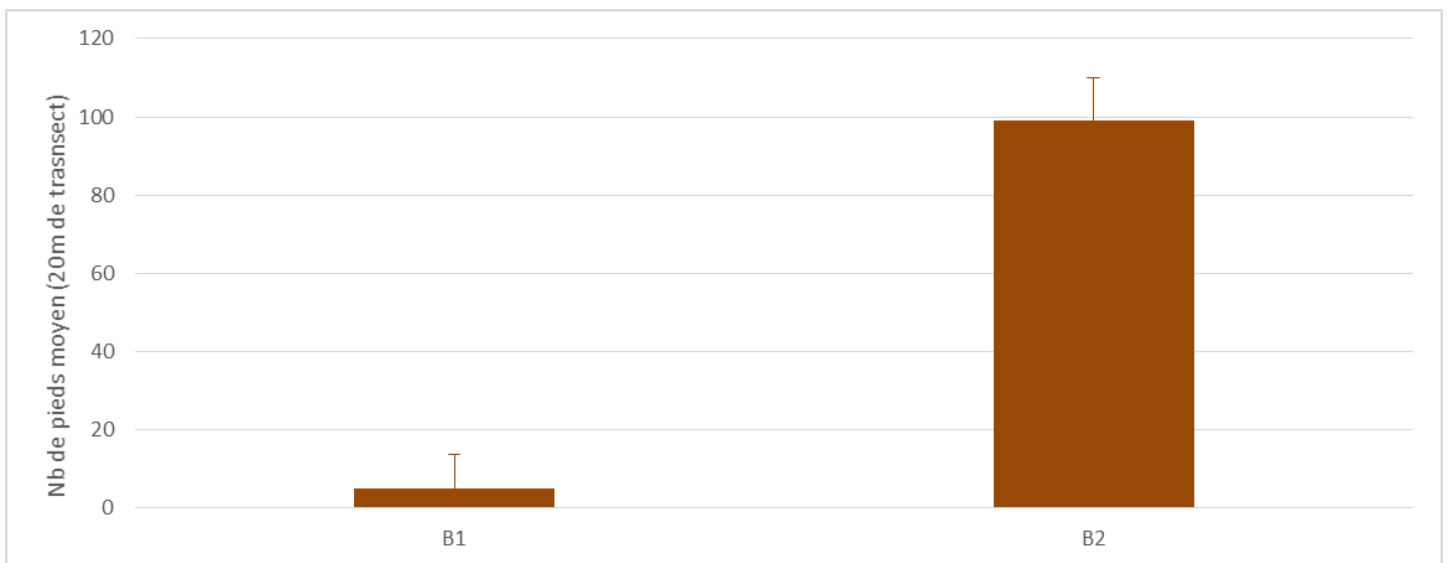


Figure 31 : Nombre de pieds moyen de *Laminaria hyperborea* dans les trois transects de 20 mètres

La figure 31 indique le nombre de pieds de *Laminaria hyperborea*. Les valeurs sont maximales sur la station B2, faibles sur la station B1 et nulle sur la station RTE_01.

3.2.2.2 Echinodermes

Lors des transects, les échinodermes ont été dénombrés. L'abondance moyenne en échinodermes est variable en fonction des stations (Figure 32). Les valeurs sont comprises entre 18 et 132 individus en moyenne sur les transects de 20 m. les valeurs sont maximales pour la station B2 et minimales pour la station RTE_01. La figure 33 indique la variabilité de la composition spécifique en échinodermes. Deux espèces sont dominantes l'oursin *Echinus esculentus* et l'étoile de mer *Asterias rubens*. Ces deux espèces sont présentes sur les stations B2 et RTE_01 alors que sur la station B1 seul l'oursin *Echinus esculentus* est observé.

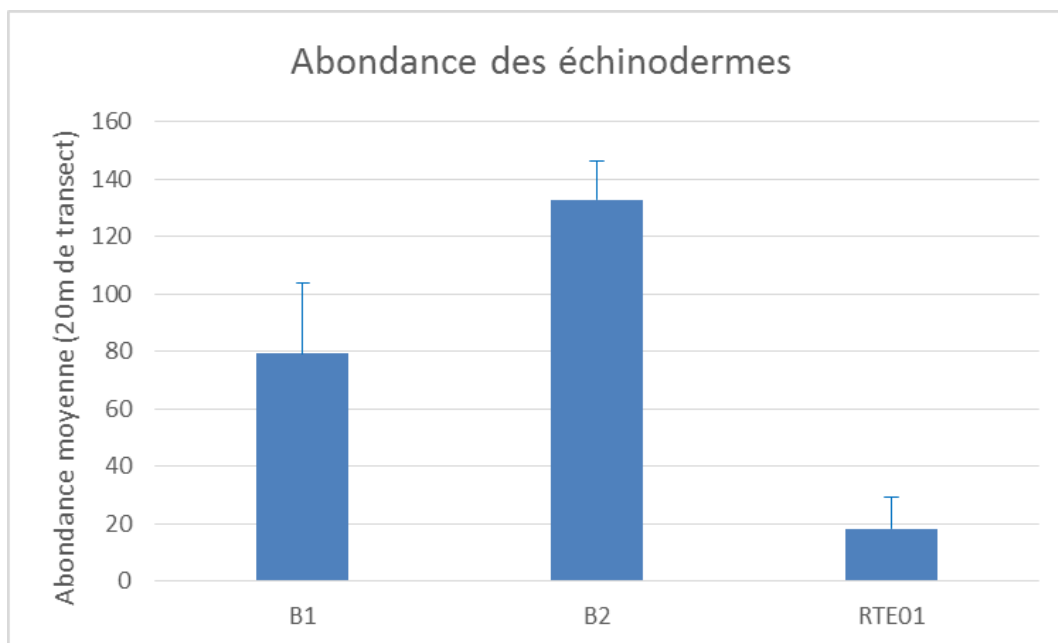


Figure 32 : Nombre d'individus moyen appartenant aux échinodermes dénombré dans les transects de 20 mètres

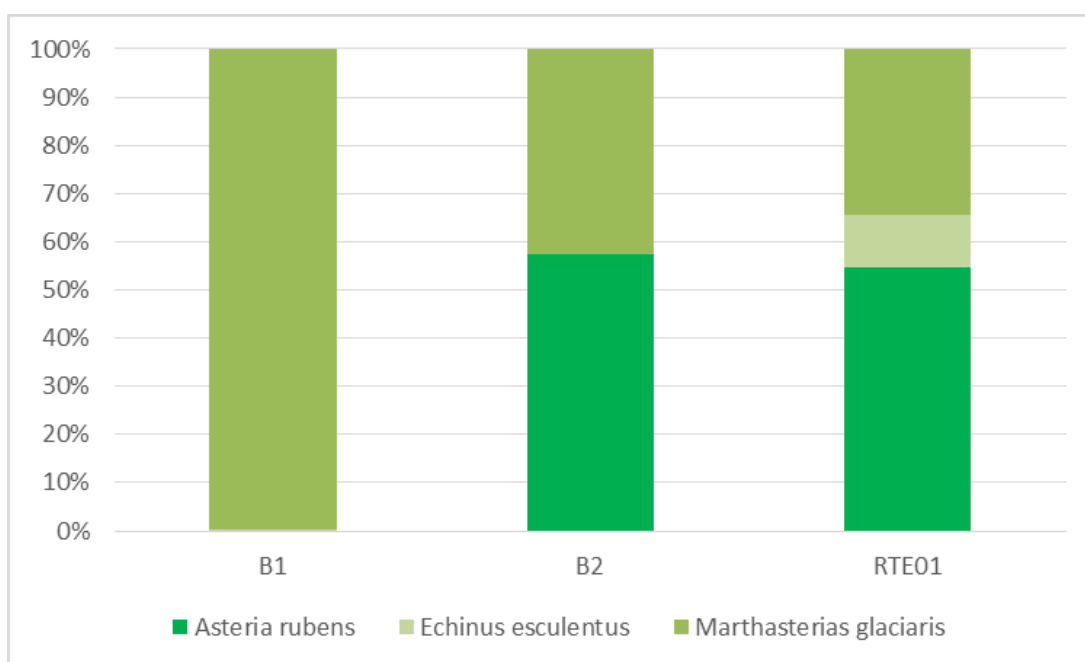


Figure 33 : Pourcentage des différentes espèces d'échinodermes dénombré dans les transects de 20 mètres

3.3 Habitats inventoriés et espèces

Pour définir nos habitats, nous nous sommes appuyés sur plusieurs critères comme les analyses granulométriques et biologiques mais également sur les vidéos sous-marines et 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.

3.3.1 HABITATS INVENTORIES

Les résultats des analyses morpho-sédimentaires et biologiques ont permis de caractériser sur le fuseau deux entités de substrats rocheux et six entités de substrats meubles. Sur les stations rocheuses investiguées en plongée, deux autres habitats rocheux ont été observés. Ces stations sont localisées en dehors du fuseau.

A) Substrats rocheux

En milieu subtidal, l'étage infralittoral rocheux de la zone d'étude est caractérisé par des forêts à laminaires mixtes (*Laminaria hyperborea* et *Saccorhiza polyschides*) et par des zones à laminaires mixtes clairsemées. Les forêts de laminaires denses et les zones à laminaires clairsemées 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*. 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.

Les codes MNHN sont : R08.04.01 Forêt de Laminaires dominée par *Laminaria hyperborea* (Figure 34) et R08.05.01 Zones à Laminaires clairsemées dominées par *Laminaria hyperborea* (Figure 35). Ces deux habitats sont observés hors du fuseau, sur le plateau de la Banche.

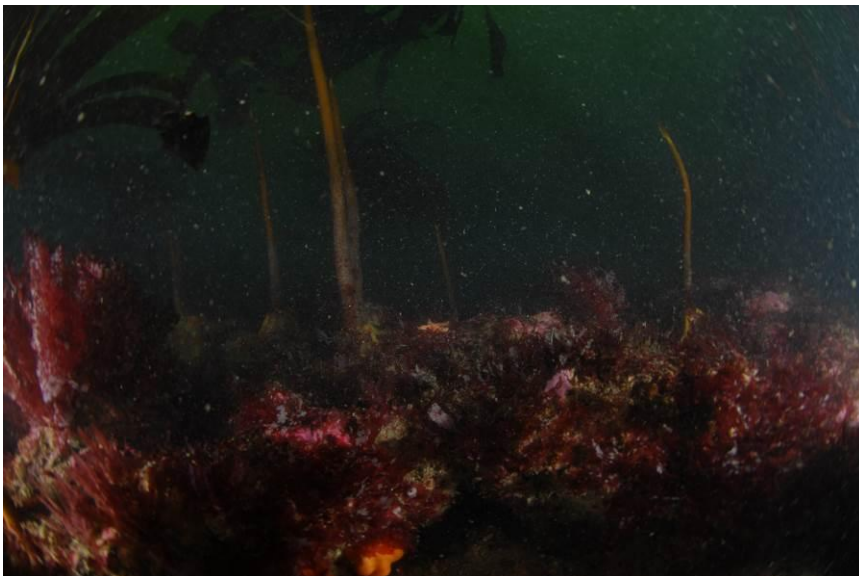


Figure 34 : *Laminaires denses*



Figure 35 : Lamninaires clairsemées

Lorsque nous atteignons le circalittoral côtier, l'habitat : « Communautés faunistiques de forts courants sur roches et blocs circalittoraux côtiers » est observé. Cet habitat est caractérisé par la présence de quelques algues sciaphiles et par une belle diversité de faune fixée. La dominance de la faune fixée sur les algues est croissante en fonction de la profondeur. La faune fixée est caractérisée par une grande variété 1) de cnidaires appartenant aux anthozoaires comme *Alcyonium digitatum* et *Corynactis viridis* et 2) d'éponges comme *Cliona celata*. Cet habitat témoigne d'un hydrodynamisme intense.

Le code MNHN est : R09.01.03 Communautés faunistiques de forts courants sur roches et blocs circalittoraux côtiers (Figure 36).

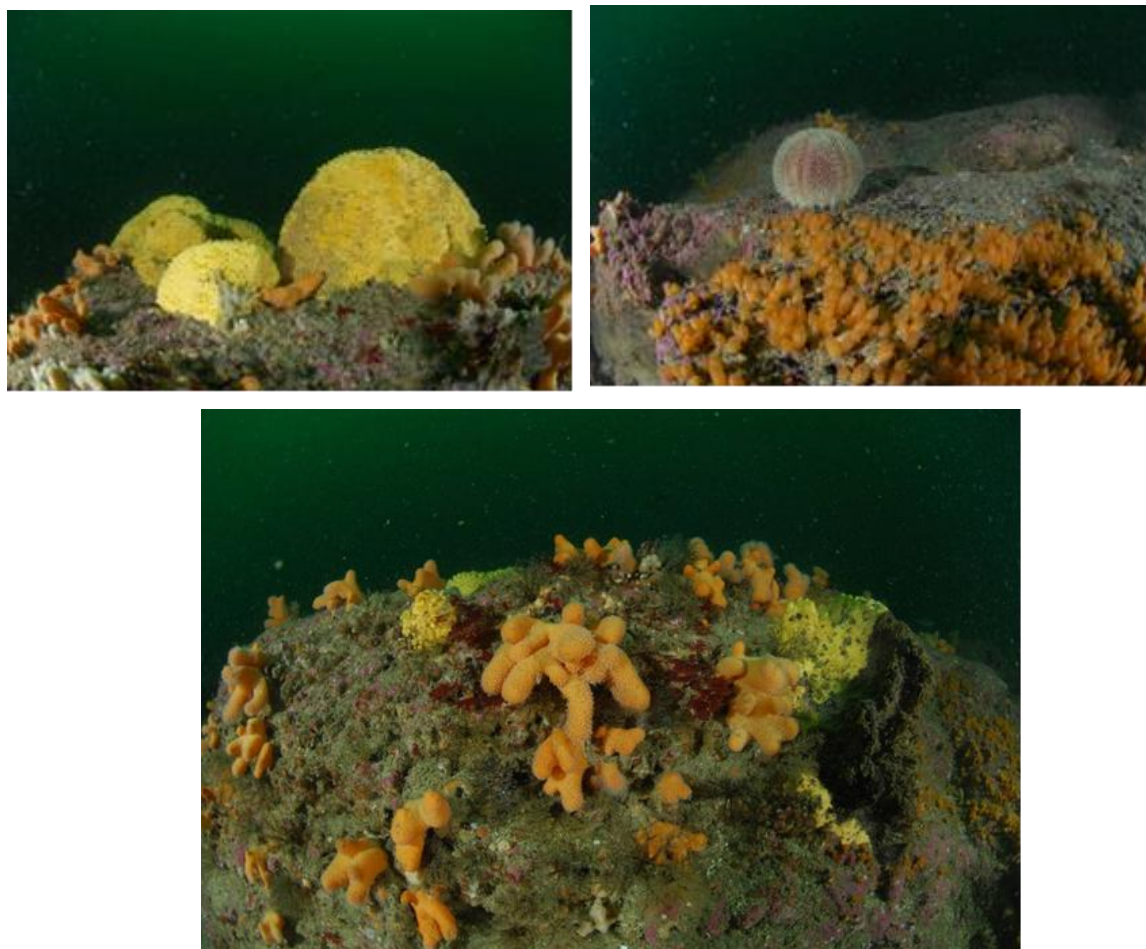


Figure 36 : Communautés faunistiques de forts courants sur roches et blocs circalittoraux côtiers

B) Substrats meubles

M09.01 Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins

Ces sédiments, peu représentés dans le fuseau, 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*. D'autres communautés peuvent être observés comme les polychètes comme *Magelona mirabilis* et *Spiophanes bombyx*, de bivalves comme *Donax vittatus* et *Fabulina fabula* et *Chamelea gallina*.

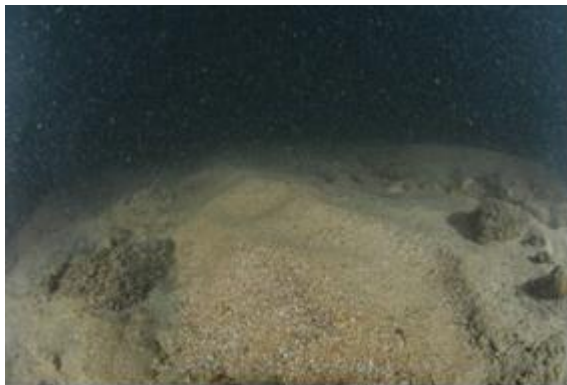


Figure 37 : Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins

M10.01 Vases sableuses sublittorales marines

Cet habitat est bien représenté dans l'estuaire et à proximité de la zone d'immersion. 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. Une endofaune abondante est rencontrée avec de nombreuses espèces de polychètes comme *Lagis koreni* ou de mollusque *Abra* spp.

Sables grossiers et graviers sublittoraux marins du circalittoral côtier

Ce type d'habitat est peu répandu sur le site d'étude mais est couramment rencontré le long des côtes exposées. 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*, *Eulalia mustela*, *Notomastus latericeus*).

Le code MNHN pour ce type de peuplement est M08.01.02 Sables grossiers et graviers du circalittoraux côtiers (Figure 38).

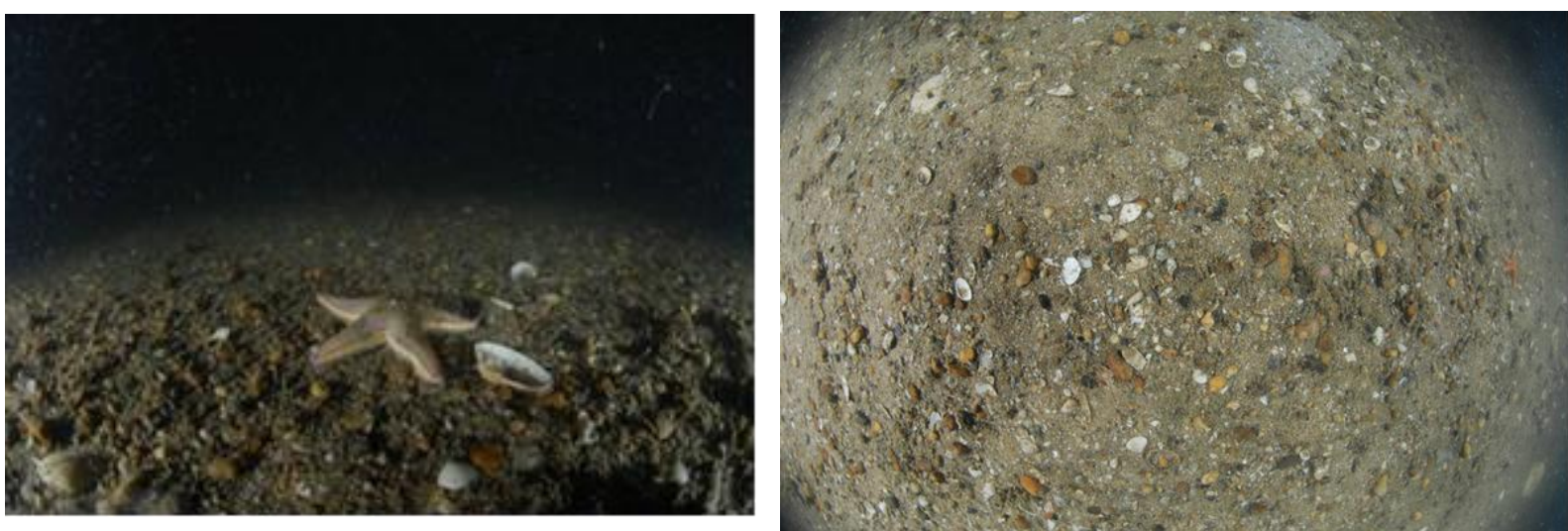


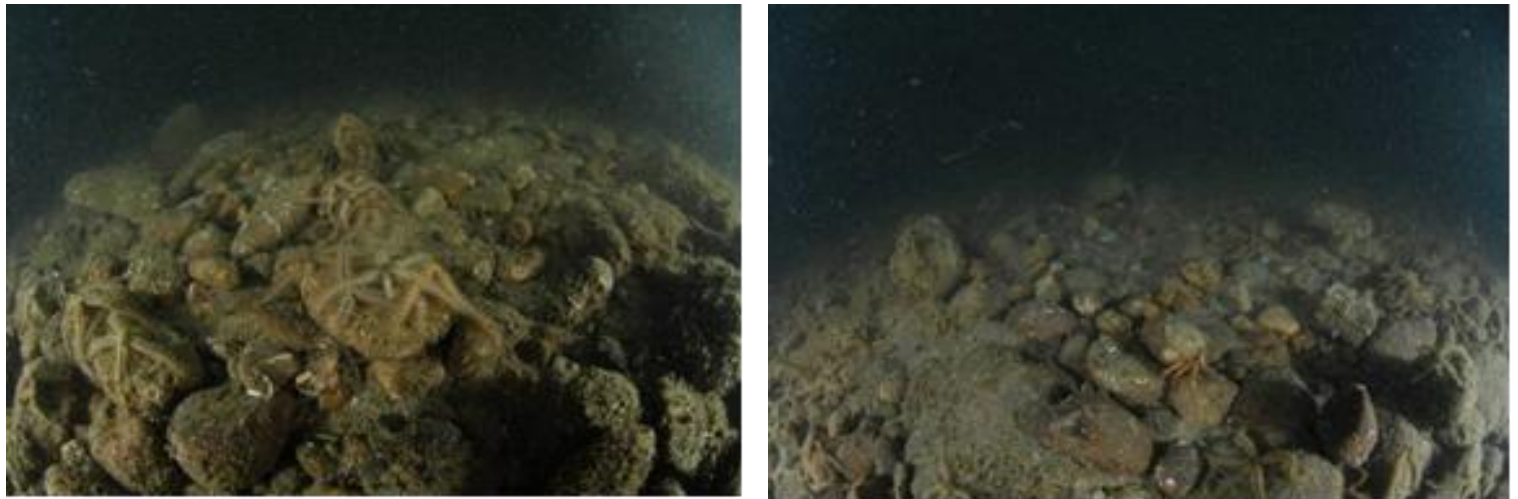
Figure 38 : Sables grossiers et graviers du circalittoraux côtiers

Galets et Cailloutis circallitoraux

Cet habitat est mieux représenté que le précédent. Deux types d'habitats sont observés : les Galets et cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et Galets et cailloutis circalittoraux à *Ophiothrix fragilis*. Ces habitats ne peuvent être échantillonnés uniquement à la drague rRallier du Baty car la fraction de galets et cailloutis empêchent les bennes de fermer. De

plus, la fraction de sédiment grossier et gravier est très variable, ce qui conditionne la présence d'espèce de l'endofaune. En effet, les galets et cailloutis et tous les micro-habitats vont être favorables à une multitude d'espèces sessiles et vagiles. De plus, il est typique que ce type d'habitat ne soit pas dominé par une ou deux espèces mais par une mosaïque d'espèces. En effet, plusieurs espèces d'éponges telle que *Dysidea fragilis*, *Halichondria sp.*, *Myxilla sp.*, d'hydriaires telle que *Halecium halecium*, *Sertularia cupressina*, *Tubularia indivisa* ou encore des bryozoaires telle que *Flustra foliacea* sont inventoriées. En termes d'abondance, on peut remarquer la prédominance de l'ophiure *Ophiothrix fragilis*.

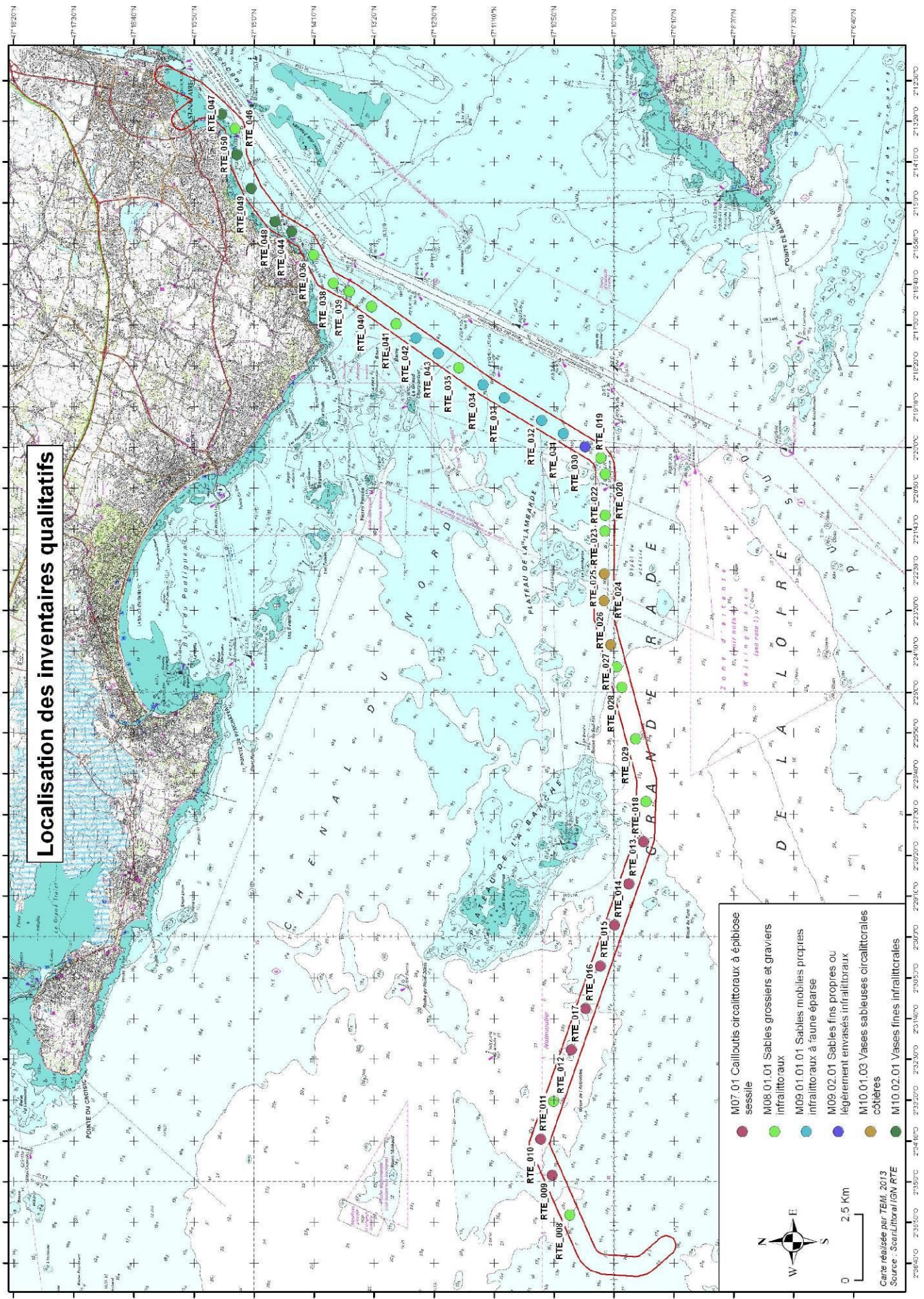
Les codes MNHN sont : M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et *Ophiothrix fragilis* (Figure 39).



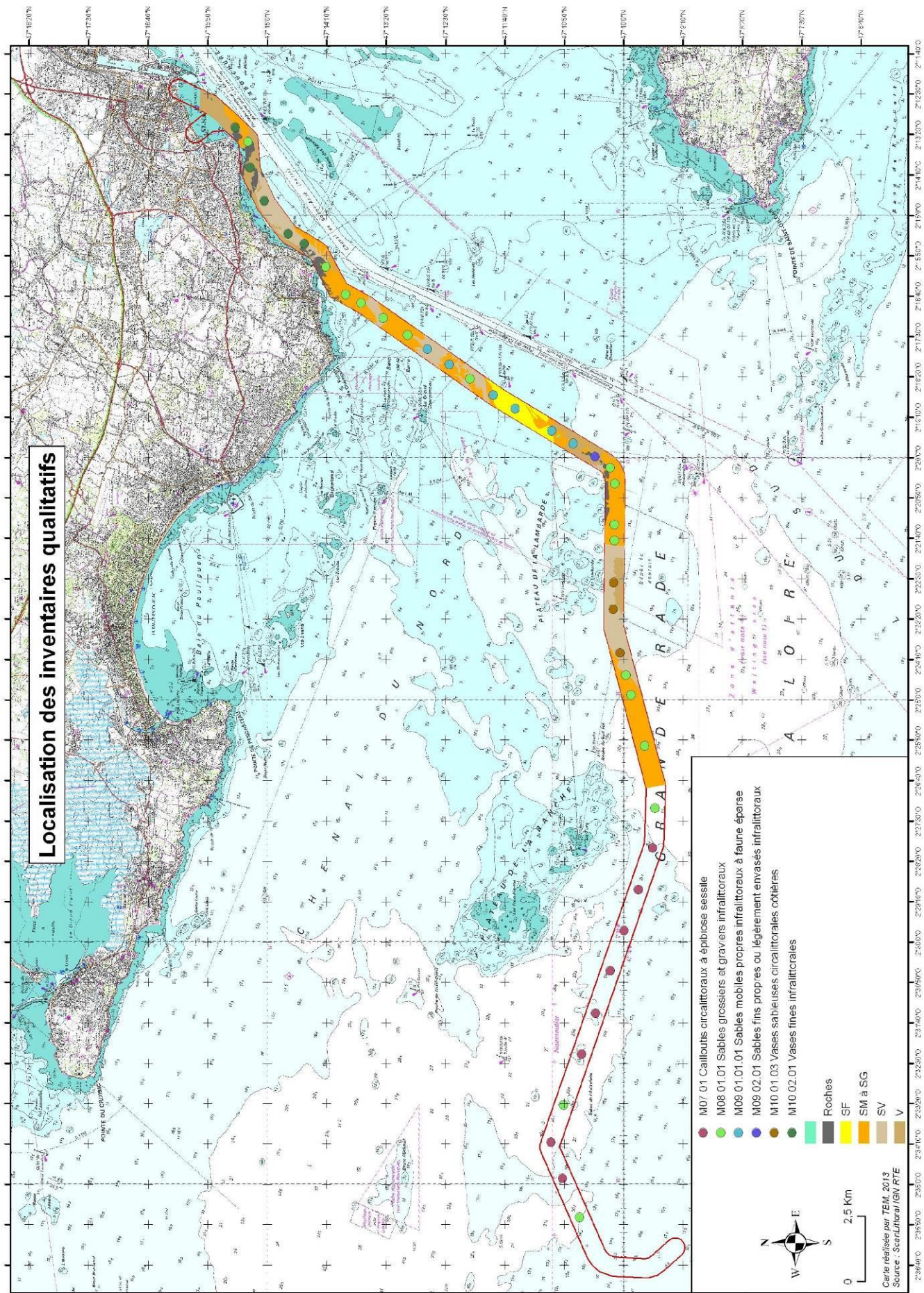
*Figure 39 : Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et *Ophiothrix fragilis**

3.3.2 CARTE D'HABITAT

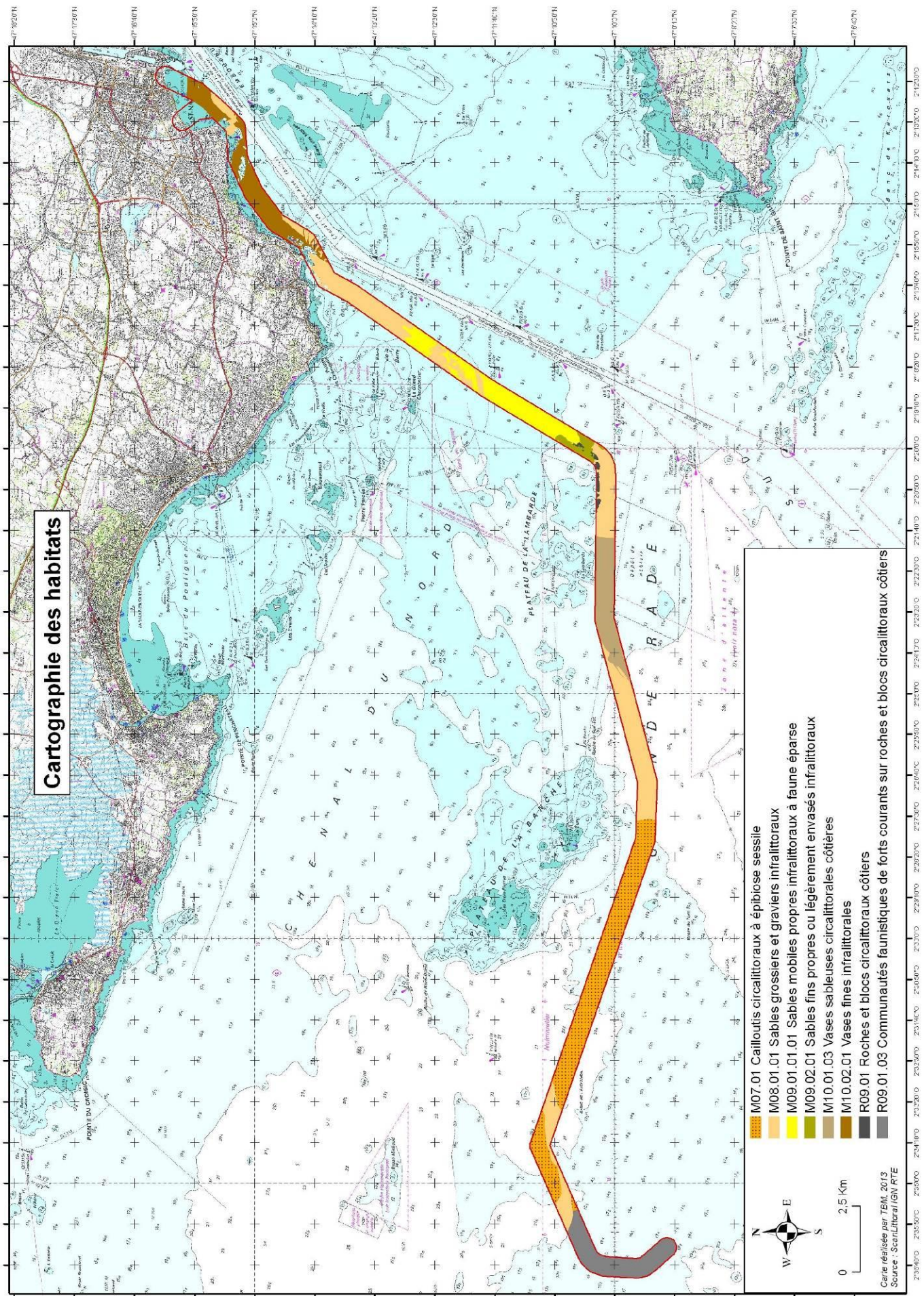
Sur le site d'étude, la déclinaison des habitats en niveau 2 est toujours possible par contre pour le niveau 3 ce n'est pas le cas pour les galets et cailloutis. Les cartes 29, 30 et 31 illustrent la cartographie des habitats marins inventoriés avec la typologie MNHN (Michez et al., 2013). Ces cartes indiquent les différentes étapes avant l'obtention de la carte globale. La carte 29 représente les données nouvelles acquises dans le cadre de cette étude. Pour le reste de la carte globale, nous avons utilisé pour cette réalisation d'autres sources comme la carte sédimentaire obtenue au sonar par GEOXYZ en 2011 et 2013 (Carte 30). Enfin, la carte 31 synthétise les données acquises et les extrapolations et indique la carte des habitats du fuseau de raccordement.



Carte 29 : Carte des habitats benthiques pour les stations échantillonnées en 2013.



Carte 30 : Carte des habitats benthiques pour les stations échantillonnées en 2013 et carte sédimentaire 2013 (Données GEOXYZ).



Carte 31 : Carte des habitats benthiques 2013.

La figure 40 illustre la répartition des habitats déclinés au niveau 2 et 3 de la typologie du MNHN et le tableau 18 indique les surfaces respectives de ce niveau.

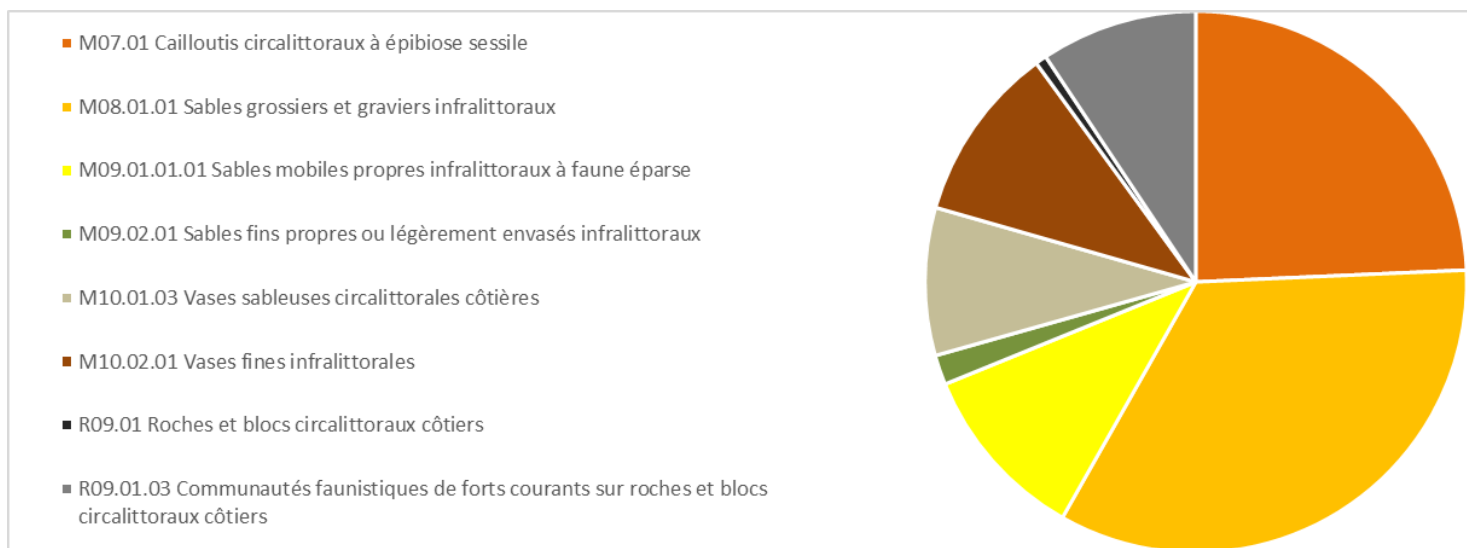


Figure 40 : Répartition des groupes d'habitats sur le fuseau de raccordement

Tableau 18: Surfaces (ha) pour les habitats selon la typologie MNHN (Michez et al., 2013) sur le fuseau de raccordement.

	Surfaces dans le fuseau (ha)	Pourcentage
M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile	458,99	24,30%
M08.01.01 Sables grossiers et graviers infralittoraux	640,25	33,90%
M09.01.01.01 Sables mobiles propres infralittoraux à faune épars	201,01	10,64%
M09.02.01 Sables fins propres ou légèrement envasés infralittoraux	33,55	1,78%
M10.01.03 Vases sableuses circalittorales côtières	166,62	8,82%
M10.02.01 Vases fines infralittorales	198,96	10,53%
R09.01 Roches et blocs circalittoraux côtiers	12,64	0,67%
R09.01.03 Communautés faunistiques de forts courants sur roches et blocs circalittoraux côtiers	176,73	9,36%
Surface totale	1888,75	

Les habitats meubles sont largement majoritaires sur le fuseau et les habitats dominants sont :

- M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile
- M08.01.01 Sables grossiers et graviers infralittoraux

Les substrats rocheux sont localisés sur le banc de Guérande et sont peu présents sur le reste du fuseau. Ainsi, 180 ha de substrat rocheux sont observés sur le banc de Guérande.

4. Enjeux et conclusions

Cette étude a porté sur la caractérisation des habitats et de la faune associée sur le fuseau de raccordement. De plus, des stations « références » à l'extérieur du fuseau ont été investiguées. Ainsi, l'ensemble de la zone d'étude est constituée de deux ensembles sédimentaires: les substrats meubles et les substrats rocheux. L'approche cartographique en combinant des moyens de prospection par vidéo, des prélèvements et des observations biologiques pour caractériser les peuplements macrobenthiques montre que 1) le site est dominé par les substrats meubles, que 2) les substrats rocheux sont localisés sur le banc de Guérande, qu'à 3) certains endroits des dégradations du milieu sont observés en lien avec un enrichissement en matière organique. Les stations dégradées sont situées en sortie de l'estuaire de la Loire et à proximité de la zone d'immersion de la Lambarde.

Les substrats meubles

Ils sont bien représentés par principalement des sédiments grossiers et des galets cailloutis. Ces habitats représentent 58% de la surface de la zone projet. Les sédiments vaseux sont également bien présents (20%). Ces sédiments sont localisés dans l'estuaire de la Loire et à proximité de la zone d'immersion de la Lambarde. Le sédiment apparaît propre et la qualité du milieu est qualifiée de bonne sur la majorité du fuseau. En effet, l'analyse sur les cortèges d'espèces indique des espèces révélatrices d'un enrichissement en matière organique anormal dans les sédiments vaseux. Ceci est corroboré par l'ensemble des analyses physico-chimiques.

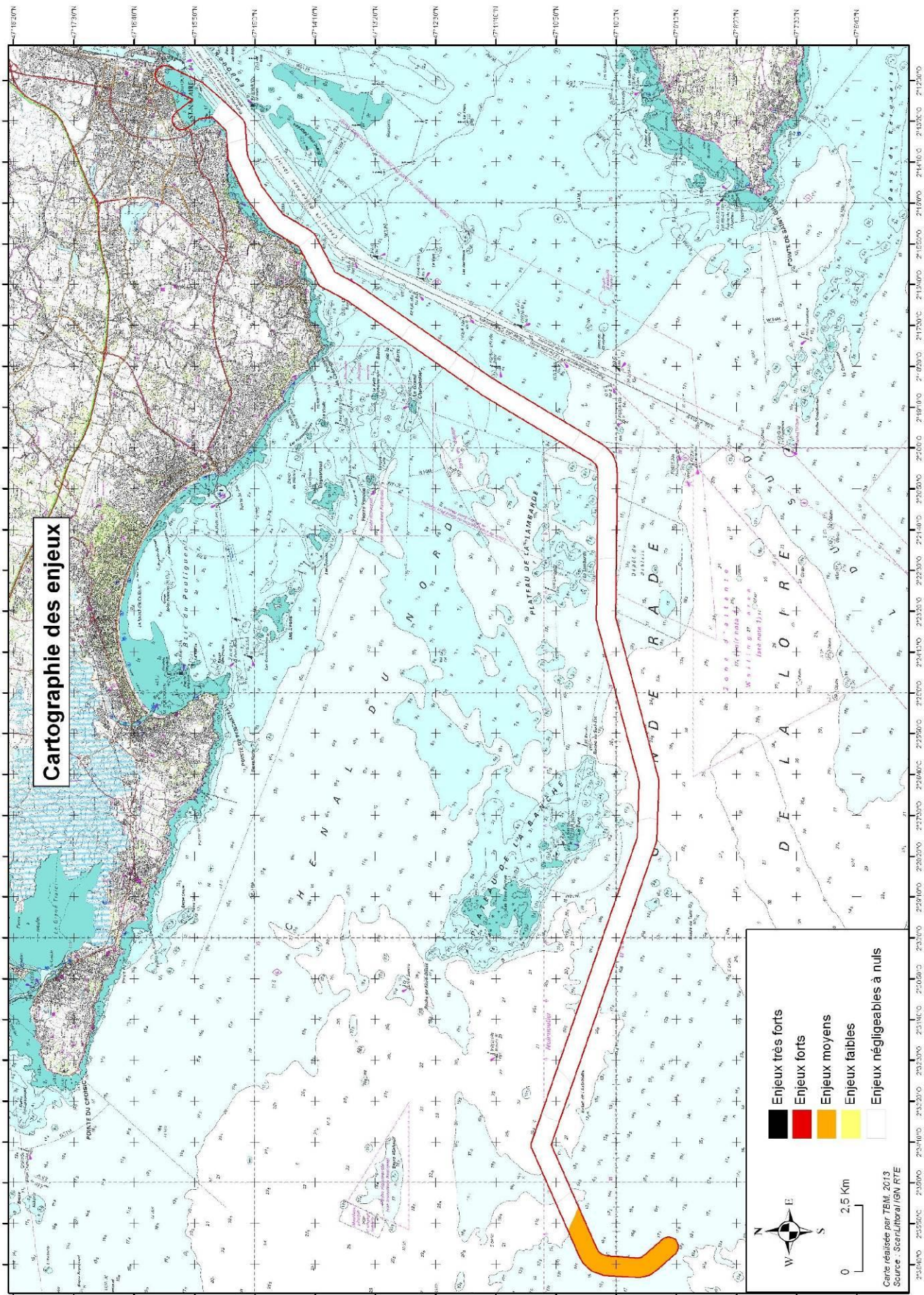
Le substrat rocheux subtidale

Il couvre 10 % de la zone projet et est composé de deux habitats. L'habitat qui est le mieux représenté est celui des communautés faunistiques de forts courants. Cet habitat circalittoral est riche et homogène. Ainsi, les habitats rocheux et les faciès observés sur la zone d'étude témoignent de l'influence de forts courants, de la turbidité et des dépôts sédimentaires. En effet, l'influence de la Loire se visualise par la présence d'espèces et de faciès de milieux turbides avec un hydrodynamisme important (*Cliona celata*, *Alcyonium digitatum*, etc.).

Le tableau 19 et la carte 32 illustrent les enjeux sur la zone d'étude en se basant sur l'état initial. Les habitats rocheux ont un enjeu moyen du fait de leur rareté sur le site et de leur valeur écologique. Les habitats meubles en revanche ont des enjeux négligeables à nuls. De plus, à de certains endroits des dégradations du milieu sont observées à cause de la présence d'une zone d'immersion et à cause de l'influence de la Loire.

Tableau 19: Habitats et enjeux

Habitats	Approche état de conservation	Rareté locale (zone de projet)	Rareté biogéographiques	Enjeux
M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile	Bon	Bien représenté	Localisé en Atlantique mais bien représenté en Manche	Négligeable
M08.01.02 Sables grossiers et graviers du circalittoraux côtiers	Bon	Bien représenté	Très bien représenté mais soumis à des pressions anthropiques	Négligeable
M09.01.01.01 Sables mobiles propres infralittoraux à faune éparse	Bon	Bien représenté	Bien représenté	Négligeable
M09.02.01 Sables fins propres ou légèrement envasés infralittoraux	Bon	Peu représenté	Bien représenté	Négligeable
M10.01.03 Vases sableuses circalittorales côtières	Mauvais	Bien représenté	Très bien représenté mais soumis à des pressions anthropiques	Négligeable
M10.02.01 Vases fines infralittorales	Mauvais	Bien représenté	Très bien représenté mais soumis à des pressions anthropiques	Négligeable
R09.01.03 Communautés faunistiques de forts courants sur roches et blocs circalittoraux côtiers	Moyen à bon, signe d'un hydrodynamisme important mais également d'une turbidité et de dépôt sédimentaire	Peu représenté	Bien représenté	Moyen



Carte 32 : Carte des enjeux.

5. Bibliographie

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

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

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.

CAHIERS D'HABITATS NATURA 2000 – 2004.- *Habitats côtiers*. La Documentation française. 399 pp.

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.

Commission Européenne, 1999.- Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne. EUR15/2. 132 pp.

Davies, C.E., Moss, D., Hill, M.O., 2004. EUNIS Habitat Classification Revised 2004. Report to the European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity, Paris for European Environment Agency, Copenhagen. October 2004. 307 pp. (<http://eunis.eea.eu.int/habitats.jsp>).

European Commission, 2007a.- Interpretation manual of European Union Habitats. EUR 27.144 pp.

European Commission, 2007b.- Guidelines for the establishment of the Natura 2000 network in the marine environment. Application of the Habitats and Birds Directives. 112 pp.

EUSeaMap 2010.- Preparatory action for development and assessment of a European broad scale seabed habitat map. EC Contract MARE/2008/07 (JNCC Eds). 223 pp.

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.

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

Michez et al., Typologie des habitats marins benthiques français de Manche, de Mer du Nord et d'Atlantique. Version 1. Rapport SPN 2013-9, MNHN, Paris, 32 pages.

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.

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

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

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

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

Typologie EUNIS version 102004 (European Environment Agency), 2004. 310 pp.

Typologie EUNIS version 2008.

Liste des figures

Figure 1: Tzigane 2	6
Figure 2 : Caméra sous-marine. (Cliché TBM).....	6
Figure 3 : Drague Rallier du Baty (Cliché TBM) et schéma descriptif de son mécanisme de fonctionnement (Trigui, 2009)	7
Figure 4 : Table de tri (Cliché TBM)	8
Figure 5: Benne Smith Mc-Intyre et benne Hamon (Cliché TBM)	8
Figure 6 : Protocole entrepris sur chaque station	10
Figure 7 : Quadrat, suceuse et transect.....	11
Figure 8 : Colonne de tamis (Cliché TBM).....	18
Figure 9 : Echantillons granulométriques à l'étuve (Cliché TBM).....	18
Figure 10 : Réplicats pour la Matière Organique (Cliché TBM)	20
Figure 11 : Modèle des indices biotiques (groupes écologiques notés en chiffres romains) (D'après Grall et Coïc, 2006).....	23
Figure 12 : 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 = les vases sableuses, en jaune = les sables fins à moyens et en Orange = les sédiments grossiers, selon les correspondances EUNIS Niveau 1.	28
Figure 13 : Exemples de sédiments observés (de gauche à droite et de haut en bas : galets et cailloutis, sédiments grossiers, sables fins à moyens et vases).	29
Figure 14 : Teneurs moyennes en matière organique.	31
Figure 15: Abondance et richesse spécifique (Drague Rallier du Baty, 30 litres de sédiment, tamisage sur 10 et 5 mm)	32
Figure 16: Abondance et richesse spécifique (Drague Rallier du Baty, 30 litres de sédiment, tamisage sur 10, 5 et 2 mm)	35
Figure 17 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les mailles de 10 et 5 mm et pour les mailles de 10, 5 et 2 mm	38
Figure 18 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les mailles de 10 et 5 mm et pour les mailles de 10, 5 et 2 mm.....	41
Figure 19 : CAH sur les données faunistiques des mailles de 10 et 5 mm transformées en présence-absence.....	44
Figure 20 : CAH sur les données faunistiques des mailles 10, 5 et 2 mm transformées en log (x + 1).....	45
Figure 21 : Richesse spécifique moyenne et Abondance moyenne (nb d'individus par m ²)... 46	46
Figure 22 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance	49
Figure 23 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique 49	49
Figure 24 : CAH sur les abondances transformées en log (x + 1)	52
Figure 25 : Richesse spécifique moyenne et Abondance moyenne (nb d'individus par m ²) par type d'habitat.....	53
Figure 26 : Groupes écologiques.....	70
Figure 27 : Recouvrement dans les quadrats de 0.1 m ²	73

Figure 28 : Richesse et abondance moyenne pour la faune vagile dans les quadrats (0,1 m ²)	74
Figure 29 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance	77
Figure 30 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique	77
Figure 31 : Nombre de pieds moyen de <i>Laminaria hyperborea</i> dans les trois transects de 20 mètres	80
Figure 32 : Nombre d'individus moyen appartenant aux échinodermes dénombré dans les transects de 20 mètres	81
Figure 33 : Pourcentage des différentes espèces d'échinodermes dénombré dans les transects de 20 mètres	81
Figure 34 : Laminaires denses.....	83
Figure 35 : Laminaires clairsemées.....	84
Figure 36 : Communautés faunistiques de forts courants sur roches et blocs circalittoraux côtiers	85
Figure 37 : Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins	86
Figure 38 : Sables grossiers et graviers du circalittoraux côtiers	87
Figure 39 : Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et <i>Ophiothrix fragilis</i>	88
Figure 40 : Répartition des groupes d'habitats sur le fuseau de raccordement.....	93

Liste des tableaux

Tableau 1: Echelles et dénominations granulométriques AFNOR (Chambley, 1995)	19
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).....	24
Tableau 3: Valeurs d'AMBI et état des communautés benthiques (selon Borja et al, 2000) ..	25
Tableau 4 : Résultats des analyses physico-chimiques des sédiments.....	55
Tableau 5 : Valeurs guides des niveaux 1 et 2 pour les métaux (mg/kg de sédiment sec) retenues par la France (Arrêté du 09/08/2006).....	57
Tableau 6 : Valeurs guides des niveaux 1 et 2 pour les congénères de polychlorobiphényles (mg/kg de sédiment sec) retenues par la France (Arrêté du 09/08/2006).	57
Tableau 7: Valeurs guides des niveaux 1 et 2 du TBT (mg/g sec) (Arrêté du 23/12/2009)	58
Tableau 8: Valeurs guides des niveaux 1 et 2 des HAP (mg/g sec) (Arrêté du 08/02/2013)...	58
Tableau 9 : Evaluation du risque en fonction du calcul du score de risque	59
Tableau 10 : Définition des classes ou indices de contamination pour les trois micropolluants exprimant la pollution organique (Alzieu, 2003).	61
Tableau 11 : Carbone Organique Total, Azote NTK, Phosphore et Pollution organique.....	63
Tableau 12 : Relations entre scores de risque et indices de pollution organique, permettant la reconnaissance des niveaux de dégradation du milieu.	64
Tableau 13: Synthèse des paramètres PO, Sr et évaluation de la qualité environnementale du milieu.....	64
Tableau 14 : Valeurs seuils définies par la grille de référence de SEQ eau pour les paramètres physico-chimiques étudiés	67
Tableau 15 : Résultats des analyses physicochimiques	68

Tableau 16 : NQE définies par la circulaire du 7 mai 2007 et CMA définies par la directive 2013/39/CE.....	69
Tableau 17: I2EC et AMBI.....	71
Tableau 18: Surfaces (ha) pour les habitats selon la typologie MNHN (Michez et al., 2013) sur le fuseau de raccordement.	94
Tableau 19: Habitats et enjeux.....	97

Liste des cartes

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude	5
Carte 2 : Plan d'échantillonnage inventaires vidéos sous-marines.	13
Carte 3 : Plan d'échantillonnage inventaires semi-quantitatifs (drague Rallier du Baty).....	15
Carte 4 : Localisation des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.	16
Carte 5 : Localisation des stations rocheuses.	17
Carte 6 : Localisation des prélèvements hydrologiques.....	21
Carte 7 : Carte des fractions sédimentaires.	30
Carte 8 : Carte des abondances pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10 et 5 mm.	33
Carte 9 : Carte des richesses spécifiques pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10 et 5 mm.	34
Carte 10 : Carte des abondances pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10, 5 et 2 mm.	36
Carte 11 : Carte des richesses spécifiques pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10, 5 et 2 mm.	37
Carte 12 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10 et 5 mm.	39
Carte 13 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10, 5 et 2 mm.	40
Carte 14 : Proportions des différents groupes zoologique en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty pour les mailles de 10 et 5 mm.....	42
Carte 15 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty pour les mailles de 10, 5 et 2 mm.....	43
Carte 16 : Richesse moyenne pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.	47
Carte 17 : Abondance moyenne pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.	48
Carte 18 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.	50
Carte 19 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.	51
Carte 20 : Carte des fractions sédimentaires	56
Carte 21 : Scores de risques.	60
Carte 22 : Pollution organique.	62
Carte 23 : Niveaux de dégradation environnementale.	66
Carte 24 : Groupes écologiques des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.	72
Carte 25 : Abondance moyenne pour les prélèvements à la suceuse.	75

Carte 26 : Richesse spécifique moyenne pour les prélèvements à la suceuse.....	76
Carte 27 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la suceuse.	78
Carte 28 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la suceuse.....	79
Carte 29 : Carte des habitats benthiques pour les stations échantillonnées en 2013.....	90
Carte 30 : Carte des habitats benthiques pour les stations échantillonnées en 2013 et carte sédimentaire 2013 (Données GEOXYZ)	91
Carte 31 : Carte des habitats benthiques 2013.	92
Carte 32 : Carte des enjeux.	98