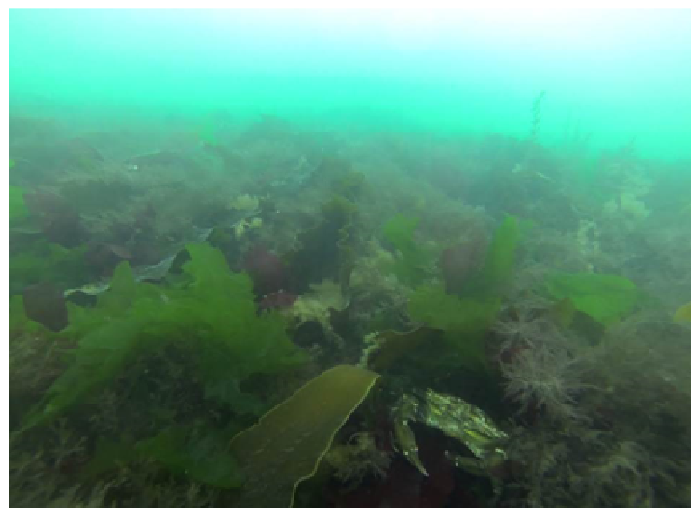


Réalisation d'études du milieu marin  
nécessaires à l'Etude d'impact  
« Raccordement du parc éolien en mer du  
Calvados»

Inventaires subtidaux meubles



# SOMMAIRE

1. Introduction .....	3
2. Acquisitions et analyse des données .....	4
2.1 Outils et techniques mis en œuvre .....	4
2.1.1 Moyens nautiques .....	4
2.1.2 Outils d'imagerie vidéo.....	4
2.1.3 Engins de prélèvements sédimentaires et biologiques.....	5
2.1.4 Inventaires en plongée .....	7
2.2 Stratégie d'acquisition des données.....	9
2.2.1 Stratégie .....	9
2.2.2 Echantillonnage vidéo.....	9
2.2.3 Echantillonnage sédimentaire .....	10
2.2.4 Echantillonnage rocheux.....	10
2.3 Analyses sédimentaires et biologiques .....	13
2.3.1 Granulométrie, Matière organique.....	13
2.3.2 Tri et détermination.....	15
2.3.3 Traitement des données.....	15
2.3.4 Typologie des Habitats .....	19
3. Résultats .....	21
3.1 Substrats meubles .....	21
3.1.1 Caractéristiques granulométriques des stations échantillonnées .....	21
3.1.2. Stations qualitatives .....	24
3.1.3. Stations quantitatives .....	25
3.2 Substrats rocheux.....	35
3.2.1 Quadrats .....	35
3.2.2 Transects .....	40
3.3 Habitats inventoriés et espèces .....	41
4. Enjeux et conclusions.....	45
5. Bibliographie.....	47

## **1. Introduction**

Dans le cadre du projet d'implantation d'un parc éolien en mer du Calvados, une étude sur le raccordement est nécessaire. 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 un complément afin 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. 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.

## 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 le 27 mars 2014 depuis le port de Saint Vaast la Hougue, à bord du navire « CERES ». Le Compte rendu de mission est en Annexe 1.

*Figure 1: CERES*



Les campagnes « plongées » se sont déroulées le 11 avril 2014 depuis le port de Cabourg, à bord d'un zodiac Pro de 6 m, équipé d'un moteur de 90 cv (Figure 2). Le Compte rendu de mission est indiqué en Annexe 2.

*Figure 2: Zodiac et équipement*

#### 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 3). 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). De plus, lors des plongées, des films ont été réalisés avec une GoPro. Les films sont également sauvegardés.



Figure 3 : 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 qualitatives pour étudier la granulométrie et apprécier l'habitat présent. Ces stations permettent donc de préciser l'habitat le long du fuseau. 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 4)

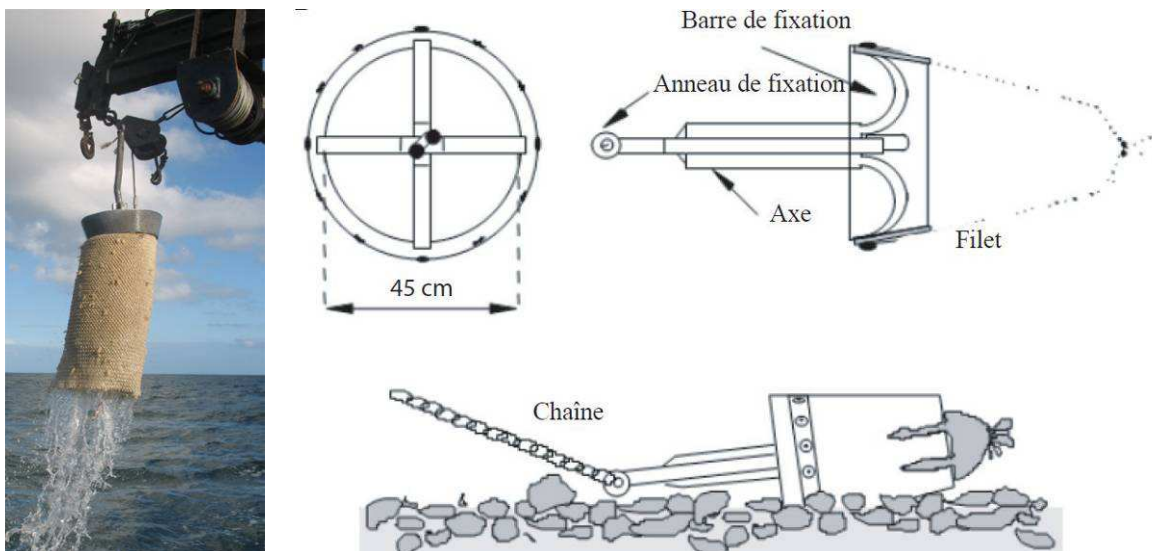
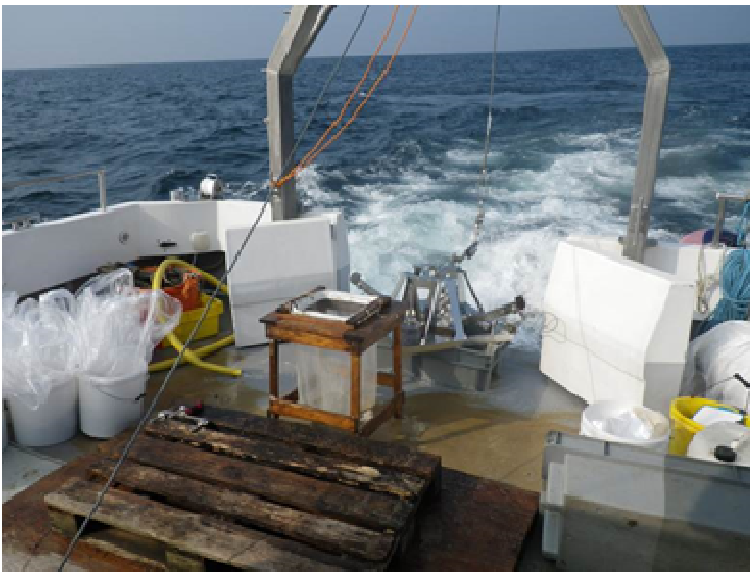


Figure 4 : Drague Rallier du Baty (Cliché TBM) et schéma descriptif de son mécanisme de fonctionnement (Trigui, 2009)

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.

- Données quantitatives : Benne Day (Figure 5)



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

*Figure 5: Benne Day et tamis (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 répliqués ont été réalisés :

- trois pour déterminer et caractériser la faune benthique,
- un pour l'analyse granulométrique et des analyses physico-chimiques.

Chaque réplicat, 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 fixation des échantillons est assurée par une solution formolée (solution d'eau de mer à 6-8 % de formol).

#### 2.1.4 INVENTAIRES EN PLONGEE

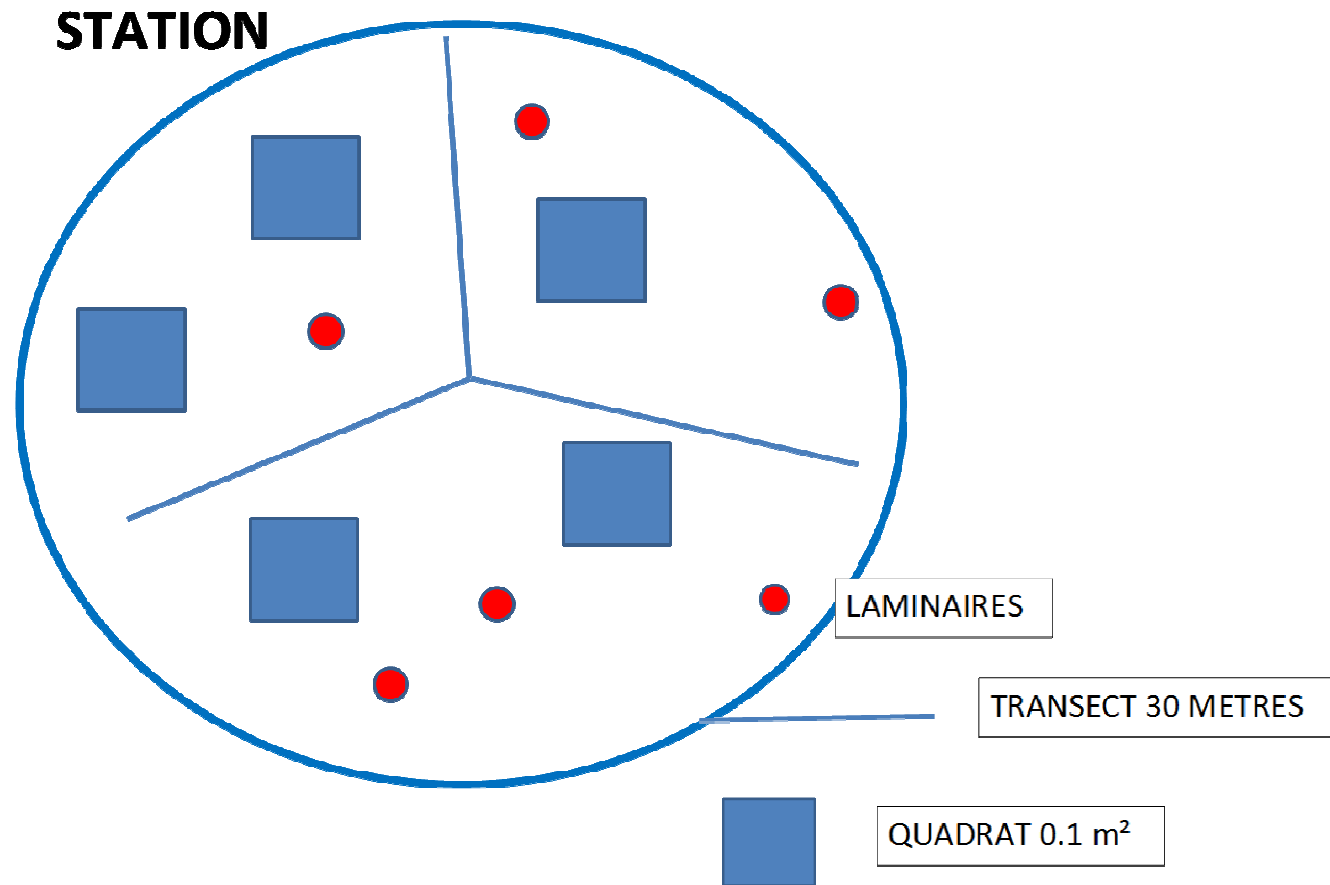
Pour les sessions de plongées, nous avons mis en œuvre les moyens techniques et humains nécessaires à la réalisation de cette mission (trois plongeurs scientifiques, une personne titulaire du permis côtier, des moyens nautiques adaptés, matériels, etc.). Les investigations ont été entreprises par TBM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

- informer les cartes d'habitats
- 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 m<sup>2</sup> (Figures 6 et 7) sont prélevés à la suceuse (Figure 7),
- 3 transects de 20 m (Figures 6 et 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.

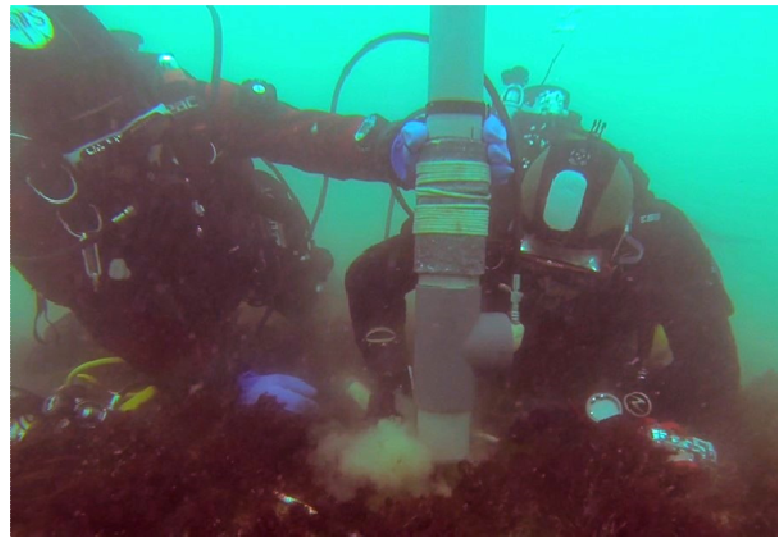


*Figure 6 : Protocole entrepris sur chaque station*

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 et suceuse*

## 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, plusieurs types d'observations ont été entrepris : échantillonnage par vidéos, échantillonnage sédimentaire qualitatif et quantitatif et échantillonnage rocheux.

### 2.2.2 ECHANTILLONNAGE VIDEO

Les protections caméra sous-marine ont été réalisées sur une seule station du transect 7. En effet, le jour de la mission, la turbidité de l'eau plus à la côte n'a pas permis l'acquisition de vidéos satisfaisantes.

### 2.2.3 ECHANTILLONNAGE SEDIMENTAIRE

#### 2.2.3.1 Stations qualitatives

Le positionnement des stations qualitatives a été fait en sorte de renseigner les habitats tout au long du fuseau. 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 8 stations notées R1 à R8 (Carte 3) sur lesquelles des prélèvements à la drague Rallier du Baty ont été faits.

#### 2.2.3.2 Stations quantitatives

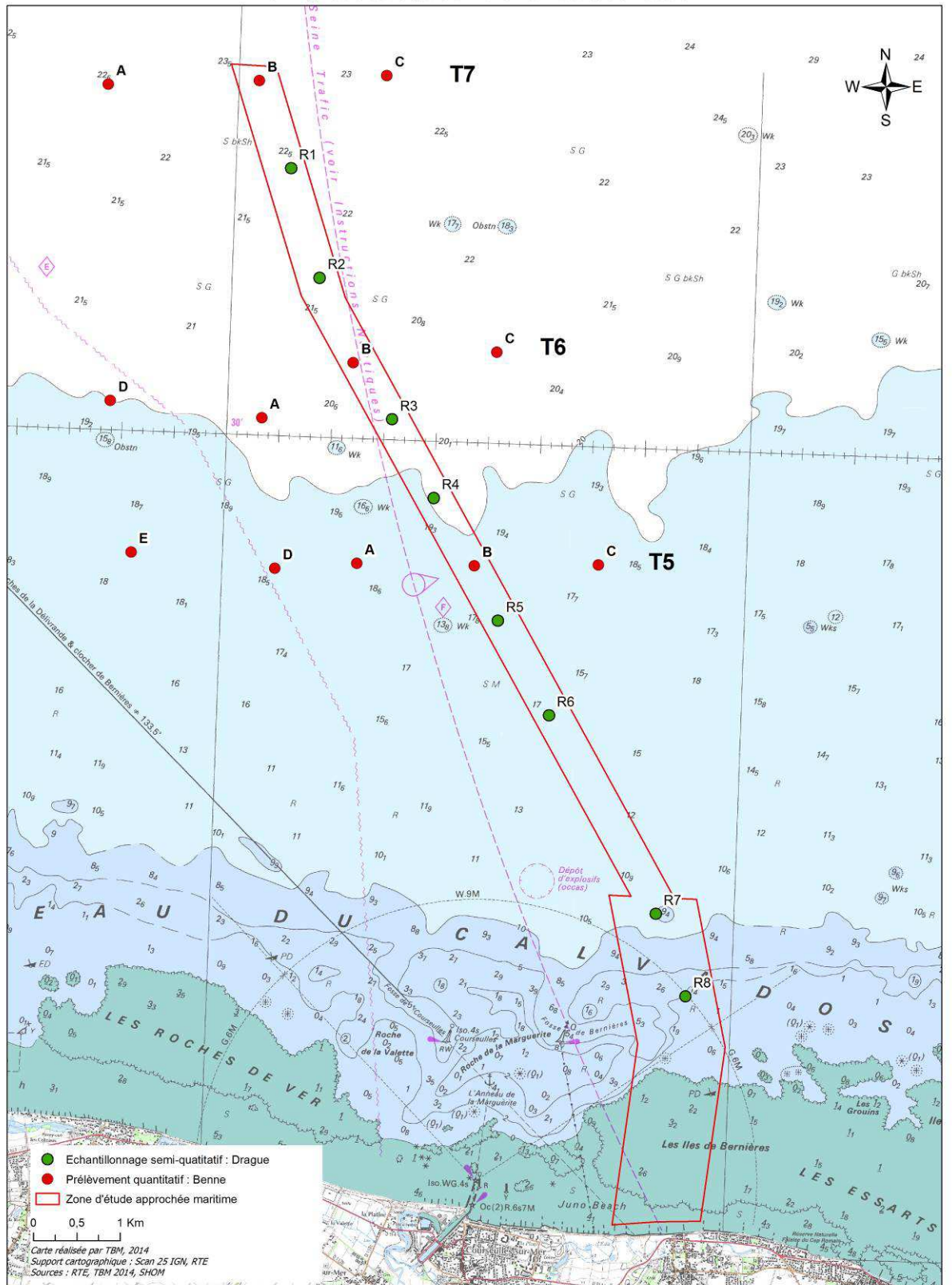
Les stations quantitatives sédimentaires déjà prospectées en 2013 ont été choisies. 12 stations ont fait l'objet de prélèvements quantitatifs, à raison de quatre répliqués par station (Carte 1) : trois sont positionnées sur le fuseau et les autres servent de « référence ». Pour le choix des stations de référence, des transects ont été faits.

### 2.2.4 ECHANTILLONNAGE ROCHEUX

Deux stations ont été échantillonnées à la suceuse I1 et R1 (Carte 2). Deux autres stations ont été prospectées pour réaliser des photographies et des vidéos pour renseigner les habitats présents.

# Plan d'échantillonnage de la campagne 2014

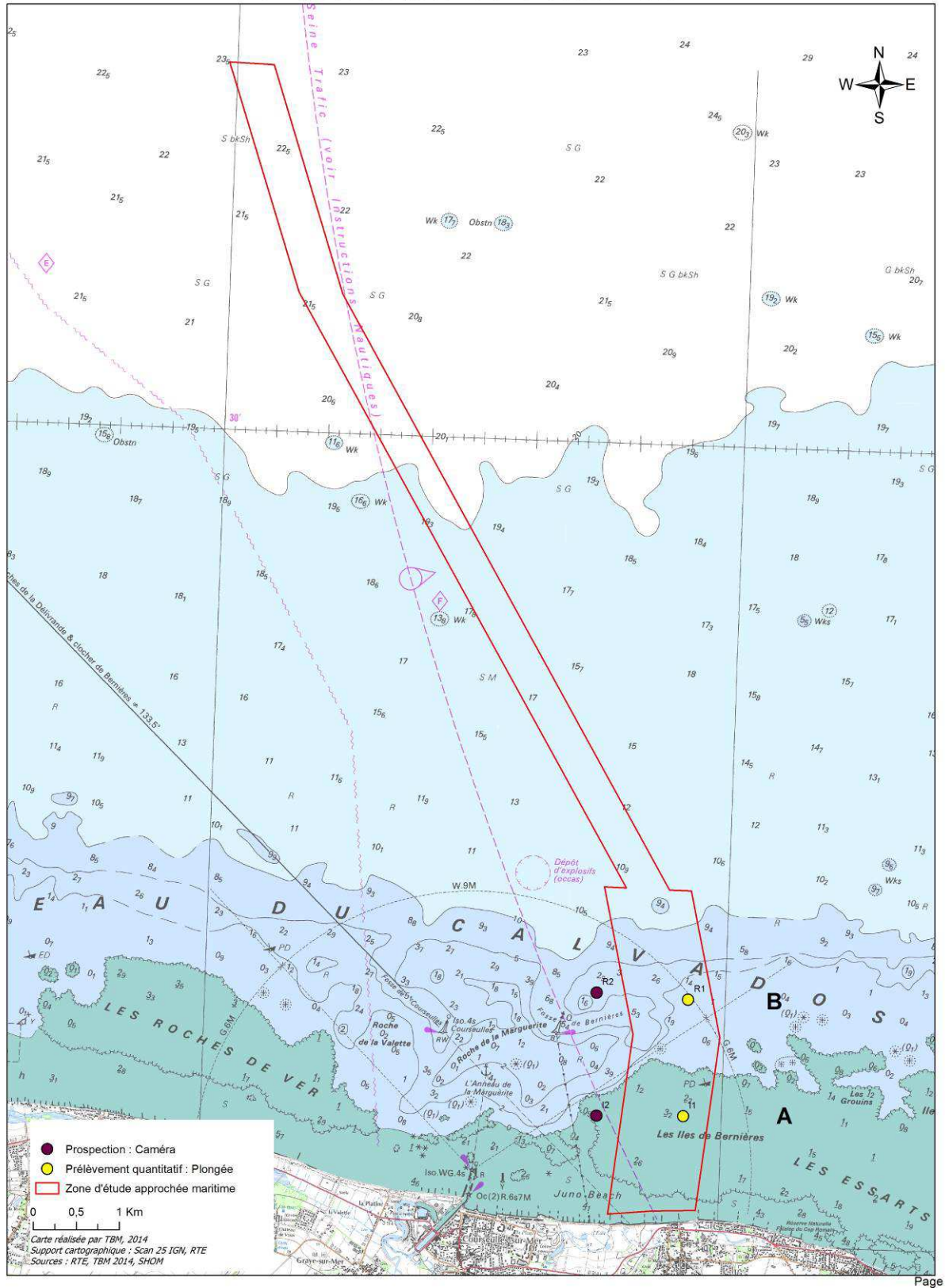
Vision globale de la partie maritime - Substrat Meuble -



Carte 1 : Plan d'échantillonnage inventaires meubles.

# Plan d'échantillonnage de la campagne 2014

Vision globale de la partie maritime - Substrat Rocheux -



Page

Carte 2 : Localisation des stations rocheuses.

## 2.3 Analyses sédimentaires et biologiques

### 2.3.1 GRANULOMÉTRIE, MATIÈRE ORGANIQUE



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  $\mu\text{m}$ , 500  $\mu\text{m}$ , 355  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , 180  $\mu\text{m}$ , 125  $\mu\text{m}$ , 90  $\mu\text{m}$ , 63  $\mu\text{m}$  et 45  $\mu\text{m}$ . 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  $\mu\text{m}$  : le sédiment, pesé à la sortie de l'étuve, est passé sur un tamis de 45  $\mu\text{m}$ . 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.

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

1) de calculer les pourcentages des cinq fractions granulométriques majeures, à savoir les galets, cailloutis et graviers (i.e.  $\geq 2$  mm), les sables grossiers ( $[500 \mu\text{m} \text{ à } 2 \text{ mm}[$  ), les sables moyens ( $[250-500 \mu\text{m} [$  ), les sables fins ( $[63-250 \mu\text{m} [$  ) et les vases (i.e.  $< 63 \mu\text{m}$ ).

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  $\mu\text{m}$ ) et l'indice de classement ( $\sigma$ ). La médiane fournit une mesure de la tendance centrale de la distribution des différentes fractions qui composent un sédiment. L'indice de classement ou de tri, quant à lui, renseigne sur le degré d'homogénéité de la taille des particules d'un sédiment.

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

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

### 2.3.2 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).

### 2.3.3 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 Day.

L'objectif du calcul de ce type d'indice est d'estimer l'état de santé du milieu et ses modifications éventuelles grâce à des groupes d'espèces dont la présence 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 10 ci-dessous illustre l'évolution des groupes écologiques en fonction d'une perturbation croissante liée à un enrichissement en matière organique.

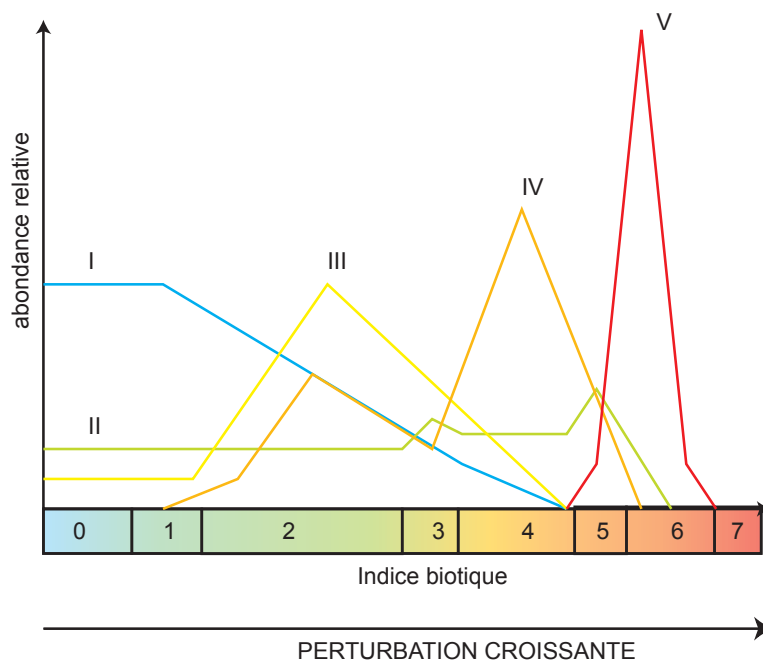


Figure 10 : Modèle des indices biotiques (groupes écologiques notés en chiffres romains) (D'après Grall et Coïc, 2006).

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 1) 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 1 : 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 2: 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 2). 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<sup>®</sup> (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.

#### 2.3.4 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 3. Le diagramme triangulaire de Sheppard illustre une certaine hétérogénéité dans les échantillons (Figure 11). Cependant, une homogénéité sédimentaire est mise en évidence. En effet, les échantillons sont majoritairement des graviers sableux. La figure 12 illustre quelques sédiments échantillonnés et la carte 3 illustre cette homogénéité de la zone d'étude.

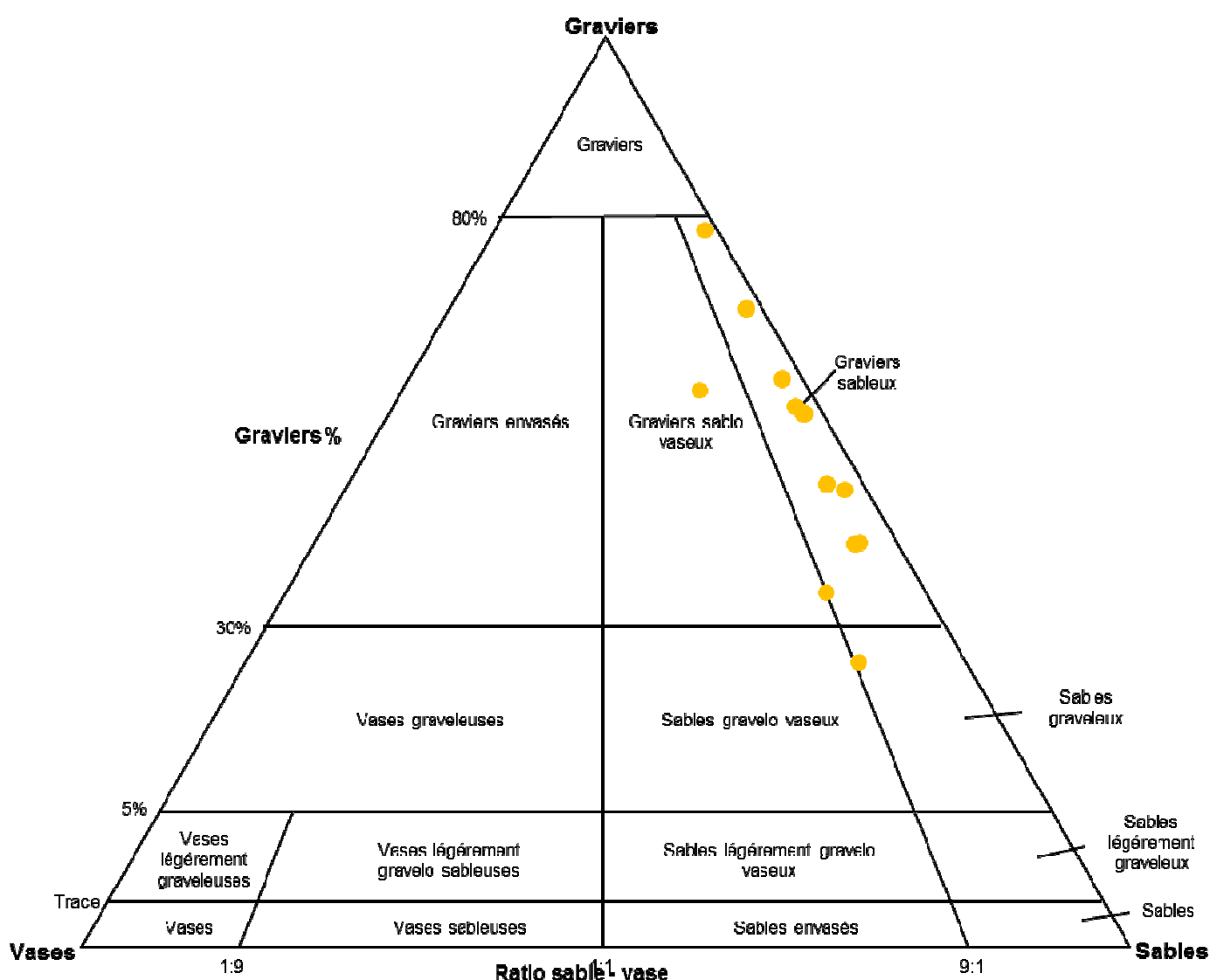


Figure 11 : Représentation graphique des stations échantillonnées selon le diagramme de Sheppard réalisé sur la base de trois systèmes de coordonnées granulométriques : les graviers (> 2mm), les sables (0,063 – 2 mm) et les vases (< 0,063 mm). En Orange = les sédiments grossiers, selon les correspondances EUNIS Niveau 1.



*Figure 12 : Exemples de sédiments observés.*



### 3.1.2. STATIONS QUALITATIVES

8 stations ont été prospectées au moyen de la drague Rallier du Baty. La figure 13 illustre quelques exemples de sédiments obtenus. Ils sont de nature similaire à ceux obtenus à la benne. Ceci confirme l'homogénéité sédimentaire de la zone d'étude. Néanmoins, dès que l'on se rapproche de la côte, des habitats rocheux sont observés comme aux stations R7 et R8 (Figure 13).



*Figure 13 : Exemples de prélèvements à la drague observés.*

### 3.1.3. STATIONS QUANTITATIVES

Un total de 12 stations quantitatives a été échantillonné à la benne Day. L'annexe 3 illustre les stations et l'annexe 4 correspond au tableau de données.

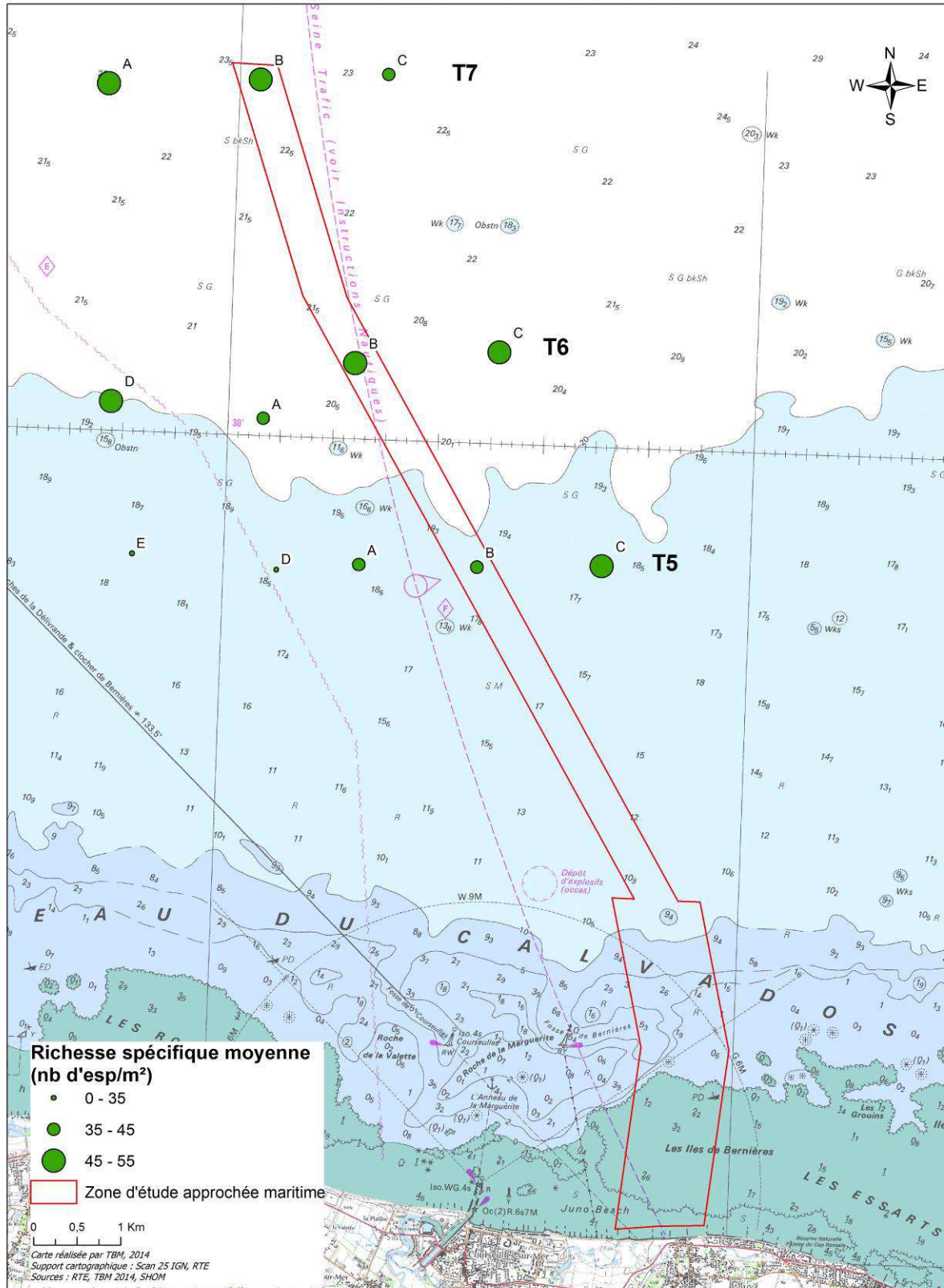
#### 3.1.4.1. Paramètres structuraux et groupes taxonomiques de la macrofaune

Sur l'ensemble des échantillons analysés, 4457 individus ont été dénombrés et 235 taxons ont été identifiés (Annexe 4).



Figure 14 : Richesse spécifique moyenne, Richesse spécifique totale et Abondance moyenne (nb d'individus par m<sup>2</sup>)

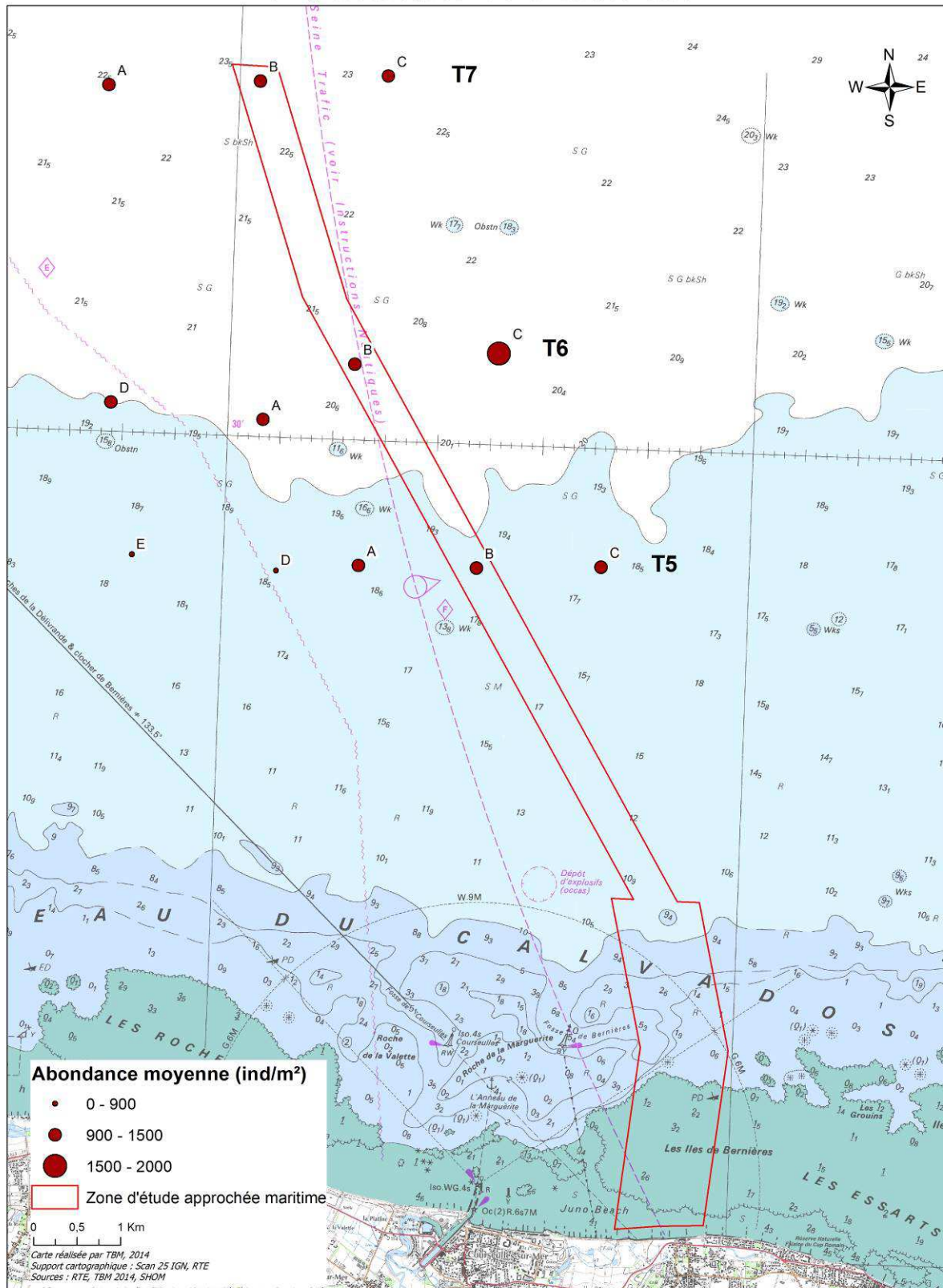
La richesse spécifique moyenne est comprise entre 32,3 et 55 espèces (Figure 14, carte 4). La valeur minimale est observée sur la station T5E et la valeur maximale sur la station T5C. Les richesses totales varient entre 67 et 102 espèces sur l'ensemble des stations pour un total de 235 espèces observées. Les minima sont obtenus sur la station T5D et les maxima sur les stations T5C et T7A. Les abondances moyennes varient de 710 individus par m<sup>2</sup> à 1973 individus par m<sup>2</sup> pour les stations (Figure 14, carte 5). Ainsi, des variabilités, entre les stations mais également à l'intérieur des stations, sont observées.



Carte 4 : Richesse moyenne pour les prélèvements à la benne Day.

# Abondances moyennes - Campagne 2014 -

Vision globale de la partie maritime - Substrat Meuble -



Carte 5 : Abondance moyenne pour les prélèvements à la benne Day.

L'analyse des groupes taxonomiques en termes d'abondance (Figure 15, carte 6) révèle une composition taxonomique assez semblable avec la dominance des polychètes. Les pourcentages des mollusques et des crustacés sont similaires (entre 10 et 20%). Les autres groupes taxonomiques présentent des pourcentages négligeables.

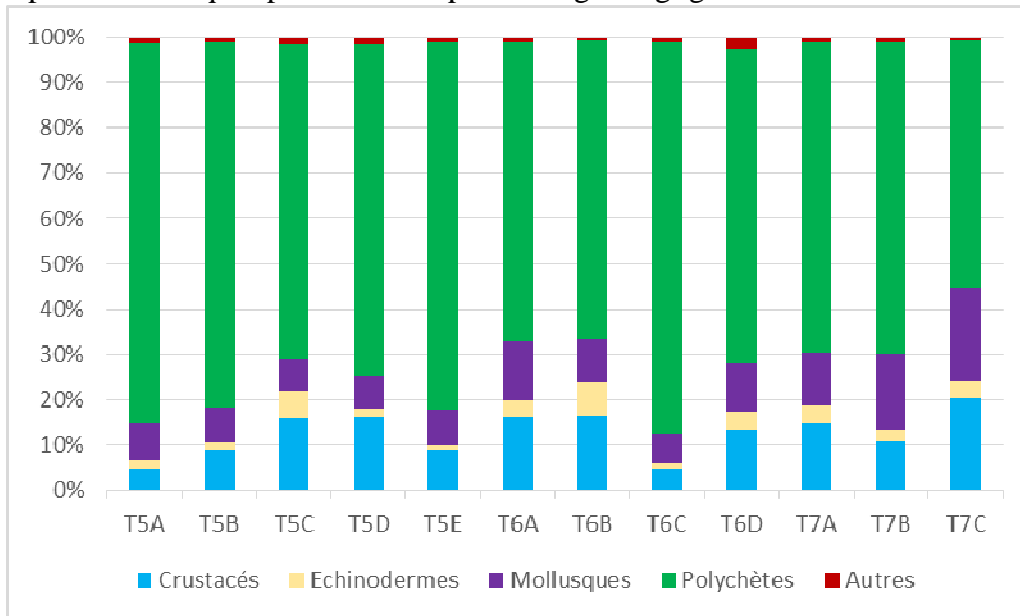


Figure 15 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance

Les proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique illustrent la plus grande diversité des polychètes (Figure 16, carte 7) par rapport aux autres groupes comme les crustacés et les mollusques. On peut signaler la présence d'espèce de l'épifaune sessile. En effet, ces espèces viennent se fixer sur les galets et cailloutis.

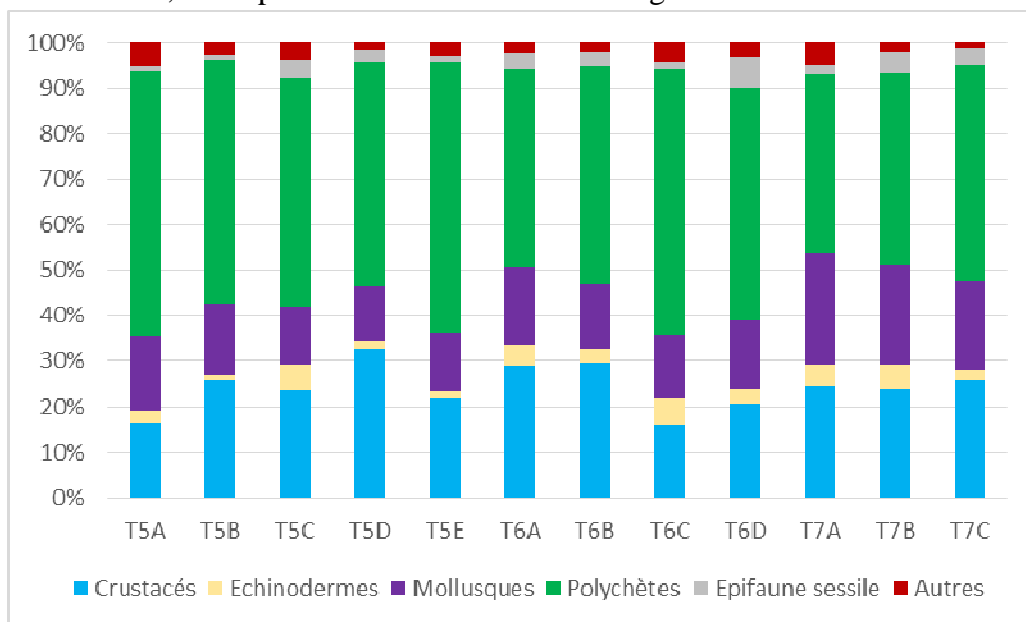
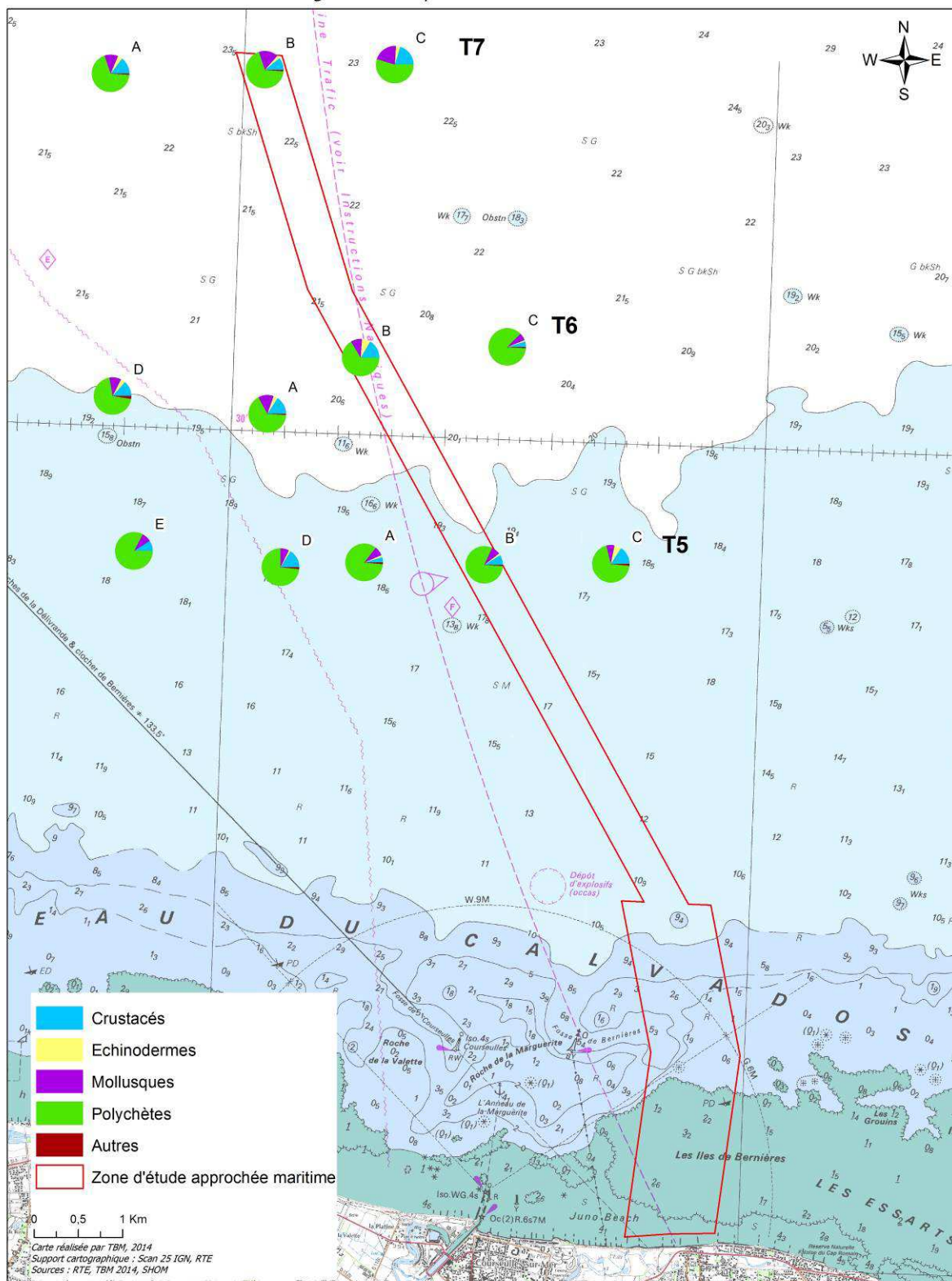


Figure 16 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique

# Proportion des différents groupes taxonomiques en termes d'abondance - Campagne 2014 -

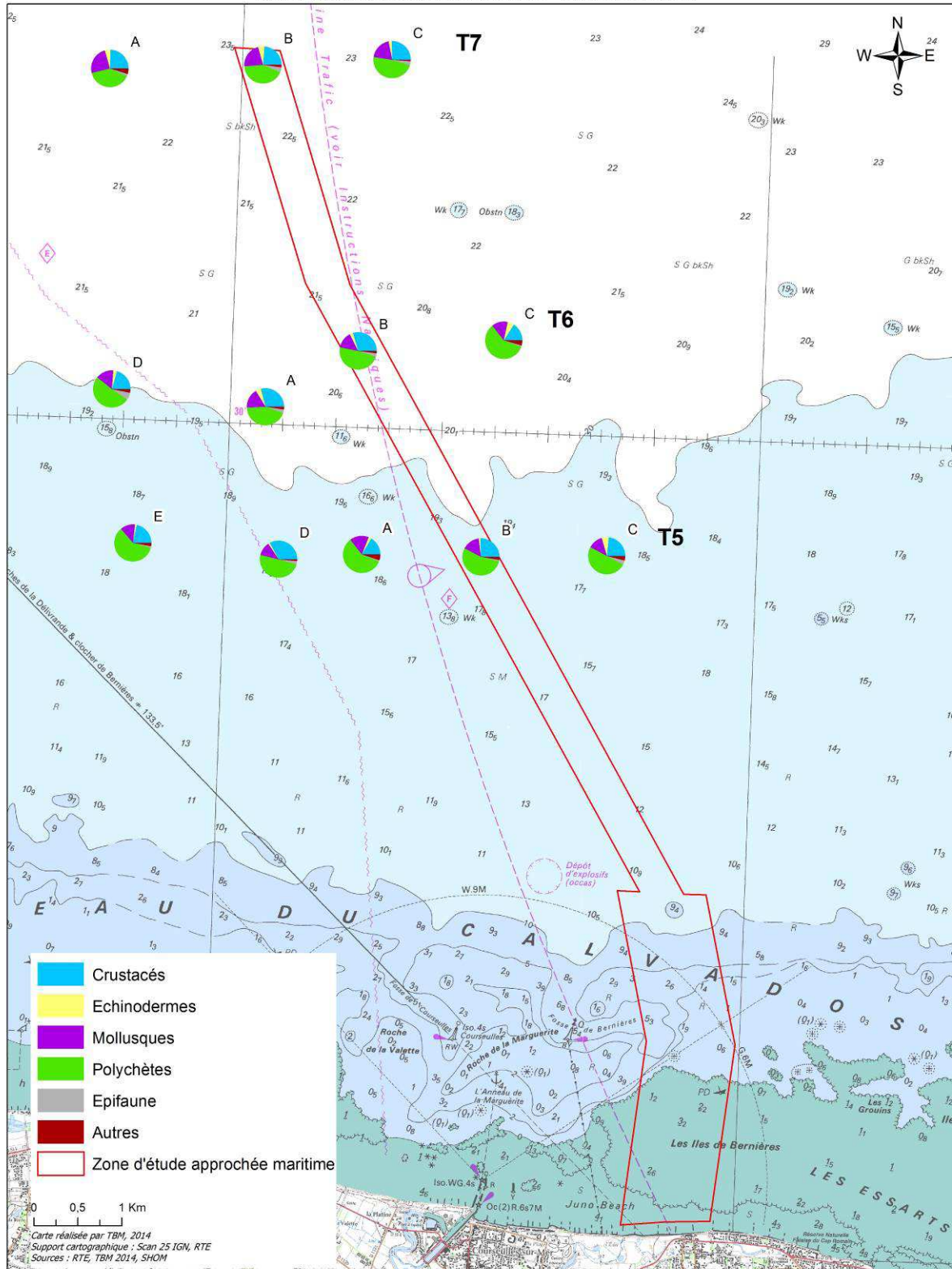
Vision globale de la partie maritime - Substrat Meuble -



Carte 6 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la benne Day.

# Proportion des différents groupes taxonomiques en termes de richesse spécifique - Campagne 2014 -

Vision globale de la partie maritime - Substrat Meuble -



**Carte 7 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la benne Day.**

À l'aide de la CAH (figure 17), il est possible de réaliser des 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.

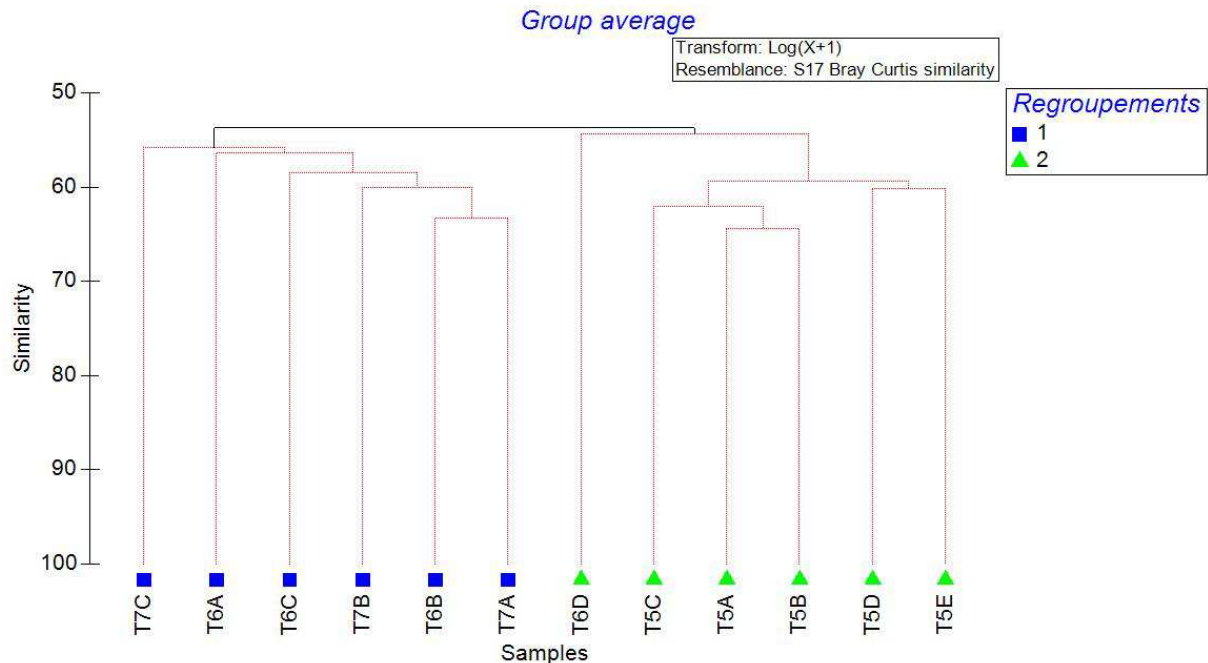


Figure 17 : CAH sur les abondances totales transformées en  $\log(x + 1)$

Ces analyses indiquent une grande similarité entre les stations et isolent deux groupes statistiquement homogènes (test de SIMPROF). Le premier groupe contient six stations, les trois du transect 7 et trois stations du transect 6. Le deuxième groupe de stations regroupe les stations du transect 5 et une station du transect 6.

Les espèces dominantes et discriminantes pour le premier groupe sont des polychètes comme *Lumbrineris latreilli*, *Pholoe inornata*, *Terebellides stroemi* et *Ampharete acutifrons* (procédure SIMPER). Ainsi, le cortège des espèces est caractéristique des sables grossiers et graviers sublittoraux. Les deux espèces les plus caractéristiques du deuxième assemblage sont la polychète *Glycera lapidum* et le mollusque *Leptochiton cancellatus*. Les espèces caractéristiques du premier groupe sont également présentes.

Les différences entre ces deux assemblages sont faibles et illustre la variabilité spatiale d'un même habitat.

### 3.1.4.2 I2EC et AMBI

La figure 18 et la carte 8 détaillent les pourcentages des groupes écologiques. Les stations sont dominées par des espèces des groupes écologiques II (Figure 18). La présence d'espèces du groupe écologique III et IV est à remarquer sur toutes les stations. Enfin, des espèces du groupe écologique V ont été inventoriées sur quatre stations. Les résultats pour l'AMBI sont présentés sur la figure 18 et sur la carte 9. Les valeurs sont comprises entre 1,2 et 2,0. Les valeurs les plus fortes sont observées sur le transect 5. Ceci illustre la présence **d'un milieu déséquilibré vis-à-vis d'un enrichissement en matière organique et d'un bon état écologique de la zone d'étude.**

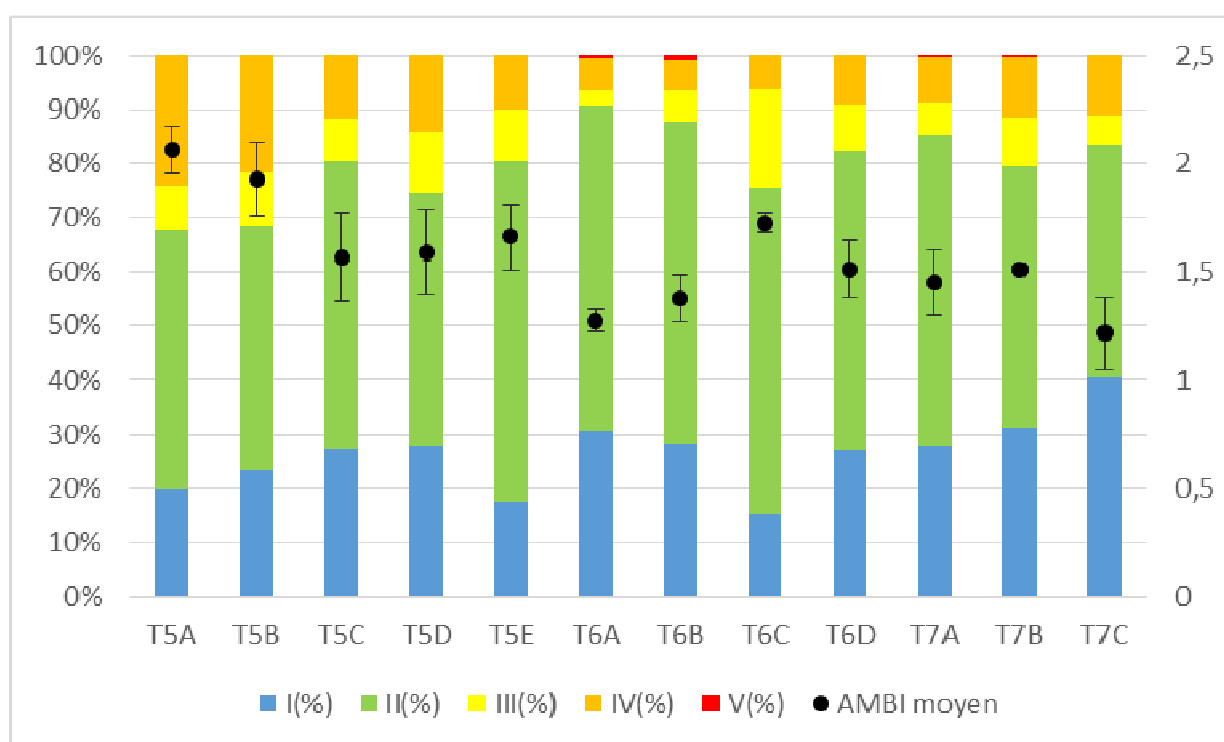
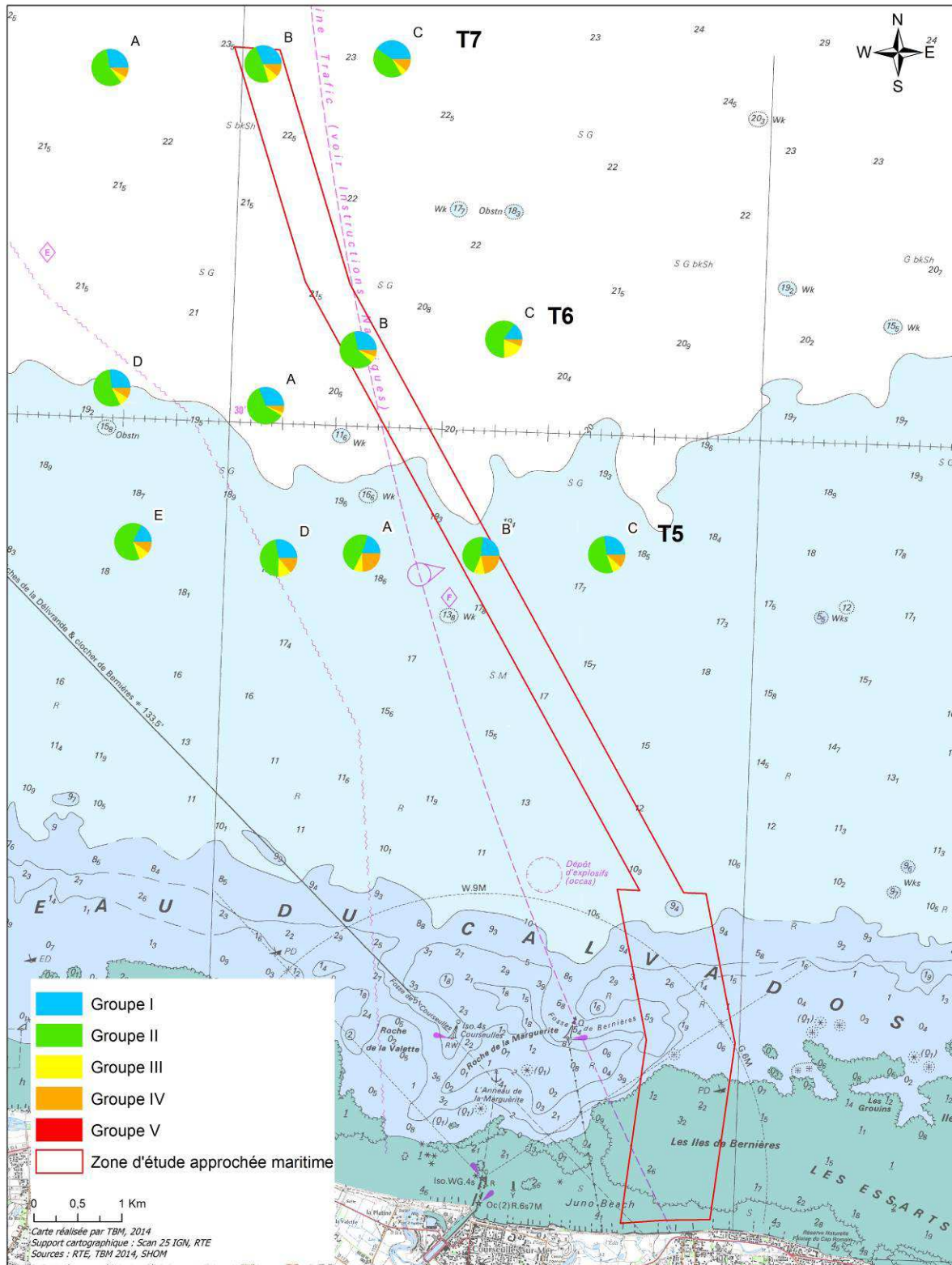


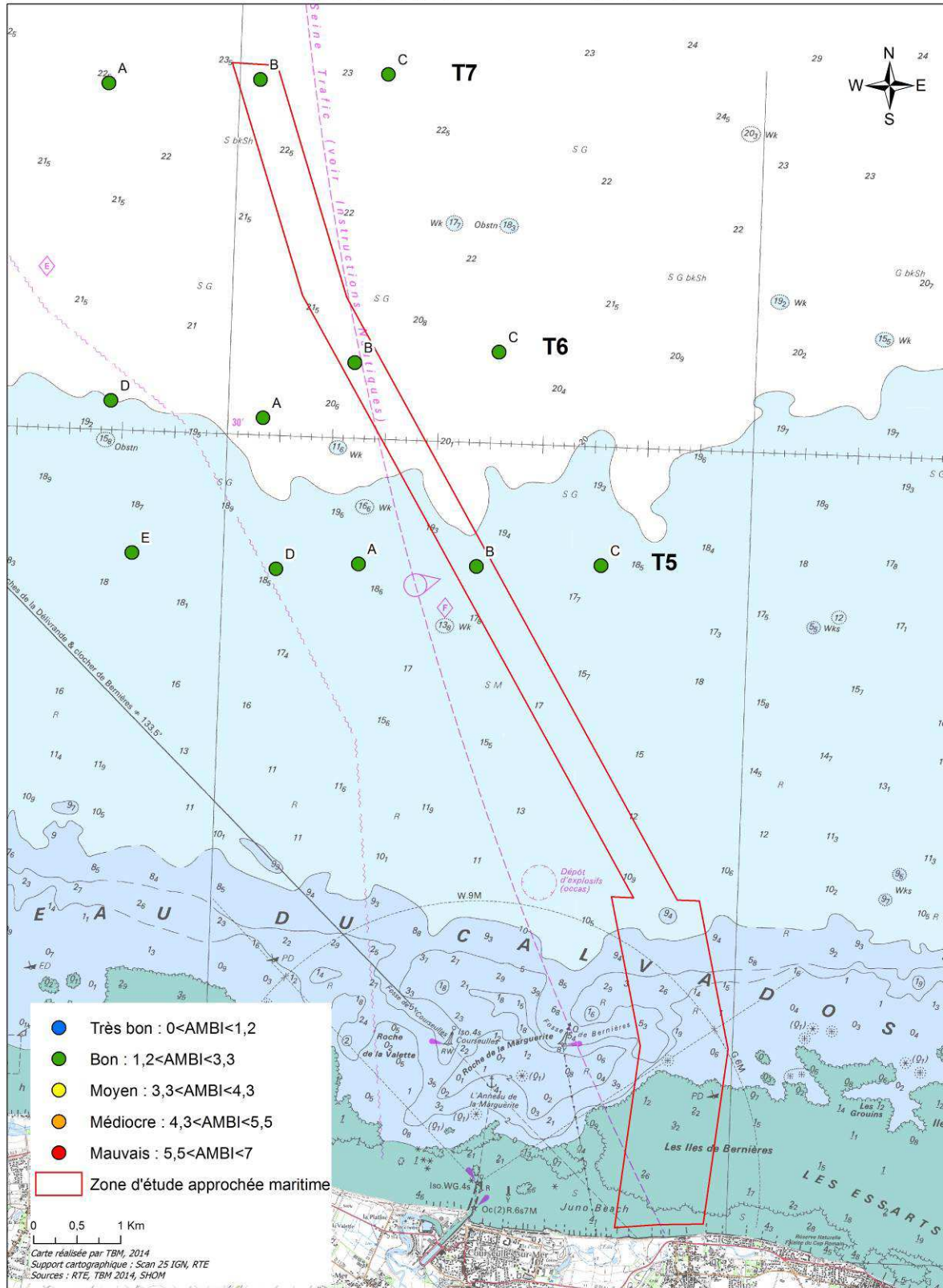
Figure 18 : Groupes écologiques et AMBI moyen

# Proportion des différents groupes écologiques - Campagne 2014 -

Vision globale de la partie maritime - Substrat Meuble -



Carte 8 : Groupes écologiques des prélèvements à la benne Day.



Carte 9 : Etat écologique et AMBI moyen des prélèvements à la benne Day.

## 3.2 Substrats rocheux

### 3.2.1 QUADRATS

Sur l'ensemble des échantillons analysés, 1968 individus ont été dénombrés et 118 taxons faunistiques ont été identifiés. L'annexe 6 illustre les données obtenues lors des prospections plongées.

Les abondances moyennes varient de 760 individus par m<sup>2</sup> à 3716 individus par m<sup>2</sup> (Figure 19, carte 10). Les richesses spécifiques moyennes sont comprises entre 26 et 42 espèces (Figure 19, carte 10). Les richesses totales varient entre 61 et 95 espèces sur l'ensemble des stations pour un total de 118 espèces observées. Ainsi, les valeurs sont toujours minimales sur la station A1 et maximales pour la station B1.

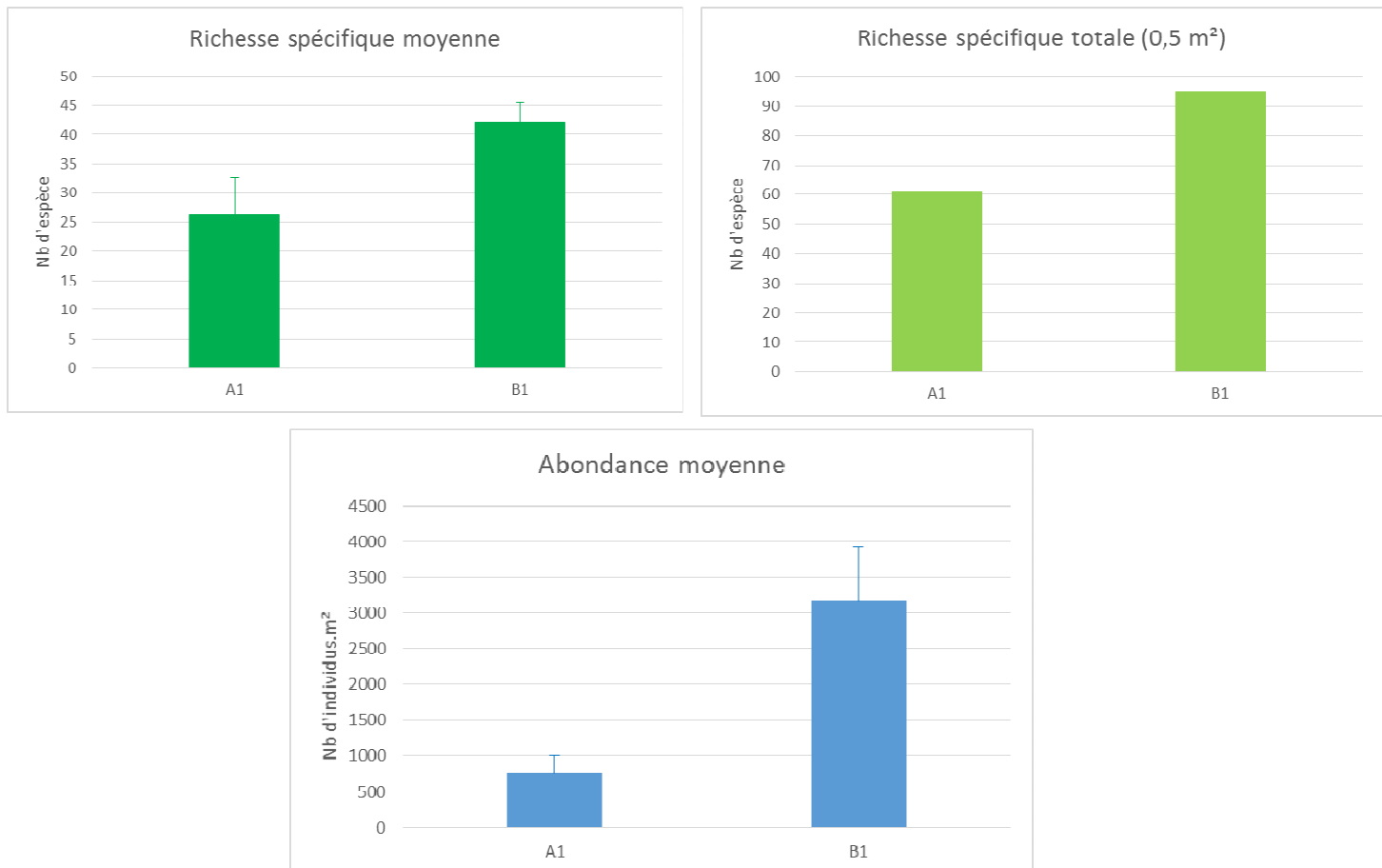
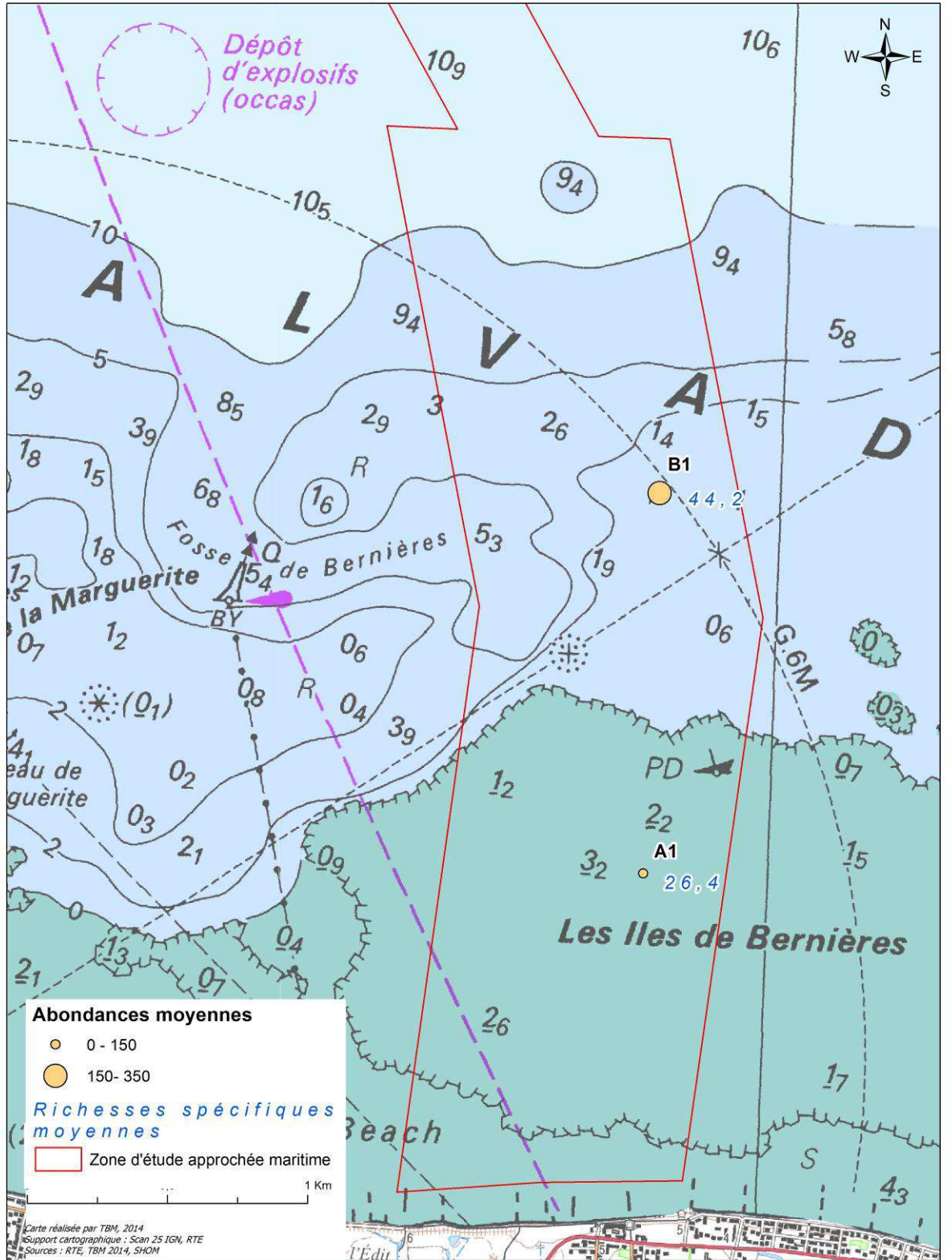


Figure 19 : Richesse spécifique moyenne, richesse spécifique totale et abondance moyenne pour la faune vagile dans les quadrats (0,1 m<sup>2</sup>)

## Abondances et Richesses Spécifiques moyennes - Campagne 2014 -

Zoom de la partie maritime - Substrat Rocheux -



**Carte 10 : Richesse spécifique et Abondance moyenne pour les prélèvements à la suceuse.**

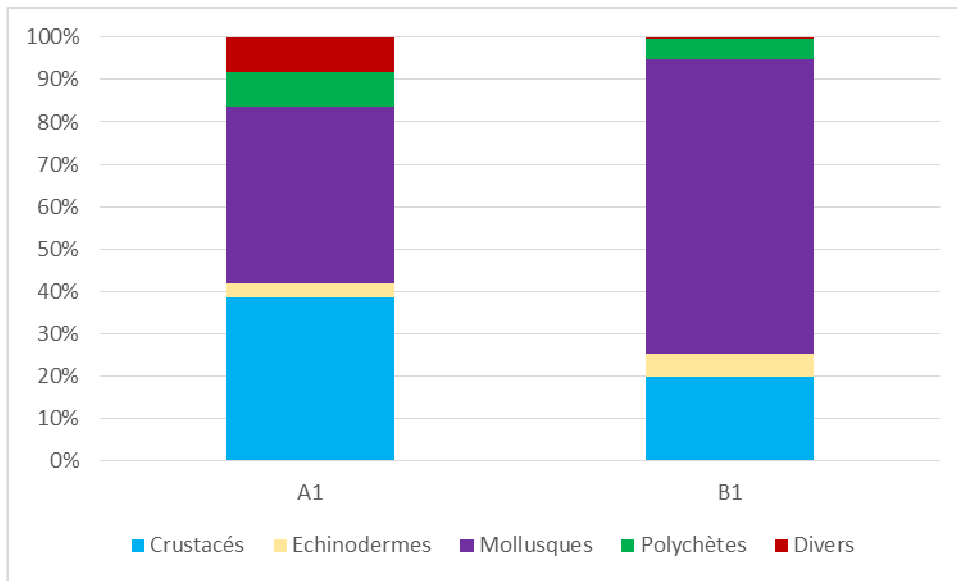


Figure 20 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance

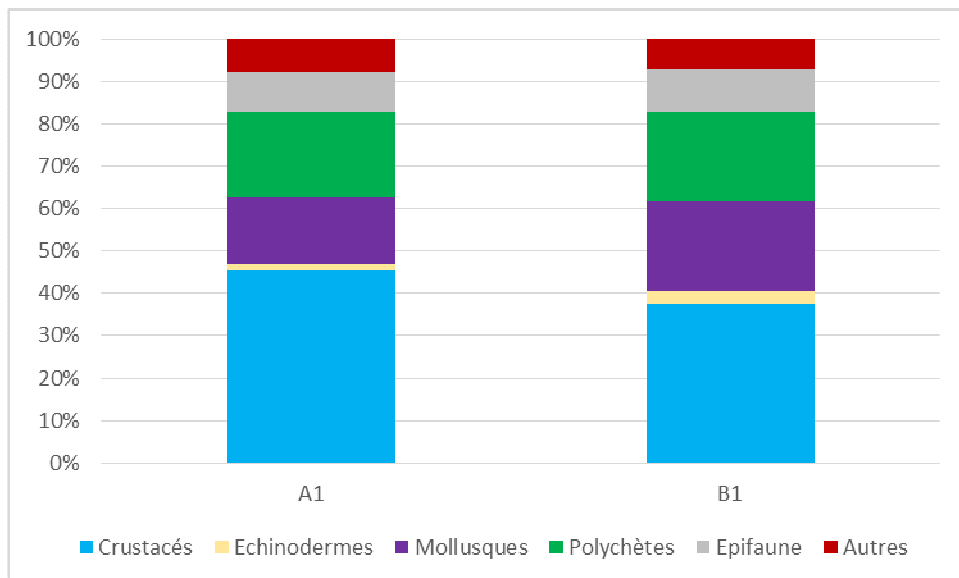
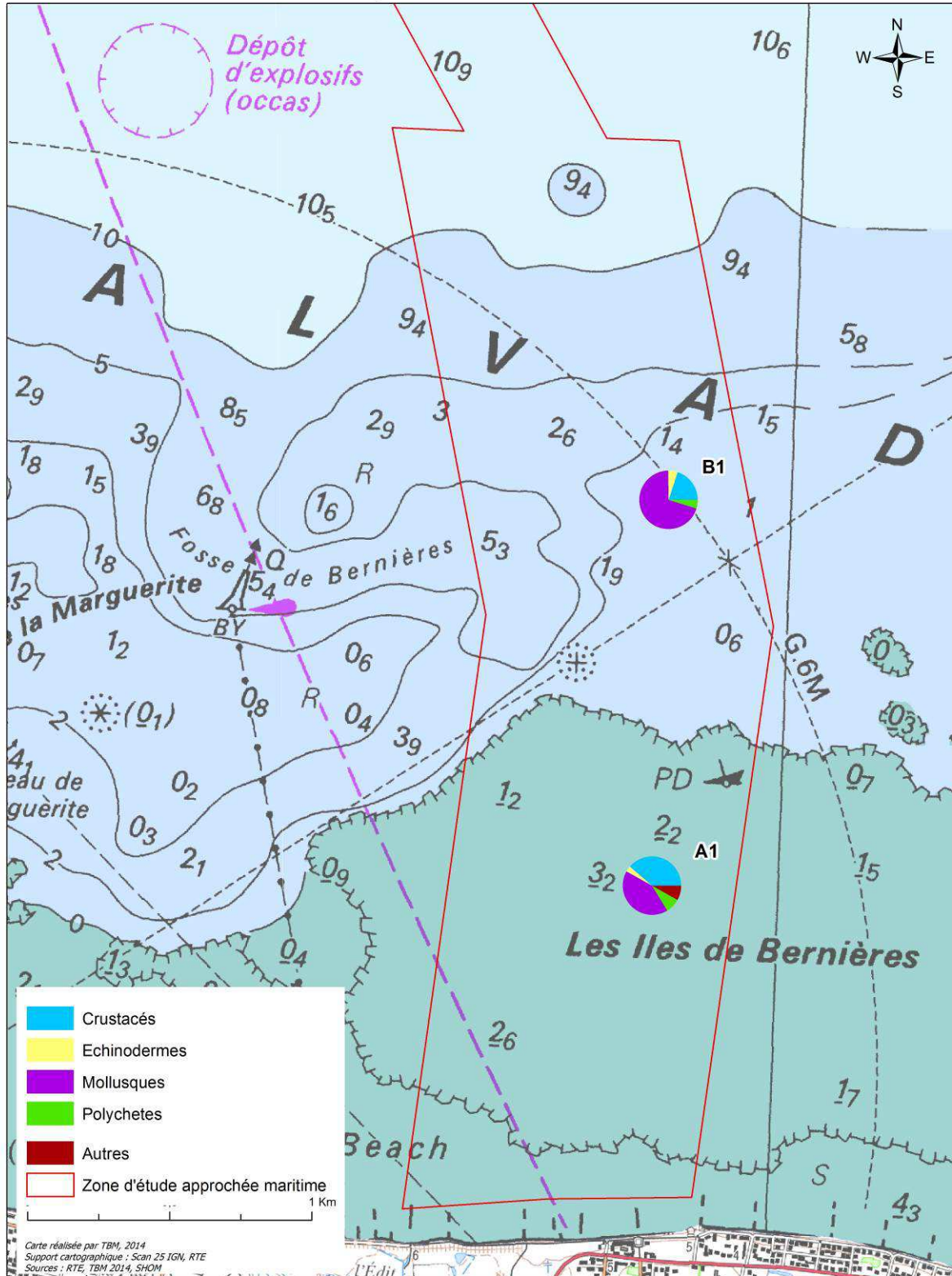


Figure 21: Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique

L'analyse des groupes taxonomiques en termes d'abondance (Figure 20, carte 11) révèle une composition taxonomique légèrement différente entre les deux stations. La station A1 est dominée par les mollusques et les crustacés en proportion similaires (40%) alors que la station B1 est dominée par les mollusques à 70%. Les autres groupes sont minoritaires (moins de 10%). Les proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique illustrent une homogénéité entre les stations. Les groupes zoologiques les plus riches sont les crustacés, les polychètes et les mollusques. L'épifaune sessile correspond à un pourcentage non négligeable (10%).

## Proportion des différents groupes zoologiques en termes d'abondance - Campagne 2014 -

Zoom de la partie maritime - Substrat Rocheux -



Page

**Carte 11 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la suceuse.**



### 3.2.2 TRANSECTS

#### 3.2.2.1 Algues

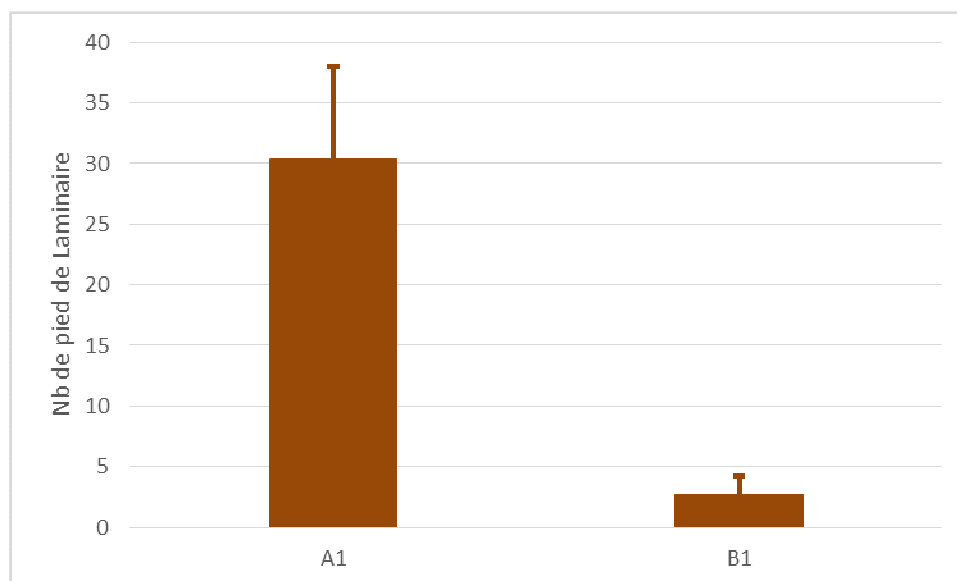


Figure 22 : Nombre de pieds moyen de Laminariales dans les trois transects de 20 mètres (2 m de large)

La figure 22 indique le nombre de pieds de Laminaires. Les valeurs sont maximales sur la station A1 avec 30 pieds en moyenne. Ce nombre de pied est assez faible et concerne des recrutements de *Laminaria digitata* et des pieds de *Saccharina latissima*.

#### 3.2.2.2 Faune

Lors des transects, les espèces de la mégafaune ont été dénombrées. Le tableau 3 récapitule les résultats de l'inventaire. L'abondance est très faible et concerne peu d'espèce. On peut remarquer l'absence d'échinodermes.

Tableau 3: Résultats des transects pour la faune

STATION	TRANSECT	EMBRANCHEMENT	ESPECE	NOMBRE
A1	1	Crustacés	<i>Carcinus maenas</i>	1
A1	1	Cténaires	<i>Bolinopsis infundibulum</i>	1
A1	2	Poissons	<i>Symphodus melops</i>	1
A1	3	Poissons	<i>Symphodus melops</i>	1
A1	3	Poissons	<i>Gobiusculus flavescens</i>	4
B1	1	Crustacés	<i>Necora puber</i>	2
B1	1	Poissons	<i>Symphodus melops</i>	1
B1	2	Mollusques	<i>Buccinum undatum</i> (ponte)	1
B1	3	Crustacés	<i>Cancer pagurus</i>	1
B1	3	Crustacés	<i>Necora puber</i>	3
B1	3	Crustacés	<i>Galathea strigosa</i>	2

### 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.

Les résultats des analyses morpho-sédimentaires et biologiques ont permis de caractériser sur le fuseau quatre habitats de substrats rocheux et deux entités de substrats meubles.

#### A) Substrats rocheux

En milieu subtidal, l'étage infralittoral rocheux de la zone d'étude est caractérisé par des forêts à laminaires mixtes (*Laminaria digitata* et *Saccharina latissima*) 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 digitata* et *Saccharina latissima*. La seconde est une espèce qui va coloniser les endroits où des apports sédimentaires sont présents, ce qui est le cas sur la zone d'étude. Les zones à laminaires denses (infralittoral supérieur) sont surtout observées lors des prospections intertidales. En revanche, lors des prospections en plongée se sont les zones à laminaires clairsemées qui ont été observées. Ensuite, quand on descend en profondeur, les laminaires disparaissent pour laisser la place à un autre habitat infralittoral dominée par les algues rouges.

**Les codes MNHN sont : R08.04.04.03 Forêt de Laminaires mixtes à *Laminaria digitata* et *Saccharina latissima*, R08.05.03 Zones à Laminaires clairsemées mixtes (Figure 23) et R08.06.02 Ceinture infralittorale à communautés algales autres que les Laminaires, *Cystoseira* et/ou *Halidrys* et/ou *Sargassum* (Figure 23).**



*Figure 23 : Laminaires clairsemées et algues rouges*

Lorsque nous atteignons le circalittoral côtier, un autre habitat 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 demande des prospections supplémentaires pour affiner sa définition.

**Le code MNHN est : R09.01 Roches et blocs circalittoraux côtiers.**

## B) Substrats meubles

### Galets et Cailloutis circalittoraux

Cet habitat est localisé entre la zone rocheuse côtière et l'habitat meuble suivant (Sables grossiers et graviers sublittoraux). Deux types d'habitats peuvent être 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 Rallier 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 plusieurs. La présence de l'ophiure *Ophiothrix fragilis* n'a pas été observée sur le terrain mais nous a été indiquée par les marins. Des prospections à la drague Rallier permettraient d'affiner cette répartition.

**Les codes MNHN sont : M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et *Ophiothrix fragilis* (Figure 24).**



*Figure 24 : Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et Ophiothrix fragilis (Clichés TBM sur un autre site d'étude)*

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

Ce type d'habitat est très répandu sur le site d'étude puisqu'il est observé sur chaque prélèvement à la benne. Cet habitat 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*). La présence de galet est aussi observée permettant l'installation d'espèce de l'épifaune sessile ou de polychètes comme *Spirobranchus triqueter*. Sur l'ensemble des stations, une variabilité spatiale de l'habitat Sables grossiers et graviers du circalittoraux côtiers est observée avec plusieurs espèces dominantes.

**Le code MNHN pour ce type de peuplement est M08.01.02 Sables grossiers et graviers du circalittoraux côtiers (Figure 25). Ensuite plusieurs déclinaisons sont observées comme l'habitat M08.01.02.01 Sables grossiers et graviers du circalittoral côtier à *Mediomastus fragilis*, *Lumbrineris* spp. et Bivalves vénérides, ou l'habitat M08.01.02.02 Sables graveleux hétérogènes appauvris du circalittoral côtier à *Protodorvillea kefersteini* et autres polychètes.**



*Figure 25 : Sables grossiers et graviers du circalittoraux côtiers (Clichés TBM)*

#### **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 dites de « références » situées à l'extérieur du fuseau ont été investiguées. Ainsi, l'ensemble de la zone d'étude est constituée de deux ensembles: les substrats meubles et les substrats rocheux. L'approche 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 et que 2) les substrats rocheux sont localisés à la côte.

##### Les substrats meubles

Ils sont bien représentés par principalement des sédiments grossiers et des galets cailloutis. Le sédiment apparaît propre et la qualité du milieu est qualifiée de bonne sur l'ensemble du fuseau.

##### Le substrat rocheux subtidale

Il couvre une faible surface de la zone projet et est composé de quatre habitats. L'habitat qui est le mieux représenté est celui des laminaires et des algues rouges. Cet habitat infralittoral est riche et homogène. Les habitats rocheux et les faciès observés sur la zone d'étude témoignent de l'influence de la turbidité et des dépôts sédimentaires.

Le tableau 4 illustre les enjeux sur la zone d'étude en se basant sur l'état initial. Les habitats rocheux présentent un enjeu moyen à fort du fait de leur rareté sur le site et de leur valeur écologique. Il faut noter que les dépôts sédimentaires altèrent naturellement ces habitats. Les habitats meubles en revanche ont des enjeux négligeables.

Tableau 4: 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
R08.04.04.03 Forêt de Laminaires mixtes à <i>Laminaria digitata</i> et <i>Saccharina latissima</i>	Bon, présence d'une turbidité et de dépôt sédimentaire	Peu représenté et localisé	Localisé	Fort
R08.05.03 Zones à Laminaires clairsemées mixtes	Bon, présence d'une turbidité et de dépôt sédimentaire	Peu représenté et localisé	Localisé	Fort
R08.06.02 Ceinture infralittorale à communautés algales autres que les Laminaires, <i>Cystoseira</i> et/ou <i>Halidrys</i> et/ou <i>Sargassum</i>	Bon, présence d'une turbidité et de dépôt sédimentaire	Peu représenté et localisé	Localisé	Moyen
R09.01 Roches et blocs circalittoraux côtiers	Moyen à bon, présence d'une turbidité et de dépôt sédimentaire	Peu représenté	Bien représenté	Moyen

## 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: CERES .....	4
Figure 2: Zodiac et équipement.....	4
Figure 3 : Caméra sous-marine. (Cliché TBM).....	5
Figure 4 : Drague Rallier du Baty (Cliché TBM) et schéma descriptif de son mécanisme de fonctionnement (Trigui, 2009) .....	5
Figure 5: Benne Day et tamis (Cliché TBM) .....	6
Figure 6 : Protocole entrepris sur chaque station .....	8
Figure 7 : Quadrat et suceuse .....	9
Figure 8 : Colonne de tamis (Cliché TBM).....	13
Figure 9 : Echantillons granulométriques à l'étuve (Cliché TBM).....	13
Figure 10 : Modèle des indices biotiques (groupes écologiques notés en chiffres romains) (D'après Grall et Coïc, 2006). .....	16
Figure 11 : 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 Orange = les sédiments grossiers, selon les correspondances EUNIS Niveau 1.....	21
Figure 12 : Exemples de sédiments observés.....	22
Figure 13 : Exemples de prélèvements à la drague observés.....	24
Figure 14 : Richesse spécifique moyenne, Richesse spécifique totale et Abondance moyenne (nb d'individus par m <sup>2</sup> ).....	25
Figure 15 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance .....	28
Figure 16 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique .....	28
Figure 17 : CAH sur les abondances totales transformées en log (x + 1) .....	31
Figure 18 : Groupes écologiques et AMBI moyen .....	32
Figure 19 : Richesse spécifique moyenne, richesse spécifique totale et abondance moyenne pour la faune vagile dans les quadrats (0,1 m <sup>2</sup> ).....	35
Figure 20 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance .....	37
Figure 21: Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique .....	37
Figure 22 : Nombre de pieds moyen de Laminariales dans les trois transects de 20 mètres ...	40
Figure 23 : Laminaires clairsemées et algues rouges .....	42
Figure 24 : Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et Ophiothrix fragilis (Clichés TBM sur un autre site d'étude).....	43
Figure 25 : Sables grossiers et graviers du circalittoraux côtiers (Clichés TBM).....	44

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Pourcentage des différents groupes écologiques définissant les indices de valeur paire et l'état de santé du milieu.(Grall, 2003 in Alzieu, 2003).....	17
Tableau 2: Valeurs d'AMBI et état des communautés benthiques (selon Borja et al, 2000) ..	18
Tableau 3: Résultats des transects pour la faune.....	40
Tableau 4: Habitats et enjeux .....	46

## Liste des cartes

Carte 1 : Plan d'échantillonnage inventaires meubles. ....	11
Carte 2 : Localisation des stations rocheuses. ....	12
Carte 3 : Carte des fractions sédimentaires. ....	23
Carte 4 : Richesse moyenne pour les prélèvements à la benne Day. ....	26
Carte 5 : Abondance moyenne pour les prélèvements à la benne Day. ....	27
Carte 6 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la benne Day. ....	29
Carte 7 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la benne Day. ....	30
Carte 8 : Groupes écologiques des prélèvements à la benne Day. ....	33
Carte 9 : Etat écologique et AMBI moyen des prélèvements à la benne Day. ....	34
Carte 10 : Richesse spécifique et Abondance moyenne pour les prélèvements à la suceuse. .	36
Carte 11 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la suceuse. ....	38
Carte 12 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la suceuse. ....	39