

Licence Biologie des Organismes

**ETUDE DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE SUR L'ESTRAN
DE GUETHARY ET ANALYSES COMPARATIVES**



Photo : Maxime Remazeilles



CAZEMAJOU-TOURNIE Magali - REMAZEILLES Maxime

Stage effectué du 5 mars au 29 avril 2012

Centre de la Mer de Biarritz

sous la direction scientifique de Mme PAUTRIZEL Françoise et Mr CASTEGE Iker

Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil.

REMERCIEMENTS

Nous avons le plaisir de remercier Mme PAUTRIZEL Françoise pour son accueil au sein de la cité de la mer et pour le temps qu'elle nous a consacré.

Un grand merci à Mr CASTEGE Iker et à Mme MILON Emilie qui nous ont guidés avec sympathie et bonne humeur durant ce stage.

Nous tenons aussi à remercier Mr LARROUSSET Albert, maire de Guéthary, pour son accueil, son soutien et l'intérêt qu'il nous a porté tout au long de ce stage ainsi que toute son équipe.

N'oublions pas de souligner les efforts importants entrepris par la mairie de Guéthary dans la gestion et la conservation de son patrimoine naturel.

Nous tenons aussi à remercier Mr LALANNE Yann pour ses précieux conseils, notamment en statistiques.

AVANT PROPOS



Le musée de la mer a été fondé en 1933 par la municipalité de Biarritz et se situe en face du Rocher de la Vierge sur le plateau de l'Atalaye. Cette idée fut lancée par le Marquis Léopold de Folin (1817-1896), océanographe et malacologiste qui a joué un rôle capital dans le développement de la connaissance des profondeurs du Golfe de Gascogne.

Le musée est construit sur quatre niveaux. On y trouve les aquariums représentant la biodiversité marine du Golfe de Gascogne ou encore l'histoire de la pêche qui relate la vie des marins, le matériel de pêche et de navigation servant notamment à la pêche à la baleine. Des phoques recueillis par le musée, à l'origine échoués sur les côtes locales, sont nourris et soignés toute l'année ou relâchés en mer.



Une extension a été finalisée en 2011 permettant de retrouver de nombreuses espèces exotiques comme certains taxons présents aux caraïbes. Ainsi, au fil des années, le musée accumule une collection de plus en plus importante ne se limitant plus seulement aux espèces du Golfe de Gascogne.

Il faut savoir qu'aujourd'hui le musée de la mer n'est pas seulement un centre culturel mais participe à la recherche scientifique notamment en collaborant au programme ERMMA (Environnement et Ressources des Milieux Marins Aquitains).



Photos : Maxime Remazeilles

TABLE DES MATIÈRES

AVANT PROPOS	3
INTRODUCTION	5
1. CONTEXTE	6
1.1. ERMMA	6
1.2. Présentation de Guéthary	6
1.2.1. Généralités	6
1.2.2. Caractéristiques de l'estran rocheux de Guéthary	7
1.3. Présentation de l'estran du Basta à Biarritz	8
1.3.1. Généralités	8
1.3.2. Caractéristiques de l'estran rocheux du Basta	8
1.4. Etagement littoral	9
1.5. Activité anthropique	10
1.6. Cadre juridique	10
1.6.1. ZNIEFF	10
1.6.2. Cantonnement de pêche	10
1.7. Protocoles de dénombrement	11
2. MATERIEL ET METHODE	12
2.1. Méthode d'échantillonnage	12
2.2. Test observateur	14
2.3. Cartographie	14
2.4. Indices de biodiversité	15
2.5. Traitements statistiques	16
3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS	17
3.1. Test méthodologique	17
3.2. Caractéristiques de l'estran de Guéthary en 2012	18
3.2.1. Abondances	18
3.2.2. Richesse spécifique	21
3.3. Comparaison intersites	22
3.3.1. Abondances	22
3.3.2. Richesse spécifique	24
3.4. Suivi temporel	26
3.4.1. Abondances relatives	26
3.4.2. Richesse spécifique	27
3.4.3. Diversité alpha	29
3.4.4. Qualité du milieu	30
CONCLUSION	33
BIBLIOGRAPHIE	34
ANNEXES	35

INTRODUCTION

Le benthos représente l'ensemble des organismes aquatiques vivant en relation étroite avec le fond marin. Il s'oppose au pelagos qui englobe l'ensemble des organismes vivants en suspension dans la colonne d'eau de mer. Le benthos se subdivise en trois catégories : le microbenthos, le méiobenthos et enfin le macrobenthos qui sera étudié ici.

Le benthos nécessite une attention particulière car il possède un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes (Dauvin, 2007). Il représente une source importante de nourriture pour de nombreuses espèces d'oiseaux, de poissons ou d'amphibiens. Les macroinvertébrés benthiques sont aussi reconnus pour être de bons indicateurs de la santé des écosystèmes en raison de leur grande diversité et de leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de leur habitat qui peut être soumis à des variations naturelles ou à l'activité anthropique (Grenier, 2007).

Depuis 1991, la mairie de Guéthary a mis en place un cantonnement de pêche sur les plages d'Harotzen Costa et de Cenitz de l'estran dans l'objectif de préserver la richesse biologique. Cette zone protégée a pour objectif de réduire les diverses activités humaines telles que la pêche ou le ramassage. A partir de 2002 (Pribat, 2002) des recensements sont réalisés chaque année dans le but de démontrer l'intérêt de la protection du site.

L'estran de Guéthary est classé Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type I par le ministère de l'environnement. Cette zone abrite au moins une espèce ou un habitat rare ou caractéristique du patrimoine naturel national ou régional et doit faire l'objet d'un inventaire scientifique annuel afin d'étudier sa dynamique (Bouchardeau, 1983). Ainsi, dans le cadre du suivi annuel que nous poursuivons, l'estran de Guéthary représente une station de référence intéressante car des relevés peuvent être réalisés dans et hors cantonnement de pêche.

L'objectif principal de ce travail est donc de poursuivre le suivi annuel faunistique réalisé depuis 2002.

De plus, des quadrats de taille réduite (1m65/1m65) sont réalisés cette année afin d'approcher les normes européennes mises en vigueur. Les données recueillies seront comparées à celles des quadrats habituels (4m/4m) à l'aide d'un test méthodologique.

En parallèle, d'autres relevés sont réalisés sur l'estran du Basta à Biarritz afin de les comparer avec ceux du site de Guéthary du fait de leurs caractéristiques topographiques et marégraphiques similaires.

1. CONTEXTE DE L'ETUDE

1.1. Présentation du programme ERMMA :

Le programme régional Environnement et Ressources des Milieux Marins Aquitains (ERMMA), porté par le Centre de la Mer de Biarritz, est un outil global de connaissances scientifiques spécialisé dans l'évolution du milieu marin et de ses populations animales et végétales. Il réalise de nombreux suivis tels que les suivis des cétacés, des oiseaux marins, des poissons, du plancton et du benthos. L'ERMMA mène des actions ayant pour vocation de développer des recherches fondamentales et des études appliquées sur le milieu marin d'une part et de regrouper des travaux et des données précédemment dispersées entre de multiples structures ou équipes afin de créer une base de données pluridisciplinaire sur le milieu marin aquitain d'autre part.

Le programme compte actuellement neuf organismes principaux comme le Muséum National d'Histoire Naturelle, l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, le Centre de la Mer de Biarritz, le Musée de la Mer ou encore la Marine Nationale (www.ermma.fr).

Actuellement trois suivis de la faune benthique sont menés par l'ERMMA sur les départements côtiers de l'Aquitaine. Ils sont réalisés chaque année selon un protocole standardisé. On a :

- le lac marin d'Hossegor (40) qui est échantillonné depuis 2008 (substrat sableux),
- les prés salés d'Arès (33) qui sont échantillonnés depuis 2011 (substrat sableux),
- l'estran de Guéthary (64) qui est échantillonné depuis 2002 (substrat rocheux).

1.2. Présentation du site de Guéthary :

1.2.1. Généralités :

A l'origine port de baleiniers, Guéthary est un petit village de 142 ha situé entre Bidart et Saint-Jean-de-Luz, dans le département des Pyrénées Atlantiques (Figure 1).

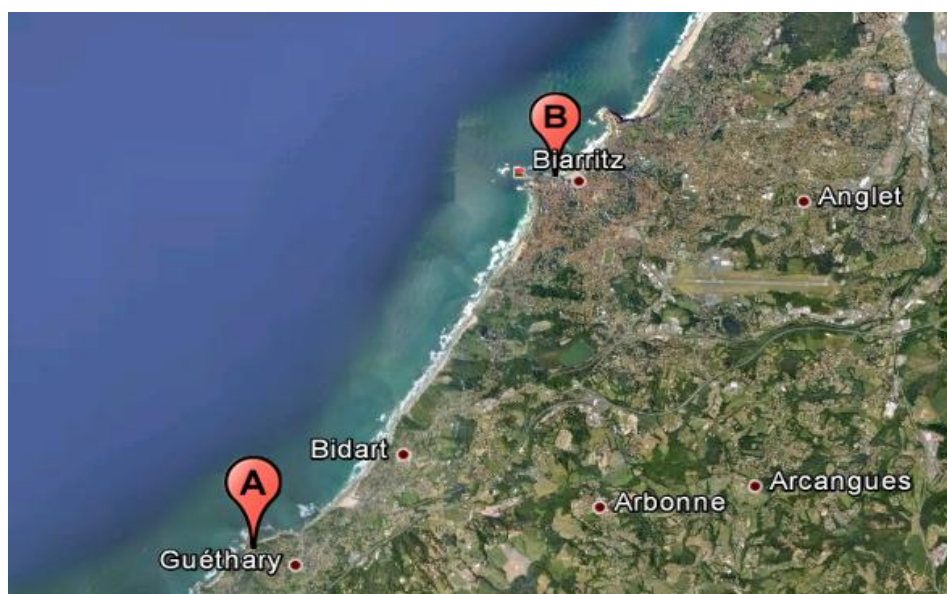


Figure 1 : Vue satellite de l'estran de Guéthary (A) et du Basta à Biarritz (B) sur la Côte Basque. Google Earth.

Guéthary possède une façade océanique importante répartie sur trois plages : Parlementia, Harotzen Costa et Cenitz. Le climat océanique typique du Pays Basque engendre des températures clémentes toute l'année, un vent constant ainsi qu'un taux d'humidité relativement élevé façonnant le paysage de façon particulière en favorisant l'érosion du littoral par exemple.

1.2.2. Caractéristiques de l'estran rocheux de Guéthary :

L'estran est aussi appelé « batture » ou « placer » en Amérique du Nord. On utilise aussi pour le désigner le terme « zone de marnage » ou « zone intertidale » ; en termes administratifs et juridiques, on emploie aussi l'expression « zone de balancement des marées ».

Les unités géologiques des falaises bordant le littoral d'Hendaye sont du Crétacé et du Tertiaire de Bidart à Biarritz (Augris, 1999). L'estran de Guéthary (Figure 2) est constitué de dalles inclinées (flysch) parsemées d'éboulis et de cuvettes faisant office de réservoir d'eau à marée basse.

Le site de Guéthary possède ainsi des caractéristiques abiotiques multiples rendant l'étude de la macrofaune benthique intéressante.

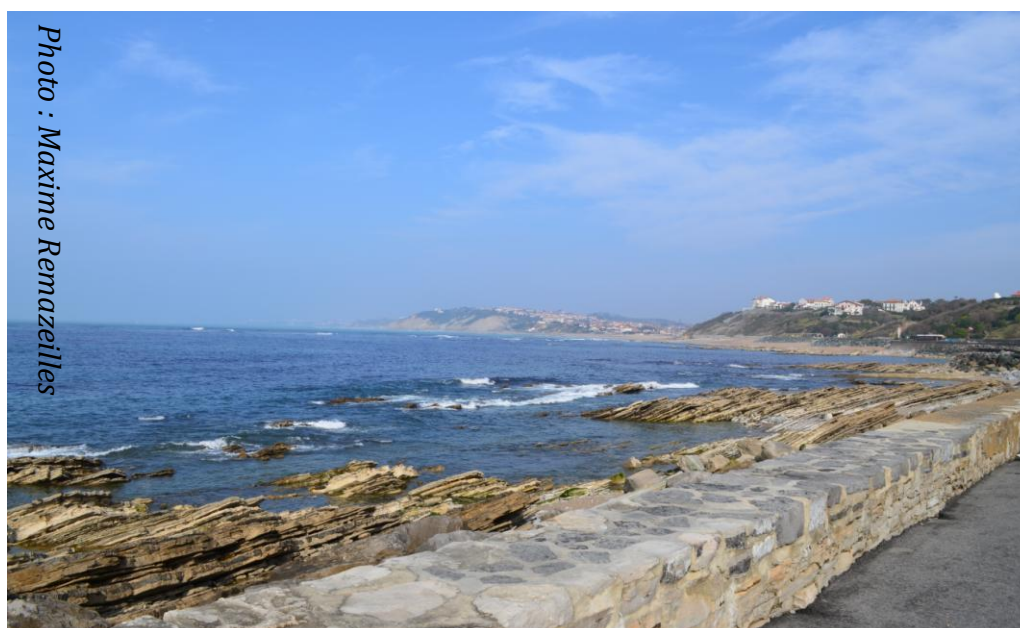


Figure 2 : Estran de Guéthary (plage Harotzen Costa).

1.3. Présentation de l'estran du Basta à Biarritz :

1.3.1. Généralités :

Biarritz est une commune française située à une dizaine de kilomètres de Guéthary, réputée pour son aspect touristique en période estivale. Cette ville dispose des mêmes conditions climatiques et océaniques que Guéthary, ce qui en fait un site propice pour comparer la biodiversité de la macrofaune.

1.3.2. Caractéristiques de l'estran rocheux du Basta :

L'estran du Basta est une petite zone rocheuse de balancement des marées, située à côté du port de Biarritz. Le substrat est principalement composé de flyschs et de sable. Il faut noter que la pression anthropique y est importante (Figure 3).



Figure 3 : Estran du Basta à Biarritz durant un concours de pêche en Aout (www.blog-biarritz-hotel-ocean.com) illustrant l'anthropisation.

1.4. Etagement littoral :

La zone de balancement des marées ou estran est constituée de l'étage médiolittoral et de l'étage infralittoral (Figure 4) :



Figure 4 : Schéma des différents étages littoraux selon Ifremer.com

- **Etage supralittoral** : situé au-dessus du niveau des hautes mers de vives-eaux moyennes (marées de coefficient compris entre 90 et 105), cet étage n'est recouvert que lors des marées d'équinoxe ; les plus hauts niveaux de cet étage ne sont humectés que par des embruns, voire les plus hautes vagues lors de tempêtes, et assurent la transition entre les domaines marin et terrestre. Dans cet étage très sélectif, la diversité spécifique est faible (www.rebent.org).

- **Etage médiolittoral** : localisé entre le niveau des hautes mers de vives-eaux moyennes et le niveau des basses mers de mortes-eaux moyennes (marées de coefficient entre 35 et 50), il correspond à la majeure partie de la zone intertidale (encore appelée zone de balancement des marées ou estran). Les espèces végétales et animales des peuplements de cet étage sont le plus souvent incapables de résister à une émergence ou à une immersion continue. Les variations des modes d'exposition (battu, abrité) et les particularités topographiques expliquent en partie la diversité des biotopes. Une augmentation du nombre d'espèces est généralement observée du haut vers le bas de l'étage où les conditions sont beaucoup moins exigeantes du fait de la faible durée d'émergence (www.rebent.org).

- **Etage infralittoral** : l'étage infralittoral correspond à la zone immergée dont la frange supérieure peut cependant être exondée aux grandes marées de vives-eaux (coefficients compris entre 110 et 115). Le facteur structurant déterminant dans cet étage est la lumière. La température y joue également un rôle important : la fluctuation journalière peut-être de quelques degrés, la fluctuation saisonnière est supérieure à 10°C (www.rebent.org).

1.5. Activités anthropiques :

Le site de Guéthary est une zone balnéaire importante du Pays Basque : la population augmente de 5000 personnes durant la période estivale. Ceci entraîne une augmentation de la pêche, du ramassage et du piétinement. Cependant l'anthropisation du site de Biarritz est plus importante que celle de Guéthary du fait de l'importance de la ville, laissant penser que l'estran du Basta est soumis à de plus fortes contraintes anthropiques que l'estran de Guéthary. C'est pour cela qu'il est nécessaire de réaliser des suivis au niveau du rocher du Basta afin d'observer si cette anthropisation forte a un réel impact sur la biodiversité.

Cette anthropisation peut se traduire par différentes façons telles que la dégradation d'habitats, la surexploitation des ressources (lors de la pêche par exemple), les activités industrielles littorales, l'introduction d'espèces invasives ou encore la navigation. Elle provoque ainsi un accroissement des pressions sur les écosystèmes et les espèces qu'ils renferment. Ceci peut induire par la suite une perte de biodiversité et donc un déséquilibre écologique.

C'est pourquoi il est important de maintenir une politique de protection et de conservation de ces espaces naturels.

1.6. Cadre juridique :

1.6.1. Z.N.I.E.F.F. :

Lancé en 1982, l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) a pour objectif d'identifier et de décrire des secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. On distingue deux types de ZNIEFF :

- les ZNIEFF de type I : secteurs de grand intérêt biologique ou écologique ;
- les ZNIEFF de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes.

Cet inventaire est devenu aujourd'hui un des éléments majeurs de la politique de protection de la nature. Il doit être consulté dans le cadre de projets d'aménagement du territoire (document d'urbanisme, création d'espaces protégés, élaboration de schémas départementaux de carrière...).

Le littoral de Guéthary fait partie de la ZNIEFF de type I qui recouvre le littoral de Biarritz à Saint-Jean-de-Luz. Il est important de noter que le statut de ZNIEFF ne protège en aucun cas le littoral de façon réglementaire car il ne s'agit que d'un outil de recensement des zones naturelles à préserver (Berdoulay et Landabure, 2008).

1.6.2. Cantonnement de pêche :

Le cantonnement de pêche de Guéthary interdit toutes pratiques de pêche (cueillette ou chasse sous-marine) et toutes perturbations des écosystèmes (déplacement de blocs), ce qui préserve les biocénoses de l'estran rocheux de la commune. Le site a été classé cantonnement de pêche par le Comité Local des Pêches de Bayonne le 11 Juin 1991 et est renouvelable tous les 5 ans.

1.7. Protocoles de dénombrement :

Il existe différents protocoles mis en place qui permettent un dénombrement d'espèces animales et végétales.

Tout d'abord, on peut citer le réseau benthique REBENT. Celui-ci concerne le recueil et la mise en forme de données relatives au benthos, permettant de mieux détecter des évolutions spatio-temporelles et donc de mieux surveiller les zones sensibles et protégées.

Ce réseau regroupe de nombreux scientifiques et élabore des méthodes et des protocoles dans le but d'être à vocation nationale et de participer aux mesures sur ce sujet au niveau international.

La région Bretagne en est l'investigateur depuis 2003. Puis des actions se mettent progressivement en place sur l'ensemble du territoire français.

Des suivis de la biodiversité floristique et faunistique ont été mis en place pour différents habitats benthiques (herbiers, habitats sableux ou rocheux).

Concernant l'estran rocheux qui nous intéresse ici, les objectifs sont de caractériser les peuplements de la faune des substrats durs intertidaux à l'échelle locale et régionale, d'évaluer les changements locaux et/ou régionaux intervenant dans ces peuplements et d'identifier les facteurs anthropiques et climatiques expliquant cette évolution.

Un suivi stationnel des estrans rocheux pour la faune a été mis en place par le réseau benthique incluant une méthodologie générale. En effet, cette méthodologie donne la stratégie d'échantillonnage en fonction des ceintures algales (suivant les étages littoraux). L'échantillonnage, qui a lieu une fois par an, s'effectue sous la forme de carrés appelés quadrats au niveau du site d'étude, dont la surface est de 0,1 m².

Des stratégies de surveillance sont proposées pour les différents éléments de qualité biologique retenus en vue de la qualification des masses d'eaux dans le cadre de directives européennes.

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) fixe des objectifs pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles et souterraines. Elle induit pour l'ensemble de la gestion de l'eau et des activités qui l'impactent la mise en place de plans d'action pour le bon état des milieux aquatiques. Ces plans définissent à l'échelle de chaque grand bassin hydrographique les actions prioritaires à accomplir, entre autres pour les prélèvements et les rejets des installations classées (www.developpement-durable.gouv.fr). L'objectif général est d'atteindre d'ici à 2015 le bon état des différents milieux sur tout le territoire européen.

La DCE définit également des méthodes de travail concernant le suivi et la gestion des ressources en eau. Elle présente un protocole dans le suivi des populations macroalgales qui permettent de donner des informations sur l'état des eaux. En effet, ce suivi se fait à l'aide de quadrats comme pour le réseau benthique REBENT, lesquels font 1m65 de côté, subdivisés en 25 petits quadrats de 0,1 m² soit 0,33 m de côté.

Aujourd'hui aucun protocole standardisé n'a été établi pour l'analyse de la macrofaune benthique sur substrat rocheux. Pour approcher les normes standardisées, le format 1m65/1m65 du protocole concernant les macroalgues est choisi pour sa taille raisonnable. Celui-ci sera utilisé dans cette étude afin de tester s'il peut être comparable au format habituel qui est de 4m/4m.

2. MATERIELSET METHODES

Le site de Guéthary comprend 20 stations : 16 en cantonnement de pêche et 4 en zone non protégée. Les relevés sur ces différentes stations ont été réalisés de la même manière que pour les années précédentes.

2.1. Méthodes d'échantillonnage :

Tout d'abord, nous disposions :

- D'un GPS permettant de retrouver les stations à partir de leurs coordonnées,
- D'une corde servant à réaliser un quadrat pour chaque station,
- De guides (HAYWARD *et al.* (1996), Falciai et Minervini (1996), Simeonidis (1997)) permettant d'identifier toutes les espèces se trouvant sur les stations,
- D'un calendrier des marées dans le but de connaître les heures de marées basses et les coefficients des marées chaque jour,
- D'un appareil photo.

Un calendrier de sorties a été réalisé en fonction des jours et des heures de marées basses ainsi que des coefficients de marées afin de pouvoir visiter les stations adéquates. En effet, plus le coefficient est élevé et plus la marée est basse, ce qui permet d'aller sur les stations les plus éloignées de la côte c'est-à-dire la partie infralittorale (figure 5).

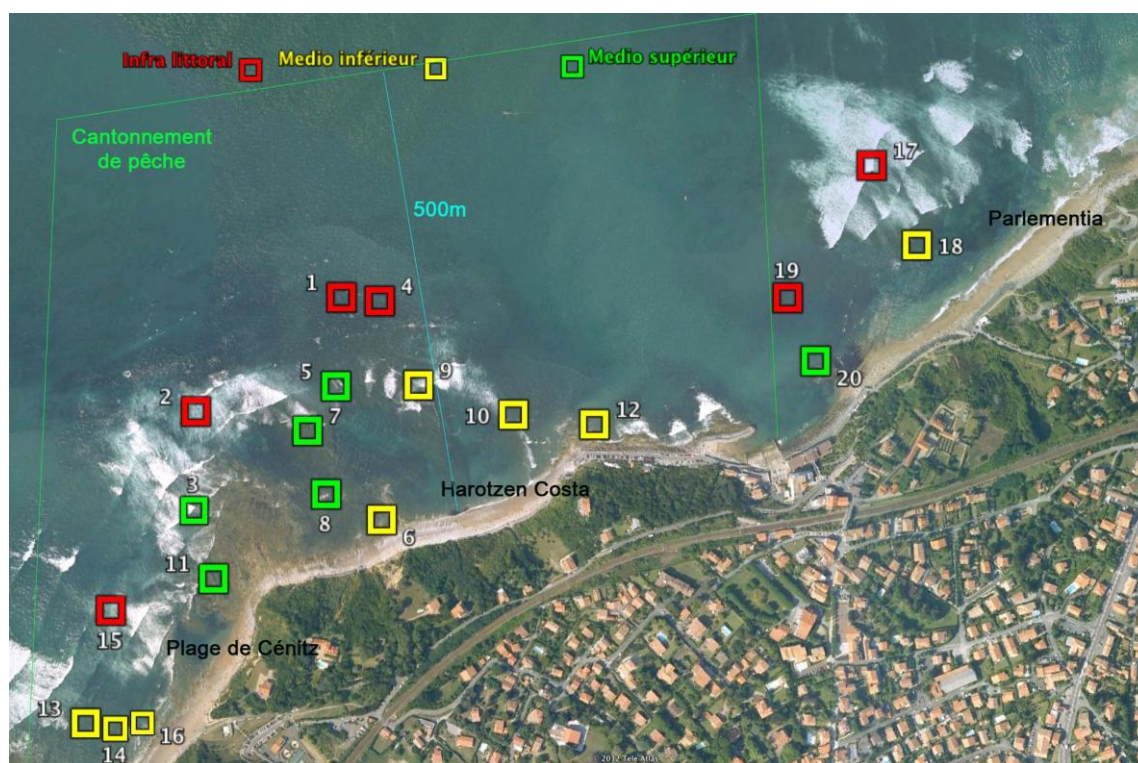


Figure 5 : Répartition des stations d'étude sur l'estran de Guéthary. Les différents étages littoraux sont représentés ainsi que le nom de chaque plage. Google Earth.

Afin de retrouver les stations, il est nécessaire de marquer et donc d'enregistrer chacune d'elles dans le GPS à l'aide de leurs coordonnées (latitude, longitude) (Annexe 1). Pour chaque station, un quadrat de 4m de côté (figure 6), dont le centre correspond au point donné par le GPS, est délimité à l'aide de la corde. Des quadrats de tailles réduites sont aussi réalisés dans le but d'approcher les différents protocoles normalisés existant.

Ensuite la macrofaune benthique se trouvant dans le quadrat est comptabilisée. Chaque observateur recense la faune sur une moitié du quadrat en comptant le nombre d'individus visibles. La méthode d'estimation est employée dans le cas d'une espèce trop abondante et donc impossible à compter telle que les balanes *Balanus balanus*, *Janua pagenstecheri* et les serpules triangulaires *Pomatoceros triqueter*. Pour cela, les individus sont dénombrés sur un quadrat de 10cm par 10cm puis cet effectif est extrapolé au pourcentage de surface (estimé) occupé par l'espèce sur la zone d'échantillonnage.

La présence ou l'absence de pétrole est aussi notée pour chaque station.



Figure 6 : Quadrat de 4m/4m à l'extérieur et quadrat de 1m65/1m65 à l'intérieur.

De plus, il est nécessaire de recenser les populations plusieurs fois sur chaque station dans le but d'avoir des résultats plus fiables pour réaliser notamment les études statistiques. Ainsi, chaque station est visitée au moins deux fois pour celles se trouvant au niveau médiolittoral. Celles se trouvant en infralittoral sont visitées lorsque les coefficients des marées le permettent.

Cette année, l'étude est complétée par plusieurs quadrats sur l'estran du Basta à Biarritz. Ceci permettra par la suite de comparer la richesse spécifique et l'abondance de chacune des espèces entre ces deux sites. Deux stations sont tirées au hasard au niveau de l'étage médio inférieur du littoral (Figure 7) afin de capter un maximum de richesse taxonomique et afin que ce ne soit pas trop contraignant vis-à-vis des coefficients de marées.



Figure 7 : Estran du Basta à Biarritz. Les stations 21 et 22 sont représentées par des carrés jaunes Google Earth.

Ainsi un recensement est réalisé de la même manière que pour le site de Guéthary.

2.2. Test observateur :

Des biais peuvent exister dans les résultats concernant le dénombrement suivant l'observateur. Il est donc nécessaire de tester au préalable cet effet observateur. Pour se faire, cinq petits quadrats d'1m², répartis aléatoirement sur la zone d'étude sont réalisés. Chaque observateur dénombre indépendamment les espèces se trouvant dans chacun de ces quadrats. Trois espèces sont choisies arbitrairement afin de tester d'éventuelles différences de dénombrement entre observateurs : les crabes, les gibbules ombiliquées (*Gibbula umbilicalis*) et les patelles (*Patella vulgata*). Les résultats obtenus sont comparés à l'aide du test non paramétrique de Wilcoxon apparié.

2.3. Cartographie :

Afin de géolocaliser les stations sur les estrans de Guéthary et du Basta à Biarritz, le logiciel Google Earth a été choisi pour réaliser les figures 6 et 8.

2.4. Indices de biodiversité :

Afin de suivre l'évolution des populations benthiques, différents paramètres sont calculés.

Tout d'abord la richesse spécifique S donne le nombre total d'espèces trouvées dans la zone étudiée. Par abus de langage, le terme « richesse spécifique » est employé mais correspond ici à la richesse taxonomique car certains individus répertoriés ne sont pas identifiés jusqu'au rang d'espèce.

Ce paramètre permet de calculer la diversité de composition spécifique à travers la diversité α (diversité au sein d'un écosystème) et la diversité β (diversité entre plusieurs écosystèmes).

La diversité alpha peut être caractérisée par l'indice de Shannon-Weaver H' . Cet indice permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité :

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \times \ln(p_i))$$

On note p_i la probabilité qu'un individu tiré au hasard appartienne à l'espèce i , avec :

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

où n_i est le nombre d'individus de l'espèce i et N l'effectif total.

La diversité bêta est caractérisée quant à elle par l'indice de Jaccard J . Cet indice évalue les similitudes qui existent entre différents ensembles :

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

avec $|A \cap B|$ le nombre d'espèces communes à l'ensemble A et l'ensemble B et $|A \cup B|$ le nombre d'espèces trouvées dans l'écosystème A et dans l'écosystème B.

L'indice de Jaccard permet de comparer deux écosystèmes différents comme ici le cantonnement de pêche et la zone non protégée de l'estran de Guéthary puis de comparer ces deux sites avec celui du Basta à Biarritz.

2.5. Traitement statistique des données :

Afin d'analyser nos résultats et de les comparer avec ceux des années précédentes, nous avons procédé à différentes analyses statistiques grâce aux logiciels de traitement des données « R » et « Stats Box ».

Les tests non paramétriques sont utilisés dans cette étude car ils présentent l'avantage de ne pas nécessiter les deux conditions d'application qui sont : l'égalité des écarts types et la normalité des données. En effet, les échantillons étant de tailles relativement réduites, il n'est pas possible de vérifier la normalité des données.

Pour tester l'effet observateur ainsi que pour réaliser le test méthodologique, le test de Wilcoxon apparié est utilisé.

Afin de comparer la richesse spécifique et l'abondance relative entre les étages d'une part et entre les zones d'autre part, le test de Mann-Whitney non apparié est appliqué.

Enfin, une Analyse Factorielle des Correspondances est réalisée avec une matrice de la richesse spécifique en fonction des années, grâce au logiciel « Stats Box ».

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Tout d'abord, le test non paramétrique de Wilcoxon (Annexe 2) apparié révèle des p-values supérieures à 5% indiquant qu'il n'y a pas de différences significatives entre les deux observateurs. Ce préalable (pas « d'effet observateur ») permet de rassembler les relevés effectués par les deux observateurs.

Dans un premier temps, il est important de comparer les résultats obtenus avec le quadrat de 4 mètres de côté de ceux obtenus avec le quadrat de 1m65 afin de valider ou non ce dernier dans le cadre de la DCE pour les années suivantes.

Dans un deuxième temps, il est nécessaire de poursuivre le suivi des années précédentes dans le but de constater s'il y a des différences dans la richesse taxonomique ou encore dans l'abondance relative. De plus, ceci permet de suivre l'évolution des brouteurs d'algues afin d'observer s'il y a une différence d'abondance avec l'année 2011 et donc d'observer une éventuelle pollution sur l'estran ou autre problème.

De plus, le fait de comparer les résultats entre les différents sites (cantonnement de pêche, zone non protégée de Guéthary et rocher du Basta à Biarritz) permet aussi de constater si l'anthropisation a un réel impact sur la biodiversité.

3.1. Test méthodologique :

Le test méthodologique vise à comparer les résultats entre des quadrats de 1m65 de côtés (protocole DCE pour les algues) et ceux de 4m de côtés utilisés depuis le début du suivi. Ce test a été réalisé sur les trois étages littoraux. Le but est de vérifier si le quadrat de taille réduite est valable uniquement sur un ou plusieurs étages.

Le test de Wilcoxon apparié (Annexe 3) a donné une p-value < 0.01 pour les trois étages. On rejette donc l'hypothèse nulle : les médianes des quadrats de 4m/4m ne sont pas significativement égales aux médianes de ceux de 1m65/1m65 au seuil $\alpha = 5\%$.

De plus, le calcul de la richesse spécifique moyenne par format de quadrat donne 26,4 espèces pour les quadrats de 4m/4m et 14,3 espèces pour 1m65/1m65 (Figure 8).

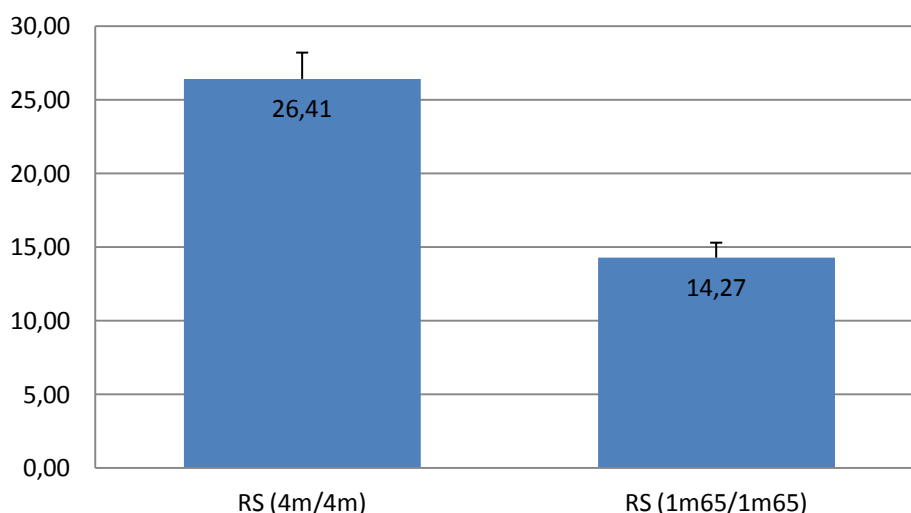


Figure 8 : Richesse spécifique moyenne sur quadrat de 4m/4m (à gauche) et quadrat de 1m65/1m65 (à droite). Les erreurs standards sont représentées par les traits noirs.

Cette analyse permet de comprendre que le format 1m65/1m65 n'est pas le format idéal pour capter un maximum de biodiversité. En effet, plus on réduit l'espace de dénombrement, plus la probabilité de trouver une espèce est faible.

De plus, pas moins de 22 taxons n'ont pas été dénombrés au moins une fois sur les quadrats de 1m65/1m65, comme par exemple *Acanthochitona critinus*, *Galathea squamifera*, *Cerithium vulgatum*, *Coscinasterias tenuispina*, *Liocarcinus holsatus* ou encore *Ophiopsila aranea*. Sachant que ces espèces sont difficiles à trouver du fait de leur faible abondance, il est logique d'avoir une faible probabilité de les trouver dans une surface réduite.

Ainsi, dans le cadre général du suivi de la biodiversité, le protocole mis en place par le Centre de la mer depuis 2002 (quadrats de 4m de côté) semble plus adapté pour rendre compte de la diversité des peuplements de l'estran que des quadrats de taille réduite (1m65 de côté). De plus, la poursuite du protocole initial permet la comparaison interannuelle et le suivi de l'évolution de la biodiversité.

3.2. Caractéristiques de l'estran de Guéthary en 2012:

3.2.1. Abondance :

Le diagramme en barres (Figure 9) de l'abondance relative par espèce permet d'observer que les espèces majoritaires sont les balanes *Balanus balanus*, *Janua pafenstecheri* ou encore les Balanes cratères *Balanus perforatus* et *Pomatoceros triqueter*. On trouve aussi de nombreuses espèces dont l'abondance relative est inférieure à un individu par passage, par station et par m (64 espèces).

Ainsi les abondances des espèces sur l'estran de Guéthary sont très variables. Ceci peut s'expliquer par le fait que certaines espèces vivent en colonies de plusieurs milliers d'individus, comme les balanes ou les Januas, alors que d'autres vivent en solitaire.

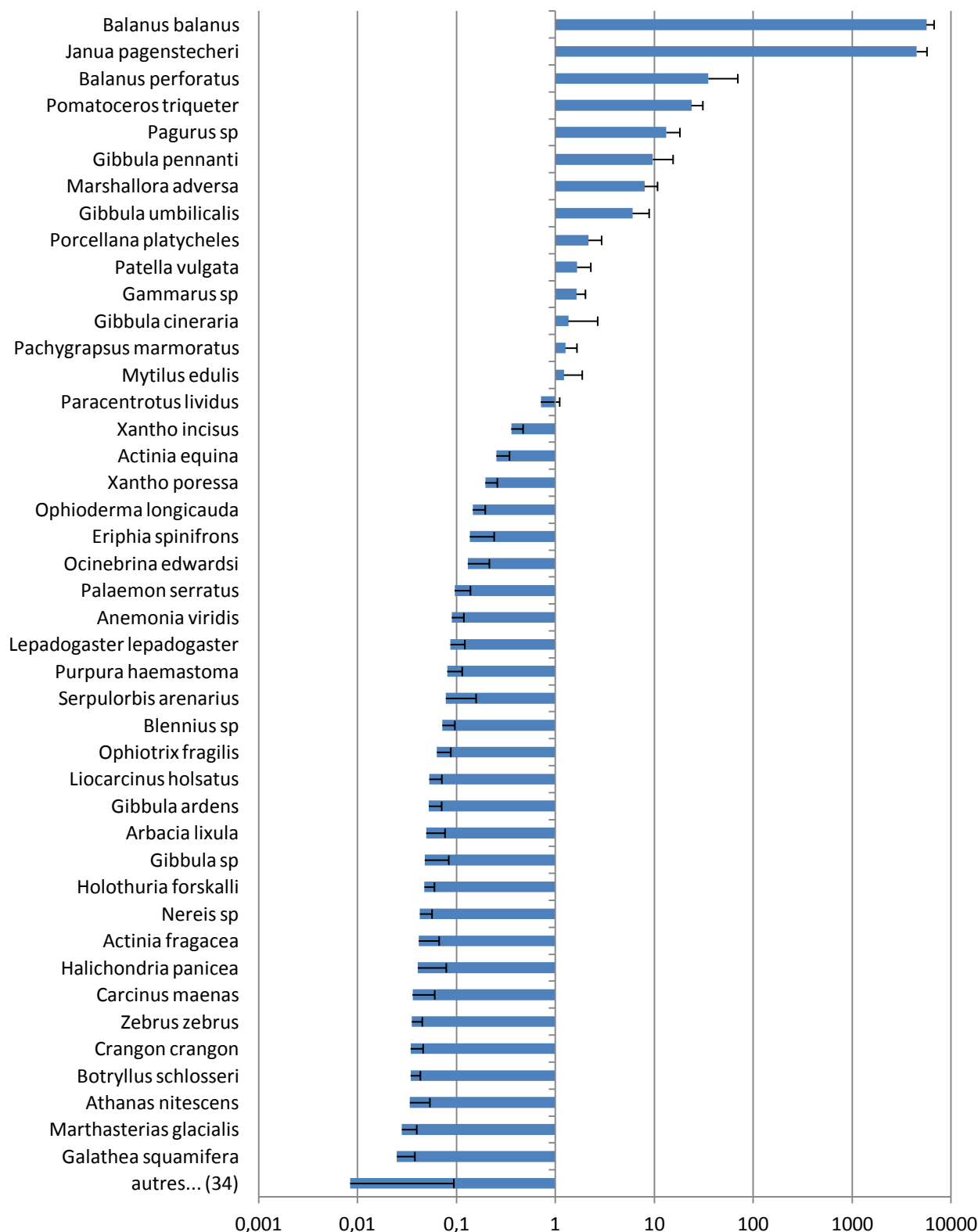


Figure 9 : Abondances relatives des principales espèces dénombrées en 2012 sur l'estran de Guéthary sous l'échelle logarithmique de base 10. Dans la partie « autre » se situent les espèces dont l'abondance relative est inférieure à 0,008 nombre moyen d'individus/passage/station/m². Les traits noirs représentent les erreurs standards

La comparaison de l'abondance relative par étage littoral (Figure 10) souligne le fait que l'étage infralittoral dispose de la plus grande abondance relative (109,41 individu/passage/station/m²). Les étages médio inférieur et supérieur possèdent des abondances très proches (47,49 et 43,56 individu/passage/station/m² respectivement).

Ceci permet donc de mettre en relief l'hétérogénéité de la répartition de la macrofaune sur l'estran de Guéthary suivant les étages littoraux.

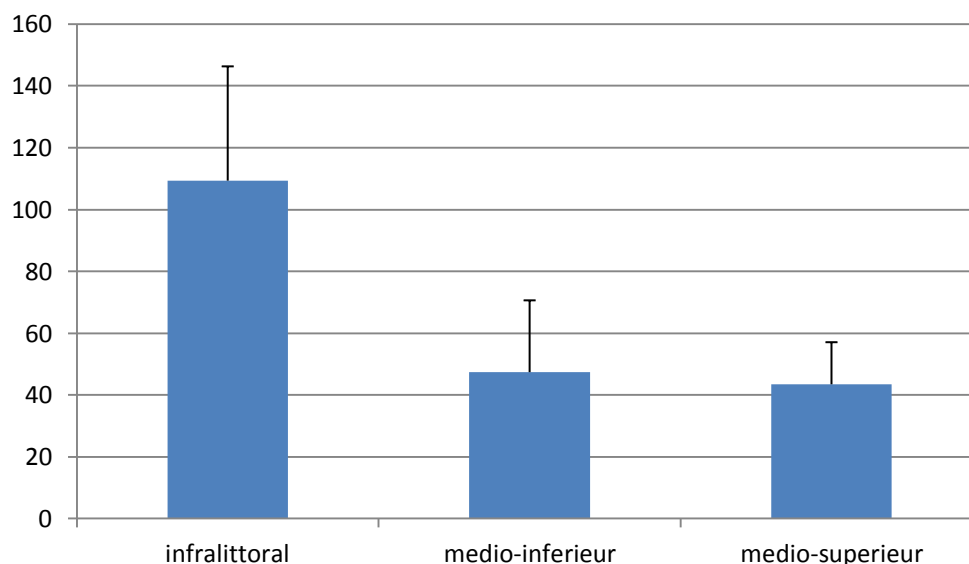


Figure 10 : Abondance relative (nombre moyen d'individus par passage, par station et par m²) par étage littoral sur l'estran de Guéthary. Les espèces *Janua*, *Balanes* communes et *Pomatoceros triqueter* ont été retirées car leurs abondances ont été estimées. Les erreurs standards sont représentées par un trait noir.

Dans le but de tester les différences entre les étages, le test non paramétrique de Mann-Whitney a été réalisé (Annexe 4), comparant les étages infralittoral et medio-inférieur entre eux, les étages infralittoral et médio supérieur puis les étages médio supérieur et médio inférieur.

Les trois comparaisons ont respectivement donné des p-values égales à 0.09, 0.14 et 0.85. Au seuil de 5%, cette analyse indique que les trois « couples » d'échantillons sont significativement équivalents.

Plus la p-value est grande, plus les deux étages sont significativement équivalents. Ainsi, les abondances relatives des étages médio inférieur/médio supérieur sont significativement plus proches que celles des étages infralittoral/médio supérieur et infralittoral/médio inférieur.

Ainsi, les étages médiolittoraux ont des abondances relatives significativement proches ; l'abondance relative de l'étage infralittoral est plus proche de l'étage médio supérieur que de l'étage médio inférieur.

3.2.2. Richesse spécifique :

La richesse spécifique, ou plus exactement taxonomique, recensée sur les 20 stations de l'estran de Guéthary est de 77 espèces (72 l'an dernier) (Annexe 5).

Comme l'abondance relative, la richesse spécifique est répartie de façon hétérogène suivant les étages littoraux.

D'après la Figure 11, la richesse spécifique se trouve la plus importante en infralittoral (environ 26 espèces). Respectivement, les étages médio supérieur et médio inférieur possèdent environ 18 et 20 espèces.

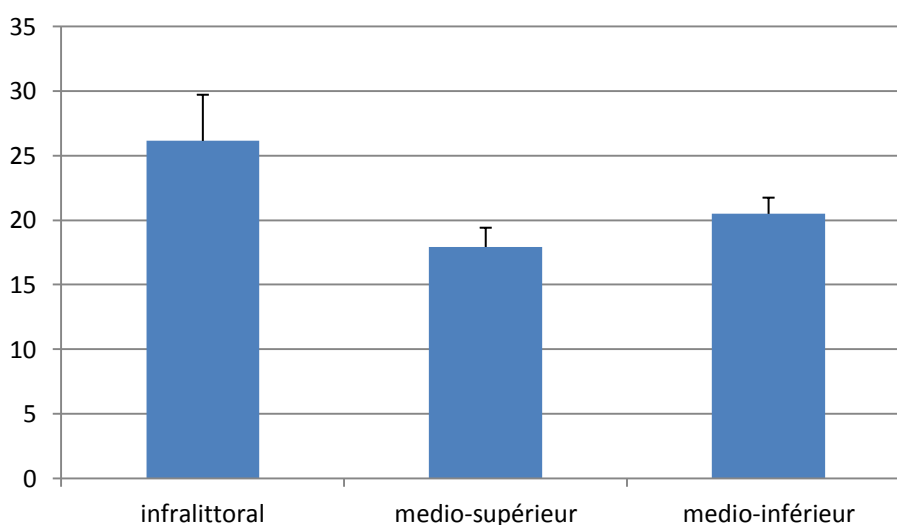


Figure 11 : Richesse taxonomique moyenne sur l'estran de Guéthary en fonction des étages infralittoral, médio-inférieur et médio-supérieur. Les erreurs standards sont représentées par les traits noirs

Le test non paramétrique de Mann-Whitney a été réalisé (Annexe 6) pour ces trois étages.

Entre l'étage infralittoral et l'étage médio supérieur, le test donne une p-value de 0.03 soit inférieure à 5% : il existe des différences significatives entre ces deux étages. Ce sont des milieux de vie très différents dû à de longs temps d'immersion en infralittoral et de faibles en médio supérieur, ce qui peut expliquer cette différence de richesse.

Concernant les comparaisons entre infralittoral et médio inférieur et entre médio-supérieur et médio inférieur, les p-value sont respectivement 0.16 et 0.29, révélant ainsi qu'il n'existe pas de différences significatives entre ces étages. Les étages infralittoral et médio-inférieur sont proches et possèdent de nombreuses espèces en commun. Cependant, la richesse spécifique de l'étage médio inférieur reste inférieure à celle de l'infralittoral : ceci pourrait expliquer la faible p-value. Les étages médio supérieur et médio inférieur ont des richesses spécifiques très similaires car leur temps d'immersion est relativement proche (le terme « médio littoral » est souvent employé dans la littérature, comme dans la figure 3, regroupant les deux sous-groupes : inférieur et supérieur).

3.3. Comparaison intersites

3.3.1. Abondances :

La figure 13 permet d'observer que les espèces *Mytilus edulis*, *Paracentrotus lividus* et *Patella vulgata* dominent la zone du Basta à Biarritz. Dans la zone hors cantonnement, les Balanes cratères, les Crabes marbrés et les Porcellanes grises sont les plus abondantes. En zone de cantonnement de pêche, on retrouve encore les Balanes cratères parmi les espèces les plus abondantes ainsi que les pagures et les Gibbules ombiliquées.

La plupart des espèces citées précédemment vivent en colonies. Il est donc normal de trouver des abondances relatives élevées. On remarque cependant que les espèces majoritaires ne sont pas identiques sur les trois zones. Le Basta à Biarritz possède plutôt des espèces bien ancrées sur leur substrat alors que les deux autres zones de Guéthary possèdent des espèces plus mobiles qui ont tendance à s'abriter sous des blocs rocheux (telles que *Xantho incisus* ou encore *Eriphia spinifrons*).

De plus, le Basta possède quatre espèces dont l'abondance relative est inférieure à 0.1 individus/passage/station/m, la zone hors cantonnement en possède 15 et la zone de cantonnement 37.

Ceci semble indiquer qu'il y a une plus forte biodiversité à Guéthary avec plus d'espèces « rares » (dont l'abondance est inférieure à 0.1 individus/passage/station/m).

La surface peut être mise en cause : 16 stations en zone de cantonnement, 4 en zone hors cantonnement et 2 au Basta. Plus l'effort d'échantillonnage est important (c'est-à-dire plus il y a de stations) plus la probabilité de trouver des espèces « rares » ou difficilement décelables est grande. Il faut aussi considérer que plus la surface d'une zone est grande, plus il y a de chances d'avoir un milieu disposant de nombreuses niches écologiques. Dans le cas du Basta à Biarritz, qui possède une surface réduite, le milieu est essentiellement composé de flyschs et de gros blocs rocheux: donc seules les espèces vivant fixées sur leur substrat peuvent dominer au détriment d'espèces plus mobiles.

Le niveau d'anthropisation variable peut être une raison supplémentaire pour expliquer les variations d'abondances au niveau des trois sites. Le nombre supérieur d'espèces à faibles abondances dans la zone de cantonnement de pêche par rapport à la zone hors cantonnement pourrait aussi s'expliquer par un effet bénéfique de la réglementation mise en vigueur sur les plages de Cénitz et Parlementia par la mairie de Guéthary. Au niveau du Basta, les activités de pêche et de ramassage peuvent aussi être mises en causes (surtout en période estivale).

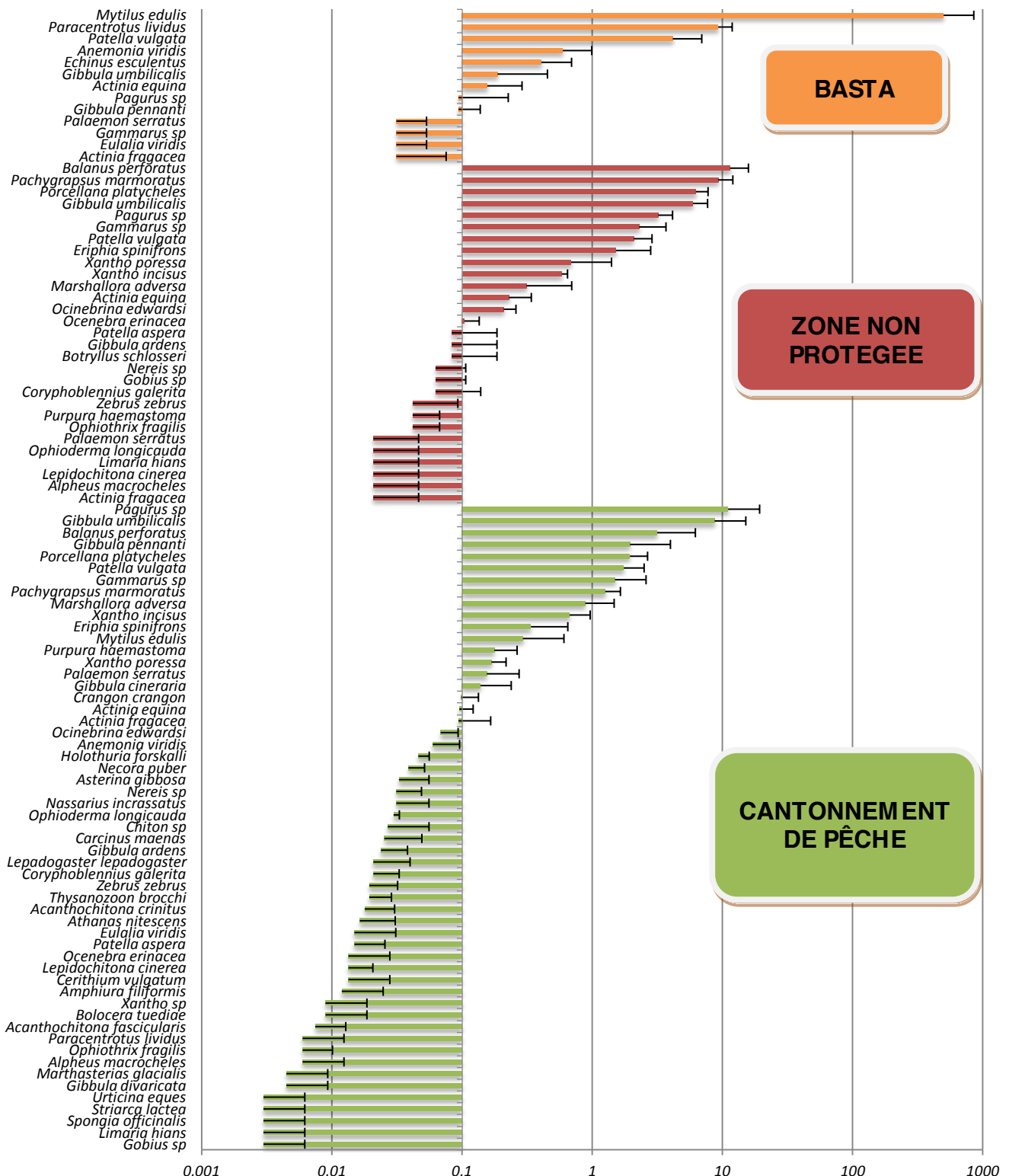


Figure 12 : Abondances relatives par espèce et par zone en médio inférieur (nombre moyen d'individu/passage/station/m²) sous l'échelle logarithmique de base 10. Les barres oranges représentent l'abondance relative de la zone du Basta (Biarritz), celles en rouge de la zone non protégée (Guéthary) et celles en vert le cantonnement de pêche (Guéthary). Les erreurs standards sont représentées par les traits noirs. Les espèces *Balanus balan*, *Janua pagenstecheri* et *Pomatoceros triquet* ont été retirées du fait de leurs effectifs trop importants.

D'après la figure 13, l'abondance relative de la zone de cantonnement (107 individus/passage/station/m²) est bien supérieure à la zone hors cantonnement (61 individu/passage/passage/m²). Cependant un test non paramétrique de Wilcoxon apparié (comparant les abondances relatives moyennes de chaque étage) a été réalisé et donne une p-value égale à 0.25, signifiant que les abondances relatives de ces deux zones sont significativement équivalentes.

Ainsi, même si les deux zones sont significativement équivalentes, il semble exister un effet positif du cantonnement de pêche sur l'abondance relative.

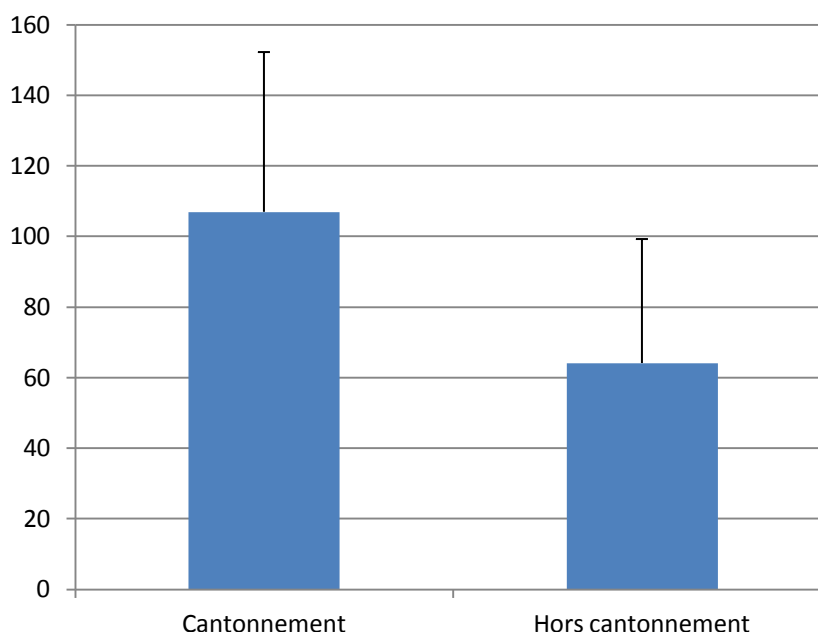


Figure 13 : Abondance relative (nombre moyen d'individus/passage/station/m²) de la zone de cantonnement et de la zone hors cantonnement à Guéthary. Les erreurs standards sont représentées par les traits noirs

3.3.2. Richesse spécifique :

De manière globale, la figure 14 illustre une hétérogénéité de la richesse spécifique de la zone de cantonnement de pêche jusqu'au Basta.

La richesse spécifique de la zone de cantonnement de pêche est légèrement inférieure à celle de la zone non protégée de Guéthary. Le test de Mann-Whitney non apparié (Annexe 7) a donné une p-value de 0.54 démontrant une similarité entre ces deux sites.

La richesse spécifique moyenne du Basta est inférieure de moitié aux zones précédentes. Le test de Mann-Whitney a été réalisé entre l'échantillon de la zone de cantonnement et du Basta avec une p-value de 0.06 indiquant une différence entre ces deux sites (Annexe 7).

Celui-ci a aussi été réalisé pour comparer la zone hors cantonnement et le Basta avec une p-value de 0.2. Même si la taille réduite des échantillons ne permet pas d'avoir une puissance statistique suffisante (de par le faible nombre de stations), ce résultat indique cependant des richesses spécifiques significativement équivalentes.

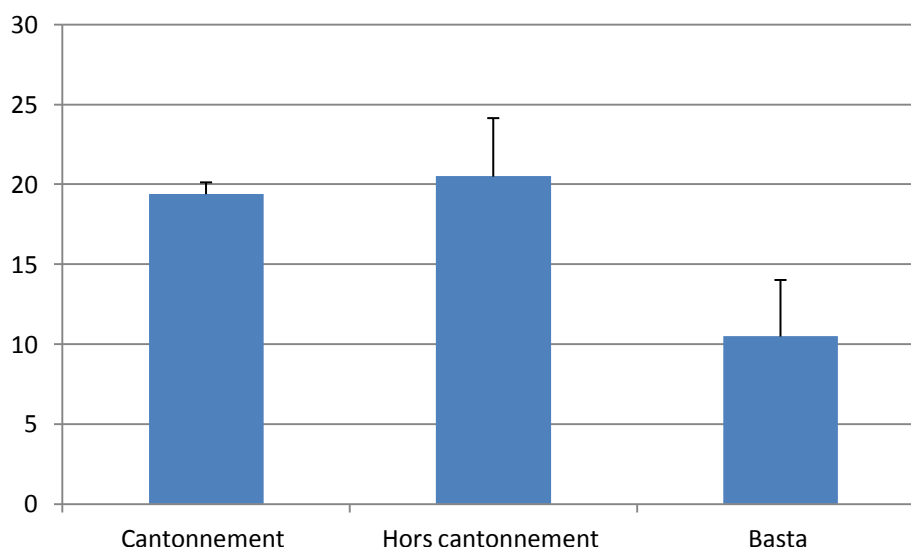


Figure 14 : Richesse spécifique moyenne par zone en médio inférieur en fonction des zones de cantonnement de pêche (Guéthary), hors cantonnement (Guéthary) et Basta (Biarritz). Les erreurs standards sont représentées par les traits noirs

Dans le but de comparer plus précisément les zones de cantonnement et hors cantonnement, la figure 15 illustre les richesses spécifiques moyennes obtenues pour les trois étages confondus (infralittoral, médio inférieur et médio supérieur). Le test de Mann-Whitney (Annexe 8) donne une p-value de 0.95, confirmant ainsi la similarité de ces deux zones.

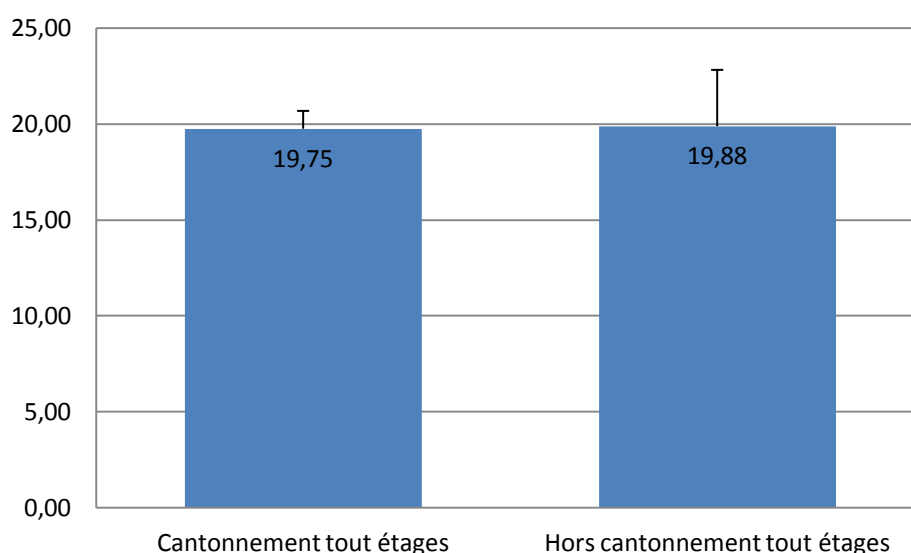


Figure 15 : richesse spécifique moyenne de la zone de cantonnement et hors cantonnement sur les étages infralittoral, medio-inferieur et medio-supérieur de Guéthary. Les erreurs standards sont représentées par les traits noirs

La figure 15 s'oppose au raisonnement basé sur la figure 13 : le cantonnement de pêche semble avoir un effet positif sur les abondances relatives mais pas d'effet sur les richesses spécifiques.

3.4. Suivi temporel

Afin de suivre l'évolution de la macrofaune benthique de l'estran de Guéthary au fil des années, différents paramètres sont étudiés : l'abondance relative, la richesse spécifique et les indices de biodiversité.

3.4.1. Abondance relative

Tout d'abord, l'abondance relative est calculée pour toutes les années de 2003 à 2012 (Figure 16).

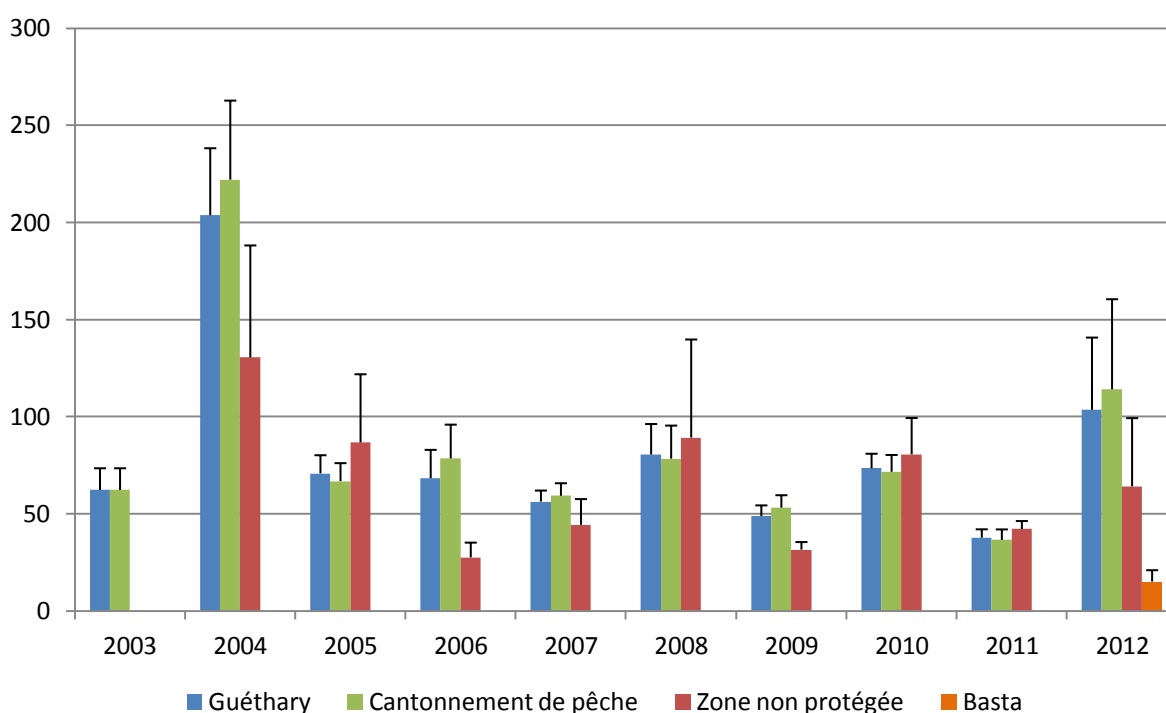


Figure 16 : Abondances relatives (en nombre moyen d'individus/passage/station/m²) de 2003 à 2012 de la totalité de l'estran de Guéthary (en bleu), du cantonnement de pêche (en vert), de la zone non protégée (en rouge) et du Basta à Biarritz (en orange). Les erreurs standards sont représentées par les traits noirs. En 2003, le nombre de stations était de 14, lesquelles ne sont situées qu'en cantonnement de pêche. Le Basta n'a été échantillonné qu'en 2012.

Après la marée noire due au Prestige en 2002, les côtes du Portugal, de l'Espagne et de la France ont subi de réelles perturbations au niveau écologique, tant au niveau faunistique que floristique.

D'après la figure 16, l'évolution de l'abondance relative sur l'estran de Guéthary n'a pas été décrite en 2002 du fait d'un suivi uniquement qualitatif.

Néanmoins, la marée noire pourrait expliquer le pic d'abondance de 2004. En effet, la disparition de certaines espèces ou la diminution de leur effectif a pu permettre la colonisation d'autres espèces via les niches écologiques devenues vacantes à la suite de la marée noire.

Après 2004, l'abondance relative diminue. Elle est relativement stable autour de 50 individus par passage, par station et par m en fonction des années et des stations. Ces

variations peuvent être dues à une différence d'échantillonnage entre les années.

De plus, une différence d'abondance relative est à noter entre la zone de cantonnement de pêche et la zone non protégée de Guéthary. Cependant, elle reste similaire entre l'ensemble de l'estran et la zone de cantonnement de pêche. L'abondance relative de la zone non protégée subit de nombreuses fluctuations suivant les années. Ceci pouvant refléter une variation de l'activité anthropique, de l'échantillonnage ou même de la stochasticité environnementale.

3.4.2. Richesse spécifique

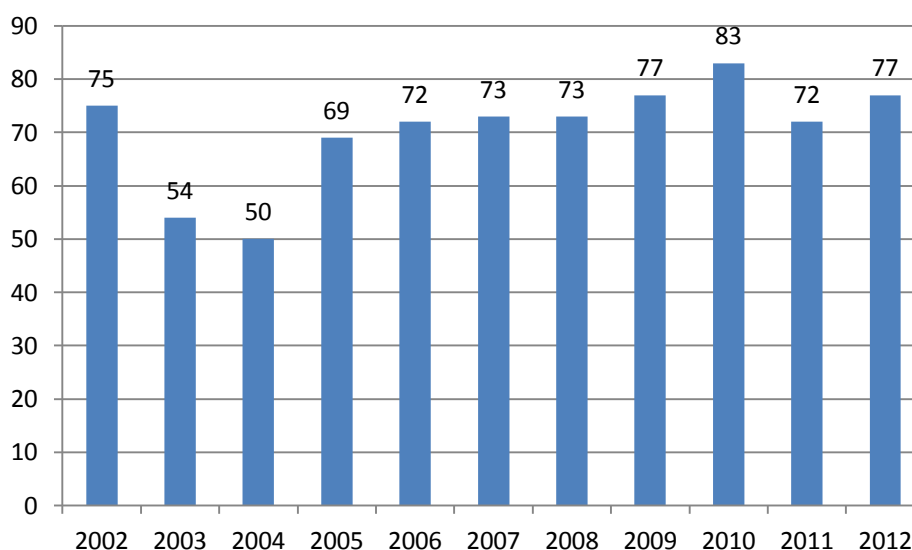


Figure 17 : Richesse spécifique de l'estran de Guéthary de 2002 à 2012.

D'après la figure 17, la richesse spécifique a diminué après 2002 passant de 75 à 50 taxons en 2004. Ceci reflète l'impact du naufrage du Prestige sur la macrofaune de Guéthary.

La richesse spécifique augmente à partir de 2005 pour atteindre des valeurs proches de celle précédant la pollution du « Prestige ». Ces valeurs de richesse en taxon varient de 69 taxons (en 2005) à 83 (en 2010) avec une baisse en 2011 (72 taxons).

Ces variations semblent mettre en évidence un phénomène de résilience de l'écosystème. La richesse spécifique semble se stabiliser autour de 75 espèces ; ce qui pourrait représenter la capacité d'accueil de l'estran.

Néanmoins, les espèces sont différentes selon les années (Figure 18).

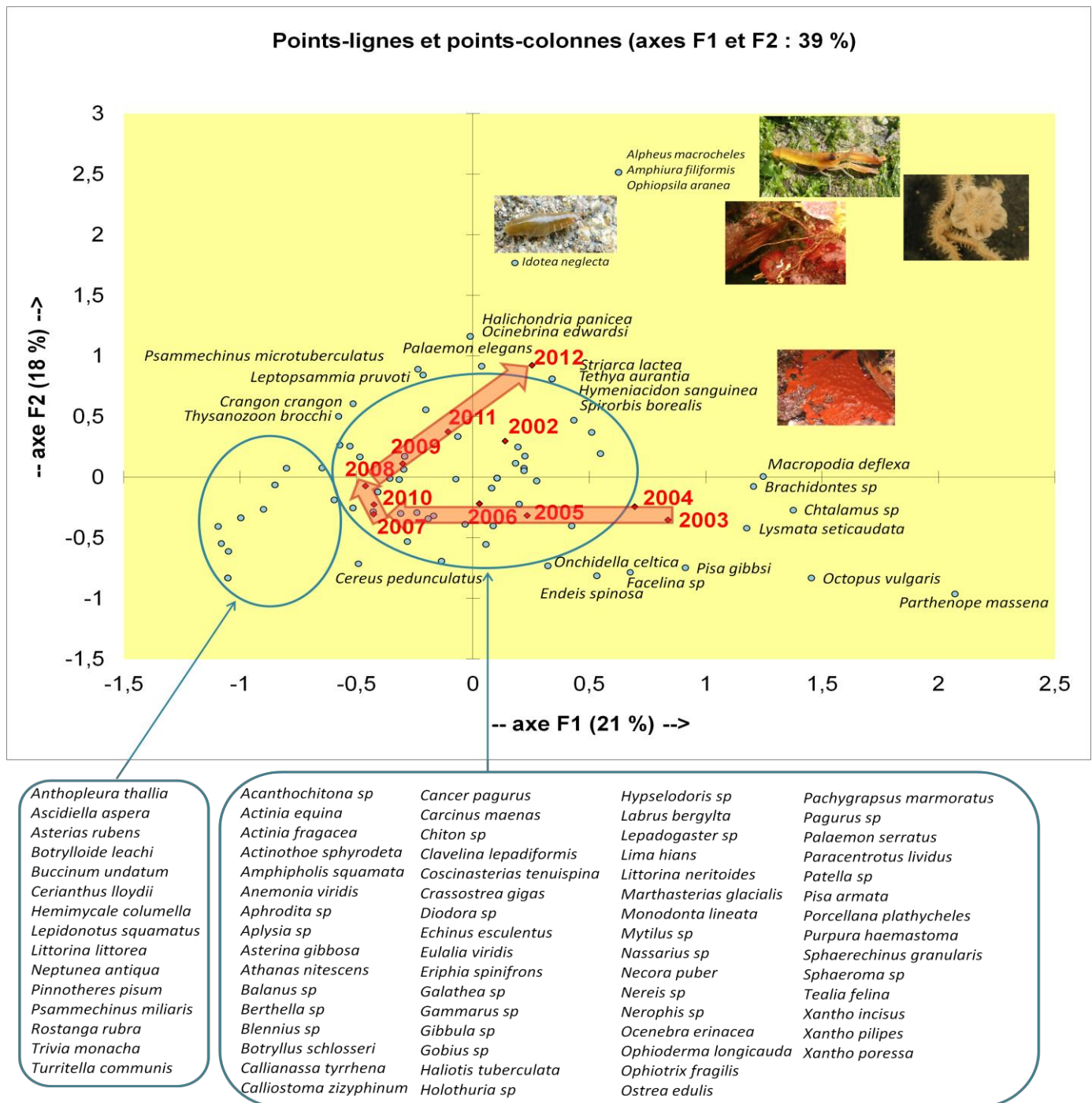


Figure 18: Représentation de la répartition taxonomique en fonction des années à l'aide d'une Analyse Factorielle des Correspondances

Sur l'AFC, les modalités ne sont pas disposées aléatoirement ; les deux variables (années et espèces) sont liées. Ici, la forme du nuage de points (points-lignes et points-colonnes) se rapproche de celle d'une parabole : c'est l'effet Guttman. Les espèces sont représentées sur cet axe temporel.

De cette manière, l'année 2002 est très différente des années 2003 et 2004 en matière de richesse spécifique. Après 2004, celle-ci se rapproche de celle de 2002.

En effet, suite la pollution due au « Prestige », de nouvelles espèces sont apparues et d'autres ont disparu. C'est le cas de l'éponge *Hymeniacion sanguinea* qui n'a été trouvée sur

l'estran de Guéthary qu'en 2002. Certaines espèces, non trouvées en 2002, l'ont été à partir de 2003. On peut citer par exemple les chitons. D'autres sont apparues quelques années après la pollution causée par le naufrage du « Prestige ». En effet, les berthelles (trouvées en 2005, 2006, 2007 et 2011) et l'idotée *Idotea neglecta* (à partir de 2011) ont colonisé l'estran quelques années après la marée noire.

L'année 2011 semble se rapprocher de l'année 2002 en matière de richesse mais avec des espèces différentes qui sont apparues après le naufrage.

En 2012, de nouvelles espèces ont été trouvées à Guéthary : *Alpheus macrocheles*, *Amphiura filiformis* et *Ophiopsila aranea*.

3.4.3. Diversité alpha

La richesse spécifique de l'estran de Guéthary reflète la diversité au sein de cet écosystème. L'indice de Shannon-Weaver permet notamment de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité de l'ensemble de l'estran, du cantonnement de pêche et de la zone non protégée (Figure 19).

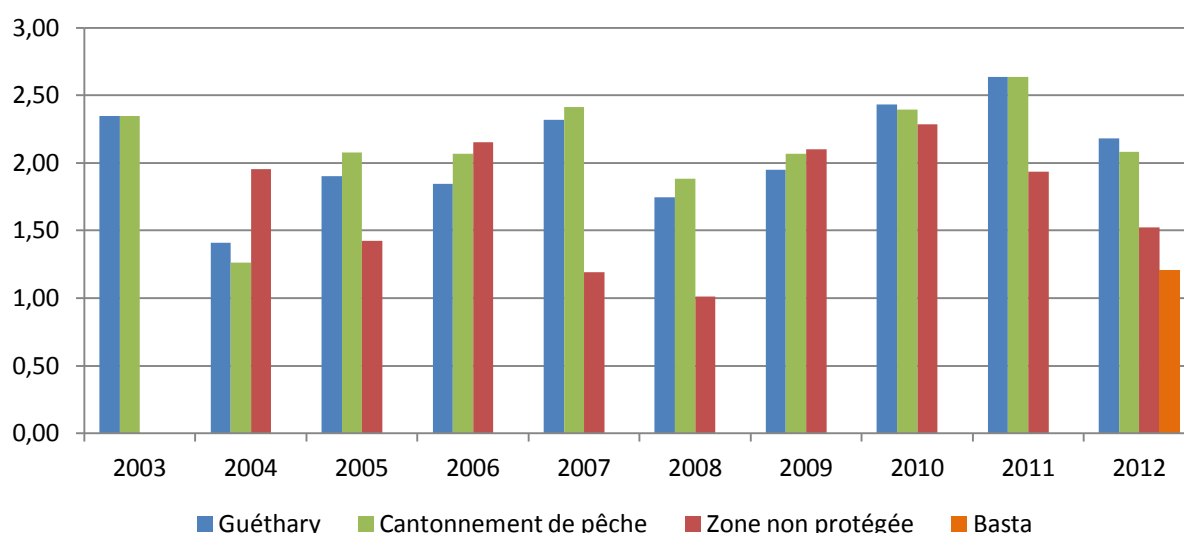


Figure 19 : Indice de Shannon-Weaver de 2003 à 2012 de l'ensemble de l'estran de Guéthary (en bleu), du cantonnement de pêche (en vert), de la zone non protégée (en rouge) et du Basta à Biarritz (en orange). En 2003, le nombre de stations était de 14, lesquelles ne sont situées qu'en cantonnement de pêche. Le Basta n'a été échantillonné qu'en 2012. Les espèces estimées ont été retirées.

On constate quelques fluctuations de la biodiversité sur l'estran de Guéthary au fil des années. En effet, l'indice de Shannon varie de 1,41 (en 2004) à 2,64 (en 2011). Il est le plus faible pour l'année 2004, où la richesse spécifique est également la plus faible et l'abondance relative la plus élevée, comme soulignés précédemment. Ceci peut être dû à la pollution du « Prestige » qui a eu un impact sur la qualité et l'effectif de la faune. Ces changements dans la composition de la communauté provoquent un déséquilibre dans la fréquence de certaines espèces.

Par rapport à l'année précédente, une diminution de la biodiversité en 2012 semble avoir lieu sur la totalité de l'estran ($H'=2,18$), sur la zone de cantonnement ($H'=2,08$) ainsi que sur la zone non protégée ($H'=1,52$).

Néanmoins, au-delà des variations inter annuel, l'indice de Shannon-Weaver est relativement constant autour de 2,08.

En 2012, l'indice de Shannon est le plus élevé en zone de cantonnement de pêche et le plus faible au Basta à Biarritz ($H'=1,21$). En sachant que les surfaces d'échantillonnages ne sont pas équivalentes entre les trois zones, un gradient de biodiversité se fait sentir de Guéthary à Biarritz.

De plus, la différence de biodiversité entre les sites de Guéthary varie selon les années. La diversité alpha de l'ensemble de l'estran est à peu près la même que celle du cantonnement de pêche. Néanmoins, celle de la zone non protégée est soit inférieure soit supérieure au reste de l'estran. Ceci pourrait aussi surlever des variations d'anthropisation ou d'échantillonnage selon les années.

3.4.4. Exemples d'évolutions d'abondances

Afin de suivre l'évolution de la qualité du milieu, il est nécessaire de suivre en complément l'évolution de l'abondance de quelques espèces. Ici on s'intéresse aux variations d'abondance des espèces de brouteurs d'algues suivantes : *Gibbula sp*, *Pagurus sp*, *Paracentrotus lividus* et *Haliotis tuberculata* (Figure 20).

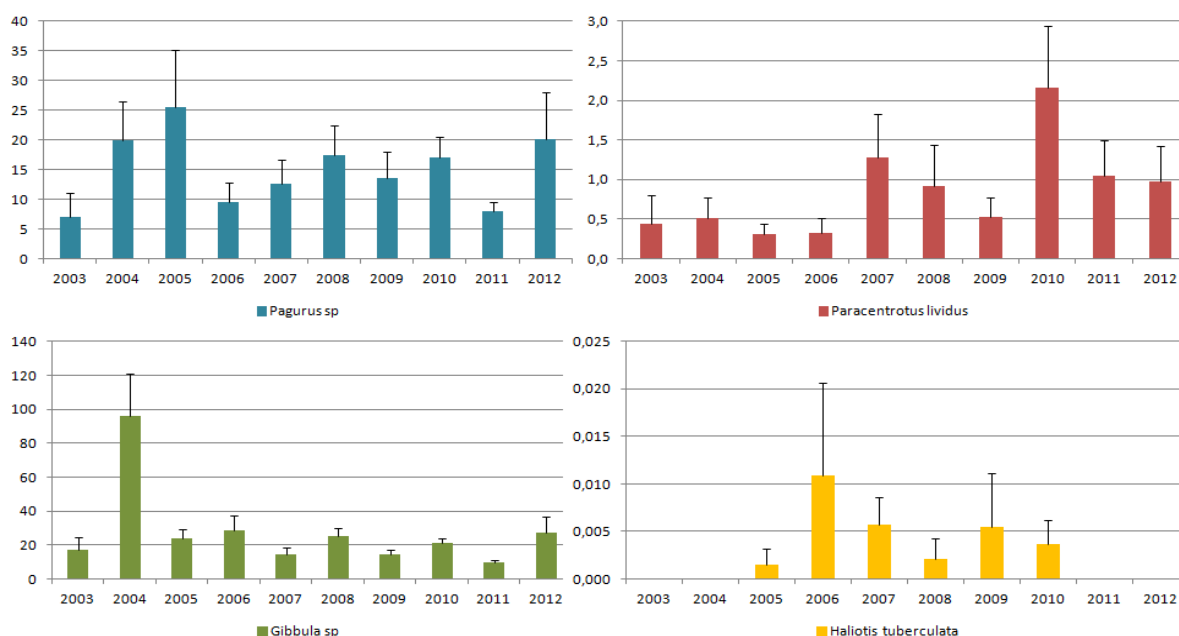


Figure 20 : Abondances relatives (nombre d'individus moyen/passage/station/m²) de 2003 à 2012 de *Pagurus sp* en (bleu), de *Paracentrotus lividus* (en rouge), de *Gibbula sp* (en vert) et de *Haliotis tuberculata* (en jaune). Les erreurs standards sont représentées par les traits noirs

Après la marée noire provoquée par le « Prestige », l'abondance relative de ces espèces fluctue. Celle des gibbules augmente fortement en 2004 (96 individus/passage/station/m). En effet, le test de Wilcoxon Mann Whitney, réalisé entre 2003 et 2004, donne une p-value inférieure au seuil de 5% (p-value = 0,0022) ; ce qui prouve que ces deux années sont différentes en matière d'abondance relative.

Cette augmentation peut expliquer l'augmentation du nombre d'individus de l'estran de Guéthary ainsi que la baisse de biodiversité.

Le nombre moyen de pagures semble aussi augmenter à partir de 2003 jusqu'en 2005 (avec 26 individus/passage/station/m). D'après ce même test réalisé pour les années 2003 et 2005, la p-value est supérieure à 5% (elle est de 0,27) ; ce qui suggère une égalité d'abondance entre 2003 et 2005.

Ces deux taxons ont eu la possibilité d'occuper des niches écologiques laissées vacantes par d'autres taxons à la suite de la pollution de 2002.

L'abondance des oursins violets *Paracentrotus lividus* n'a pas évolué à cette période (environ 0,5 individus/passage/station/m) et l'espèce d'ormeau *Haliotis tuberculata* était absente en 2003 et en 2004. Cette dernière était présente en 2002, ce qui peut refléter une mauvaise qualité du milieu. Il faut tout de même prendre en compte qu'il peut y avoir un biais dans l'échantillonnage, notamment du fait que cette espèce est une espèce rare.

L'abondance des gibbules diminue en 2005 (24 individus/passage/station/m), diminution testée par le test de Wilcoxon Mann Whitney qui révèle une différence significative entre 2004 et 2005 (p-value = 0,0007), et atteint à peu près celle de l'année 2003 (18 individus/passage/station/m). Elle reste relativement constante les années suivantes : elle varie de 10 individus/passage/station/m en 2011 à 29 en 2006 et 2012.

Les abondances des pagures et des oursins violets oscillent en fonction des années mais il faut prendre en considération que les variations d'abondance des oursins sont faibles (cela varie de 0,4 à 2,2 individus/passage/station/m).

On remarque la présence de l'ormeau à partir de 2005 jusqu'en 2010. Cette espèce n'a pas été trouvée en 2011 et en 2012. En 2011, la présence de boulettes de pétrole a été observée sur l'estran de Guéthary. Ce qui peut expliquer la diminution du nombre de brouteurs d'algues.

En 2012, l'abondance relative des gibbules (28 individus/passage/station/m) et des pagures (20 individus/passage/station/m²) augmente par rapport à l'année précédente. Celle des oursins violets reste constante.

Du pétrole a été observé seulement à l'état de « traces non récentes » (inférieur ou égal à 1% de la surface d'un quadrat) sur les substrats rocheux (Annexe 9). En 2011, la présence d'hydrocarbures frais (boulettes) a été quantifiée et signalé régulièrement (Aragües A. et Huguet T., 2011). Ces résultats semblaient indiquer un événement de dégazage au cours de l'hiver 2011 et n'ont pas été observés cette année.

D'après la figure 20, il semblerait y avoir une augmentation de l'abondance relative du genre gibbule en 2012 par rapport à 2011, même si, d'après le test de Wilcoxon apparié, la p-value est supérieure à 5% (p-value = 0,29), ce qui signifierait que les moyennes entre ces deux années sont égales. Sachant que les gibbules sont sensibles à la présence d'hydrocarbures (www.doris.ffessm.fr), une corrélation pourrait tout de même être établie entre la baisse de la quantité de pétrole en 2012 et l'augmentation de leur abondance relative.

La figure 20 pourrait aussi mettre en avant une augmentation de l'abondance relative du genre pagure en 2012. Néanmoins, le test de Wilcoxon apparié donne une p-value supérieure au seuil de 5% (p-value = 0,35), ce qui montre une égalité de moyennes entre 2011 et 2012. Ce genre n'est pas particulièrement sensible aux hydrocarbures (J.Grall et C.Hily *Traitement des*

données stationnelles (Faune) 2003, IFREMER). Sachant que les pagures utilisent souvent des coquilles de gibbules afin de s'abriter, cela laisse supposer que l'augmentation du nombre de gibbules favorise celle des pagures.

Néanmoins, ces résultats nécessitent un recul supplémentaire dans le temps afin d'être confirmés. Il sera donc indispensable de poursuivre ce suivi et de continuer à prendre en compte la présence d'hydrocarbure sur le site de Guéthary.

CONCLUSION

Depuis 2002, début du suivi de la macrofaune, les peuplements benthiques ne cessent d'évoluer. A la suite de la marée noire due au naufrage du «Prestige », le nombre d'espèces a fortement diminué. Néanmoins la richesse spécifique a retrouvé son état initial, fluctuant autour de 75 espèces, soulignant un phénomène de résilience des écosystèmes. Il existe tout de même des dissemblances dans la nature de ces espèces au fil des années. En effet, certains taxons n'ont plus été retrouvés sur l'estran de Guéthary depuis le naufrage alors que d'autres sont apparus quelques années plus tard.

En 2012, 77 espèces ont été répertoriées sur l'estran de Guéthary avec une répartition hétérogène suivant les étages littoraux. L'étage infralittoral possède le plus de richesse, suivis de l'étage médio inférieur puis de l'étage médio supérieur, correspondant respectivement à un temps d'immersion de plus en plus faible. L'abondance relative est majoritaire en infralittoral par rapport aux deux autres étages qui se valent.

Il existe aussi des variations selon les sites. La richesse spécifique est la plus faible au Basta à Biarritz, zone qui subit la plus forte influence de l'urbanisation.

De même, l'abondance relative reste la plus élevée en zone de cantonnement de pêche et la plus faible au Basta dont la biodiversité est relativement faible.

Il faut tout de même prendre en compte que des erreurs d'échantillonnage peuvent biaiser ces résultats de richesse et d'abondance.

La diminution de la quantité de pétrole observé à Guéthary par rapport à l'année précédente peut expliquer l'augmentation de la richesse taxonomique et de l'abondance relative en 2012. En effet, la présence d'hydrocarbure sur l'estran joue un rôle important dans la biodiversité des écosystèmes. Deux ans après la marée noire, le nombre de brouteurs d'algues, notamment les gibbules et les pagures, avait fortement augmenté. Ce sont de bons indicateurs de pollution car ils permettent de constater une élévation de la concentration algale.

Afin d'assurer un meilleur suivi pour les années à venir quelques améliorations pourraient être réalisées. Une augmentation du nombre de stations pour la zone hors cantonnement de Guéthary et le Basta pourrait être envisagée. Dans le but de normaliser le suivi annuel, les méthodes d'estimations d'espèces très abondantes doivent être définies ; ceci permettant de réduire les biais d'échantillonnages inter annuels.

La poursuite du suivi à long terme permet d'avoir une vision plus globale de la répartition des espèces sur l'estran de Guéthary et du Basta à Biarritz et ainsi de dégager des tendances. Par son effet positif sur la biodiversité, il serait nécessaire de renouveler la présence du cantonnement de pêche, voire de l'étendre à la plage de Parlementia afin de protéger l'intégralité du site.

BIBLIOGRAPHIE

Aragües A. et Huguet T., 2011, *Etude de la répartition de la macrofaune benthique sur l'estran de Guéthary et analyse comparative*. Licence biologie des organismes université de Pau et des Pays de l'Adour.

Barillé A., Harin N., Saurieu P., Truhaus N., Oger-Jeanneret H. *Mise en place de la DCE dans les masses d'eau côtières des Pays de la Loire* 66p. REBENT, réseau benthique.

Berdoulay M. et Landabure B., 2008, *Etude de la macrofaune benthique sur l'estran rocheux (zone de cantonnement) de Guéthary : suivi et analyse*. Master 1 Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques, 45p.

Christian Hily et Jacques Grall, *Suivi stationnel des estrans rocheux (faune)*. REBENT, réseaux benthique. Compléter la ref (édition, nombre de pages). Faire de meme pour tous.

Derrien-Courtél S., Le Gal A., Mercier-Pecard M., Derrien R., Mercier N. et Decaris F. *DCE Résultats de la Surveillance des Masses d'Eau : Suivi biologique du benthos*. Rapport du Museum National d'Histoire Naturelle, Département Milieux et Peuplements Aquatiques 111p.

Falciai L., Minervini R., Les guides du naturaliste. *Guide des homards, crabes, langoustines, crevettes et autres crustacés décapodes d'Europe*. Ed. Delachaux et Niestlé. 287p

Grall J. et Hily C. *Traitement des données stationnelles (Faune)* 2003, IFREMER, 10p

Grenier M., 2007. *Identification des communautés de référence de macro-invertébrés pour l'évaluation du niveau d'intégrité écologique des écosystèmes aquatiques : comparaison des approches a priori et a posteriori et proposition d'un indice multivarié*, Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, xii, 75 p. [Rapport interne; 236].

Guillaumont B., et Gauthier, E. *Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE*. IFREMER/ DYNAmique de l'Environnement Côtier (DYNECO) : Valorisation de l'Information pour la Gestion Intégrée et la Surveillance (VIGIES).

Hayward P., Nelson-Smith T., Shiels C., Les guides du naturaliste. *Guide des bords de mer, Mer du Nord, Manche, Atlantique, Méditerranée*. Ed. Delachaux et Niestlé. 2009. 357p

Papot C. et Malagnoux E., 2010, *Suivi des biocénoses benthiques sur l'estran de Guéthary et mise en place d'un plan d'échantillonnage au Viviers Basques (Pyrénées Atlantique)*. Licence biologie des organismes université de Pau et des Pays de l'Adour.

Sites internet :

www.doris.ffessm.fr
www.rebent.org
www.developpement-durable.gouv.fr
www.eaufrance.fr

www.ermma.fr
www.ifremer.fr
www.guethary.fr
www.museedelamer.com

ANNEXES

Annexe 1 : Liste des stations contenant leurs coordonnées géographiques, les étages littoraux auxquelles elles sont appariées et les plages auxquelles elles se situent.

Annexe 2 : Test de l'effet observateur à l'aide du test de Wilcoxon apparié.

Annexe 3 : Test méthodologique (test de Wilcoxon apparié).

Annexe 4 : Comparaison des abondances relatives entre les étages littoraux à l'aide du test de Mann Whitney.

Annexe 5 : Espèces trouvées en 2012 sur l'estran de Guéthary.

Annexe 6 : Comparaison des richesses spécifiques entre les étages littoraux à l'aide du test de Mann Whitney.

Annexe 7 : Comparaison des richesses spécifiques entre les zones (en médio-inférieur) à l'aide du test de Mann Whitney.

Annexe 8 : Comparaison des richesses spécifiques entre la zone de cantonnement et hors cantonnement à l'aide du test de Mann Whitney

Annexe 9 : Tableau de présence absence de traces de pétrole sur les estran de Guéthary et du Basta à Biarritz.

ANNEXE 1: Liste des stations contenant leurs coordonnées géographiques, les étages littoraux auxquelles elles sont apparées et les plages auxquelles elles se situent

Stations	Coordonnées		Etage	Plage
	Nord	Ouest		
1	43,4276	1,6170	Infralittoral	Harotzen Costa
2	43,4264	1,6194	Infralittoral	Harotzen Costa
3	43,4252	1,6196	Medio-supérieur	Harotzen Costa
4	43,4276	1,6164	Infralittoral	Harotzen Costa
5	43,4267	1,6174	Medio-supérieur	Harotzen Costa
6	43,4252	1,6164	Medio-inférieur	Harotzen Costa
7	43,4262	1,6178	Medio-supérieur	Harotzen Costa
8	43,4255	1,6175	Medio-supérieur	Harotzen Costa
9	43,4268	1,6159	Medio-inférieur	Harotzen Costa
10	43,4266	1,6143	Medio-inférieur	Harotzen Costa
11	43,4244	1,6192	Medio-supérieur	Harotzen Costa
12	43,4266	1,6129	Medio-inférieur	Harotzen Costa
13	43,4227	1,6214	Medio-inférieur	Cenitz
14	43,4227	1,6206	Medio-inférieur	Cenitz
15	43,4241	1,6209	Infralittoral	Cenitz
16	43,4228	1,6201	Medio-inférieur	Cenitz
17	43,4297	1,6088	Infralittoral	Parlementia
18	43,4286	1,6082	Medio-inférieur	Parlementia
19	43,4280	1,6099	Infralittoral	Parlementia
20	43,4272	1,6094	Medio-supérieur	Parlementia
21	43,4840	1,5639	Medio-inférieur	Basta
22	43,4840	1,5636	Medio-inférieur	Basta

ANNEXE 2 : Test de l'effet observateur à l'aide du test de Wilcoxon apparié

H0 : le nombre d'individus dénombrés par les deux observateurs sont significativement équivalents.

H1 : le nombre d'individus dénombrés par les deux observateurs sont significativement différents.

$\alpha = 5\%$

Crabes marbrés

Réplicat	Maxime	Magali
1	11	10
2	10	9
3	9	11
4	12	15
5	9	12

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: Dataset\$Maxime and Dataset\$Magali

V = 3, p-value = 0.2763

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

P-value > 5% donc on valide l'hypothèse nulle : le nombre d'individus dénombrés par les deux observateurs sont significativement équivalents.

Troques ombiliqués

Réplicat	Maxime	Magali
1	92	87
2	80	89
3	59	60
4	54	56
5	33	28

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: Dataset\$Maxime and Dataset\$Magali

V = 7, p-value = 1

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

P-value > 5% donc on valide l'hypothèse nulle : le nombre d'individus dénombrés par les deux observateurs sont significativement équivalents.

Patelles

Réplicat	Maxime	Magali
1	51	64
2	56	50
3	38	37
4	54	58
5	40	36

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: Dataset\$Maxime and Dataset\$Magali

V = 7.5, **p-value = 1**

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

P-value > 5% pour les 3 espèces, donc on valide l'hypothèse nulle : le nombre d'individus dénombrés par les deux observateurs est significativement équivalent.

ANNEXE 3: Test méthodologique (test de Wilcoxon apparié)

H0 : les médianes du quadrat 4m/4m sont significativement égales à celles du quadrat de 1m65 /1m65

H1 : les médianes du quadrat 4m/4m ne sont pas significativement égales à celles du quadrat de 1m65 /1m65

$\alpha = 5\%$

Pour l'infralittoral :

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: Dataset\$Quadrat4m and Dataset\$Quadrat1m65

V = 12403, **p-value < 0.01**

Pour medio-inferieur:

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: Dataset\$quadrat4m and Dataset\$quadrat1m65

V = 43071, **p-value < 0.01**

Pour medio-supérieur:

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: Dataset\$Quadrat4m and Dataset\$1m65

V = 39621, **p-value < 0.01**

On valide H1 pour les 3 étages car $p\text{-value} < \alpha$ et < 0.01 donc ces 3 tests sont hautement significatifs.

ANNEXE 4: Comparaison des abondances relatives entre les étages littoraux à l'aide du test de Mann Whitney

Ho= les abondances relatives des deux échantillons sont significativement équivalentes

H1= les abondances relatives des deux échantillons sont significativement différentes

$\alpha = 5\%$

Infralittoral/médio-inférieur :

Wilcoxon rank sum test

data: Dataset\$infra and Dataset\$medioinf

W = 29, **p-value = 0.09307**

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

P-value = 0.09 > 5% alors on valide l'hypothèse nulle, donc la richesse spécifique de l'étage infralittoral est significativement équivalente à celle de l'étage medio-supérieur au seuil de 5%.

Infralittoral/médio-supérieur:

Wilcoxon rank sum test

data: Dataset\$infra and Dataset\$mediosup

W = 36, **p-value = 0.1419**

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

P-value = 0.14 > 5% alors on valide l'hypothèse nulle, donc la richesse spécifique de l'étage infralittoral est significativement équivalente à celle de l'étage medio-supérieur au seuil de 5%.

Médio-inférieur/médio-supérieur :

Wilcoxon rank sum test

data: Dataset\$medioinf and Dataset\$mediosup

W = 22, **p-value = 0.8518**

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

P-value = 0.85 > 5% alors on valide l'hypothèse nulle, donc la richesse spécifique de l'étage infralittoral est significativement équivalente à celle de l'étage medio-supérieur au seuil de 5%.

ANNEXE 5 : Espèces trouvées en 2012 sur l'ensemble de l'estran de Guéthary

Nom scientifique	Nom commun	Nom scientifique	Nom commun
<i>Acanthochitona crinitus</i>	Petit chiton épineux	<i>Leptopsammia provoti</i>	Corail jaune solitaire
<i>Acanthochitona fascicularis</i>	Grand chiton épineux	<i>Limaria hians</i>	Lime bâillante
<i>Actinia equina</i>	Actinie commune	<i>Liocarcinus holsatus</i>	Crabe nageur
<i>Actinia fragacea</i>	Anémone fraise	<i>Macropodia deflexa</i>	Macropode à rostre plongeant
<i>Actinothoe sphyrodeta</i>	Anémone marguerite	<i>Marphisa sanguinea</i>	<i>Marphisa sanguinea</i>
<i>Alpheus macrocheles</i>	<i>Alpheus macrocheles</i>	<i>Marshallora adversa</i>	<i>Marshallora adversa</i>
<i>Amphiura filiformis</i>	Ophiure rouge	<i>Marthasterias glacialis</i>	Etoile de mer glaciaire
<i>Anemonia viridis</i>	Anémone verte	<i>Mytilus edulis</i>	Moule commune
<i>Asterina gibbosa</i>	Astérie bossue	<i>Nassarius incrassatus</i>	Nasse épaisse
<i>Athanas nitescens</i>	Crevette à capuchon	<i>Necora puber</i>	Etrille commune
<i>Balanus balanus</i>	Balane commune	<i>Nereis sp</i>	Néréis
<i>Balanus perforatus</i>	Balane cratère	<i>Ocenebra erinacea</i>	Bigorneau perceur
<i>Blennius sp</i>	Blennies	<i>Ocinebrina edwardsi</i>	<i>Ocinebrina edwardsi</i>
<i>Bolocera tuediae</i>	Dahlia de mer	<i>Ophioderma longicauda</i>	Ophiure lisse
<i>Botryllus schlosseri</i>	Botrylle étoilé	<i>Ophiopsila aranea</i>	Ophiure araignée
<i>Carcinus maenas</i>	Crabe vert	<i>Ophiotrix fragilis</i>	Ophiure fragile
<i>Cerithium vulgatum</i>	Cérithie gommier	<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	Crabe marbré
<i>Chiton sp</i>	Chitons	<i>Pagurus sp</i>	Pagures
<i>Coryphoblennius galerita</i>	Blennie coiffée	<i>Palaemon serratus</i>	Crevette bouquet
<i>Coscinasterias tenuispina</i>	Etoile de mer épineuse	<i>Paracentrotus lividus</i>	Oursin violet
<i>Crangon crangon</i>	Crevette grise	<i>Patella aspera</i>	<i>Patella aspera</i>
<i>Echinus esculentus</i>	Oursin commun	<i>Patella vulgata</i>	Patelle commune
<i>Eriphia spinifrons</i>	Crabe verruqueux	<i>Pisa armata</i>	Pisa armata
<i>Eulalia viridis</i>	Eulalie	<i>Pomatoceros triqueter</i>	Serpule triangulaire
<i>Galathea squamifera</i>	Galathée noire	<i>Porcellana platycheles</i>	Porcellane grise
<i>Gammarus sp</i>	Gammarus	<i>Psammechinus microtuberculatus</i>	Oursin grimpeur
<i>Gibbula ardens</i>	<i>Gibbula ardens</i>	<i>Psammechinus miliaris</i>	Oursin vert
<i>Gibbula cineraria</i>	Gibbule cendrée	<i>Pseudosuberites sulphureus</i>	<i>Pseudosuberites sulphureus</i>
<i>Gibbula pennanti</i>	Gibbule de Pennant	<i>Purpura haemastoma</i>	Bouche de sang
<i>Gibbula sp</i>	Gibbules	<i>Serpulorbis arenarius</i>	Grand vermet
<i>Gibbula umbilicalis</i>	Gibbule ombiliquée	<i>Spongia officinalis</i>	Eponge de toilette
<i>Gobius sp</i>	Gobies	<i>Striarca lactea</i>	<i>Striarca lactea</i>
<i>Halichondria panicea</i>	Eponge mie de pain	<i>Thysanozoon brocchi</i>	Ver plat à papilles
<i>Holothuria forskalli</i>	Holothurie noire	<i>Urticina eques</i>	<i>Urticina eques</i>
<i>Holothuria tubulosa</i>	Holothurie tubuleuse	<i>Xantho incisus</i>	Crabe de fer
<i>Idotea neglecta</i>	Idotée granuleuse	<i>Xantho poressa</i>	<i>Xantho poressa</i>
<i>Janua pagenstecheri</i>	<i>Janua pagenstecheri</i>	<i>Xantho sp</i>	Xanthes
<i>Lepadogaster lepadogaster</i>	Lépadogaster de gouan	<i>Zebrus zebrus</i>	Gobie zébré
<i>Lepidochitona cinerea</i>	Chiton cendré		

ANNEXE 6: Comparaison des richesses spécifiques entre les étages littoraux à l'aide du test de Mann Whitney

H_0 = les richesses spécifiques des deux échantillons sont significativement équivalentes

H_1 = les richesses spécifiques des deux échantillons sont significativement différentes

$\alpha = 5\%$

- Infralittoral / Medio-supérieur :

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: c(18, 19, 24, 46, 22, 28, 26) and c(19, 6, 9, 20, 13, 9, 27, 16, 16, 21, 24, 16, 21, 27, 24, 19, c(18, 19, 24, 46, 22, 28, 26) and 9, 13, 18)

W = 106.5, **p-value = 0.02195**

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

P-value = 0.02 < 5% alors on rejette l'hypothèse nulle, donc la richesse spécifique de l'étage infralittoral ne possède pas de différences significatives avec l'étage médio-supérieur au seuil de 5%.

- Infralittoral / Medio-inférieur :

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: c(18, 19, 24, 46, 22, 28, 26) and c(13, 15, 17, 20, 25, 16, 19, 16, 21, 19, 19, 17, 11, 29, 30, c(18, 19, 24, 46, 22, 28, 26) and 25, 26, 18)

W = 92.5, **p-value = 0.07837**

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

P-value = 0.078 > 5% alors on valide l'hypothèse nulle, donc la richesse spécifique de l'étage infralittoral est significativement équivalente à celle de l'étage medio-supérieur au seuil de 5%.

- Medio-supérieur / Medio-inférieur :

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: c(19, 6, 9, 20, 13, 9, 27, 16, 16, 21, 24, 16, 21, 27, 24, 19, and c(13, 15, 17, 20, 25, 16, 19, 16, 21, 19, 19, 17, 11, 29, 30, 9, 13, 18) and 25, 26, 18)

W = 136, **p-value = 0.2928**

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

P-value = 0.29 > 5% alors on valide l'hypothèse nulle, donc la richesse spécifique de l'étage infralittoral est significativement équivalente à celle de l'étage medio-supérieur au seuil de 5%.

ANNEXE 7 : Comparaison des richesses spécifiques entre les zones à l'aide du test de Mann Whitney

H_0 = les richesses spécifiques des deux échantillons sont significativement équivalentes

H_1 = les richesses spécifiques des deux échantillons sont significativement différentes

$\alpha = 5\%$

- **Comparaison de la zone de cantonnement en medio inférieur avec la zone de hors cantonnement en medio inférieur :**

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: c(13, 15, 20, 25, 16, 19, 16, 21, 19, 19, 17, 11, 29) and c(17, 30, 18)

$W = 14.5$, **p-value = 0.5431**

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

P-value > α donc on valide l'hypothèse nulle: la richesses spécifiques de la zone de cantonnement est significativement équivalente à celle de la zone hors cantonnement au seuil de 5%.

- **Comparaison de la zone de cantonnement avec le Basta (en medio inférieur) :**

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: c(13, 15, 20, 25, 16, 19, 16, 21, 19, 19, 17, 11, 29) and c(8, 13)

$W = 24.5$, **p-value = 0.06033**

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

P-value > α donc on accepte l'hypothèse nulle : la richesse spécifique de la zone de cantonnement est significativement équivalente à celle du Basta au seuil de 5%.

- **Comparaison de la zone hors cantonnement avec le Basta :**

Wilcoxon rank sum test

data: c(17, 30, 18) and c(8, 13)

$W = 6$, **p-value = 0.2**

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

P-value < α donc on rejette l'hypothèse H_1 : la richesse spécifique de la zone hors cantonnement et du Basta est significativement équivalente au seuil de 5%.

ANNEXE 8 : Comparaison de la zone de cantonnement avec celle de hors cantonnement tout étage confondu à l'aide du test de Mann-Whitney

Ho = les richesses spécifiques des deux échantillons sont significativement équivalentes

H1 = les richesses spécifiques des deux échantillons sont significativement différentes

$\alpha = 5\%$

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: c(18, 19, 24, 46, 22, 19, 6, 9, 20, 13, 9, 27, 16, 16, 21, 24, and c(27, 26, 9, 13, 18, 16, 32, 18) 16, 21, 27, 24, 28, 13, 15, 20, 25, 16, 19, 16, 21, 19, 19, and c(27, 26, 9, 13, 18, 16, 32, 18) 17, 11, 29, 25, 26, 13, 15, 20, 25, 16, 19, 16, 21, 19, 19, and c(27, 26, 9, 13, 18, 16, 32, 18) 17, 11, 29, 25, 26) and c(27, 26, 9, 13, 18, 16, 32, 18)

W = 207, **p-value = 0.9557**

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

P-value 0.96 > 5% donc on valide l'hypothèse nulle: la richesse spécifique de ces deux sites est significativement équivalente au seuil de 5%.

ANNEXE 9 : Tableau de présence ou absence de pétrole sur les stations de l'estran de Guéthary et du Basta à Biarritz.

Station	Plage	Etage	Présence
1	Harotzen Costa	Infralittoral	0
2	Harotzen Costa	Infralittoral	0
3	Harotzen Costa	Medio-supérieur	1
4	Harotzen Costa	Infralittoral	0
5	Harotzen Costa	Medio-supérieur	1
6	Harotzen Costa	Medio-inférieur	1
7	Harotzen Costa	Medio-supérieur	1
8	Harotzen Costa	Medio-supérieur	1
9	Harotzen Costa	Medio-inférieur	1
10	Harotzen Costa	Medio-inférieur	1
11	Harotzen Costa	Medio-supérieur	0
12	Harotzen Costa	Medio-inférieur	1
13	Cenitz	Medio-inférieur	1
14	Cenitz	Medio-inférieur	1
15	Cenitz	Infralittoral	0
16	Cenitz	Medio-inférieur	1
17	Parlementia	Infralittoral	0
18	Parlementia	Medio-inférieur	1
19	Parlementia	Infralittoral	0
20	Parlementia	Medio-supérieur	0
21	Basta	Medio-inférieur	0
22	Basta	Medio-inférieur	0

TABLEAU DESTACHES

Intervenant	Idée originale	Bibliographie	Mise en place du protocole	Collecte des données	Analyse statistique	Rédaction
Principal	IC	MC, MR	IC	MC, MR	MC, MR	MC, MR
Secondaires			MC, MR		IC	IC

IC : Iker Castège

MC : Magali Cazemajou

MR : Maxime Remazeilles

CALENDRIER DU STAGE

	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Semaine 6	Semaine 7	Semaine 8
Bibliographie								
Terrain								
Etude statistique								
Rédaction du rapport								

RESUME

L'estran rocheux de Guéthary présente une biodiversité riche. C'est dans le but de limiter les impacts de l'anthropisation et de protéger ce biotope qu'a été créé en 1991 un cantonnement de pêche. A la demande de la mairie de Guéthary, un suivi scientifique a été mis en place en 2003 afin de mesurer les atouts de cette zone. Le naufrage du Prestige a fortement perturbé cet écosystème fragile. Depuis quelques années, l'augmentation de l'abondance et de la richesse spécifique est à noter, traduisant un phénomène de résilience au sein de ce milieu, bien qu'il subisse encore plusieurs perturbations.

En 2012, la diminution de pétrole sur l'estran de Guéthary par rapport à l'année 2011 a permis une augmentation de la richesse taxonomique et de l'abondance relative de plusieurs taxons, notamment de certains brouteurs d'algues. Ceci montre que cette année ne présente pas d'évènements de pollution ou de dégazage au niveau du littoral. De plus, de nouvelles espèces ont été observées cette année. Ce qui laisse supposer que le milieu est propice pour recevoir de nouveaux individus.

Mots clés : benthos, suivi annuel, abondance relative, richesse taxonomique, sites, étage littoral, pétrole