

ODE  
LITTORAL\LER\AR\17.001

Marie-Noëlle de Casamajor<sup>1</sup>  
Yann Lalanne<sup>2</sup>  
Laura Huguenin<sup>2</sup>  
Julien Marticorena<sup>2</sup>  
Muriel Lissardy<sup>1</sup>  
Noëlle Bru<sup>3</sup>  
Benoît Liquet<sup>3</sup>  
Franck d'Amico<sup>3</sup>  
avec la participation d'Iker Castège et d'Émilie Milon<sup>4</sup>  
....  
Janvier 2017 - R.INT.ODE/LITTORAL/LER/AR/17.001

## BIGORNO

Biodiversité Intertidale sud Gascogne Observation et  
Recherche de Nouveaux Outils de surveillance et  
d'aide à la décision





Biodiversité Intertidale sud Gascogne  
Observation et Recherche de  
Nouveaux Outils de surveillance et  
d'aide à la décision

**Rapport final**



## Fiche documentaire

<b>Numéro d'identification du rapport :</b> <b>Diffusion :</b> libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> <b>Validé par :</b> Stanislas DUBOIS Adresse électronique :		<b>date de publication :</b> 2017 <b>nombre de pages :</b> 64 <b>bibliographie :</b> oui <b>illustration(s) :</b> oui <b>langue du rapport :</b> français
<b>Biodiversité Intertidale sud Gascogne - Observation et Recherche de Nouveaux Outils de surveillance et d'aide à la décision</b>		
Contrat n°14/5210342    Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Auteur(s) principal(aux) :</b> Marie-Noëlle de Casamajor <sup>1</sup> Yann Lalanne <sup>2</sup> Laura Huguenin <sup>1, 2</sup> Julien Marticorena <sup>1</sup> Muriel Lissardy <sup>1</sup> Noëlle Bru <sup>3</sup> Franck d'Amico <sup>3</sup> Benoît Liquet <sup>3</sup> avec la participation d'Iker Castège et d'Émilie Milon <sup>4</sup>	<b>Organisme / Direction / Service, laboratoire</b> (1) Ifremer/RBE/HGS/LRHAQ – UFR sciences et techniques 1 allée du parc Montaury 64600 Anglet (2) UPPA- UFR sciences et techniques 1 allée du parc Montaury 64600 Anglet (3) UPPA-LMAP - UFR sciences et techniques 1 allée du parc Montaury 64600 Anglet (4) Centre de la mer Biarritz	
Encadrement(s) :		
Cadre de la recherche : projet		
Destinataire : AAMP CD64		
<b>Résumé</b> Ce rapport présente les résultats obtenus au cours du projet BIGORNO dont l'objectif majeur est de pallier aux lacunes de connaissances sur les biocénoses du sud de la sous-région marine « golfe de Gascogne » pour proposer un protocole d'échantillonnage adapté aux spécificités biogéographiques et environnementales du sud du golfe de Gascogne. Un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié tenant compte de l'hétérogénéité spatiale a été mis en œuvre. La biodiversité (macroalgue et macrofaune) a été considérée sur des quadrats de 0,1 m <sup>2</sup> . Ces données ont mis en évidence les modalités d'organisation des communautés benthiques et les taxons pertinents à considérer (espèces ou assemblages d'espèces indicatrices) dans le cadre de mise en place de suivis pérennes des habitats ou microhabitats intertidaux. Des propositions sont formulées pour la suite de ce travail afin que les travaux puissent venir alimenter les descripteurs et les indicateurs définis dans le cadre de la Directive Cadre Stratégie pour les Milieux Marins (DCSMM).		
<b>Abstract</b> This report presents the results obtained during the BIGORNO project whose main objective is to overcome knowledge gaps on the biocenoses of the southern sub-region "Bay of Biscay" to propose a sampling protocol adapted to biogeographic and environmental specific conditions. A stratified random sampling design considering spatial heterogeneity has been implemented. Biodiversity was considered on 0.1 m <sup>2</sup> quadrats. These data have revealed the organization of benthic communities and the relevant taxa to be considered (species or assemblages of indicator species) in the context of establishing perennial monitoring of intertidal habitats. Proposals are made to implement the descriptors and indicators defined in the Marine Strategy Framework Directive (MSFD).		
<b>Mots-clés</b> Côte basque, estran rocheux, microhabitats, espèces indicatrices, analyses multivariées, DCSMM <b>Words keys</b> Basque coast, intertidal rocky shore, microhabitat, indicator species, multivariate analysis, MSFD		



## Sommaire

<b>Remerciements</b> .....	<b>9</b>
<b>Préambule</b> .....	<b>10</b>
<b>1. Introduction</b> .....	<b>12</b>
<b>2. Méthodologie</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1. Présentation des sites</b> .....	<b>13</b>
2.1.1. Site des Alcyons .....	13
2.1.2. Site des flots bleus .....	14
2.1.3. Site de Socoa.....	15
<b>2.2. Acquisition des données</b> .....	<b>16</b>
2.2.1. Données sur les « champs de blocs » .....	17
2.2.2. Données sur les roches intertidales.....	18
2.2.3. Identification des individus.....	18
<b>2.3. Traitement des données</b> .....	<b>19</b>
2.3.1. Organisation et description des données .....	19
2.3.2. Dépendance de la faune par rapport à la flore.....	20
2.3.3. Variabilité spatiale et temporelle .....	20
2.3.4. Définition de l'effort d'échantillonnage.....	21
2.3.5. Espèces caractéristiques.....	22
<b>3. Résultats</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1. Description du milieu et des communautés</b> .....	<b>24</b>
3.1.1. Couverture sédimentaire.....	24
3.1.2. Richesse taxonomique.....	24
3.1.3. Abondance moyenne par microhabitat.....	26
<b>3.2. Analyse de la structure des communautés</b> .....	<b>31</b>
3.2.1. Dépendance de la faune vis à vis des ceintures algales.....	31
3.2.2. Structuration au sein des ceintures .....	32
3.2.3. Variabilité spatiale et temporelle .....	32
3.2.4. Représentativité de l'échantillonnage .....	33
<b>3.3. Espèces caractéristiques</b> .....	<b>36</b>
3.3.1. Espèces caractéristiques de faune mobile.....	36
3.3.2. Espèces caractéristiques de la faune fixée .....	36
<b>4. Discussion</b> .....	<b>38</b>
<b>4.1. Contexte biogéographique</b> .....	<b>38</b>
<b>4.2. Stratification par microhabitat</b> .....	<b>40</b>
<b>4.3. Stratégie d'échantillonnage et choix méthodologique</b> .....	<b>41</b>
4.3.1. Stratification à l'échelle de l'habitat et du microhabitat .....	41
4.3.2. Taille et nombre de quadrats .....	42
<b>4.4. Choix des espèces indicatrices</b> .....	<b>43</b>
4.4.1. Espèces caractéristiques de l'habitat considéré .....	43
4.4.2. Espèces indicatrices de pressions .....	44
<b>4.5. Niveaux taxonomiques et démarche scientifique</b> .....	<b>46</b>

---

<b>5. Proposition d'un guide méthodologique .....</b>	<b>48</b>
<b>5.1. Informations relatives à l'échantillonnage .....</b>	<b>49</b>
5.1.1. Conditions requises pour l'échantillonnage .....	49
5.1.2. Choix de la station .....	49
5.1.3. Stratification de la station .....	50
5.1.4. Matériel d'échantillonnage.....	50
<b>5.2. Acquisition et analyse des données .....</b>	<b>51</b>
5.2.1. Échantillonnage des quadrats.....	51
5.2.2. Détermination taxonomique et catalogage.....	52
5.2.3. Analyse de données.....	52
<b>5.3. Analyse des coûts associés .....</b>	<b>52</b>
<b>5.4. Conclusion.....</b>	<b>53</b>
<b>6. Perspectives.....</b>	<b>55</b>
<b>7. Bibliographie .....</b>	<b>57</b>
<b>8. Annexes.....</b>	<b>65</b>
<b>Annexe1- Catalogue taxonomique .....</b>	<b>65</b>
<b>Annexe 2- Calendrier d'intervention 2015 et 2016 .....</b>	<b>73</b>
<b>Annexe 3- Fiches de terrain élaborées .....</b>	<b>74</b>



---

## Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des personnes qui ont contribué à la réalisation de ce rapport dans le cadre de ce projet et plus particulièrement les spécialistes de différents groupes biologiques qui ont répondu favorablement à nos sollicitations en contribuant à l'identification de spécimens récoltés sur le terrain.

Du nord au sud :

Alex VANHAELEN de IRSNB (Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique) pour son aide dans l'identification des mollusques ;

Jocelyne MARTIN de Ifremer pour son aide sur la détermination des Crustacés décapodes ;

Françoise MONNIOT retraitée du MNHN pour sa contribution dans l'identification des échantillons d'ascidies ;

Nicolas LAVESQUE de l'UMR EPOC (Université de Bordeaux) et Benoît GOUILLEUX de la station marine d'Arcachon pour l'identification des Annélides Polychètes et de divers crustacés ;

Alvaro ALTUNA de l'INSUB (San Sebastian) pour l'identification des prélèvements de faune et plus particulièrement des hydrozoaires.

Ces remerciements s'adressent également à toutes les personnes qui se sont intéressées, de près ou de loin à nos travaux et qui sont venues sur le terrain échantillonner avec nous ou tout simplement qui nous ont apporté leurs précieux conseils.

Merci également à Stanislas DUBOIS du LEBCO du centre Ifremer de Brest pour la relecture de ce rapport.

---

## Préambule

Au cours des deux années qui se sont écoulées, 2015 et 2016, ce projet de recherche a été alimenté par une dynamique au sein de la fédération MIRA (Milieux et Ressources Aquatiques) et de la politique de site au sein de l'Ifremer qui a permis de coupler les travaux de Bigorno avec le projet Descartes 2 dont l'objectif était le développement d'outils méthodologiques pour l'évaluation de biocénoses marines et de ressources halieutiques d'intérêt régional, en vue de leur conservation ou de leur valorisation durable.

Ainsi, la dynamique générée autour de ce projet aussi bien sur le plan de la recherche que de la formation universitaire a été **valorisée par 2 publications scientifiques** (dont 1 soumise), **5 communications ou posters lors de colloques et séminaires**, **2 rapports techniques**, **3 stages de master**, **des projets d'étudiants tuteurés** dans le cadre des formations de Master 1ère année.

### Valorisation scientifique des résultats du projet

#### PUBLICATIONS DANS DES REVUES À COMITE DE LECTURE

1 - Huguenin Laura, Lalanne Yann, Bru Noëlle, Lissardy Muriel, D'Amico Frank, Casamajor (de) Marie-Noëlle, 2017 Macrofauna diversity, structure and indicator species of intertidal boulder fields: A case study in the south of the Bay of Biscay. *Soumis à Journal of Sea Research – Soumis*

2- Casamajor (de) Marie-Noelle, Lalanne Yann (2016). Intérêt biogéographique de la côte basque rocheuse. Bulletin de la Société zoologique de France, 141(1), 3-13. Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00347/45781/>

#### COMMUNICATIONS À DES COLLOQUES/SEMINAIRES SCIENTIFIQUES

- 1- Casamajor (de) Marie-Noelle, Lalanne Yann, Huguenin Laura, Oger-Jeanneret Helene (2016). Rocky shore benthic communities as indicators of global change in the context of European directives. Littoral 2016 "The changing littoral. Anticipation and adaptation to climate change" - 13th conference of the traditional biennial international event of the Coastal & Marine Union (EUCC). 25 au 29 octobre 2016, Biarritz). <http://archimer.ifremer.fr/doc/00357/46860/>
- 1- Casamajor (de) Marie-Noelle, Huguenin Laura, Marticorena Julien, Lalanne Yann, Bru Noelle, Liquet Benoit, Lissardy Muriel, D'Amico Franck, Castege Iker, Milon Emilie (2016). BIGORNO Project. Intertidal biodiversity in the south of Bay of Biscay new research tools in a context of implementation of the Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Littoral 2016 "The changing littoral. Anticipation and adaptation to climate change" - 13th conference of the traditional biennial international event of the Coastal & Marine Union (EUCC). 25 au 29 octobre 2016, Biarritz). <http://archimer.ifremer.fr/doc/00357/46861/>
- 2- Lalanne Yann, Huguenin Laura, Lissardy Muriel, Bru Noelle, D'Amico Franck, Castege Iker, Milon Emilie, Casamajor (de) Marie-Noelle (2016). Indicator species of intertidal boulder fields on the French Basque coast. ISOBAY 15 - XV International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay. 22-24 June 2016, Bilbao, Spain. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00344/45524/>

- 
- 3- Marticorena Julien, Huguenin Laura, Lalanne Yann, Bru Noelle, Liqueur Benoit, Casamajor (de) Marie-Noelle (2016). Does spatial distribution of fauna depend on algal belts on intertidal boulder fields of the French Basque coast? ISOBAY 15 - XV International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay. 22-24 June 2016, Bilbao, Spain. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00344/45523/>
  - 4- 5 - Huguenin Laura, Lalanne Yann, Bru Noelle, Lissardy Muriel, D'Amico Franck, Milon Emilie, Castege Iker, Casamajor (de) Marie-Noelle (2016). Biodiversity and indicator species in intertidal boulder fields : a case study on the French Basque coast. Com. orale Isobay15, Bilbao, 22 au 24 juin 2016.

### **RAPPORTS TECHNIQUES**

1 - Caill-Milly Nathalie, Casamajor (de) Marie-Noelle, Bru Noelle, D'Amico Franck, Lalanne Yann, Huguenin Laura, Kermorvant Claire, Sanchez Florence, Lissardy Muriel, Abadie Stephane, Maron Philippe, Maillet Gregoire, Regard Vincent, Pigot Thierry (2016). Rapport du projet. Développement d'outils méthodologiques pour l'évaluation de biocénoses marines et de ressources halieutiques d'intérêt régional en vue de leur conservation ou de leur valorisation durable. DESCARTES 2. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00359/47065/>

2 - Casamajor (de) Marie-Noelle, Lalanne Yann, Huguenin Laura, Lissardy Muriel, Bru Noelle, D'Amico Franck (2015). BIGORNO - Biodiversité Intertidale sud Gascogne Observation et recherche de nouveaux outils de surveillance et d'aide à la décision. Rapp intermédiaire, RBE/HGS/LRHAQ/15-003.

### **STAGE DE MASTER 1 & 2**

Le soutien financier a été apporté par le projet Bigorno (6 mois) et Ifremer (3 et 6 mois dans le cadre de Descartes 2).

1 - Huguenin Laura (2015) Recherche de nouveaux outils de surveillance des biocénoses des habitats rocheux intertidaux (Côte Basque française) Premiers résultats – Site de Guéthary. Stage M1 de 6 mois UPPA<sup>1</sup>.

2- Marticorena Julien (2016). Does spatial distribution of fauna depend on algal belts on intertidal boulder fields of the Basque coast? Stage M1 de 3 mois, rapport + poster UPMC<sup>2</sup>.

3- Huguenin Laura (2016). Diversité, distribution spatiale des communautés benthiques et espèces indicatrices des estrans rocheux dans le cadre de développement d'outils méthodologiques. Cas des champs de blocs du golfe de Gascogne sud - Rapp. Stage M2 UPPA

- des thématiques de projet tuteurés dans le cadre des formations de Master 1ère année - démarrage à la rentrée 2016 d'un projet de thèse sur financement UPPA/UPV<sup>3</sup> visant à caractériser les peuplements benthiques en fonction de la pression « effluents urbains ».

---

<sup>1</sup> Université de Pau et des Pays de l'Adour

<sup>2</sup> Université Pierre et Marie Curie

<sup>3</sup> Université du Pays Basque

---

## 1. Introduction

Le projet BIGORNO - Biodiversité Intertidale sud Gascogne Observation et Recherche de Nouveaux Outils de surveillance et d'aide à la décision - programmé sur 2 ans, s'inscrit dans la dynamique de la structure fédérative de recherche de l'UPPA nommée MIRA (Milieux et Ressources Aquatiques) créée en 2011 et dont le thème principal porte sur « pressions anthropiques et durabilité des milieux aquatiques ». Ce projet est réalisé en partenariat avec le Laboratoire de Ressources Halieutiques d'Aquitaine d'Ifremer (LRHA), le Laboratoire de Mathématiques Appliquées (LMA UMR CNRS 5142), l'UFR sciences et techniques côte basque de l'UPPA et le Centre de la mer de Biarritz. D'autres collaborations sont mises en œuvre pour faire appel à des connaissances manquantes au sein de l'équipe, principalement dans le domaine de la systématique de certains groupes faunistiques.

La mise en œuvre de nouveaux outils de surveillance des habitats rocheux doit contribuer à définir le bon état écologique de la sous-région marine golfe de Gascogne. Dans le cadre de la DCE, pour la masse d'eau côte basque (FRFC11), un protocole d'étude des macroalgues des zones intertidales et subtidales a été adapté pour la côte basque pour qualifier l'état écologique du milieu à partir d'un protocole breton (Ar Gall et Le Duff, 2014, Ar Gall *et al.*, 2016). En revanche, aucun protocole n'a été validé concernant la faune et l'habitat « champs de bloc ». Les investigations réalisées, depuis 2008, constituent une base de travail pour intégrer la faune sur laquelle s'appuie le projet BIGORNO financé par l'Agence des Aires Marines Protégées (AAMP) et le Conseil Départemental 64. La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et plus récemment la DCSMM soulignent un manque de connaissances concernant les biocénoses du sud de la sous-région marine « golfe de Gascogne » (Derrien-Courtet et Le Gal, 2011). En raison des caractères biogéographiques et environnementaux spécifiques de la côte basque, des protocoles reconnus et adaptés doivent être développés afin de fournir des indicateurs pertinents.

Le bilan présenté au terme de ces deux années d'investigations constitue une base de données importante et indispensable dans la définition d'un protocole opérationnel à l'échelle des micro-habitats de la côte basque et adapté aux contraintes liées à l'hétérogénéité spatiale des taxons. Des propositions issues de l'exploitation de ces données, permettent de proposer un protocole, en considérant les niveaux de précisions atteints compte tenu de la variabilité spatiale au sein des habitats considérés. Pour cela, des campagnes d'échantillonnage ont permis de déterminer, dans un premier temps, la structuration spatiale des communautés au sein de sites ateliers. La définition d'espèces indicatrices de l'habitat constitue également une priorité, car il est financièrement peu réaliste de considérer l'ensemble de la biodiversité sur des suivis pérennes et des règles de sélection doivent être établies. La prise en compte de la variabilité spatiale et temporelle dans le choix du protocole est requise pour la pertinence des indicateurs choisis et caractériser le Bon État Écologique selon des critères reconnus au niveau de l'ensemble de la sous-région marine « golfe de Gascogne ».

## 2. Méthodologie

### 2.1. Présentation des sites

Dans le cadre de ce projet, deux habitats, sur les trois principaux présents sur la « côte basque », ont été échantillonnés sur trois sites ateliers (Alcyons à Guéthary, flots bleus à Saint-Jean-de-Luz et Socoa). Ces deux habitats sont :

- L'habitat « roche intertidale à fort hydrodynamisme » (Code Corine 1170-5 - EUNIS A1-1) représenté sous la forme de platiers (« flyschs ») relativement homogènes.
- L'habitat « champs de blocs » (Code Corine 1170-9).

Le troisième habitat « cuvettes et mares permanentes » est également présent sur certains sites (Code Corine 11-70-, EUNIS A1-41) mais ne fait pas l'objet d'investigations car les zones immergées nécessitent des moyens d'investigations lourds à mettre en œuvre : engins de pêche, observation *in situ*... (fig. 1). Cependant, cet habitat présente un intérêt, notamment, du point de vue de l'ichtyofaune qu'il abrite, mais également de son aspect fonctionnel.

#### 2.1.1. Site des Alcyons

Le site des Alcyons se localise sur l'estran de Guéthary. L'effort d'échantillonnage y a été concentré sur les deux années. Il est reconnu d'intérêt biologique dans la mesure où il possède différents statuts :

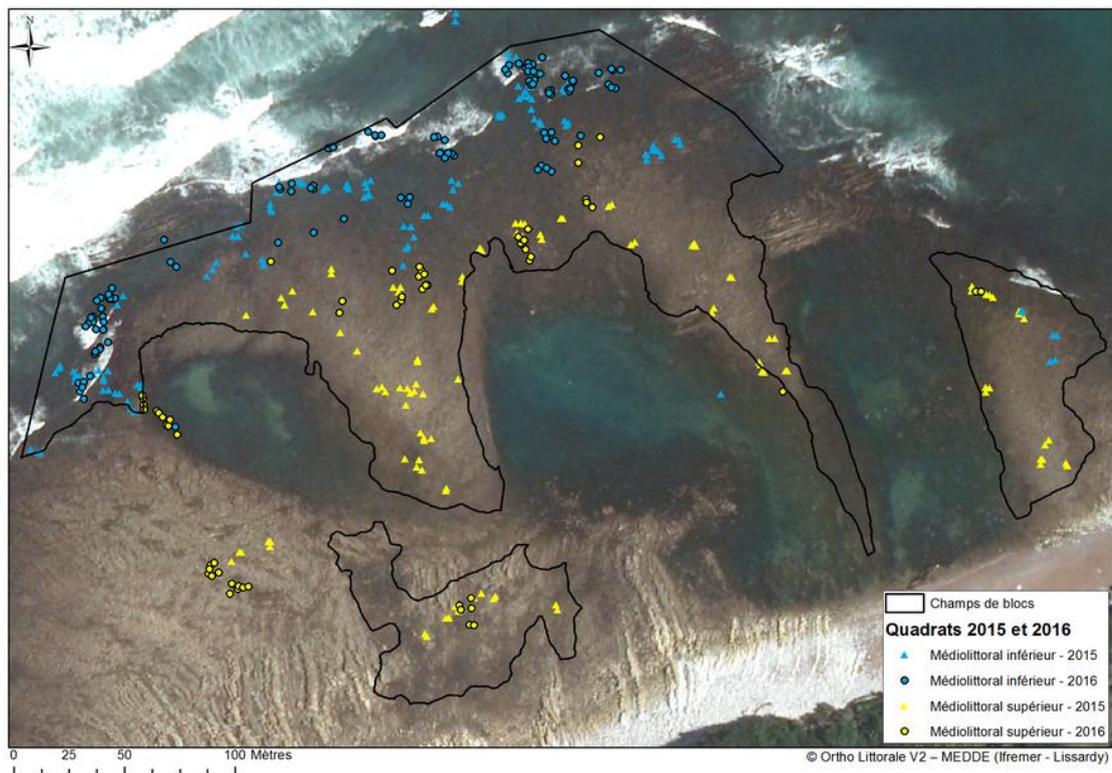
- Il se localise sur un site Natura 2000 sous le nom de « Côte basque rocheuse et extension au large » (FR7200813) ;
- Il possède le statut de cantonnement de pêche ;
- Il est considéré en Znieff marine.

En parallèle, il fait l'objet de différents suivis, sources d'informations complémentaires pour appréhender ce milieu :

- Station de référence pour l'indicateur DCE macroalgues intertidales sur les zones de platiers ;
- Station de référence pour l'indicateur DCE macroalgues subtidales (zones de platiers) ;
- Inventaire faunistique annuel par le Centre de la mer de Biarritz (Castège *et al.*, 2013) ;

Quelques travaux ponctuels ont été réalisés dans le cadre d'inventaire Znieff (Créocéan, 2004), stock d'oursins (de Casamajor *et al.*, 2006) et cartographie d'habitats Cartham 2014).

La présence de flyschs (ou platiers) est caractéristique des milieux intertidaux de la côte basque. À Guéthary, des silex s'intercalent aux autres faciès. Les champs de blocs sont issus des mécanismes d'érosion de ces flyschs. Ainsi, la taille et la mobilité des blocs sont très variables. Leur agencement et leur morphologie constituent des habitats variés influant sur le processus de colonisation.



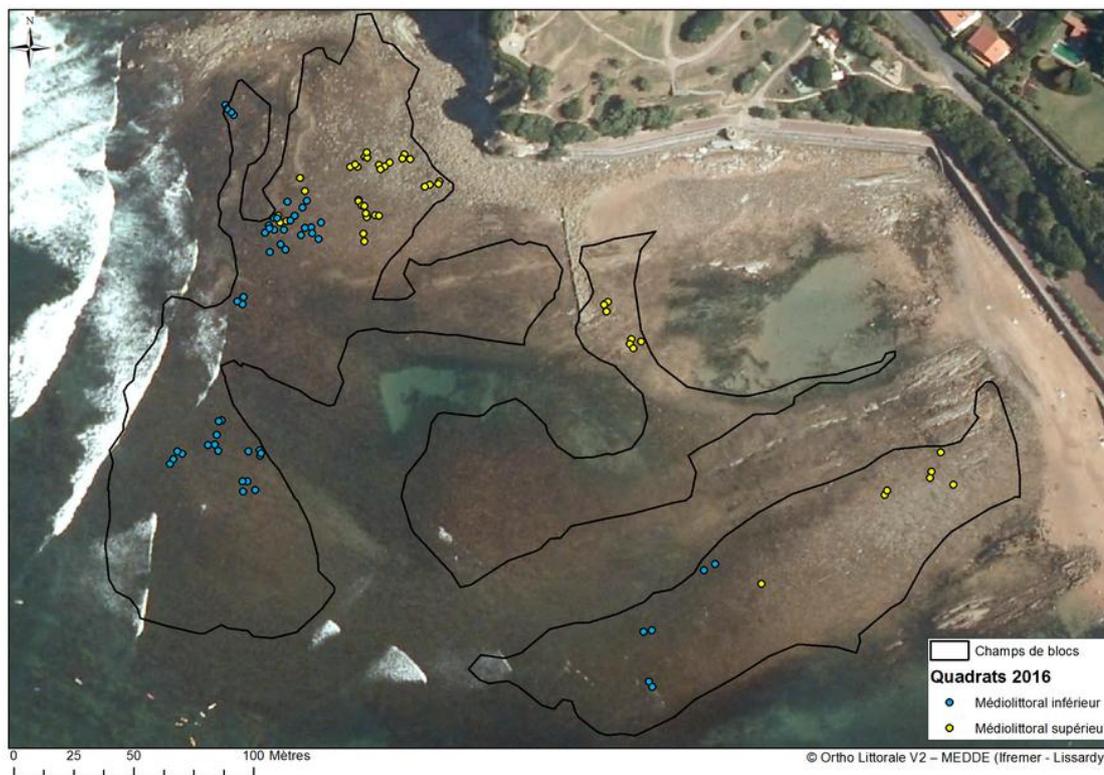
**Figure 1.** Plan d'échantillonnage aléatoire et stratifié des champs de blocs du site des Alcyons sur Guéthary en 2015 et 2016. 605 quadrats ont été échantillonnés dont 353 en 2015 et 252 en 2016.

### 2.1.2. Site des flots bleus

Un second site également en zone Natura 2000, sur la commune de Saint-Jean-de-Luz, le lieu-dit « Les flots bleus » a été prospecté en 2016. Il bénéficie d'une protection des fortes houles et il est soumis à des apports réguliers de sédiments (fig. 2). Il est orienté à l'ouest et protégé des houles les plus énergétiques par l'intermédiaire de digues formant une baie abritée. Ce site est également situé dans une zone fortement urbanisée ce qui induit une pression urbaine importante aussi bien en terme de rejets que de fréquentation. De plus, les apports d'eau douce provenant de deux principales rivières se jettent dans la baie, l'Unxin et la Nivelle (fig. 2), induisant une dessalure des eaux.

Ce site est localisé sur un Site d'Intérêt Communautaire (SIC) en zone Natura 2000 sous la référence FR7200785 Nivelle (estuaire, barthes et cours d'eau) qui comprend l'ensemble du bassin versant de la Nivelle. La Nivelle prend sa source à Zugarramurdi en Espagne, à plus de 700 m d'altitude sur les pentes du Pic Atchuria. Elle se jette directement dans l'Atlantique, dans la baie de Saint-Jean-de-Luz. L'habitat est considéré ici en tant que lagune côtière en raison de son caractère enclavé et de l'arrivée d'eau douce plus ou moins turbides en fonction des conditions climatiques. Le principal habitat présent sur ce site est celui des champs de blocs, non mentionné dans Natura 2000. Un suivi de cet habitat a également été entrepris dans le cadre du programme LIFE + pêche à pied pour évaluer l'impact de cette pratique sur la faune benthique (Bernard, 2015). En moindre superficie, on observe également des habitats de type « roche intertidale à fort hydrodynamisme » (Code Corine 1170-5 - EUNIS A1-1) mais peu représentés sur ce site.

Les « cuvettes et mares permanentes » (Code Corine 11-70-- EUNIS A1-41) sont principalement constituées de substrats meubles. Le DOCOB<sup>4</sup> de ce site est actuellement en cours d'élaboration et ces habitats devraient être considérés dans ce cadre.



**Figure 2.** Plan d'échantillonnage aléatoire et stratifié du site des flots bleus inventorié en 2016 en fonction des habitats présents. 112 quadrats ont été échantillonnés.

### 2.1.3. Site de Socoa

Ce site est composé uniquement de l'habitat de type « roche intertidale à fort hydrodynamisme » (Code Corine 1170-5 - EUNIS A1-1). Il se localise, comme pour Guéthary sur le site Natura 2000 sous le nom de « Côte basque rocheuse et extension au large ». Au pied de la corniche basque, les faciès de types flyschs sont remarquables et les formations géologiques en platiers sont particulièrement favorables au développement des communautés algales. C'est également une zone de concentration des oursins dans les couches géologiques tendres (de Casamajor *et al.*, 2017). Ce site est particulièrement exposé à la houle orientée N-NW. Ce milieu extrêmement battu et offrant peu d'abris présente une faune peu abondante et peu diversifiée. De ce fait, les données faunistiques collectées trop faibles ne sont pas présentées dans ce rapport. Les données de colonisation par les macro-algues seront traitées à titre de comparaison entre habitats.

<sup>4</sup> Document d'objectif



**Figure 3.** Plan d'échantillonnage aléatoire et stratifié du site de Socoa inventorié en 2016. 111 quadrats ont été échantillonnés.

## 2.2. Acquisition des données

En 2015, les échantillonnages se sont déroulés entre le 1er Avril et le 17 Juin 2015 (Annexe 1) sur le site de Guéthary uniquement pour concentrer l'effort d'échantillonnage. La seconde campagne s'est déroulée sur une période globalement similaire, du 9 mars au 6 juillet 2016. Les prospections se sont réparties sur les 3 sites décrits dans ce rapport. Un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié spatialement par microhabitat a été défini au préalable en laboratoire sous système d'information géographique (ARCGIS). Le géoréférencement des ceintures algales, des habitats et des quadrats (Garmin GPSMAP® 78s + Garmin Monterra™) ont permis leur cartographie et le calcul de la superficie de l'habitat (fig. 1, tab. 1). Des photos viennent compléter ces informations.

**Tableau 1:** Effort d'échantillonnage par site sur les deux campagnes.

Habitat	Microhabitats	Guéthary 2015	Guéthary 2016	Flots bleus 2016	Socoa 2016
Champ de blocs	Médio sup	99	72	49	---
	Médio inf	166	107	52	---
Platiers	Médio sup	44	38	---	49
	Médio inf	44	35	---	62
<b>Nombre de sorties de terrain</b>		20	11	9	3

Une composante de la stratification est la hauteur d'eau avec une distinction entre le médiolittoral supérieur et inférieur. La discrimination de ces deux zones a été réalisée selon les travaux de l'indicateur macro-algues intertidales appliqué sur ce même site à

savoir la délimitation entre la ceinture à « *Corallina spp.* et *Caulacanthus ustulatus* » pour le médiolittoral supérieur et la ceinture à « *Halopteris scoparia* et *Gelidium spp.* » pour le médiolittoral inférieur (de Casamajor et Lissardy, 2012).

Pour optimiser les conditions d'échantillonnage, les prospections ont été réalisées préférentiellement dans des situations de houle de faible amplitude et pendant les grandes marées (coefficients supérieurs à 80). Chaque quadrat mesure 0,1 m<sup>2</sup> soit 0,33 x 0,33 cm. Cette taille a été choisie car elle est amplement utilisée dans les travaux antérieurs (Bernard, 2012, Ar Gall *et al.*, 2016). De plus, le laps de temps pour échantillonner un quadrat (entre 1/2 h et 1 h) est compatible avec un nombre de réplicats suffisant pour le traitement statistique des données ultérieures. L'échantillonnage d'un quadrat se déroule en trois temps : les macroalgues, la macrofaune vagile et la macrofaune fixée<sup>5</sup>.

Une estimation visuelle permet d'évaluer le pourcentage de roche nue ainsi que le pourcentage de sédiments présent sur le quadrat avant l'échantillonnage car c'est un facteur à l'origine d'une modification de la colonisation du substrat et donc des espèces présentes. Les principaux taxons de macroalgues présents sur la surface des blocs ont été déterminés et évalués en pourcentage de recouvrement selon les classes d'abondance ([0], ]0 ; 5], ]5 ; 25], ]25 ; 50], ]50 ; 75], ]75 ; 100[ et [100])(Ar Gall *et al.*, 2016). La faune fixée présente est notée également en pourcentage de recouvrement. La macrofaune mobile et fixée ont été identifiées dans un second temps, lors du retournement du bloc d'une superficie maximum est voisine de la taille du quadrat (autour de 0.1 m<sup>2</sup>), Elle est notée en abondance pour les taxons individualisés et en pourcentage de recouvrement pour la faune coloniale ou encroûtante. Au cours de ces sorties, trois ou quatre observateurs ont participé à l'échantillonnage pour obtenir un nombre suffisant de quadrats et augmenter la précision. Un test observateur a été réalisé au préalable pour s'assurer de l'absence de variabilité significative entre eux.

Ainsi, des données de différents types sont disponibles pour chaque quadrat (quantitatives et semi-quantitatives).

### 2.2.1. Données sur les « champs de blocs »

Au sein des champs de blocs, dans un souci d'harmonisation de la façon de travailler, seuls les blocs mobiles inférieurs ou égaux à 0,1 m<sup>2</sup> sont échantillonnés.

Les blocs qui ne sont pas considérés pour l'échantillonnage sont :

- les blocs fixés qui adhèrent au substrat sous-jacent ne peuvent pas être considérés pour évaluer la faune qui se concentre sur la face inférieure de blocs ;
- les blocs de trop petite taille, régulièrement brassés par la houle et peu favorables à la colonisation ;
- les blocs de trop grande taille, supérieurs à la taille du quadrat et/ou qui ne peuvent être soulevés à la main.

---

<sup>5</sup> Le terme de faune fixée est préféré au terme faune sessile car il regroupe des espèces à faible mobilité comme les anémones de mer par exemple

L'habitat « champs de blocs » n'est accessible qu'au moment de la basse mer, de préférence en vives eaux (entre 80 et 115 de coefficient) permettant une durée d'échantillonnage supérieure. La durée de chaque sortie est d'environ 4h. L'échantillonnage débute deux heures avant l'étalement de basse mer et s'achève 2 h après. Le microhabitat prend en compte l'influence du niveau d'exondation et se subdivise en deux. Les « blocs du médiolittoral inférieur » sont notés BI, les « blocs du médiolittoral supérieur » BS. La dénomination BL réunit les deux à l'échelle de l'habitat.

### 2.2.2. Données sur les roches intertidales

L'habitat « roche intertidale à fort hydrodynamisme » correspondant aux platiers constituant les formations géologiques locales les flyschs. Référencé au début de l'étude sous le terme de « strates » (ST) (de Casamajor et al., 2015), cette terminologie imprécise a été abandonnée. Il s'agit de zones formant des platiers rocheux et donc plus homogènes et stables que les blocs. Le quadrat est échantillonné de façon identique mais la roche en place n'étant pas retournable, seule la face supérieure est échantillonnée et le temps d'échantillonnage est par conséquent, généralement inférieur. Le traitement statistique de ces données n'a pas été réalisé car les observations de terrain et une analyse sommaire montrent que la variance est très inférieure à celle de l'habitat « champs de blocs » dont la diversité est beaucoup plus importante. Les communautés animales peu abondantes et peu diversifiées ne sont pas pertinentes à considérer sur cet habitat tandis que les données algales font déjà l'objet de travaux dans le cadre de la DCE. Au vu du protocole DCE, utilisé en routine depuis 2008 pour ce type d'habitat, l'échantillonnage s'est focalisé sur la faune de l'habitat champs de blocs car l'objectif de Bigorno était d'acquérir des connaissances sur la faune aussi bien en terme de diversité que de spatialisation des communautés.

### 2.2.3. Identification des individus

Dans la mesure du possible, l'identification a été réalisée *in situ* au niveau spécifique, afin de limiter les prélèvements et l'impact de l'échantillonnage sur le milieu dans un souci de conservation. Cependant, certains taxons non identifiables *in situ* (en particulier ceux de petite taille) ont été déterminés au laboratoire. La détermination des individus est réalisée au niveau spécifique quand cela est possible.

Pour les taxons qu'il n'est pas possible d'identifier *in situ*, ils sont soit :

- prélevés et ramenés au laboratoire quand il s'agit d'individus isolés et systématiquement photographiés et mis en collection pour un référencement systématique. Il est possible ainsi de revenir sur les déterminations en cas de besoin. Ils sont identifiés sous loupe binoculaire ou microscope à partir d'ouvrages et de clés de détermination ;
- certains sont identifiés jusqu'au genre sur le terrain, notamment quand ils sont numériquement bien représentés et qu'il n'est pas envisageable de faire un prélèvement massif (c'est le cas pour les patelles et les gibbules par exemple). Des photos sont réalisées ainsi que quelques prélèvements pour définir la variabilité spécifique au sein du genre et de l'habitat ;

- certains sont ramenés au laboratoire et envoyés à des spécialistes pour identification quand les compétences locales ne sont pas suffisantes. Ces prélèvements sont archivés pour expédition en fin de campagne à un référent du groupe biologique concerné.

Ainsi, trois types de données sont collectées : des données de colonisation qualitatives, quantitatives et semi-quantitatives ; un catalogue d'échantillons biologiques et un catalogue photographique d'individus dans leur milieu.

## 2.3. Traitement des données

### 2.3.1. Organisation et description des données

Toutes les données récoltées sur le terrain sont saisies dans un fichier de synthèse sous Excel®. Une macro écrite en visual basic permet de séparer 3 grandes matrices de données :

- une matrice relative à la flore (quadrats x espèces) dont les données en pourcentage de recouvrement, sont transformées en 6 classes d'abondance ( $]0 ; 5]$ ,  $]5 ; 25]$ ,  $]25 ; 50]$ ,  $]50 ; 75]$ ,  $]75 ; 100[$  et  $[100)$  ;
- une matrice relative à la faune vagile notée en abondance ;
- une matrice relative à la faune fixée en pourcentage d'abondance.

Le traitement des données et les analyses statistiques sont effectuées avec le logiciel de programmation R ® et divers packages « ade4, vegan, indicpecies ». Les diagrammes en barres sont réalisés sous Excel® dans un souci d'ergonomie. Les abondances relatives des espèces ou groupes d'espèces de faune vagile et faune fixée, par microhabitat et habitat, ont été transformées en logarithme en raison d'une forte hétérogénéité des données et pour faciliter la visualisation graphique suite à une réduction d'échelle.

Afin d'évaluer la source de variabilité liée à l'effet observateur, un test statistique non paramétrique de Wilcoxon pour données appariées et un test Exact de Fisher ont été réalisés sur un jeu de données récoltées sur les mêmes quadrats par les 3 observateurs.

Pour chaque quadrat, les 3 observateurs procèdent selon le protocole décrit en (1.3). Les comptages se font simultanément pour une prise en compte pertinente de la faune vagile. Le test de Wilcoxon est réalisé pour la faune et le test de Fisher sur la flore.

L'abondance moyenne et la richesse taxonomique ont été calculées par microhabitat, par site d'échantillonnage et par année. Les fluctuations d'échantillonnage autour de l'abondance moyenne ont été décrites par leur écart-type. Un test de comparaison multiple (Kruskalme), avec des comparaisons par paires ajustées de manière appropriée, a été effectué avec le package « pgirmess » pour déterminer quels groupes sont différents (Giraudoux et Giraudoux, 2016). La couverture moyenne des sédiments a également été analysée et testée avec le test de Wilcoxon.

### 2.3.2. Dépendance de la faune par rapport à la flore

Afin de vérifier si la répartition de la faune dépend du microhabitat, des analyses discriminantes, permettant de maximiser les différences entre les classes définies *a priori*, ont été utilisées. En raison de la nature des données, la matrice est pourvue d'un grand nombre de valeurs nulles qui traduisent l'absence d'une espèce donnée dans un quadrat. Il est donc nécessaire d'utiliser des analyses robustes, répondant aux critères de non-normalité des données et à l'hétérogénéité des variances. Les analyses discriminantes multidimensionnelles privilégiées sont la régression Partial Least Square Discriminante Analysis (PLS-DA) et la sparse PLS-DA (Lê Cao *et al.*, 2011). La PLS-DA est une régression PLS classique dans laquelle  $p$  variables quantitatives (ici les taxa) expliquent une variable réponse catégorielle à  $m$  modalités (ici l'appartenance à un microhabitat). La sparse PLS-DA, basée sur le même concept que la PLS, permet en plus, par validations croisées, une sélection des variables les plus pertinentes d'un point de vue probabiliste pour minimiser l'erreur de classement au cours de l'analyse discriminante. Elle dresse notamment un graphique du pourcentage de mauvais classement de chaque modèle en fonction du nombre de variables utilisées. Elle liste également les variables (taxa) les plus discriminantes (Variables Importantes pour la Projection).

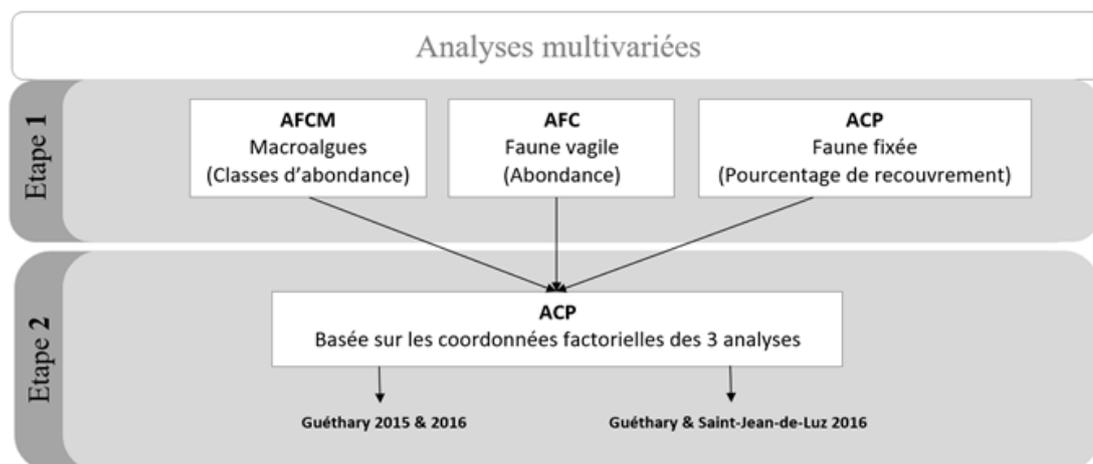
Une première PLS-DA a été réalisée sur les données de la faune vagile et fixée en fonction du microhabitat et des 2 années d'études (soit 4 catégories) pour tester l'existence d'une structure des communautés faunistiques dépendante des ceintures algales mais également d'un éventuel effet année et de ses interactions.

Puis, une SPAR PLS-DA a été réalisée sur les données regroupant les 2 microhabitats, uniquement en 2015, de manière à s'affranchir de la variabilité interannuelle. L'objectif est, d'une part d'estimer la qualité de la discrimination dépendant uniquement de la stratification algale, et d'autre part, de sélectionner les taxa/espèces les plus discriminants des deux étages du médiolittoral.

Enfin, la significativité de la discrimination a été testée par des analyses de variance à deux facteurs sur les coordonnées factorielles des résultats de la PLS-DA.

### 2.3.3. Variabilité spatiale et temporelle

Avant toute analyse et pour ne pas donner trop de poids aux taxons rares dans l'évaluation de la dissimilarité (Gauthier *et al.*, 2010), l'ensemble de la base de données de la faune a été transformée selon la méthode d'Hellinger (Legendre et Gallagher, 2001, Sarrazin *et al.*, 2015).



**Figure 4.** Design expérimental

Quatre analyses multivariées ont été effectuées pour comparer la structuration des communautés entre les microhabitats pour chaque site d'échantillonnage et chaque année (fig. 4). Les trois premières analyses (étape 1 de la fig. 4) ont été calculées séparément pour chaque base de données (macroalgues, faune vagile, faune fixée).

(1) L'analyse des composantes principales (ACP) a été réalisée sur une base de données faune fixée contenant des variables quantitatives.

(2) L'analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM) a été calculée sur la base de données sur les macroalgues contenant des variables qualitatives.

(3) L'analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée sur des données de faune mobiles représentées par un tableau de contingence (abondance des taxons).

(4) Ensuite, une dernière analyse des composantes principales ACP (étape 2 fig. 4) a été calculée sur une nouvelle matrice objectivement composée de nouvelles coordonnées factorielles « synthétiques » et indépendantes issues des trois premières analyses (fig. 4).

Enfin, l'ANOVA à deux facteurs et l'ANOVA à deux facteurs emboîtée (les microhabitats sont imbriqués dans le site) ont été effectuées sur des coordonnées factorielles pour tester s'il existe une variation significative des moyennes entre les sites, les microhabitats et les années.

#### 2.3.4. Définition de l'effort d'échantillonnage

Dans la zone intertidale, l'habitat privilégié est le « champs de blocs » car il est reconnu pour son intérêt en matière de biodiversité faunistique. Une forte hétérogénéité spatiale a été identifiée en 2015 à partir d'un échantillonnage aléatoire stratifié en fonction du niveau hypsométrique « médiolittoral supérieur et inférieur » sur la base des ceintures algales identifiées pour la mise en œuvre du protocole « Macroalgues intertidales » de la DCE. Ceci s'explique par la structure même de l'habitat très hétérogène. Une optimisation du plan d'échantillonnage a été possible en 2016 à partir de courbes de raréfaction représentant la richesse taxonomique en fonction du nombre de quadrats (fig. 2). Ces courbes ont permis, notamment, de diminuer le nombre de quadrats à réaliser, en ciblant

les objectifs de précision. Deux objectifs de précision d'échantillonnage ont été définis, le premier étant l'obtention de 90 % (ligne bleue dans les résultats) et le second en abaissant ce niveau à 80 % de la richesse taxonomique (ligne rouge dans les résultats graphes 16 et 17).

Pour cela, des inventaires individuels ou groupés permettent la réalisation de courbes de raréfaction (Marcon, 2015). Les courbes de raréfaction représentent la richesse taxonomique en fonction de l'effort d'échantillonnage par microhabitat et habitat. Elles permettent de déterminer le nombre optimal de quadrats à effectuer selon le seuil de richesse taxonomique souhaité. Les courbes de raréfaction sont obtenues à partir d'un sous échantillonnage dans l'inventaire complet des effectifs de toutes tailles et en calculant le nombre moyen d'espèces trouvé pour chacun (Marcon, 2015).

### 2.3.5. Espèces caractéristiques

L'identification d'espèces ou de taxons considérés comme de bons indicateurs de l'habitat est utile car elle constitue une bonne alternative à l'échantillonnage de l'ensemble de la biodiversité (Legendre et Legendre, 2012). Cela ajoute une signification écologique au site étudié et fournit des informations sur son état de santé (Cairns *et al.*, 1993; Cochrane *et al.*, 2010, Rice *et al.*, 2010). Cela est particulièrement utile dans la surveillance environnementale à long terme pour la conservation ou la gestion écologique (Legendre, 2014 ; de Caceres, 2013).

Deux analyses indépendantes d'espèces caractéristiques ou indicatrices de l'habitat pour la faune vagile et la faune fixée ont été menées dans le cadre de ce travail afin d'identifier des taxons fixes et mobiles de faune qui étaient significativement associés aux zones médiolittorales supérieure et inférieure. Des analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R® à l'aide du package « *indicspecies* » (De Caceres *et al.*, 2010). Il permet d'évaluer la force et la signification statistique de la relation entre l'occurrence/l'abondance des espèces et les groupes de sites (De Caceres *et al.*, 2015). Avant l'analyse, la matrice de pourcentage de recouvrement (faune fixée) a été convertie en présence/absence et la matrice d'abondance (faune mobile) a été transformée selon la méthode d'Hellinger comme suggéré précédemment. Ensuite, pour mettre en évidence des espèces uniques et/ou combinées considérées comme de bons indicateurs, une nouvelle matrice avec un maximum d'espèces à triple combinaison a été créée en utilisant la fonction « *combinepecies* ». La signification de l'association entre le modèle d'espèce et chaque zone médiolittorale a été évaluée avec le test de permutation ( $n = 999$ ) en utilisant la fonction « *multipatt* ». L'indice Indicateur de Valeur (IndVal) (Dufrene et Legendre, 1997a) a été utilisé pour sélectionner des indicateurs significatifs (une seule espèce ainsi que deux ou trois combinaisons d'espèces) en les ordonnant par la valeur de deux composantes (Exclusivité notée A : spécificité ou unicité à une zone particulière et représentativité notée B : fidélité ou fréquence d'occurrence dans une zone donnée). Les espèces uniques et combinées significatives ayant une faible valeur d'indicateur ont été rejetées en utilisant des seuils pour A ( $\geq 0,6$ ) et B ( $\geq 0,2$ ) pour avoir une liste restreinte d'indicateurs.

Les indicateurs écologiques peuvent être de plusieurs types. Dans le cadre de ce travail, la valeur de l'indicateur de combinaisons d'espèces a été explorée plutôt que de simplement considérer les espèces individuelles (De Cáceres *et al.*, 2012). En l'absence de connaissances précises sur les exigences écologiques de chacune des espèces observées, on considère qu'il est préférable d'opter pour une approche reposant sur deux ou trois espèces trouvées ensemble.

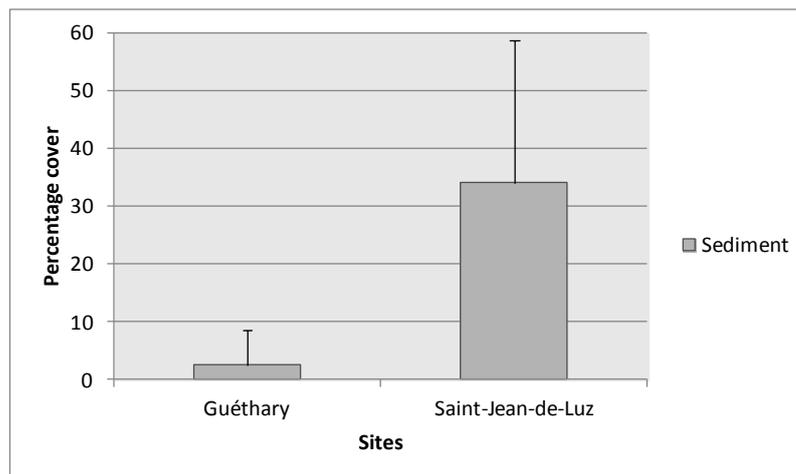
### 3. Résultats

Pour déceler d'éventuelles sources d'incertitudes et identifier des problèmes méthodologiques, des tests observateurs ont été réalisés comme c'est le cas dans le cadre des essais inter-laboratoires sur les macroalgues intertidales en milieu marin (Miossec *et al.*, 2013). Aucune différence significative de l'abondance et du pourcentage de recouvrement des espèces floristiques et faunistiques entre les 3 observateurs n'a été détectée. Un important travail de calibration avait été effectué en amont entre les observateurs. Il ne peut pas y avoir également de différences de détermination spécifique ou générique. Aucun effet de l'observateur n'a été détecté (Wilcoxon pair-pair signé-rangs test et Fisher test :  $p > 0,05$ ).

#### 3.1. Description du milieu et des communautés

##### 3.1.1. Couverture sédimentaire

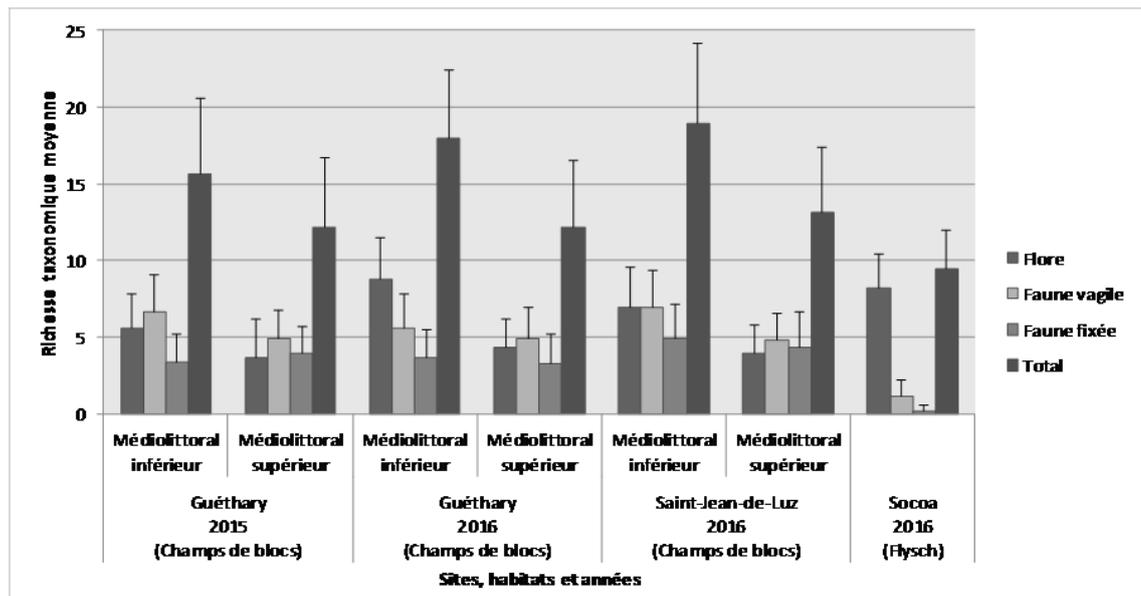
La couverture moyenne des sédiments est significativement plus élevée à Saint-Jean-de-Luz qu'à Guéthary (test de Wilcoxon, valeur  $p = 2,2e^{-16}$ ) (fig. 5).



**Figure 5.** Couverture sédimentaire moyenne pour chaque site.

##### 3.1.2. Richesse taxonomique

Les deux campagnes de prospection au cours de ce projet ont permis d'identifier plus de 200 taxons dans 828 unités d'échantillonnage, y compris les espèces identifiées en laboratoire. Certains taxons sont actuellement en cours d'identification par des spécialistes en taxonomie. Pour éviter des problèmes avec des espèces non identifiées, des analyses ont été effectuées sur des données agrégées contenant des niveaux taxonomiques mixtes (espèce, genre, classe...) de 127 taxons sur l'ensemble des sites. Cette liste est disponible dans les Annexes 1, 2, 3. Parmi eux, 73 taxons ont été identifiés en faune mobile, 19 en faune fixée et 35 en macroalgues (fig. 6).



**Figure 6.** Richesse taxonomique moyenne identifiée dans les quadrats par microhabitat et par site (Guéthary et Saint-Jean-de-Luz) et par an : pour la faune mobile (gris clair) la faune fixée (gris moyen) et les macroalgues (gris foncé). Tous les groupes biologiques confondus sont en noir.

Pour Guéthary, la richesse taxonomique moyenne a été évaluée dans chaque site, entre la zone médiolittorale inférieure et supérieure en 2015 et 2016 (fig. 6, tab. 2). La stratification par microhabitat est significative, pour chaque groupe biologique le nombre total de taxons est toujours significativement supérieur dans la zone médiolittorale inférieure quels que soient l'année et le site (kruskalmc,  $p < 0,05$ ). Contrairement à cela, aucune différence significative entre les microhabitats pour la faune mobile n'a été observée sur les flots bleus. C'est également le cas pour la faune fixée quels que soient l'année et le site (kruskalmc,  $p > 0,05$ ).

De plus, la richesse taxonomique des macroalgues augmente significativement entre 2015 et 2016 à Guéthary seulement dans la zone du médiolittoral inférieur (kruskalmc,  $p < 0,05$ ). En 2016, la diversité algale est significativement plus élevée à Guéthary qu'à Saint-Jean-de-Luz toujours en considérant le même microhabitat.

Pour Guéthary, entre 2015 et 2016, on observe une diminution significative de la faune fixée dans le médiolittoral supérieur (kruskalmc,  $p < 0,05$ ). En revanche, la comparaison intersite en 2016 ne montre aucune différence significative (kruskalmc,  $p > 0,05$ ).

Concernant la richesse spécifique de la faune mobile, elle diminue significativement entre 2015 et 2016 à Guéthary seulement pour le microhabitat médiolittoral inférieur. La comparaison intersite montre en 2016 que ce microhabitat est plus diversifié sur le site de Saint-Jean-de-Luz qu'à Guéthary (kruskalmc,  $p < 0,05$ ). Par contre aucune différence significative n'est observée dans la zone supérieure (kruskalmc,  $p > 0,05$ ).

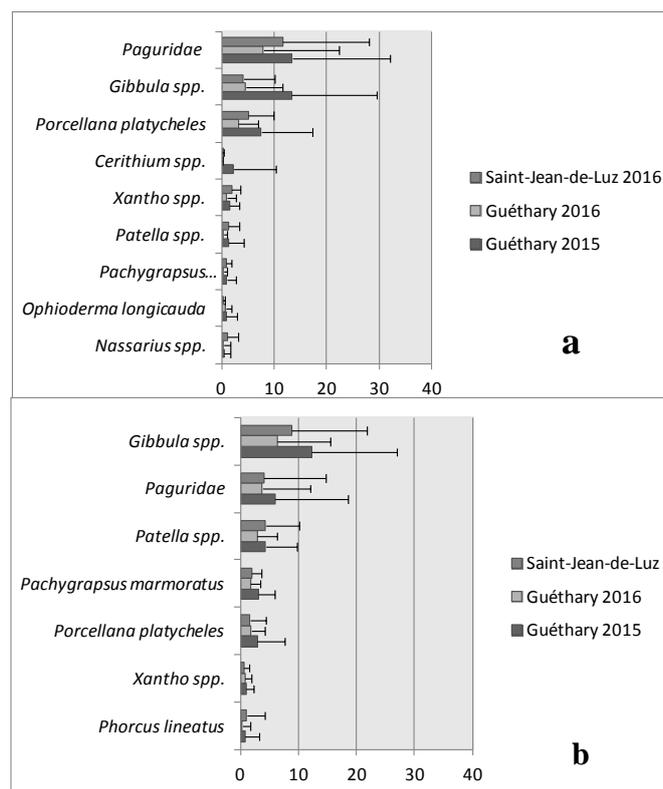
Pour Socoa, la figure 6 montre que sur les platiers (flyschs), la faune mobile est très peu diversifiée (14 taxons) par rapport aux « champs de blocs » et la faune fixée est quasiment absente avec 6 taxons seulement pour l'ensemble des quadrats.

**Tableau 2.** Richesse taxonomique par site et par ceinture algale (microhabitat).

		Flore	Faune vagile	Faune fixée
<b>Guéthary 2015 (Champs de blocs)</b>	Médiolittoral inférieur	<b>25</b>	<b>57</b>	<b>18</b>
	Médiolittoral supérieur	<b>18</b>	<b>37</b>	<b>18</b>
	Zone d'étude	25	60	19
<b>Guéthary 2016 (Champs de blocs)</b>	Médiolittoral inférieur	<b>27</b>	<b>48</b>	<b>15</b>
	Médiolittoral supérieur	<b>20</b>	<b>35</b>	<b>15</b>
	Zone d'étude	30	54	16
<b>Saint-Jean-de-Luz 2016 (Champs de blocs)</b>	Médiolittoral inférieur	<b>25</b>	<b>53</b>	<b>16</b>
	Médiolittoral supérieur	<b>19</b>	<b>30</b>	<b>17</b>
	Zone d'étude	26	58	17
<b>Socoa 2016 (Flysch)</b>	Zone d'étude	<b>31</b>	<b>14</b>	<b>6</b>

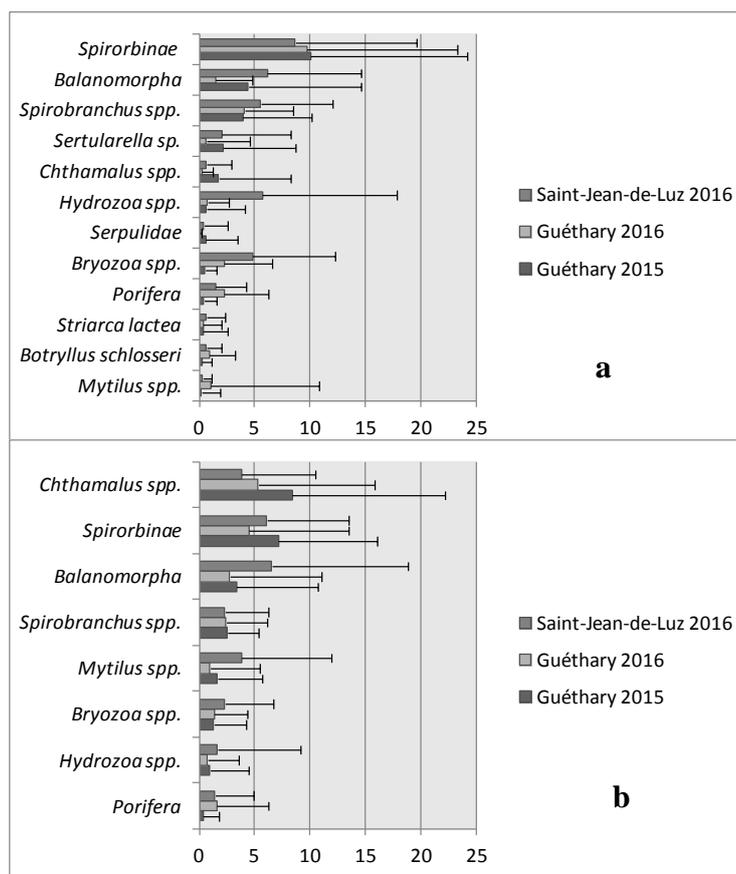
### 3.1.3. Abondance moyenne par microhabitat

Seule l'abondance moyenne des taxons les plus représentés par quadrat sont pris en compte (fig. 7). Dix taxons de faune mobile sont considérés et parmi eux, six sont communs aux zones médiolittorales inférieure (fig. 7a) et supérieure (fig. 7b): *Paguridae*, *Gibbula spp.*, *P. platycheles*, *Xantho spp.*, *Patella spp.* et *P. marmoratus*. Trois espèces / taxons semblent être plus représentés dans la zone inférieure (*Paguridae*, *Gibbula spp.*, *P. platycheles*) avec des valeurs comprises entre 3 et 18. *Cerithium spp.* fait exception avec une abondance moyenne autour de 8 individus à Guéthary en 2015, tous les autres ont des valeurs inférieures à 3 individus. Dans la zone supérieure, les trois premiers ont également leurs valeurs supérieures à 3 individus quels que soient le site et l'année.



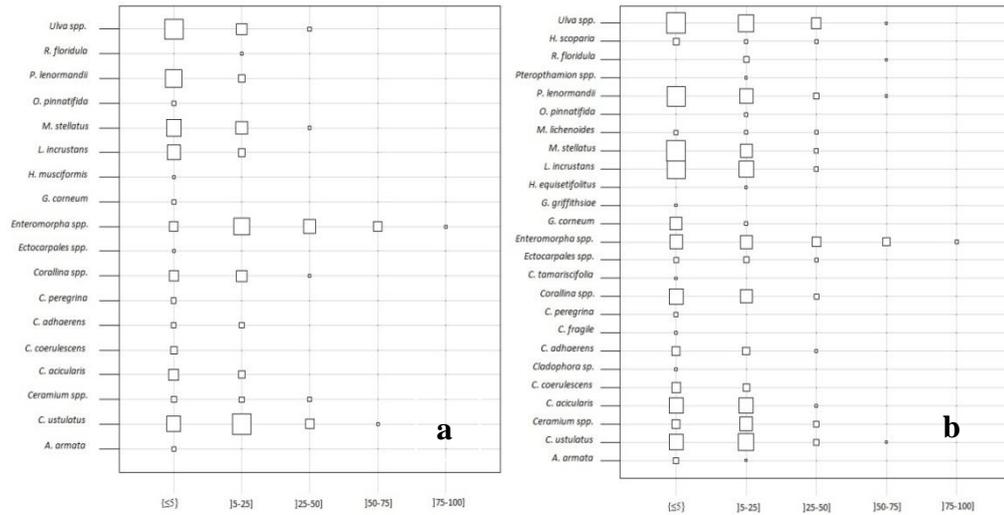
**Figure 7.** Abondance moyenne pour la faune mobile mesurée dans les quadrats par site (Guéthary et Saint-Jean-de-Luz) par an (2015 et 2016) en médio inférieur (a) et médio supérieur (b). Seuls les taxons dont les densités sont  $>$  à 0.5 ind/0,1 m<sup>2</sup> sont listés.

Pour la faune fixée (fig. 8), douze taxons ont une valeur supérieure à 0,5 dans les deux microhabitats. Toutes les espèces/taxons de la zone supérieure (*Spirorbinae*, *Balanomorpha*, *Spirobranchus spp.*, *Chthamalus spp.*, *Hydrozoa spp.*, *Bryozoa spp.*, *Porifera* et *Mytilus spp.*) sont communes à la zone inférieure, mais avec des valeurs moyennes d'abondance différentes. C'est particulièrement valable pour *Mytilus spp* et *Spirorbinae* qui sont des organismes qui vivent en colonie.

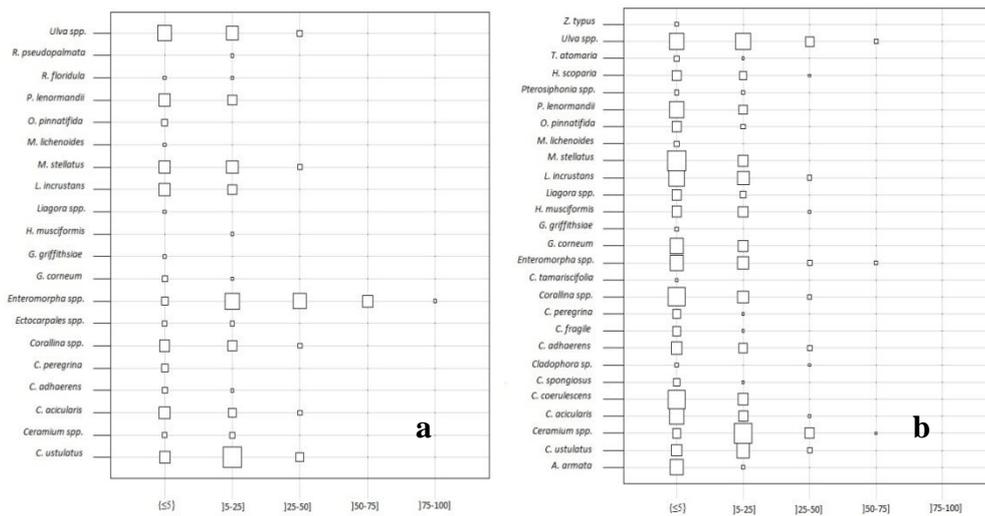


**Figure 8.** Abondance moyenne de faune fixée mesurée dans les quadrats par site (Guéthary et Saint-Jean-de-Luz) par an (2015 et 2016) en médio inférieur (a) et médio supérieur (b). Seuls les taxons dont les densités sont  $>$  à 0.5 ind/0.1 m<sup>2</sup> sont listés.

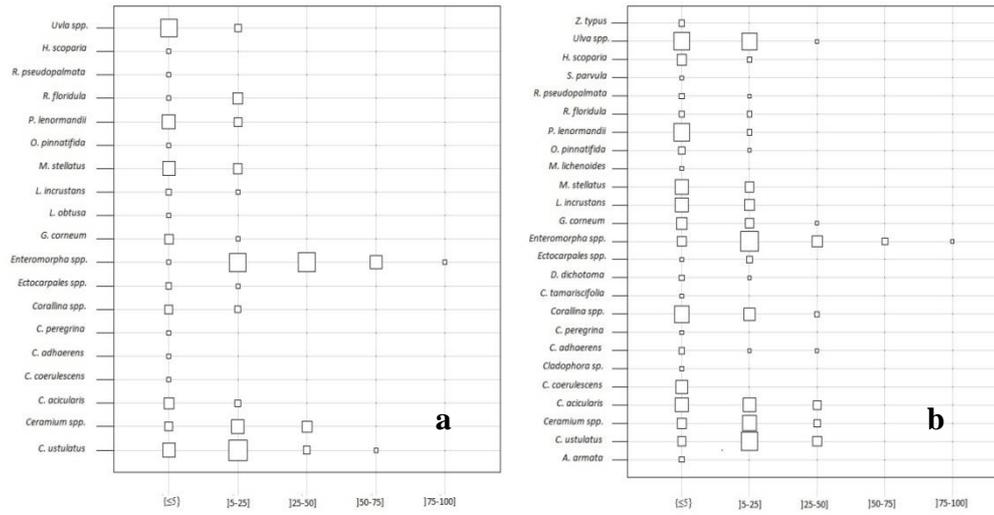
Les graphiques d'association (fig. 9, fig. 10, fig. 11) présentent le nombre de fois où un taxon de macroalgue a été trouvé dans une classe pour chaque microhabitat. La plupart des taxons ont été trouvés entre ] 0 ; 5] et ]25 ; 50]. *Enteromorpha spp* est le seul taxon identifié dans toutes les classes, de ] 0 ; 5] à ] 75 ; 100]. D'autres ont été identifiés avec une couverture maximale de ]50 ; 75] comme *Ulva spp.*, *R. floridula*, *P. lenormandii* et *C. ustulatus*. Les taxons qui apparaissent comme les plus représentés, aussi bien dans la zone inférieure que dans la zone supérieure quels que soient le site et l'année, sont considérés comme des opportunistes *Ulva spp.*, *Enteromorpha spp* et *Ceramium spp*.



**Figure 9.** Graphiques d'association des communautés de macroalgues relevées à Guéthary en 2015 pour chacun des microhabitats : médiolittoral inférieur (a) et médiolittoral supérieur (b).



**Figure 10.** Graphiques d'association des communautés de macroalgues relevées à Guéthary en 2016 pour chacun des microhabitats : médiolittoral inférieur (a) et médiolittoral supérieur (b).

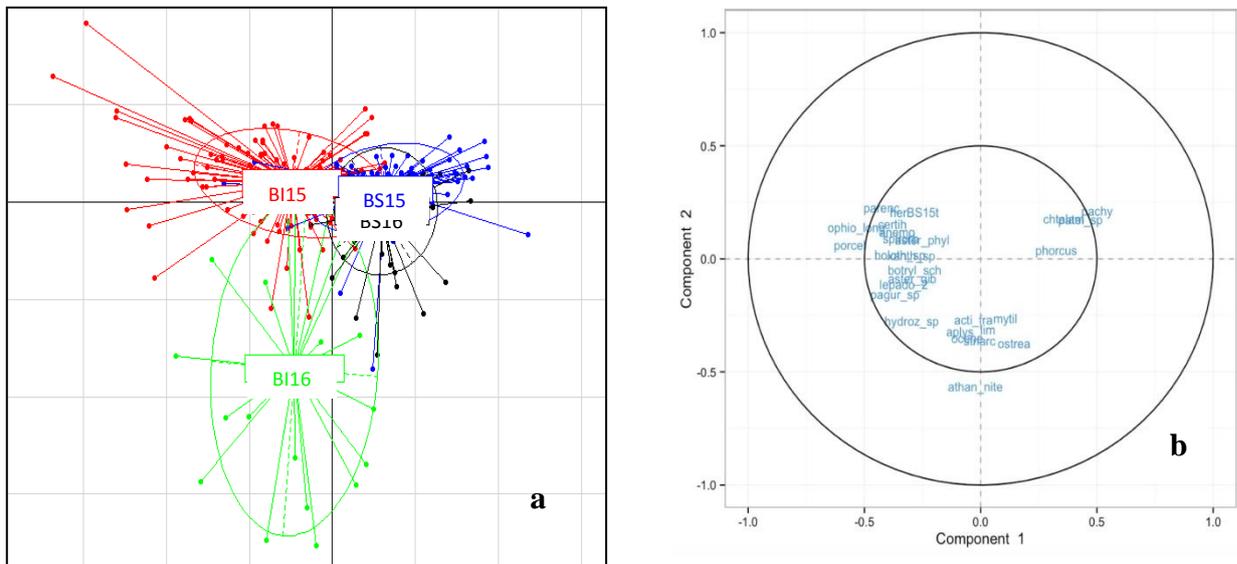


**Figure 11.** Graphiques d'association des communautés de macroalgues relevées à Saint-Jean-de-Luz en 2016 pour chacun des microhabitats : médiolittoral inférieur (a) et médiolittoral supérieur (b).

## 3.2. Analyse de la structure des communautés

### 3.2.1. Dépendance de la faune vis à vis des ceintures algales

L'hypothèse de départ qui suppose l'existence d'une structure des communautés faunistiques benthiques dépendante des ceintures algales est confirmée par les résultats de la première PLS-DA (fig. 12). Une variabilité inter-annuelle au sein de la ceinture algale du médiolittoral inférieur apparaît, alors qu'elle n'est pas observée dans le médiolittoral supérieur (fig. 12a). En effet, le plan F1 discrimine, avec une différence très hautement significative, le médiolittoral inférieur (en partie négative de l'axe) du médiolittoral supérieur positionné en partie positive (ANOVA à deux facteurs,  $p$ -value =  $2.10^{-16}$ ). Le plan F2 discrimine significativement l'échantillonnage réalisé au sein du médiolittoral inférieur en 2016 de celui de 2015 (ANOVA à deux facteurs,  $p$ -value =  $2.10^{-16}$ ). En revanche, sur les quadrats du médiolittoral supérieur, aucune différence significative n'apparaît entre les échantillonnages de 2015 et ceux de 2016 (ANOVA à deux facteurs,  $p$ -value = 0,09).

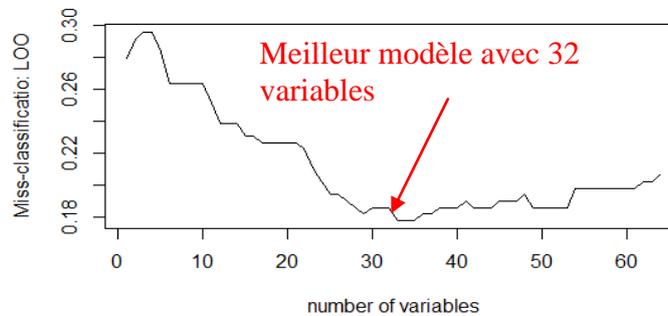


**Figure 12.** Dispersion des quadrats en fonction du microhabitat et de l'année de prélèvement (a) dans le plan F1 x F2 et cercle des corrélations (b) de la PLS-DA.

Le cercle des corrélations (Fig. 12b) montre clairement que les abondances des taxa *Phorcus lineatus*, *Patella spp.*, *Chthamalus spp.* et *Pachygrapsus marmoratus* sont corrélées entre elles et discriminent les échantillons du médiolittoral supérieur (Blocs supérieurs BS15 et BS16). Les échantillons prélevés dans le médiolittoral inférieur durant la campagne 2015 (Blocs inférieurs BI15) sont discriminés par des espèces comme *Ophioderma longicauda*, *Porcellana platycheles* ou encore *Paracentrotus lividus*. Enfin, les espèces les plus discriminantes des quadrats du médiolittoral inférieur en 2016 sont *Athanas nitescens*, *Striarca lactea* et *Aplysia spp.*

### 3.2.2. Structuration au sein des ceintures

La sparse PLS-DA a été réalisée sur les données regroupant les 2 microhabitats en 2015. Cette analyse permet de dresser le graphique de mauvais classement en fonction du nombre de variables sélectionnées (Fig. 13).



**Figure 13.** Pourcentage de mauvais classement en fonction du nombre de variables utilisées par la sparse PLS-DA.

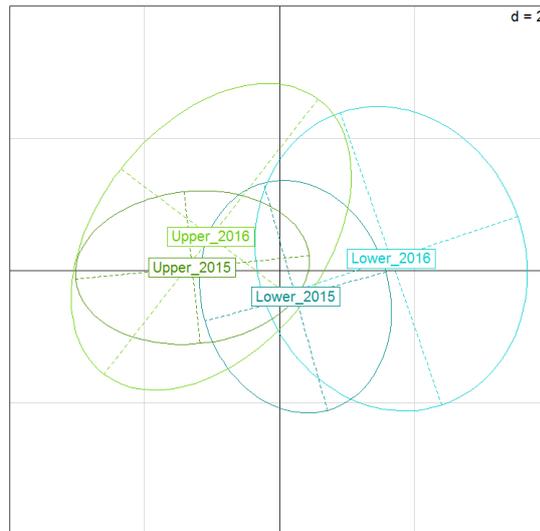
Il montre que le modèle permettant de mieux discriminer les deux ceintures algales, doit être réalisé avec 32 variables (taxons). Dans ce cas, le pourcentage de mauvais classement est de 17,8 %. Les variables « taxons » retirées de l'analyse correspondent à des espèces dites « rares », c'est-à-dire dont la probabilité d'observation est faible. Elles ne sont donc pas considérées comme représentatives de l'habitat dans lequel elles sont trouvées. Au final, les 15 taxa sélectionnés (Variables Importantes pour la Projection VIP) permettant de discriminer au mieux les deux ceintures algales d'un point de vue probabiliste sont listées (tab. 3).

**Tableau 3.** Liste des Variables Importantes pour la Projection (VIP) de la sparse PLS-DA des données de 2015 avec les espèces caractéristiques du médiolittoral supérieur et du médiolittoral inférieur.

VIP médio supérieur	VIP médio inférieur
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	<i>Porcellana platycheles</i>
<i>Patella spp.</i>	<i>Ophioderma longicauda</i>
<i>Chthamalus sp</i>	<i>Anemonia viridis</i>
<i>Phorcus lineatus</i>	<i>Lepadogaster lepadogaster</i>
<i>Mytilus edulis</i>	<i>Xantho spp.</i>
<i>Ostrea edulis</i>	<i>Botryllus schlosseri</i>
	<i>Spirobranchus spp.</i>
	<i>Spirorbinae</i>
	<i>Cerithium spp.</i>

### 3.2.3. Variabilité spatiale et temporelle

La figure 14 présente les deux premiers axes de l'ACP qui permet de comparer la répartition spatiale des taxons lors des deux années d'échantillonnage à Guéthary. Cette figure montre une différence significative entre les microhabitats de Guéthary quelle que soit l'année prospectée sur le premier axe (ANOVA à deux facteurs,  $p < 0,05$ , Kruskalmc,  $p < 0,05$ ). Il existe également un effet « année » significatif, mais seulement dans la zone médiolittorale inférieure (ANOVA à deux facteurs et Kruskalmc,  $p < 0,05$ ).



**Figure 14.** Analyse en Composantes Principales (ACP) de la distribution des taxons en fonction des microhabitats (inférieurs et supérieurs) et des années (2015 et 2016) à Guéthary.

La figure 15 compare les deux sites échantillonnés en 2016. Le premier axe a révélé des différences significatives entre les zones inférieure et supérieure des deux sites (Kruskalmc,  $p < 0,05$ ). Cependant, la différence entre les sites est significative seulement dans la zone inférieure (ANOVA à deux facteurs,  $p < 0,05$ , Kruskalmc,  $p < 0,05$ ).

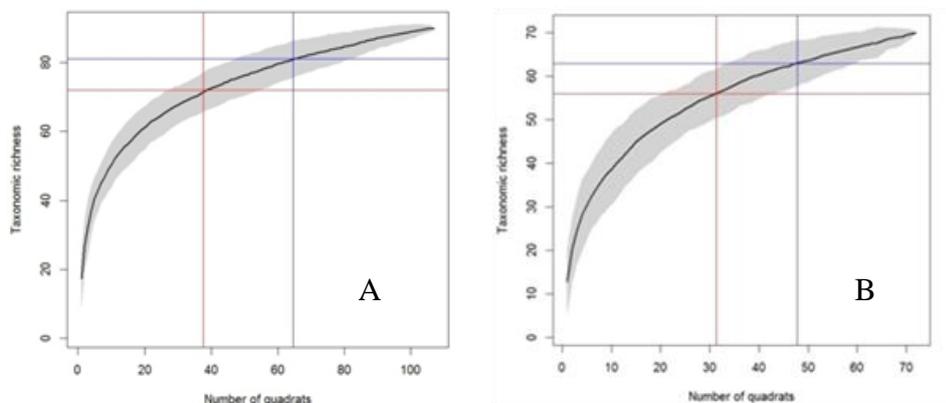


**Figure 15.** Analyse en Composantes Principales (ACP) de la distribution des taxons en fonction des microhabitats (inférieurs et supérieurs) et des sites (Guéthary et Saint-Jean-de-Luz).

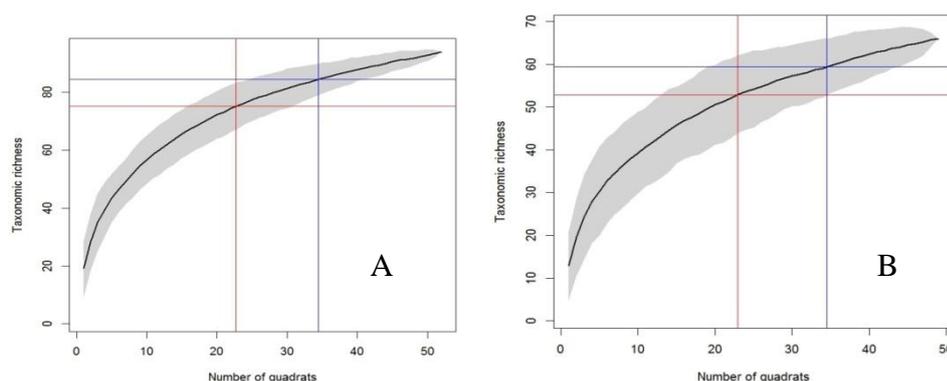
### 3.2.4. Représentativité de l'échantillonnage

Pour le site de Guéthary (fig. 16), le nombre de quadrats nécessaires dans le médiolittoral supérieur est de 65 pour obtenir 90 % de la richesse taxonomique et de 38 pour 80 %. Pour le médio-inférieur, ce nombre est respectivement de 48 et 32 quadrats. Pour le site de Saint-Jean-de-Luz (fig. 17), seuls 35 quadrats seraient nécessaires pour obtenir 90 % de la richesse et 23 pour 80 %. Ces valeurs sont identiques pour les deux microhabitats. Lors des campagnes d'échantillonnage, 52 quadrats avaient été réalisés dans le médio-littoral

inférieur et 49 dans le supérieur. Ces résultats traduisent la possibilité de diminuer le nombre de quadrats mais également le nombre de jours de terrain ceci en fonction de la robustesse de l'échantillonnage souhaitée.



**Figure 16.** Exemple de courbe de raréfaction pour le site de Guéthary en 2016. Médio-supérieur (A) et médio-inférieur (B).



**Figure 17.** Exemple de courbe de raréfaction pour le site de Saint-Jean-de-Luz en 2016. Médio-supérieur (A) et médio-inférieur (B).

À partir de ces éléments, le nombre de quadrats optimum a été calculé en fonction des microhabitats et des sites, dans un premier temps pour tous les groupes biologiques confondus. En fonction du niveau de précision souhaité le nombre de quadrats est compris en moyenne entre 25 et 40 (tab. 4). Le nombre étant supérieur pour la zone médiolittorale inférieure que pour la zone médiolittorale supérieure, particulièrement pour le site de Guéthary. Ces résultats sont informatifs pour guider dans la décision à prendre pour définir le nombre de quadrats à réaliser pour la mise en place d'un suivi.

**Tableau 4.** Nombre de quadrats optimum à réaliser (groupes biologiques confondus) pour atteindre 80 et 90 % de la Richesse Taxonomique (RT) totale.

Sites	Microhabitats	RT	80 % de RT	90 % de RT	Nombre de quadrats pour 80% de RT	Nombre de quadrats pour 90% de RT	Quadrats réalisés
Guéthary	Lower – 2016	90	72	81	38	65	106
	Upper – 2016	70	56	63	32	48	74
Saint-Jean-de-Luz	Lower – 2016	94	76	85	23	35	52
	Upper – 2016	66	53	60	23	35	49

Dans un second temps le calcul a été réalisé en tenant compte également des groupes biologiques. Les résultats (tab. 5) montrent que le nombre de quadrats est fluctuant suivant les groupes. La plus forte variabilité étant observée pour la faune vagile, puis pour la flore et en dernier lieu pour la faune fixée.

**Tableau 5.** Nombre de quadrats optimum à réaliser suivant les groupes biologiques pour atteindre 80 et 90 % de la Richesse Taxonomique (RT) totale.

	Site / Microhabitat	RT totale	80 % RT	Nb Q pr 80% RT	Q réalisés
Flore	GU Médio inf	27	21.57	13.14	106
	GU Médio sup	20	16	27.76	74
	FB Médio inf	25	19.96	18.9	52
	FB Médio sup	19	15.19	23.2	49
Faune fixée	GU Médio inf	15	12	26.2	106
	GU Médio sup	15	12	16.78	74
	FB Médio inf	16	12.78	8.53	52
	FB Médio sup	17	13.58	15.46	49
Faune vagile	GU Médio inf	48	38.45	54.37	106
	GU Médio sup	35	28.05	38.97	74
	FB Médio inf	43	34.3	17.7	52
	FB Médio sup	30	23.99	26.5	49

En parallèle à ce travail, et dans un souci d'optimisation du protocole, la détection des espèces indicatrices du site au sein de la richesse taxonomique a été effectuée sous R ® à l'aide du package « indicpecies ».

D'un point de vue probabiliste, cet outil permet de cibler les espèces ou groupes d'espèces caractéristiques de l'habitat et/ou du microhabitat, en fonction de critères d'occurrence et d'abondance. Ainsi, en fonction du microhabitat, entre 6 et 9 taxons dominants ont été définis comme hautement représentatifs de l'habitat considéré. Ceci, soit individuellement, soit en association de 2 ou 3 taxons. Dans le cadre de cette approche, et en complément de ce travail, une approche écologique doit être menée, pour considérer également les espèces présentant un intérêt pour alimenter les indicateurs nécessaires

pour les descripteurs de la DCSMM. Par exemple, les espèces introduites, les espèces opportunistes, les espèces en limite de répartition...

### 3.3. Espèces caractéristiques

L'identification des espèces caractéristiques d'un habitat considéré, les « champs de blocs » par exemple, dans un espace biogéographique est une pratique courante en écologie et en biogéographie car leur utilisation est une alternative à l'échantillonnage de la biodiversité totale et elles s'avèrent utiles pour surveiller les modifications des biocénoses, en constituant des indicateurs de perturbation de par leur sensibilité. Ainsi, les taxons sélectionnés présentent une signification statistique élevée soit de part des singletons (espèces/taxons individuels) soit par des combinaisons (espèces/taxons co-occurents).

#### 3.3.1. Espèces caractéristiques de faune mobile

Parmi les 59 espèces/taxons de faune mobile recensés dans cette étude, 9 sont identifiés comme étant des indicateurs significatifs valides, dont 3 communs aux deux microhabitats (tab. 5). Dans la zone inférieure, il existe 6 singletons (*P. platycheles*, *Paguridae*, *O. longicauda*, *Xantho spp.*, *Nassarius spp.* et *L. lepadogaster*) et un autre taxon identifié en combinaison (*Gibbula spp.*). Le nombre de combinaisons semble être plus élevé que celui des singletons (20 combinaisons doubles et triples).

Dans la zone supérieure, cinq espèces/taxons ont été identifiés, 2 singletons (*P. marmoratus* et *Patella spp.*) et 3 autres taxons en combinaison (*Gibbula spp.*, *Paguridae* et *Xantho spp.*), Identifiés aussi bien en zone inférieure qu'en zone supérieure. Les indicateurs écologiques peuvent être de plusieurs sortes. *L. Lepadogaster* et *O. longicauda* sont de bons indicateurs de la zone médiolittorale inférieure car leur présence est exclusive aux quadrats appartenant à ce microhabitat, Par contre, *P. Platycheles* peut être un indicateur du médio inférieur car il apparaît fortement dans tous les quadrats appartenant à ce groupe et il est largement (mais pas exclusivement) restreint à celui-ci. C'est le cas de certains taxons indicateurs uniques comme *Xantho spp.* et *P. marmoratus*.

#### 3.3.2. Espèces caractéristiques de la faune fixée

Parmi les 19 taxons fauniques fixes identifiés au cours de l'étude, 7 taxons sont répertoriés comme indicateurs significatifs. Il ya 11 singletons ou combinaisons (tab. 5). Dans la zone inférieure, il existe 2 taxons simples (*Spirobranchus spp.* Et *Sertularella sp.*) et 2 combinaisons composées de *Spirobranchus spp.* avec *Spirobinae* et par *Sertularella sp.* avec *Spirobinae*. La zone mediolittorale supérieure était indiquée par 2 singletons *Chthamalus spp* et *Mytilus spp.*, 4 doubles combinaisons et 1 combinaison triple.

**Tableau 6.** Liste des indicateurs et caractéristiques écologiques des taxons pour les combinaisons uniques pour la faune (a) fixe et mobile (b) ( $p < 0,05$  ;  $A \geq 0,6$  et  $B \geq 0,2$ ). A est une mesure de spécificité (unicité à un microhabitat) basée sur les valeurs d'abondance tandis que B est une mesure de fidélité (fréquence d'occurrence dans un microhabitat) calculée à partir des données de présence. Codes de signification: L : Lower ; U : upper ;  $P < 0,001$  \*\*\*,  $p < 0,01$  \*\*,  $p < 0,05$  \*.

		Mobile fauna									
		Mediolittoral zone	A	B	Stat	Significativity	Food web	Introduced species	ZNIEFF list	Sign of disturbance	
Singletons	<i>P. platycheles</i>	Lower	0.72	0.81	0.76	***	Omnivorous				
	Paguridae	Lower	0.69	0.70	0.70	***	Omnivorous			✓	
	<i>O. longicauda</i>	Lower	0.97	0.41	0.63	***	Scavenger			✓	
	<i>Xantho spp.</i>	Lower	0.63	0.65	0.64	*	Omnivorous				
	<i>Nassarius spp.</i>	Lower	0.89	0.21	0.43	***	Herbivorous				
	<i>L. lepadogaster</i>	Lower	0.98	0.26	0.50	***	Carnivorous				
	<i>P. marmoratus</i>	Upper	0.64	0.83	0.73	***	Omnivorous	✓	✓		
	<i>Patella spp.</i>	Upper	0.66	0.73	0.70	***	Herbivorous				
	<hr/>										
	Combinations	<i>O. longicauda</i> + Paguridae	Lower	0.99	0.34	0.58	***				
<i>O. longicauda</i> + <i>P. platycheles</i>		Lower	1.00	0.33	0.57	***					
<i>O. longicauda</i> + Paguridae + <i>P. platycheles</i>		Lower	1.00	0.30	0.55	***					
<i>Gibbula spp.</i> + <i>O. longicauda</i>		Lower	0.99	0.28	0.53	***					
<i>Gibbula spp.</i> + <i>O. longicauda</i> + Paguridae		Lower	0.99	0.26	0.51	***					
Paguridae + <i>P. platycheles</i>		Lower	0.80	0.61	0.70	***					
<i>Gibbula spp.</i> + <i>P. platycheles</i>		Lower	0.66	0.57	0.62	**					
<i>Gibbula spp.</i> + Paguridae + <i>P. platycheles</i>		Lower	0.78	0.48	0.61	***					
<i>P. platycheles</i> + <i>Xantho spp.</i>		Lower	0.67	0.55	0.61	**					
Paguridae + <i>P. platycheles</i> + <i>Xantho spp.</i>		Lower	0.78	0.45	0.59	***					
Paguridae + <i>Xantho spp.</i>		Lower	0.71	0.48	0.59	***					
<i>Gibbula spp.</i> + Paguridae + <i>Xantho spp.</i>		Lower	0.68	0.37	0.50	*					
<i>Gibbula spp.</i> + Paguridae		Lower	0.67	0.56	0.62	**					
<i>O. longicauda</i> + <i>Xantho spp.</i>		Lower	1.00	0.26	0.51	***					
<i>Gibbula spp.</i> + <i>O. longicauda</i> + <i>P. platycheles</i>		Lower	1.00	0.23	0.48	***					
<i>O. longicauda</i> + Paguridae + <i>Xantho spp.</i>		Lower	1.00	0.23	0.48	***					
<i>O. longicauda</i> + <i>P. platycheles</i> + <i>Xantho spp.</i>		Lower	1.00	0.23	0.48	***					
<i>Gibbula spp.</i> + <i>L. lepadogaster</i>		Lower	0.97	0.21	0.46	***					
<i>L. lepadogaster</i> + <i>P. platycheles</i>		Lower	0.97	0.21	0.45	***					
<i>L. lepadogaster</i> + Paguridae		Lower	1.00	0.20	0.45	***					
<i>P. marmoratus</i> + <i>Patella spp.</i>		Upper	0.72	0.66	0.69	***					
<i>Gibbula spp.</i> + <i>P. marmoratus</i>		Upper	0.66	0.69	0.67	***					
<i>Gibbula spp.</i> + <i>Patella spp.</i>		Upper	0.69	0.60	0.64	***					
<i>Gibbula spp.</i> + <i>P. marmoratus</i> + <i>Patella spp.</i>		Upper	0.74	0.55	0.64	***					
<i>P. marmoratus</i> + Paguridae + <i>Patella spp.</i>		Upper	0.66	0.35	0.48	**					
<i>P. marmoratus</i> + <i>Patella spp.</i> + <i>Xantho spp.</i>	Upper	0.62	0.31	0.44	**						
<hr/>											
		Fixed fauna									
		Mediolittoral zone	A	B	Stat	Significativity	Food web	Introduced species	ZNIEFF list		
Singletons	<i>Spirobranchus spp.</i>	Lower	0.64	0.81	0.72	*	Planktivorous				
	<i>Sertularella sp.</i>	Lower	0.92	0.22	0.45	***	Planktivorous				
	<i>Chthamalus spp.</i>	Upper	0.73	0.64	0.69	***	Planktivorous				
	<i>Mytilus spp.</i>	Upper	0.89	0.31	0.53	***	Planktivorous	✓	✓		
Combinations	<i>Spirobranchus spp.</i> + <i>Spirorbis spp.</i>	Lower	0.64	0.74	0.69	*					
	<i>Sertularella sp.</i> + <i>Spirorbis spp.</i>	Lower	0.91	0.21	0.43	***					
	<i>Chthamalus spp.</i> + <i>Spirorbis spp.</i>	Upper	0.72	0.55	0.63	***					
	<i>Chthamalus spp.</i> + <i>Spirobranchus spp.</i>	Upper	0.69	0.46	0.56	***					
	<i>Chthamalus spp.</i> + <i>Spirobranchus spp.</i> + <i>Spirorbis spp.</i>	Upper	0.68	0.44	0.55	***					
	<i>Chthamalus spp.</i> + <i>Mytilus spp.</i>	Upper	0.96	0.23	0.47	***					
<i>Mytilus spp.</i> + <i>Spirorbis spp.</i>	Upper	0.89	0.23	0.46	***						

## 4. Discussion

Ce travail constitue un premier point sur l'état des connaissances de la diversité biologique de la zone intertidale rocheuse du sud du golfe de Gascogne et comble une part du déficit de connaissances souligné dans les synthèses élaborées dans le cadre de la DCSMM (Guillaumont *et al.*, 2008 ; Beauvais, 2016). Ces résultats contribuent également à alimenter les descripteurs de cette directive, même si du recul est encore nécessaire pour appréhender l'hétérogénéité des habitats prospectés. Ces deux campagnes d'investigations constituent une base de données robuste pour étudier ces milieux et définir un maintien de l'état de conservation de ces habitats dans les années futures à travers des indicateurs de perturbation. La structuration des communautés, par site et par microhabitat ainsi que l'analyse de la richesse taxonomique alimentent notamment deux descripteurs : « diversité biologique » et « intégrité des fonds marins » (<http://www.dcsmm.fr/>). La première constitue un descripteur « d'état » contrairement au second qui combine des descripteurs « de pression » et « d'impact » (Grémare, 2015). De plus, la prise en compte des espèces opportunistes et introduites alimente deux autres descripteurs, les « espèces non indigènes » et « l'eutrophisation ». Un suivi régulier dans le temps, doit permettre de détecter des modifications dans la structure des communautés benthiques liées à des perturbations qu'il convient d'identifier.

### 4.1. Contexte biogéographique

L'estran de Guéthary, site des Alcyons, a été choisi en 2015 pour concentrer l'effort d'échantillonnage dans le but d'obtenir une image de la biodiversité et de sa répartition spatiale la plus représentative possible. En plus de son statut, censé limiter les impacts anthropiques, ce site offre de nombreux avantages en matière de connaissances. Des données d'inventaires biologiques et de suivis faune et flore sont disponibles dans la bibliographie depuis les années 2000 : listes ZNIEFF (Soulier *et al.*, 2014), évaluation du stock d'oursins (de Casamajor *et al.*, 2006), suivis DCE macroalgues intertidales et subtidales depuis 2009 (de Casamajor et Lissardy, 2012 ; de Casamajor *et al.*, 2013) ou de la macrofaune depuis 2001 (Castège *et al.*, 2013). De plus, la comparaison avec d'autres sites (tab. 6) de la côte basque suggère un intérêt biologique particulier (Casabonnet, 2006; Castège *et al.*, 2013) qui reste à démontrer au vu de la biodiversité observée sur le site des flots bleus dans le cadre de ce travail. Les informations de biodiversité obtenues permettent d'orienter les stratégies d'échantillonnage à mettre en œuvre en fonction des objectifs et des espèces à suivre en priorité. Le tableau ci-après synthétise les données disponibles dans la bibliographie pour la côte basque en fonction des caractéristiques de l'échantillonnage (durée et superficie). La comparaison avec les données de cette première campagne, témoigne d'une bonne prise en compte de cette dernière à partir du protocole utilisé et en particulier de la taille des quadrats qui constitue la base de travail (tab. 7).

**Tableau 7.** Richesse taxonomique des estrans rocheux de la côte basque en fonction des échantillonnages réalisés.

Sites	Richesse taxonomique totale Flore / Faune	Durée du suivi (années)	Taille des quadrats (m <sup>2</sup> )	Sources
Pointe St Martin (Biarritz)	17 / 28	1	1	Casabonnet (2006)
Rocher du Basta (Biarritz)	21 / 31			
Erretegia (Bidart)	16 / 27			
Viviers Basques (Urrugne)	34 / 39			
Guéthary	Entre 57 et 63 taxa (faune) par an (total 110 sur 10 ans)	10	16	Castège <i>et al.</i> (2013)
Guéthary - Alcyons	32 / 89	2	0,1	BIGORNO
Flots bleus	26 / 75	1	0.1	BIGORNO

La richesse taxonomique obtenue reste provisoire tant que certains taxons sont encore en cours d'identification auprès de spécialistes. Cependant, les comparaisons de ces résultats avec d'autres travaux sont à relativiser par rapport aux méthodologies (effort d'échantillonnage, prise en compte de l'habitat...) et par l'effet observateur (relevés d'étudiants, consultation de spécialistes des groupes concernés...). En effet, la richesse taxonomique des communautés benthiques observée dans les travaux de Castège *et al.* (2013) fluctue entre 41 et 63 taxons entre 2002 et 2011 représentant 110 taxons différents sur 10 années de suivi. La richesse faunistique semble très supérieure à celle d'autres sites sur la côte basque (Biarritz, Bidart et Urrugne). Ceci est valable pour la faune, elle est du même ordre de grandeur pour la flore. Les résultats présentés ici montrent qu'il n'y a pas de différence significative dans la richesse taxonomique entre les deux sites d'étude.

L'objectif de ce travail étant d'obtenir une image la plus représentative possible de la faune de l'estran à l'échelle de l'habitat ou du microhabitat, l'effort d'échantillonnage s'est donc porté vers l'habitat le plus riche en faune, les « champs de blocs ». Cependant, certaines espèces observées sur les platiers (comme *Cereus pedunculatus*, *Sabellaria alveolata* et *Pollicipes pollicipes*) sont absentes dans les blocs. Les platiers contribuent ainsi à la biodiversité des estrans rocheux et doivent être pris en compte si l'objectif défini est de caractériser au mieux, l'ensemble de la biodiversité du site.

Dans ce travail, l'échantillonnage de terrain s'est déroulé sur plusieurs mois, englobant ainsi largement le printemps, saison souvent ciblée dans les échantillonnages intertidaux (Murray *et al.*, 2006 ; Doré *et al.*, 2015). La dynamique saisonnière constitue une source de variabilité à considérer entre le début et la fin de l'échantillonnage. L'échantillonnage de la flore est plus favorable autour des mois de mai-juin, au moment du développement maximum des macrophytes (Lauret *et al.*, 2011). La délimitation des ceintures algales peut être moins aisée au début du printemps car les individus ne sont pas encore assez développés. Pour la faune, la présence de certaines espèces mobiles est fortement dépendante de leur cycle biologique d'où l'intérêt de réaliser un échantillonnage automnal (Beauvais, 2016) qu'il sera nécessaire d'expérimenter localement. Le rôle fonctionnel de ces habitats est alors primordial pour un bon déroulement du cycle biologique : disponibilités trophiques, reproduction... Pour d'autres, présentes toute l'année, l'aspect saisonnier ne constitue pas une source de variabilité. Par exemple, pour la faune fixée, les

vers tubicoles (Bustamante *et al.*, 2010). Cette analyse témoigne de l'intérêt de considérer les spécificités écologiques des espèces ciblées dans l'échantillonnage.

## 4.2. Stratification par microhabitat

La zone d'estran, rythmée par les marées, est considérée ici en médiolittoral inférieur et supérieur. Ces deux zones se différencient significativement, en particulier pour la composition et la densité des communautés de macroalgues (et parfois de la faune mobile), toujours plus élevée et diversifiée dans la zone inférieure (Murray *et al.*, 2006). Ces travaux montrent que la structuration spatiale de la faune benthique des champs de blocs de la côte basque est dépendante des ceintures algales, telles que définies dans le protocole DCE pour les platiers (de Casamajor et Lissardy, 2012). Ce résultat est important à considérer pour la suite des travaux et les modalités de stratification du milieu à conserver lors des futurs travaux. En Bretagne, le protocole DCE considère 5 ceintures de macroalgues en zone intertidale pour lesquelles le développement est très important (Ar Gall et Le Duff, 2007). Celles-ci sont caractérisées par de fortes densités de mollusques brouteurs qui utilisent essentiellement les algues comme ressources alimentaires. Elles constituent également une zone d'abris comme pour la faune fixée (*Mytilus spp.* par exemple) ainsi que pour des crustacés décapodes ou des échinodermes (Bernard, 2012 ; Hilly, 2012). La structuration de la faune en fonction de ces ceintures y est évidente de par leur fonctionnalité. En revanche, la faible occurrence de grandes macroalgues structurantes sur le littoral basque, au profit d'une diversification d'algues rouges de taille réduite, justifiait la nécessité de vérifier que l'utilisation de ce critère de stratification était localement pertinent (Gorostiaga, 2004 ; Borja *et al.*, 2011, Juteau *et al.*, 2015). Cependant, aucune différence significative n'a été mise en évidence pour la faune fixée. Probablement qu'une identification taxonomique plus précise aurait permis de dissocier les communautés et doit être considéré si ce groupe doit être privilégié. De plus, une telle stratification verticale est fortement dépendante de la marée, or, le marnage est moins important dans le sud du golfe de Gascogne que dans le nord, puisqu'on passe d'un régime macrotidal à mésotidal. Le nombre de ceintures diminue progressivement entre le nord et le sud de la façade atlantique (Ar Gall *et al.*, 2016), tandis que le marnage diminue simultanément. Outre ces caractéristiques de marnage, les spécificités hydrodynamiques de cette région, notamment en terme de régime de houle (Abadie *et al.*, 2005) impactent directement les communautés benthiques de la zone intertidale. La zone inférieure est immergée, la majorité du temps, ce qui permet aux communautés d'être soumises à un effet tampon (Murray *et al.*, 2006). La zone supérieure, est d'avantage soumise aux pressions climatiques et anthropiques, le temps d'immersion étant plus réduit autour de la pleine mer. Le paramètre anthropique identifié dans la littérature comme le plus limitant pour le développement des communautés benthiques est la pression "effluents urbains" (Bellan et Bellan-Santini, 1972) en induisant dessalure des eaux, apport de matière organique..... C'est aussi la pression majeure identifiée pour la côte basque. Le paramètre climatique le plus limitant concerne la température et plus particulièrement les températures extrêmes lorsque les marées basses se produisent (Murray *et al.*, 2006): température élevée et dessiccation en été et température très basse en hiver (Denny et Gaines, 2007) et dessalure pendant les épisodes de pluie.

### 4.3. Stratégie d'échantillonnage et choix méthodologique

La difficulté dans le choix de la stratégie d'échantillonnage réside dans le fait d'intégrer un maximum de variabilité dont les sources sont multiples et difficiles à appréhender en raison de la complexité du milieu, dont l'hétérogénéité spatiale. La recherche du compromis, entre avantages et inconvénients des méthodologies mises en œuvre, constitue un enjeu important dans l'interprétation des données collectées et du niveau de connaissances souhaité (Doré *et al.* 2015).

#### 4.3.1. Stratification à l'échelle de l'habitat et du microhabitat

Les différentes analyses multidimensionnelles réalisées sur la faune vagile, faune fixée et les algues et des composantes factorielles de ces 3 matrices ont permis de démontrer une stratification à l'échelle de l'habitat et du microhabitat pour la côte basque. Ces résultats confirment la nécessité de structurer l'échantillonnage suivant ces deux composantes car elles se révèlent pertinentes dans le cas des « champs de blocs ». Par contre, la discrimination au niveau des hauts et bas de platiers se révèle peu à travers ces analyses par communautés faunistiques.

L'absence ou la présence d'une espèce peut être due à plusieurs raisons telles que, l'occupation de la niche écologique par une espèce de remplacement, des conditions environnementales défavorables, des variations purement stochastiques, ou encore à la distribution irrégulière ou en « patch » de l'espèce sur la zone étudiée. L'information « présence » est donc plus précise et plus facilement interprétable que l'information « absence ». La structuration taxonomique au sein des habitats est également expliquée par une diversification croissante avec la diminution du temps d'exondation entre le supralittoral, le médiolittoral et l'infralittoral (Berger *et al.*, 2015). La structuration géomorphologique des habitats est un paramètre qui vient moduler ce gradient de colonisation.

Dans le cadre de ce travail, et face à la configuration du site et des habitats présents, un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié spatialement par microhabitat a été mis en œuvre. Les individus n'étant pas distribués de manière homogène sur la zone d'étude, la stratification dans l'échantillonnage aléatoire permet ainsi de réduire l'influence de la variabilité spatiale (Murray *et al.* 2006). La richesse faunistique et floristique est étroitement liée au type architectural de l'habitat (Le Hir et Hily, 2005 ; Bernard, 2015), or les positions des blocs échantillonnés sur le terrain sont principalement ceux dont la taille se rapproche un maximum de celle du quadrat. En revanche, la cohésion du bloc au substrat sous-jacent, sable, graviers ou roches par exemple, n'est pas ou peu prise en compte lors de l'échantillonnage en raison de la forte hétérogénéité de la structure des blocs. La biodiversité est supérieure quand les blocs sont posés sur d'autres blocs car ils constituent ainsi des cavités et surplombs favorables au développement des organismes fixés et offrent des zones d'abris à la faune mobile. Quand ces interstices sont colmatés par du sédiment, la colonisation sous-jacente est limitée et les quadrats ne sont plus comparables. À Guéthary, les résultats montrent que le colmatage par du sédiment n'est pas un facteur pouvant constituer une source de variabilité alors que ce n'est pas le cas sur le site des flots bleus. Cependant, le facteur « substrat sous jacent » (Bernard, 2012) au

même titre que la structure interne du bloc devra être considéré pour éviter d'introduire une source de variabilité supplémentaire à l'échantillonnage. La richesse faunistique et floristique est fortement liée au type architectural complexe de l'estran ainsi qu'à son niveau hypsométrique (Murray *et al.*, 2006). L'habitat « champ de blocs » constitue un habitat remarquable du point de vue de la biodiversité (Guillaumont *et al.*, 2008 ; Bajjouk *et al.*, 2011 ; Michez *et al.*, 2015) et l'effort d'échantillonnage doit être adapté à son hétérogénéité et du microhabitat ainsi qu'à la richesse taxonomique de chacun d'entre eux.

#### 4.3.2. Taille et nombre de quadrats

La macrofaune benthique en zone intertidale est le plus souvent distribuée en « patchs » (Murray *et al.*, 2006). De ce fait, la taille du quadrat joue un rôle important sur la variance. Il existe dans la bibliographie de nombreuses stratégies d'échantillonnage des habitats intertidaux, avec des tailles de quadrats différentes qui répondent à divers types de questionnements. Des quadrats de grande taille sont généralement utilisés sur des habitats homogènes (Desroy, 2011) ou pour des protocoles qui ne considèrent les différents types d'habitats (Castège *et al.*, 2013). D'autres échantillonnent perpendiculairement au rivage, le long de transects en couplant avec des quadrats (Juanes *et al.*, 2008 ; Neto *et al.*, 2012). Certains protocoles utilisent également des quadrats de taille réduite, par exemple Hily & Grall (2003) utilisent des quadrats de 0,20 m de côté pour échantillonner la faune et la flore sur et sous 20 blocs de 0,1 m<sup>2</sup>. Pour les macroalgues, Pringle (1984) trouve que des quadrats de 0,25 m<sup>2</sup> sont plus adaptés, c'est d'ailleurs cette taille qui est utilisée en zone subtidale (Derrien-Courtel, 2008). Dethier *et al.* (1993) concluent que la taille de quadrat la plus adaptée pour les estimations visuelles des abondances de la faune benthique fixée est de 10 cm de côté.

Dans le cadre du projet Bigorno, le choix s'est porté sur un quadrat de 0,1 m<sup>2</sup>. Ce choix correspond à un compromis entre le temps nécessaire à l'échantillonnage de cette superficie et le nombre de quadrats qu'il est possible de réaliser au cours d'une marée. Pour les blocs du microhabitat médiolittoral inférieur, où la biodiversité intertidale est maximale, cela correspond à 3 quadrats par personne et par marée. De plus, cette taille de quadrats est utilisée pour différents suivis, comme pour les macroalgues intertidales de la DCE (de Casamajor et Lissardy, 2012) ou encore la caractérisation de l'impact de la pêche à pieds sur les champs de blocs du projet Life+ (Bernard, 2015). La mise en parallèle des résultats de ces travaux est un atout pour une utilisation dans un cadre plus vaste DCE ou DCSMM de ces données.

La finalité de ce projet est de proposer un protocole, adéquat et pérenne, transférable à des structures, type bureaux d'études. De ce fait, le budget alloué à sa mise en œuvre doit être acceptable pour la collectivité. Lors de cette campagne, 20 sorties sur le terrain ont été nécessaires avec, à chaque fois, la participation de 3 observateurs qualifiés dans l'identification taxonomique. Dans le cadre de la mise en place d'un suivi pérenne, cet effort d'échantillonnage n'est pas recevable dans la mesure où cela représenterait un budget trop important. D'où l'importance de définir un nombre de quadrats optimal pour définir un compromis « temps/fiabilité/coût ». Les analyses en ce sens montrent que la diminution du nombre de quadrats est possible pour un suivi en routine tout en conservant un bon niveau de fiabilité dans la prise en compte de la biodiversité du site. Dans un

premier temps, le nombre d'observateurs pourrait être réduit à 2, le nombre de quadrats compris entre 30 et 40 permettrait de prendre en compte la variabilité aussi bien en terme de faune fixée que de faune vagile mais également pour les macroalgues. Comparé au seuil fixé à 95 % dans le protocole DCE (Derrien-Courtel, 2008) et celui proposé par Murray *et al.* (2006), le choix de 80 % ici, résulte d'un compromis entre l'information collectée et la faisabilité sur le terrain.

Une des complexités identifiée sur la côte basque française est la délimitation biologique en fonction de l'étagement, peu marquée, principalement en raison du faible marnage (Borja *et al.*, 2011 ; Ar Gall *et al.*, 2016). La délimitation entre l'étage medio-supérieur et inférieur des blocs mobiles a été faite *a priori* par les observateurs suivant la délimitation employée pour la DCE. Cette classification a été utilisée comme variable qualitative dans les analyses statistiques, permettant de caractériser les micro-habitats correspondant aux blocs du médiolittoral inférieur et supérieur.

Dans cette étude, seule la richesse taxonomique comme compartiment de la diversité a été étudiée. Afin d'être en mesure d'exprimer de manière synthétique la richesse des données obtenues et favoriser l'interprétation des différences ou évolutions à venir (changements environnementaux, perturbations, apparition et/ou disparition d'espèces etc.), différents outils complémentaires comme des indices de diversité et/ou dominance auraient pu ou pourront être utilisés (Grall et Hily, 2003 ; Legendre et Legendre, 1984). De même, une approche complémentaire, par groupes trophiques, consistant à classer les organismes en groupes fonctionnels sur la base de leur régime alimentaire. Cela permettrait de mieux comprendre les réponses du benthos face aux variations environnementales. La répartition des espèces à l'intérieur de groupes exploitant le même type de ressources permettrait de simplifier l'analyse de la structure des communautés benthiques et leur fonctionnement (Murray *et al.*, 2006). Les réponses de ces groupes trophiques à des changements environnementaux pourraient traduire des tendances d'évolution du peuplement dans son ensemble qui ne sauraient être détectées par des paramètres structuraux trop généraux comme la richesse taxonomique. Enfin, l'analyse des peuplements par groupes écologiques (polluosensibilité) et une réflexion sur la sélection de métriques de structure et de fonctionnement devraient pouvoir être utilisées en vue de la construction d'un futur indice multimétrique de qualité écologique adapté au contexte basque.

## 4.4. Choix des espèces indicatrices

### 4.4.1. Espèces caractéristiques de l'habitat considéré

Les indicateurs écologiques sont utiles pour surveiller les changements environnementaux et évaluer la gestion et la conservation écologiques (Cairns et coll., 1993; Legendre et Legendre, 1998 ; Marques, 2009, Siddig *et al.*, 2016). Ils fournissent des informations pour comprendre l'environnement et l'état de santé, et permettent de mettre en évidence les changements dans l'environnement en fournissant des signaux d'alerte précoce (Cairns *et al.*, 1993 ; Rice *et al.*, 2010). Parmi eux, l'identification d'espèces indicatrices d'un habitat considéré dans un espace biogéographique est courante en écologie et en biogéographie car elles ajoutent une signification écologique aux sites étudiés et leur

utilisation est une alternative à l'échantillonnage de la biodiversité dans son ensemble (Legendre et Legendre, 2012). À notre connaissance, aucune étude n'a été menée sur la côte basque française pour déterminer l'occurrence ou l'abondance de ces espèces indicatrices. Il est primordial de les définir d'un point de vue statistique.

Les résultats ont montré à la fois une signification statistique élevée des singletons (espèces / taxons individuels) et des combinaisons (espèces / taxons co-occurents). En parallèle, la prise en compte des paramètres écologiques permet également de mieux appréhender l'aspect fonctionnel de ces communautés. Dans ce contexte, les espèces opportunistes, caractéristiques ou exotiques, les espèces déterminantes ZNIEFF, les réseaux alimentaires, les limites biogéographiques, les cycles de vie et les espèces sensibles aux perturbations (de Casamajor et Lalanne, 2015; Díez *et al.*, 2012) constituent des critères de sélection.

Les espèces fixes ou les espèces faiblement mobiles sont très sensibles et constituent le premier compartiment biologique affecté par les changements environnementaux tels que les apports d'eaux usées, les processus sédimentaires ou les modifications climatiques (Maughan, 2001; Murray *et al.*, 2006 ; 1998). Ils peuvent modifier « la dynamique de la population, la structure de la communauté, la performance individuelle au cours des différentes étapes de la vie par des changements physiologiques, morphologiques et comportementaux » (Mieszowska, 2016). Par exemple, *Mytillus spp.*, *Balanomorpha spp.* et *Chthamalus spp.* sont des indicateurs de perturbation en tant qu'appareils filtrants, ce qui permet de tirer des avantages de l'enrichissement en matière organique (Díez *et al.*, 2012). *Mytillus spp.* est également un taxon inscrit dans l'inventaire ZNIEFF. Ce groupe représente un meilleur indicateur que les communautés de faune mobile qui peuvent facilement échapper à la perturbation en modifiant leur répartition bathymétrique et géographique. Par exemple, les déplacements peuvent se produire vers des latitudes plus élevées où la température de la mer et de l'air est plus froide (Mieszowska, 2016, de Casamajor et Lalanne, 2015).

L'utilisation de la faune mobile comme indicateur est intéressante car leurs déplacements à petite échelle influence positivement la biodiversité (Davidson *et al.*, 2004). Les indicateurs statistiques valables sont nombreux (singletons et combinaisons) et leurs propriétés écologiques diverses. Leur suivi est souvent un « instantané dans l'espace et dans le temps, car ils répondent aux changements environnementaux par la variabilité à court terme de leur structure communautaire comme dispersion, mouvements et migrations » (Davidson *et al.*, 2004).

#### 4.4.2. Espèces indicatrices de pressions

En ce qui concerne leurs propriétés écologiques (tab. 3), les décapodes identifiés dans les résultats étant omnivores et les crustacés pourraient également constituer de bons indicateurs de la pollution des métaux (d'Adamo *et al.*, 2008). *P. marmoratus* est une espèce remarquable à fort intérêt patrimonial (ZNIEFF) (Derrien, 2010). Les mollusques *Patella spp et, Gibbula spp.* sont herbivores. En Bretagne, les herbivores sont préférés comme espèces indicatrices car leur présence/absence et leur abondance sont directement liées à l'état écologique de l'habitat (Hily et Grall, 2003). De plus, les communautés de la

faune sont des indicateurs de la fonctionnalité des champs d'algues. Dans le sud du golfe de Gascogne, cet argument est peu recevable en raison de l'absence de véritables champs d'algues structurantes en tant qu'habitat d'algues brunes dans la zone intertidale. Par ailleurs, une espèce de poisson ressort (*L. lepadogaster*) c'est un carnivore et l'échinoderme (*O. longicauda*) est un bon indicateur car l'abondance des Échinodermes est fortement liée à la matière organique (Burger, 2006). Or, la pression « effluents urbains et apports de matière organique » sont considérés comme dominants sur la côte basque. De ce fait, une attention particulière devra être apportée à ce groupe trophique.

Au lieu de considérer seulement les espèces individuelles, la valeur des indicateurs des combinaisons d'espèces doit être explorée (Dufrene et Legendre, 1997b). En effet, deux ou trois espèces, fondées ensemble, peuvent contenir plus d'informations écologiques qu'une seule (de Caceres, 2013). C'est le cas par exemple de la combinaison entre *O. Longicauda* + *P. Platycheles* + *Xantho spp.* Elle est observée exclusivement dans la zone médiolittorale inférieure (A = 1), mais sa fréquence d'occurrence est plus faible (B = 0,4). *Gibbula spp.* et *Paguridae* apparaissent aussi bien dans le médiolittoral supérieur qu'inférieur. *Gibbula spp.* est en association avec d'autres espèces pour les deux étages. *Paguridae* sp. est un singleton qui caractérise une zone médiolittorale inférieure, mais la combinaison avec ce taxon indique également la zone médiolittorale supérieure. La distinction entre les deux microhabitats pourrait être plus claire si l'identification avait été réalisée à un niveau spécifique. De plus, un niveau taxonomique plus précis s'avère également nécessaire pour d'autres taxons comme *Patella spp.* Ce dernier regroupe quatre espèces différentes dont une avec une limite de répartition nord. Il est également sensible à la pollution des eaux usées (Feliu & Ibanez, 1984). Une identification plus précise pourrait alors permettre de se concentrer sur les espèces avec un intérêt plus élevé.

**Tableau 8.** Espèces à fort intérêt écologique échantillonnées dans cette étude mais n'étant pas caractéristiques de l'habitat (LM = Lower mediolittoral et UM = upper mediolittoral)

Taxa groups (Non indicators)	Sampled in	Introduced species	ZNIEFF list	Sign of disturbances	Food web
<b>Hydrozoa</b>					
<i>Sertularella mediterranea</i>	LM	✓ North limit	✓		Planktivorous
<b>Mollusca</b>					
<i>Opalia crenata</i>	LM	✓ North limit			Herbivorous
<i>Stramonita haemastoma</i>	LM	✓ North limit			Carnivorous
<b>Crustacea</b>					
<i>Eriphia verrucosa</i>	UM		✓	✓	Carnivorous
<i>Galathea squamifera</i>	LM		✓	✓	Carnivorous
<i>Herbstia condyliata</i>	LM	✓ North limit			Omnivorous
<b>Echinodermata</b>					
<i>Holothuria spp.</i>	LM			✓	Scavenger
<i>Ophiothrix fragilis</i>	LM			✓	Scavenger
<i>Paracentrotus lividus</i>	LM		✓	✓	Omnivorous
<b>Pisces</b>					
<i>Parablennius pilicornis</i>	LM	✓ North limit			Omnivorous
<i>Parablennius incognitus</i>	LM	✓ North limit			Omnivorous

En utilisant des seuils, la méthode d'analyse des espèces indicatrices a révélé des taxons valides pour un indicateur unique et combiné pour les zones médiolittorales inférieure et supérieure. Cependant, certaines espèces dont les valeurs des coefficients d'exclusivité et d'occurrence sont inférieures aux seuils peuvent présenter un intérêt écologique (tab. 8). Par conséquent, ils constituent également des unités taxonomiques intéressantes et doivent être prises en compte pour surveiller les « champs de blocs » (tab. 8). Par exemple, aucune espèce indicatrice valide ne se trouve dans la limite biogéographique.

Cependant, c'est le cas des espèces échantillonnées au cours de ces deux années. Certaines se situent dans leur limite nord de répartition géographique: *Sertularella mediterranea* (Hydrozoa), *Opalia crenata* et *Stramonita haemastoma* (Mollusca), *Herbstia condyliata* (Crustacea), ou les poissons comme *Parablennius pilicornis* et *Parablennius incognitus*... Dans un contexte de et de changement climatique ou plus largement de changement global, il est intéressant de considérer également ces espèces comme indicatrices afin de suivre des modifications de leur abondance, mais également de leur répartition et de la structure de leurs populations (de Casamajor et Lalanne, 2016). Certaines de ces espèces sont considérées comme remarquables (ZNIEFF) et constituent également de bons indicateurs de perturbation (Echinodermata et Crustacea).

#### 4.5. Niveaux taxonomiques et démarche scientifique

Le protocole « champs de blocs » proposé dans le cadre du projet LIFE + (tab.9) n'est pas adapté pour la côte Basque. L'indice IVR est tronqué par le retournement naturel des blocs sous l'action de la houle. L'indice QECB considère des taxons soient qui ne sont pas ou peu représentés d'un point de vue biogéographique où considère un niveau taxonomique pas suffisamment précis.

Comme cela a été présenté précédemment, il est difficile d'aborder ce type de suivi de manière conservative tout en obtenant un niveau de précision taxonomique suffisant pour que les relevés fournissent les informations requises pour caractériser l'état écologique de l'habitat considéré ainsi que les effets d'une éventuelle pression sur les communautés benthiques qui la compose. Le niveau de précision obtenu résulte donc des compétences locales mises en œuvre sur le terrain. Dans cette étude trois scientifiques permanents formés ont été nécessaires.

**Tableau 9.** Paramètres suivis sur les champs de blocs dans le cadre du Life pêche à pieds (source Beauvais et al., 2016)

Métriques	DCSMM
<b>Indice IVR :</b>	x (mensuelle la première année, adaptée au site les années suivantes)
% de blocs retournés / blocs mobiles non-retournés :	x
<b>Indice QECB :</b>	x (2 fois par an tous les ans)
16 variables (biotiques et abiotiques), classées en 3 catégories : - taux de recouvrement (algues rouges, brunes, vertes opportunistes ; éponges ; ascidies coloniales et solitaires ; balanes vivantes ; <i>Lithophyllum incrustans</i> ) - Densités ( <i>Littorina obtusata</i> ou <i>fabalis</i> ; <i>Gibbula cineraria</i> , <i>G. umbilicalis</i> et <i>G. pennanti</i> ; <i>Spirorbidae</i> ; <i>Spirobranchus lamarkii</i> ) - Paramètres abiotiques (pourcentage de roche nue ; % d'accolement des faces inférieures au substrat sous-jacent) + variables complémentaires de caractérisation du champ de blocs	x

Une validation scientifique est donc nécessaire pour obtenir des données de qualité compatibles avec le niveau de significativité que l'on souhaite obtenir. Ce n'est pas le cas dans le cadre de travaux antérieurs menés sur la côte basque, par des stagiaires sans connaissances particulières préalables, dans le cadre du programme ERMMA <http://www.ermma.fr/> ou de personnels permanents scientifiques mais non spécialistes des groupes taxonomiques dans le cadre projet LIFE + pêche à pied (Privat *et al.*, 2013, IMA, 2015).

Dans le cadre de ce travail, il est nécessaire de fournir un effort taxonomique supplémentaire pour que les niveaux d'identification soient en adéquation avec les objectifs fixés (tab.9). Ceci se traduit par un besoin en personnel permanent, des besoins de formation et par du temps à passer en laboratoire pour palier aux carences actuelles. Ce personnel étant ensuite en mesure d'encadrer d'éventuels stagiaires sur le terrain.

## 5. Proposition d'un guide méthodologique

Ce guide méthodologique a pour objectif d'inscrire la collecte de données au sein du dispositif mené sur les suivis des habitats intertidaux rocheux à dominante végétale (tab. 10). Pour l'espace biogéographique considéré MEC FRFC11 « côte basque rocheuse », il s'agit principalement du suivi du paramètre « macroalgues intertidales » dans le cadre de la DCE. Une évolution pour répondre aux objectifs de la DCSMM prévoit notamment l'intégration de la faune dans les suivis de type Rebut Bretagne. Ces résultats permettent d'envisager l'intégration de ce paramètre à partir des données collectées et présentées dans le cadre de ce travail.

**Tableau 10.** Paramètres à suivre dans le cadre de la DCE et de la DCSMM pour la faune et la flore. (source Beauvais, 2016)

Métriques	DCE	DCSMM (= protocole Rebut Bzh)
<b>Taux de recouvrement de la flore pour chaque ceinture algale</b>		
Surface des ceintures et recouvrements moyens	x	x
Taux de recouvrement par strate	x	x
<b>Nb d'espèces de macroalgues et recouvrement (% de recouvrement des espèces)</b>		
Nombre d'espèces algales <u>caractéristiques</u> par ceinture et recouvrement	x	x
Nombre d'espèces algales <u>opportunistes</u> par ceinture et recouvrement	x	x
Diversité spécifique algale (totale)		x (nécessaire pour calculer l'ics)
<b>Macrofaune associée</b>		
Macrofaune en ciblant certains groupes faunistiques (patelles-densité, gibbules-densité, balanes-recouvrement)		x (test de protocole et acquisition de données en cours)

L'objectif final est de fournir les indicateurs utiles pour la définition du BEE pour le descripteur 1 en particulier à savoir l'état des habitats (critère 1.6) soit : « état des espèces et des communautés typiques de l'habitat » et « abondance relative et/ou biomasse ». Pour la flore un approfondissement de la systématique des algues est nécessaire pour parvenir à la métrique « richesse spécifique totale ». Pour la faune, le projet Bigorno constitue une phase de test, et d'acquisition des connaissances préalables nécessaires sur ce secteur biogéographique particulier.

## 5.1. Informations relatives à l'échantillonnage

### 5.1.1. Conditions requises pour l'échantillonnage

Ce suivi ayant la vocation à être réitéré tous les 3 ans, il est important de veiller à l'harmonisation des conditions d'échantillonnage afin de minimiser cette source de variabilité. Les critères de choix concernant l'échantillonnage peuvent se résumer de la façon suivante :

- Périodicité : tous les 3 ans.
- Saisonnalité : il est préconisé de réaliser les échantillonnages de terrain sur un laps de temps le plus court possible, en fonction du nombre de quadrats à réaliser sur une période s'étalant entre début mai et fin juin et de mi septembre à fin octobre.
- Les conditions anticycloniques sont ciblées pour favoriser une zone de marnage plus importante.
- Les épisodes de houle de faible amplitude (hauteur < à 1,5 m et période < 10 s) sont à privilégier pour optimiser le temps d'échantillonnage.
- Conditions de marées : les dates ciblées sont concentrées sur les périodes de vives eaux soit des coefficients de marée > à 85 en privilégiant dans la mesure du possible les périodes de plus fort coefficient.

Dans le respect de ces conditions, le temps d'échantillonnage est estimé à un minimum de 3 h et un maximum de 4 h autour de l'heure de basse mer qui se situe généralement autour de midi. L'objectif étant de bien cadrer avec les recommandations aussi bien des pratiques pour inventaires des ZNIEFF marines (Doré et al., 2015 ) et de la DCE et DCSMM (tab. 11).

**Tableau 11.** Recommandations DCE et DCSMM pour l'échantillonnage des habitats intertidaux (source Beauvais, 2016)

	DCE	DCSMM (= Rebut Bzh)
<b>Fréquence</b>	Tous les 3 ans	Tous les 3 ans <sup>2</sup>
<b>Période</b>	1 saison ou 2 saisons (printemps et automne) selon les AE (en cours d'évolution et de planification)	2 saisons (printemps et automne)

<sup>2</sup> certains groupes de travail du Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) optent pour une fréquence annuelle.

### 5.1.2. Choix de la station

La définition des critères de choix de la station est un paramètre important dans la compréhension des phénomènes biologiques à l'échelle d'un secteur géographique. Ces critères sont pertinents dans l'interprétation des données et leur variabilité. Ils concernent :

- L'existence au préalable de données, environnementales et biologiques sur une zone, qui constitue un critère de choix dans la définition de la station. La priorité de site étant

donnée aux sites DCE. Un ajout de station apparaît nécessaire au regard des résultats obtenus ;

- La présence de l'habitat « Champs de blocs » **d'une superficie suffisamment représentative pour la réalisation du nombre de quadrats adaptés**. La présence, sur cet habitat, de blocs mobiles de tailles variables, dont la majorité avec une taille inférieure ou égale à 0,1 m<sup>2</sup>.
- Une configuration suffisamment pentue permettant au marnage local (sud du golfe de Gascogne régime mesotidal +/- 3,5 m) de découvrir une largeur d'estran significative (profil plutôt en pente douce) ;
- La prise en compte des conditions environnementales qui régissent la station de travail et l'établissement des communautés benthiques : exposition à la houle, niveau de sédimentation, apports d'eau douce...

Tous ces éléments sont décrits de façon précise car ils constituent des informations indispensables pour bien appréhender le milieu.

### 5.1.3. Stratification de la station

Un site d'échantillonnage ne peut pas être échantillonné dans sa globalité. Il doit être stratifié, d'une part, en fonction des différents habitats présents mais aussi en fonction des ceintures algales. Ainsi, le plan d'échantillonnage stratifié permet la récolte des données non biaisées et fournit un échantillon représentatif de la population. Le tirage aléatoire des points de prélèvement doit être précédé d'une cartographie des habitats présents ainsi que de leur superficie et de la définition des ceintures algales représentant l'étagement telle que définie dans le cadre du suivi « macroalgues intertidales » de la masse d'eau « Côte Basque » (ArGall *et al.*, 2016). Compte tenu du régime de marée et du faible marnage dans ce secteur, la stratification n'est possible que selon deux ceintures que l'on considère comme des microhabitats :

- étage Médiolittoral supérieur : ceinture à « *Corallina spp* et *Caulacanthus ustulatus* » ;
- étage Médiolittoral inférieur : ceinture à « *Halopteris scoparia* et *Gelidium spp* ».

Pour chacune de ces ceintures, la liste des espèces caractéristiques a été établie. Un nombre de quadrats à échantillonner est défini pour chacune d'elles en fonction de la variabilité au sein de chaque ceinture.

La stratification se fait à partir de relevés terrain permettant la visualisation des zones de couvertures algales, délimitées par GPS pour les superficies colonisées. Une cartographie est ensuite réalisée à partir de ces données. Les données sont acquises sous le système géodésique WGS84, coordonnées géographiques en degrés décimaux. Au sein de ces deux ceintures algales, le tirage aléatoire des quadrats est réalisé sous SIG logiciel Arcgis ®.

### 5.1.4. Matériel d'échantillonnage

L'ensemble des données sont consignées sur une fiche terrain disponible en annexe 3. Cette fiche est imprimée sur une plaque PVC afin de résister aux intempéries : pluie, vent et humidité.

Le matériel nécessaire à l'échantillonnage sur le terrain est constitué par :

- quadrat de type DCE (ArGall et al., 2016) et/ou quadrats en PVC de 0,1 m<sup>2</sup> ;
- une fiche terrain listant les principaux taxons susceptibles d'être rencontrés et où sont consignées toutes les observations récoltées sur les quadrats ;
- un appareil photo numérique étanche pour la prise d'image des quadrats et des taxons ;
- un GPS pour localiser les points ciblés lors du tirage aléatoire pour l'échantillonnage ;
- fiche terrain/espèce pour aide à l'identification ;
- piluliers de différentes tailles pour le stockage des échantillons biologiques et alcool pour la conservation.

## 5.2. Acquisition et analyse des données

### 5.2.1. Échantillonnage des quadrats

L'unité d'échantillonnage est un quadrat en PVC de 0,1 m<sup>2</sup> (soit 0,33 \* 0,33 cm). Cette taille est justifiée du fait de plusieurs paramètres :

- liés au rapport entre le temps passé sur un quadrat et le temps disponible au cours d'une marée qui ne permet pas de multiplier le nombre de réplicats. Or, l'effort d'échantillonnage doit être suffisamment important pour être représentatif de la réalité et donc augmenter l'exactitude des estimations (Goldsmith, 1991) en prenant en compte la variabilité spatiale au sein de l'habitat d'un point de vue statistique.
- liés à l'utilisation de cette taille de quadrats sur des suivis locaux (Life pêche à pieds, suivis DCE.....) et qui permettent en complément une harmonisation des procédures d'échantillonnage entre les travaux et permet de minimiser les fluctuations d'échantillonnage.

Le positionnement du quadrat est important et, toujours dans un souci d'homogénéisation des unités d'échantillonnage et de diminution des sources de variabilité, le quadrat est positionné sur un bloc de +/- 0,1 m<sup>2</sup>. Ainsi, sur le point tiré aléatoirement, le choix du bloc est ciblé afin d'éviter les blocs non mobiles, les blocs trop petits (taille < à 0,1 m<sup>2</sup>), les blocs trop gros (supérieur à la taille du quadrat), les zones d'accumulation de sédiments ainsi que les zones en eau.

Une fois que le quadrat est positionné sur un point, une photo du quadrat avec la roche en place est réalisée. L'échantillonnage commence à travers une série de relevés basés sur des estimations visuelles des composantes biologiques et physiques :

- le pourcentage de roche nue sur la face supérieure du bloc ;
- le pourcentage de sédiments sur la face supérieure du bloc ;
- définition des pourcentages de recouvrement des macroalgues (Ar Gall *et al.*, 2016) sur la surface des blocs uniquement et avant retournement ;
- détermination des principaux taxons de la faune, concentrée majoritairement sur la partie inférieure des blocs. Dénombrement si possible (données quantitatives), ou définition du pourcentage de recouvrement (semi-quantitatives).

Dans le cas où plusieurs observateurs effectuent des relevés sur le terrain, un test doit être réalisé en amont pour s'assurer de l'absence de variabilité significative entre leurs observations.

Le nombre de quadrats à réaliser par ceinture et par compartiment biologique est fixé en fonction de la variabilité au sein de chaque site et entité biologique considérée. Ainsi, les courbes de raréfaction donnent des informations différentes en fonction des ceintures et groupes biologiques considérés. Les recommandations sont :

- Entre 30 et 40 quadrats pour la faune en fonction du niveau de précision souhaité, sachant que le niveau de précision fluctue d'un site à l'autre mais aussi entre la faune vagile et la faune sessile ;
- Entre 10 et 15 quadrats suffisent pour la flore.

### 5.2.2. Détermination taxonomique et catalogage

La faune benthique est composée de nombreux groupes biologiques qui requièrent, dans certains cas, une identification par un spécialiste du groupe en question. C'est pourquoi, les rangs de détermination ne sont pas identiques en fonction du groupe. Tous les individus observés dans chacun des quadrats sont renseignés du mieux possible mais l'identification par un spécialiste n'est pas toujours possible en raison de la raréfaction des spécialistes pour certains groupes zoologiques. Le référencement se fait à partir de trois sources d'identifications :

- de prélèvements biologiques et de mise en collection si l'identification n'est pas possible sur le terrain.
- d'une photo décrivant au mieux les parties anatomiques de l'individu ainsi que les principales caractéristiques de son milieu de colonisation dont le substrat,
- de données qualitatives, quantitatives ou semi quantitatives,

Ainsi, pour chaque taxon, on dispose de données de colonisation, d'images et d'un échantillon de référence (annexe 1). Ces bases de données sont et seront agrémentées au fil du temps, avec les investigations à suivre.

### 5.2.3. Analyse de données

- Scores et/ou indices de diversité à calculer pour caractériser les modifications de la diversité biologique au cours du temps;
- Espèce indicatrices des microhabitats et espèces opportunistes à identifier et à quantifier en priorité pour définir un état de conservation et un niveau d'eutrophisation ;
- Prise en compte des espèces introduites, des espèces à forte sensibilité écologique, et en limite de répartition car elles fournissent des informations sur l'intégrité des fonds marins.

## 5.3. Analyse des coûts associés

Les propositions réalisées dans le cadre de ce projet doivent faire l'objet de discussion pour juger de la pertinence entre le surplus lié au coût d'échantillonnage et la qualité de l'information recueillie pour parvenir aux objectifs environnementaux opérationnels dans

la définition du BEE. Les coûts associés doivent rester cohérents avec les évaluations proposées dans le tableau 12.

**Tableau 12.** Coût et surcoût associés au projet (d'après Beauvais, 2016)

Intertidal rocheux	Coût € HT / station (2 saisons/an, <u>tous les 3 ans</u> )
Coût DCE actuel	Entre 2 k€ et 9k€ / station
Coût supplémentaire	Biodiversité totale Flore : 4,25 k€ (pour un opérateur donné)  Faune associée : 2k€ (pour un opérateur donné) / à tester sur quelques stations seulement.
Total	Entre 6.25 k€ et 13.25 k€ / station sans compter la faune associée (2k€) à tester sur quelques stations

## 5.4. Conclusion

Les deux années d'investigation, 2015 et 2016, ont permis de pallier un certain nombre de carences existant sur le niveau de connaissances des communautés faunistiques des estrans de la côte basque française et, plus largement, sur le fonctionnement des écosystèmes littoraux du golfe de Gascogne. Compte tenu des éléments fournis dans ce guide, un certain nombre de points restent à discuter et doivent être débattus avec les experts nationaux.

- Le nombre de quadrat reste à ajuster et à discuter en fonction des priorités établies et suivant la station échantillonnée d'une part, mais aussi le groupe biologique sachant que la variabilité du niveau médiolittoral inférieur est plus importante que celle du médiolittoral supérieur. De même, la variabilité sur le site de Guéthary est supérieure à celle des flots bleus à Saint-Jean-de-Luz qui constitue un milieu avec un plus fort confinement et donc avec des conditions plus stables. En revanche, le quadrat de 0,1 m<sup>2</sup> est de taille adaptée au contexte local pour répondre aux objectifs fixés ;
- Les données acquises au cours de ce travail permettent notamment d'intégrer ces données pour améliorer les projets en cours aussi bien au niveau du programme Life+ pêche à pieds que du développement des protocoles utilisés dans la DCE et leur adaptation dans un contexte DCSMM. Enfin, ces données serviront de base également pour faire évoluer le protocole d'échantillonnage mis en place sur la station de Guéthary ;
- La variabilité spatiale et temporelle de l'habitat « champ de blocs » pour étudier la faune a pu être appréhendée à partir d'un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié de l'estran en fonction des ceintures algales. La variabilité inter-annuelle n'est pas considérée à ce stade faute de recul suffisant (2 années seulement) mais doit être évaluée lors des prochaines investigations. Cet habitat est très intéressant car très diversifié pour la faune, en revanche les communautés algales sont pauvres car impactées par le caractère instable de ce milieu ;
- L'habitat « roche médiolittorale à fort hydrodynamisme » ou platier est dominé par des communautés algales car il offre une stabilité pour l'établissement de ces dernières. En revanche, le manque d'abris offre peu de possibilités à la faune pour s'installer sur ce

type d'habitat ce qui pose problème pour considérer faune et flore sur les mêmes quadrats ;

- Des listes d'espèces établies, spécifiques à la biogéographie du site, sont à considérer pour la mise en place des suivis « faune » de la zone intertidale. Ce projet a permis d'approfondir nos connaissances sur la biodiversité du sud du golfe de Gascogne, cependant l'effort d'identification taxonomique doit être poursuivi à l'avenir. Une sélection des espèces ou combinaisons d'espèces pourra être effectuée en fixant des valeurs seuils des probabilités d'une espèce ou combinaison d'espèces à être exclusive d'un habitat ou microhabitat et de se trouver dans l'ensemble des quadrats de l'habitat.
- La comparaison inter-site a permis de montrer l'importance de prendre en compte des conditions environnementales sur la composition des communautés ; localement l'exposition à la houle, aux dépôts de sédiments ainsi qu'aux apports d'eau douce. De plus, la part de ces facteurs environnementaux diffère suivant les groupes entre la faune et la flore.

Le couplage des données photographiques, biologiques et scientifiques a permis la rédaction de fiches synthétiques pour plus de 200 taxons de la zone intertidale du secteur de la côte basque. Ces fiches s'avèrent être un guide de terrain indispensable, notamment en terme d'aide à l'identification. Une des perspectives est de pouvoir constituer un manuel de terrain à partir de ces fiches dont l'élaboration pourrait être adaptée au public ciblé : école, étudiants, grand public...

## 6. Perspectives

La dernière étape de ce projet concerne la définition des priorités d'échantillonnage en concertation avec les bretons dans le cadre de l'harmonisation des protocoles à l'échelle de la sous-région marine golfe de Gascogne. À ce titre, les listes taxonomiques établies permettront de définir rapidement les espèces à suivre en priorité compte tenu des spécificités biogéographiques. Ce travail offrira un gain de temps dès 2018 (mise au point d'échantillonnage spatialement équilibrés). Contrairement à la situation en Bretagne, le suivi de la faune au sein même des ceintures algales des zones de platiers échantillonnées dans le cadre de la DCE apportera peu d'informations en raison du peu de faune présente. Ces zones offrent une belle diversité algale en raison de la stabilité dans le temps de cet habitat. Par contre, l'exposition à la houle et sa force d'arrachement couplée à une couverture algale de taille réduite (pas de grandes algues brunes et de champs d'algues à proprement parlé) ne permet pas à la macrofaune de s'y installer et de se développer faute d'abris adéquats. Ainsi, des choix devront être fait sur le type d'habitat à considérer en fonction des objectifs fixés vis-à-vis du caractère fonctionnel recherché. Les relevés faunistiques sur les platiers effectués dans le cadre de ce projet permettront d'appréhender cette question. Par ailleurs, les informations collectées concernant les champs de blocs viendront alimenter les suivis initiés dans le cadre du projet life+ pêche à pieds. Dans la même optique, les discussions doivent se poursuivre avec les espagnols de l'Université du Pays Basque, pour la sous-région marine péninsule Ibérique.

L'enjeu de ce travail repose sur la définition d'un compromis entre la précision des données récoltées face aux diverses sources de variabilités identifiées et la faisabilité de mise en œuvre, régulière, du protocole sur le terrain (contraintes environnementales et financières). La diversité taxonomique, étroitement liée à l'habitat, et la singularité des conditions environnementales qui régissent les microhabitats de la côte basque (contexte géologique local, caractéristiques hydrodynamiques et biogéographiques) viennent confirmer la nécessité de mettre en place un protocole adapté sur cette unique façade rocheuse Atlantique française du sud du golfe de Gascogne.

À partir de ce travail et des améliorations définies lors de la seconde campagne de 2016, une diminution du nombre de quadrats à effectuer doit permettre une réduction de l'effort d'échantillonnage (en mettant en œuvre les nouveaux design spatialement équilibrés). Ceci tout en conservant une bonne qualité d'information, primordiale pour les suivis à mettre en œuvre. Les travaux pédagogiques au sein des formations universitaires, menés en parallèle à ce travail, ont permis de cibler sur certains groupes les améliorations concernant le niveau de détermination taxonomique. Pour limiter l'impact sur le milieu, certains taxons sont à identifier en priorité par rapport à l'information apportées, les mollusques en font parti par exemple comme les Gibbules et les Patelles. Enfin, différents outils complémentaires comme des indices de diversité et/ou dominance pourront également être utilisés. Une fois un suivi défini et en place, une approche fonctionnelle constituera une étape importante à prioriser dans la démarche du projet.

Le projet BIGORNO contribue à répondre à un certain nombre de descripteurs de la DCSMM, en particulier ceux concernant la « biodiversité » (D1) et l' »intégrité des fonds marins et benthos préservé » (D6). De plus, les informations collectées viennent enrichir

les descripteurs « espèces invasives contenues » (D2) et « eutrophisation » (D5). L'outil développé dans le cadre de ce projet permettra à terme de fournir, dans le cadre de la mise en œuvre de cette directive, les éléments permettant de qualifier l'état écologique des estrans rocheux adaptés à la côte basque. Pour cela, une harmonisation, grâce aux données collectées sera possible, à l'échelle de la sous-région marine golfe de Gascogne, avec les estrans rocheux bretons notamment.

Dans ce même contexte, et pour caractériser au mieux les contraintes habitat/pression, le couplage entre les données chimiques et biologiques est aussi une priorité de travail attendue pour évaluer les effets des effluents urbains sur les communautés benthiques côtières. Cette pression étant identifiée comme la plus problématique sur le littoral de la côte basque. Le projet Micropolit (porté par l'UPPA) œuvrera dans ce sens au moins pour une période qui couvrira les trois années à venir. À terme, il serait opportun de prévoir un modèle de submersion de l'estran à partir de relevés altimétriques pour mieux caractériser le temps d'exondation des points d'échantillonnage et mieux appréhender l'hétérogénéité spatiale de la zone intertidale. Une pérennité de ces suivis est nécessaire pour constituer une banque de données suffisante et obtenir le recul nécessaire pour permettre l'analyse temporelle de l'évolution de l'état écologique des estrans rocheux.

## 7. Bibliographie

Abadie S., Butel R., Dupuis H., Brière C. (2005). Paramètres statistiques de la houle au large de la côte sud-aquitaine. *C. R. Geoscience* 337. 769-776.

d'Adamo, R., Di Stasio, M., Fabbrocini, A., Petitto, F., Roselli, L., Volpe, M., 2008. Migratory crustaceans as biomonitors of metal pollution in their nursery areas. The Lesina lagoon (SE Italy) as a case study. *Environ. Monit. Assess.* 143, 15–24.

Araújo R., Bárbara I., Sousa-Pinto I., Quintina V. (2005). Spatial variability of intertidal shore assemblages in the northwest coast of Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 64. 658-670.

Allorge P. (1941). Essai de synthèse phytogéographique du Pays basque, *Bulletin de la Société Botanique de France*, 88:1, 291-356, DOI: 10.1080/00378941.1941.10834231

Ar Gall E., Le Duff M. (2007). Proposition d'un indice de qualité pour le suivi des macroalgues sur les estrans intertidaux rocheux.- Note proposition française, Université de Brest, 5 p.

Ar Gall E., Le Duff M., Sauriau P-G., Casamajor (de) M-N., Gevaert F., Poisson E., Hacquebart P., Joncourt Y., Barillé A-L., Buchet R., Bréret M., Miossec L. (2016). Implementation of a new index to assess intertidal seaweed communities as bioindicators for the European Water Framework Directory. *Ecological Indicators* 60. 162-173.

Augris C., Caill-Milly N., Casamajor (de) M.N.,(2009).- Atlas thématique de l'environnement marin du Pays basque et du sud des Landes. *Éd. Quae*, 127 p.

Bajjouk, T., Derrien S., Gentil F., Hily C. et Grall J. (2011). Typologie d'habitats marins benthiques – Analyse de l'existant et propositions pour la cartographie – Habitats côtiers de la région Bretagne – Note de synthèse n°2 – Habitats du circalittoral – REBENT

Bajjouk T., Guillaumont B., Michez N., Thouin B., Croguennec C., Populus J., Louvel-Glaser J., Gaudillat V., Chevalier C., Tourolle J., Hamon D. et al. 2015. Classification EUNIS, Système d'information européen sur la nature : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée. Vol. 1. Habitats Littoraux. Réf. IFR EMER/DYNECO/AG/15-02/TB1, 231p.

Ballesteros E., Torras X., Pinedo S., Garcia M., Mangialajo L., De Torres M. (2007). A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 172-180.

Beauvais S., (2016). Cahier des charges technique portant sur le suivi stationnel de l'intertidal rocheux flore. Quelles évolutions pour la DCSMM par rapport aux suivis DCE. Doc. de travail DCSMM/AAMP, 8p.

Bec P. (2001). Étude d'intérêt faunistique et axes de conservation et de valorisation de l'estran bordant le Domaine d'Abbadia à Hendaye. Rapport de stage. UPPA et Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres. 31p.

- Bellan, G., Bellan-Santini, D., 1972. Influence de la pollution sur les peuplements marins de la région de Marseille, Ruivo M. ed, Marine Pollution and Sea Life. Fishing News Ltd. Survey, London.
- Berger M-C., Breton J., Brockbank A., Choignard J., Clerc P., Durand-Viel G., Juteau T., Labat C., Lafeu G. (2015). La Corniche basque se révèle. Kilika éditions. 227 pp.
- Bernard M. (2012). Les habitats rocheux intertidaux sous l'influence d'activités anthropiques (Rapport de thèse). Université de Bretagne Occidentale. 377 p.
- Bernard M. (2015). Rapport méthodologique des actions champs de blocs (actions B5 et C3) du programme LIFE+ « Expérimentation pour une gestion durable et concertée de la pêche à pied récréative en France », Année 2014, 32 pages + annexes.
- Bermejo R., Vergara J., Hernandez I. (2012). Application and reassessment of the reduced species list index for macroalgae to assess the ecological status under Water Framework Directive in the Atlantic coast of Southern Spain, *Ecological Indicators* 12, 46-57.
- Borja A., Galparsoro I., Irigoien X., Iriondo A., Menchaca I., Muxika I., Pascual M., Quincoces I., Revilla M., Germán Rodríguez J., Santurtún M., Solaun O., Uriarte A., Valencia V., Zorita I. (2011). Implementation of the European Marine Strategy Framework Directive: A methodological approach for the assessment of environmental status, from the Basque Country (Bay of Biscay). *Marine Pollution Bulletin* 62. 889–904.
- Burger, J., 2006. Bioindicators: a review of their use in the environmental literature 1970–2005. *Environ. Bioindic.* 1, 136–144.
- Bustamante M., Tajadura-Martin F J., Ignacio Saiz-Salinas J. (2010). Temporal and spatial variability on rocky intertidal macrofaunal assemblages affected by an oil spill (Basque coast, northern Spain). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 90(7), 1305-1317.
- Broquedis S. (2010). Aquitaine Littorale. Le Festin. 128 p.
- Cairns, J., McCormick, P.V., Niederlehner, B.R., 1993. A proposed framework for developing indicators of ecosystem health. *Hydrobiologia* 263, 1–44.
- Casabonnet H. (2006). Inventaire des biocénoses benthiques de l'estran basque entre Biarritz et Urrugne. Conseil Général des Pyrénées Atlantiques. Rapport. 43 p.
- Casamajor (de) M-N., Lalanne Y. (2016). Intérêt biogéographique de la côte basque rocheuse. *Bulletin de la Société zoologique de France*, 141(1), 3-13. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00347/45781/>
- Casamajor (de) M-N. et Lissardy M. (2012). Suivi DCE du paramètre macroalgue intertidal. Rapport. 39p.
- Casamajor (de) M.-N., Lissardy M., Enriquez P., Rat C., Caill-Milly N., Bru N., (2006). Effet de la zone de cantonnement de pêche sur une population d'échinoderme *Paracentrotus lividus*. Rapport Ifremer/Cereca, 55p
- Casamajor (de) M-N., Popovsky J., Soulier L. (2013). Mise en place des zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique en mer – Région Aquitaine. Rapport. 45p.
- Caseres (de) M. (2013). How to use the indicpecies package (ver. 1.7.1). Centre Tecnologia Forestal de Catalunya. 29 p.

Casamajor (de) M.-N., Lalanne Y., Huguenin L., Lissardy M., Bru N., D'Amico F. (2015). BIGORNO - Biodiversité Intertidale sud Gascogne Observation et recherche de nouveaux outils de surveillance et d'aide à la décision. Rapp intermédiaire, RBE/HGS/LRHAQ/15-003

Caceres (de) M. & Legendre P (2009). Associations between species and groups of sites : indices and statistical inference. *Ecology*, 90(12), pp. 3566-3574.

Castège I., Milon E., Pautrizel F. (2013). Response of benthic macrofauna to an oil pollution : Lessons from the « Prestige » oil spill on the rocky shore of Guéthary (south of the Bay of Biscay, France). *Deep Sea Research. Part II. Vol. 106*. Doi : 10.1016/j.dsr2.2013.09.035. pp 192-197.

Chapman M.G., Underwood A.J., Clarke K.R. (2009). New indices for ranking conservation sites using 'relative endemism'. *Biological Conservation* 142, 3154-3162.

Chow, V. (1976). The importance of the size in the intertidal distribution of *Littorina scutulata*. *Veliger* 18:69-78.

CREOCEAN (2014). Natura 2000 en mer – Lot 4Aquitaine Côte Basque : Cartographie et évaluation des habitats marins – Phase 2. Dossier 2-10007-S. 145p.

Davidson, I., Crook, A., Barnes, D., 2004. Macrobenthic migration and its influence on the intertidal diversity dynamics of a meso-tidal system. *Mar. Biol.* 145, 833– 842.

Denny, M.W., Gaines, S.D., 2007. Encyclopedia of tidepools and rocky shores. University of CSRPN Bretagne (validé le 28/10/2010) 61.

Derrien-Courtel S. (2008). L'étude des peuplements subtidaux rocheux (flore et faune) du littoral breton permet-elle de contribuer à l'évaluation de la qualité écologique du littoral et d'en mesurer les changements dans le temps ? Thèse Muséum National d'Histoire Naturelle, 221 p.

Desroy N., Dubois S.F., Fournier J., Ricquiers L., Le Mao P., Guerin L., Gerla D., Rougerie M., Legendre A. (2011). The conservation status of *Sabellaria alveolata* (L.) (Polychata : Sabellariidae) reefs in the Bay of Mont-Saint-Michel, Vol. 21 (5), pp. 462-471.

Dethier, M. N., Graham, E. S., Cohen, S., & Tear, L. M. (1993). Visual versus random-point percent cover estimations: 'objective' is not always better. *Marine ecology progress series*, 96(9).

Diez, I., Santolaria, A., Gorostiaga, J., 2003. The relationship of environmental factors to the structure and distribution of subtidal seaweed vegetation of the western Basque coast (N Spain). *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 56, 1041–1054.

Doré A., Horellou A., Herard K., Touroult J., 2015. ZNIEFF MARINES - Pratiques et mise en œuvre sur les substrats durs. Rapport SPN 2015 – 47. MNHN, Paris, 54 p.

Dufrene, M., Legendre, P., 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.* 67, 345–366.

Feliu J. & Ibanez M. (1984). Sistematica y ecologia del genero patella en la costa vasca III. *Inv. Espac. P.* 161-170. ISSN 1697-3070.

Gorostiaga J.M., Santolaria A., Secilla A., Casares C., Diez I., (2004). Check-list of the Basque coast benthic algae (North of Spain). *Ann. N del Jardin Bot. De Madrid*, 61 (2) : 155-180

- Hily, C., Grall, J., 2003. Traitement des données stationnelles (faune). Fiche Tech. REBENT.
- Grémar A. (2015). Proposition de programme de surveillance des habitats benthique et de l'intégrité des fonds marins pour les plans d'action pour le Milieu Marin du Golfe de Gascogne et des Mers Celtiques. Document de travail en cours d'élaboration DCSMM D6.
- 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 – REBENT - Edition 2008. 24 p.
- Hayward & Ryland (1995). Handbook of the marine fauna of the North-West Europe. Biddles Ltd. 786 p.
- Hily, C., 2012. Résultats – Suivi stationnel des roches intertidales, région Bretagne (Année 2011) Edition 2012. REBENT, pp. 1-20.
- Hily C. & Grall J. (2003). REBENT, Suivi stationnel des estrans rocheux (faune). 4 p.
- Hily C. & Grall J. (2003). REBENT, Traitement des données stationnelles (faune). 10 p.
- Huguenin L (2015). Recherche de nouveaux outils de surveillance des biocénoses des habitats rocheux intertidaux (Côte Basque française) (Rapport de stage). Université de Pau et des Pays de l'Adour. 30p.
- Idier D., Pedreros E., (2005). Modélisation hydrodynamique de la Côte Basque partie 1 : marées, courants de marée et sircôtes. BRGM/RP-53705-FR, 38 figures, 4 tab., 75 p.
- IMA (2015). Pêche à pied de loisir. Expérimentation pour une gestion concertée et durable de la pêche à pied de loisir. 1er Rapport de diagnostic du Territoire Côte Basque. LIFE12 ENV/FR/000316.
- Juanes J.A., Guinda X., Puente A., Revilla J.A. (2008). Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the NE Atlantic. Ecological indicators 8, 351-359
- Juteau, T., Berger, M.-C., Breton, J., Brockbank, A., Choignard, J., Clerc, P., Durand-Viel, G., Grabières, G., Labat, C., Lafeu, G., Lefeuvre, J.-C., 2015. La corniche basque se révèle : pour une découverte de la géologie, de la faune, de la flore et des milieux naturels avec itinéraires commentés de balades et randonnées, Kilika. ed. Saint-Pée-sur-Nivelle, France.
- Lauret M., Oheix J., Derolez V., Laugier T. (2011). Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes des lagunes du Languedoc-Roussillon. Réseau de Suivi Lagunaire. 148 pages.
- Lê Cao K.-A., Boitard S., Besse P., (2011). Sparse PLS discriminant analysis: biologically relevant feature selection and graphical displays for multiclass problems. BMC Bioinformatics 12, 1–17. doi:10.1186/1471-2105-12-253
- Legendre, L. & Legendre, P., 1984. Écologie numérique, deuxième édition revue et augmentée. Tome 1: Le traitement multiple des données écologiques. Masson, Paris et les Presses de l'Université du Québec. xv + 260 p.
- Legendre P. & Legendre L. (1998). Numerical ecology. Second English Edition. Elsevier, Amsterdam. Énormes changements depuis l'ancienne édition (1984) en français. 840 p.

Legendre P. & Gallagher E.D. (2001). Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 129: 271-280.

Le Hir M. (2002). Les champs de blocs intertidaux à la pointe de Bretagne (France, Biodiversité, structure et dynamique de la macrofaune. Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin, Brest, 226 pp.

Le Hir, M. & Hily C. (2005). Macrofaunal diversity and habitat structure in intertidal boulder fields. *Biodiversity and Conservation* 14: 233-250.

Le Neuthiec R. (2013). Les coquillages de nos rivages. Editions Quae. Livre. 336 p.

Le Treut H. (2013). Les impacts du changement climatique en Aquitaine. Presse universitaire de Bordeaux. Coll/ Dynamiques environnementales. Livre. p.20-36.

Louisy P. (2015). Guide d'identification des poissons marins Europe et Méditerranée. ULMER. 512 p.

Marcon E. (2015). Mesures de la Biodiversité. Unité Mixte de Recherche. Ecologie Des Forêts de Guyane. 178 p.

Marques, J.C., 2009. Ecological indicators for coastal and estuarine environmental assessment: a user guide. Wit Press.

Martin (2010). Les invertébrés marins du Golfe de Gascogne à la Manche orientale. Editions Quae. 299 p.

Maughan, B.C., 2001. The effects of sedimentation and light on recruitment and development of a temperate, subtidal, epifaunal community. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 256, 59–71.

Michez N., Bajjouk T., Aish A., Andersen A. C., Ar Gall E., Baffreau A., Blanchet H., Chauvet P., Dauvin J.-C., De Casamajor M.-N., Derrien-Courtel S., Dubois S., Fabri M.-C., Houbin C., Legall L., Menot L., Rolet C., Sauriau P.-G., Thiebaut E., Tourolle J., Van den Beld I., 2015. Typologie des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique Version 2. Rapport SPN 2015-45, MNHN, Paris, 61 pages.

Menge, B.A. (1972). Foraging strategy of a starfish in relation to actual prey availability and environmental predictability. *Ecol. Monogr.* 42 :25-50.

Mieszkowska, N., 2016. Climate change: Observed Impacts on Planet Earth. Elsevier B.V., pp. 213–229.

Miossec L., Soudant D., Ar Gal E., Le Duff M. (2012). Essais inter-laboratoires sur les macroalgues intertidales en milieu marin. Aquaref-I-A-04- Méthodes de bioindication en eaux littorales. Programme scientifique et technique. Rapport. 50 p.

Murray S.N., Ambrose R.E., Dethier M.N. (2006). Monitoring rocky shores. University of California Press. Livre. 220 p.

Neto M., Gaspar R., Pereira L., Marques J C. (2012) Marine Macroalgae Assessment Tool (MarMAT) of intertidal rocky shores. Quality assessment under the scope of the European Water Framework Directive. *Ecological Indicators* 19, 39-47.

- Orfanidis S., Panayotidis P., Ugland K.I. (2011). Ecological Evaluation Index continuous formula (EEI-c) application : a step forward for functional groups, the formula and reference condition values. *Mediterranean Marine Science*, 12/1, 199-231.
- Pascual A., Cearreta A., Rodriguez-Lazaro J., Uriarte A. (2004) *Geology and Palaeoceanography*. Elsevier B.V. 21 p.
- Piques B., Bonnin J-B., Le Duigou M., Coz R. (2010). La pêche à pied récréative sur Marennes Oléron. Programme R.E.V.E 2006 – 2009. Rapport final de diagnostic, 196 pp.
- Pringle, J. D. (1984). Efficiency estimates for various quadrat sizes used in benthic sampling. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 41(10), 1485-1489.
- Quéro J.C (2003). *Guide des poissons de l'Atlantique européen*. Delachaux et Niestlé. 465 p.
- Rice, J., & Ridgeway, L. (2010). *Conservation of biodiversity and fisheries management*. Oxford University Press, New York (USA).
- Sfriso A., Facca C. (2009). Validation of the Macrophyte Quality Index (MaQI) set up to assess the ecological status of Italian marine transitional environments. *Hydrobiologia*, 617 :117-141.
- Siddig, A.A.H., Ellison, A.M., Ochs, A., Villar-Leeman, C., Lau, M.K., 2016. How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in *Ecological Indicators*. *Ecological Indicators*, 60, pp. 223-230.
- Soulier L., De Casamajor M-N., Castège *et al.* I., Popovsky J., avec la participation pour la cartographie de Fossecave P. (2014). Mise en place des zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique en mer – Région Aquitaine. Proposition de zones d'intérêt pour les ZNIEFF marines en Aquitaine. Rapport. 45 p.
- Privat A., Delisle F., Bonnin J.B., Piques B., Bernard M., Ponsero A., (2013). Étude et diagnostic de l'activité de pêche à pied récréative. Cahier méthodologique et recueil d'expérience IODDE/Vivarmor Nature, 147p.
- Vaudin A.C., Siblet J-P., Trouvilliez J. (2008). Localiser, sélectionner et délimiter les sites Natura 2000 : Recommandations et éléments méthodologiques. Rapport SPN 2008/4. 50 p.
- Veiga P., Rubal M.,Vieira R., Arenas F., Sousa-Pinto I. (2013). Spatial variability in intertidal macroalgal assemblages on the North Portuguese coast: consistence between species and functional group approaches. 201 p.
- Wallenstein F.M., Neto A.I., Patarra R.F., Prestes A.C.I., Alvaro N.V., Rodrigues A.S., Wilkinson M. (2013). Indices to monitor coastal ecological quality of rocky shores based on seaweed communities: simplification for wide geographical use. *Journal of Integrated Coastal Zone Management* 13 (1): 15-25.
- Winckel A., Petitjean J., Borie M., Mallet C., Aubié S., (2004). État des connaissances hydrologiques et hydrogéologiques de la côte basque. BRGM/RP-53372-FR, 113 p. 45 illustrations, 5 annexes.

## Webographie

Algaebase : <http://www.algaebase.org/search/genus/>

AMMP : <http://www.aires-marines.fr/Glossaire/Cantonement-de-peche>

DCSMM : <http://wwz.ifremer.fr/dcsmm/Documents-de-references/Niveau-francais/Bon-etat-ecologique>

DORIS: <http://doris.ffesm.fr/>

Enquête BVA/Ifremer 2009 : <http://sih.ifremer.fr/>\*

Envlit IFREMER : <http://envlit.ifremer.fr/>

Ifremer : <http://www.ifremer.fr/>

Legendre, 2014 : [http://biol09.biol.umontreal.ca/CoursPL/Especies\\_indicatrices.pdf](http://biol09.biol.umontreal.ca/CoursPL/Especies_indicatrices.pdf)

INPN : <http://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/listeSites>

MIRA: <http://milieux-aquatiques.univ-pau.fr/live/>

Programme ERMMA volet benthos <http://www.ermma.fr/>

SHOM: <http://www.shom.fr/les-activites/activites-scientifiques/maree-et-courants/marees/vive-eau-morte-eau/>

Worms: <http://marinespecies.org/>



## 8. Annexes

### Annexe1- Catalogue taxonomique

BIOCENOSE ESTRAN ROCHEUX BASQUE - PROJET BIGORNO							
Niveau : Médio inf MI / Médio sup MS		N° cahier : Site - Année - n°		Présence dans Quadrat		GU = Guéthary	
Habitat : BS Bas platier / BL : Bloc / HS : Haut platier					E : hors Quadrat	HE = Hendaye	
Validé : Oui (par qui) / AE : à envoyer / ADL : à déterminer au laboratoire / E : Envoyé (à qui)						SO = Socoa	
N° Quadrats	N° cahier	DATE	SITE	Niveau	Habitat	Photo	Remarques
<b>Rhodophyta (%)</b>							
<i>Asparagopsis armata</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Bornetia secundiflora</i>			GU	MS	Blocs		
<i>Caulacanthus ustulatus</i>			GU	MS	Blocs		
<i>Ceramium spp.</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Champia parvula</i>		11/03/16	GU	MI	Platiers		
<i>Chondracanthus acicularis</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Chondria coerulescens</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Corallina spp.</i>			GU	MS	Blocs		
<i>Gastroclonium clavatum</i>		07/04/16	SO	MI	Strates		
<i>Gelidium corneum</i>			GU	MS	Blocs		
<i>Gelidium spp.</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Halopitys incurva</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Halurus equisetifolius</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Hypnea musciformis</i>		05/07/16	GU	MI	Blocs		
<i>Jania rubens</i>			SO	MI	Platiers		
<i>Liagora viscida</i>		06/0/2016	GU	MI	Blocs		
<i>Lithophyllum incrustans</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Lithophyllum tortuosum</i>		10/03/16	GU	MI	Platiers		
<i>Mastocarpus /Petricelis</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Mesophyllum lichenoides</i>		11/063/15	GU	MI	Platiers		
<i>Osmundea pinnatifida</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Phymatolithon lenormandii</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Plocamium cartilagineum</i>		07/04/16	SO	MI	Platiers		
<i>Rhodothamniella floridula</i>							
<b>Chlorophyta</b>							
<i>Enteromorpha spp.</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Cladophora spp.</i>		11/03/16	GU	MI	Platiers		
<i>Codium adaerens</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Codium fragile</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Ulva spp.</i>			GU	MI	Blocs		
<b>Ochrophyta</b>							

N° Quadrats	N° cahier	DATE	SITE	Niveau	Habitat	Photo	Remarques
<i>Colpomenia peregrina</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Cladostephus spongiosus</i>		11/03/16	GU	MI	Platiers		
<i>Cystoseira tamariscifolia</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Dichtyopterus polipodioides</i>							
<i>Dictyota dichotoma</i>			HE	MI	Platier		site DCE
Ectocarpales			FB	MI	Blocs		
<i>Padina pavonica</i>		06/05/16	FB	MI	Blocs		
<i>Phyllariopsis brevipes</i>			FB	MI	Blocs		
<i>Taonia atomaria</i>		06/07/16	GU	MI	Blocs		
<i>Halopteris scoparia</i>			GU	MI	Blocs		
<b>Lichens</b>							
<i>Lichina pygmaea</i>			GU	MI	Platiers		
<b>Foraminifera</b>							
<i>Miniacina miniacea</i>		08/06/16	GU	MI	Blocs		
<b>Spongiaires</b>							
Orange encroûtante (%)			GU	MI	Blocs		
Beige monticule	G34	21/04/15	GU	MI	Blocs		look Chondrosia reniformis
<i>Cliona celata</i> (%)			GU	MI	Blocs		
Beige encroûtante (%)	G11	24/03/15	GU	MI	Blocs		
Beige massive	G10	24/03/15	GU	MI	Blocs		voir aussi G-15-26
Jaune encroûtante	G9	24/03/15	GU	MI	Blocs		<i>Aplysina carvernicola</i> avec petits monticules
Grise massive	G18	16/04/15	GU	MS	Blocs		Forme des dessin étoilés
Jaune-orangée encroûtante	G19	16/04/15	GU	MS	Blocs		avec gros oscules-
Eponge grise encroûtante	G36	31/08/15	GU	MI	Blocs		gros oscules
Beige encroûtante	G37	31/08/15	GU	MI	Blocs		petit monticules
Beige massive	G38	31/08/15	GU	MI	Blocs		
Porifera MS							
Porifera indéterm.			GU	MI	Blocs		
<i>Sycon sp.</i>			GU	MS	Blocs		epiphyte à prélever
<i>Tethya sp</i>			FB	MI	Blocs		
Porifera MS		05/05/15	GU	MS	Blocs		beige encroûtante cf spicules
Porifera bleu			GU	MI	Blocs		
<b>Bryozoaires</b>							
Bryzoaire encroûtant sp1							orange
Bryzoaire encroûtant sp2							beige
Bryzoaire encroûtant sp3							bleu
<i>Bicellariella ciliata</i>	G-15-90	16/04/15	GU	MI	Blocs		Ok validé à la bino
<i>Chartella papyracea</i>			FB	MI	Blocs		
<i>Crisia spp.</i>	F-16-21	06/06/16	FB	MI	Blocs		à vérifier

N° Quadrats	N° cahier	DATE	SITE	Niveau	Habitat	Photo	Remarques
<i>Electra pilosa</i>			GU	MI	Blocs		à prélever
Bryozoaire	G16	07/04/15	GU	MS	Blocs		bryo
<b>Ascidies</b>							
Ascidia sp	G15	07/04/15	GU	MS	Blocs		opaque et sale
<i>Botrylloides leachi</i>	PRELEV2	12/04/16	GU	MS	Blocs		sur site DCE
<i>Botryllus schlosseri</i>							envoi Monniot
<i>Didemnidae sp.</i>	PRELEV1	12/04/16	GU	MS	Blocs		F. Monniot
<i>Aplidium turbinatum</i>	G20	16/04/15	GU	MI	Blocs		look Aplidium
<b>Anthozoaires</b>							
<i>Actinia equina</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Actinia fragacea</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Actinia prasina</i>			GU	MS	Blocs/Platiers		
<i>Actinothoe sphyrodeta</i>	M-15-01		GU	MI	Blocs		Echantillon de Marbella
<i>Aiptasia mutabilis</i>	F-16-23	06/06/16	FB	MI	Blocs		
<i>Anemonia viridis</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Anthopleura ballii</i>	G-15-54	17/04/15	GU	MI	Blocs		
Anthozoaire indéterminé	G31	20/04/15	GU	MI	Blocs		minuscule
<i>Aulactinia verrucosa</i>		11/03/16	GU	MI	Blocs		
<i>Balanophyllia regia</i>		11/03/16	GU	MI	Platiers		
<i>Caryophyllia inornata</i>		06/07/16	GU	BI	Blocs		
<i>Cereus pedunculatus</i>	G-15-79	06/05/15	GU	MS	Platiers		
<i>Corynactis viridis</i>			GU	MI	Blocs		à vérifier
<b>Hydrozoaires</b>							
<i>Kirchenpaueria pinnata</i>	G29	20/04/15	GU	MI	Blocs		forme des touffes
<i>Kirchenpaueria pinnata</i>	G14	07/04/15	GU	MS	Blocs		en forme de plume G14
<i>Obelia sp.</i>							
<i>Sertularella mediterranea</i>	G-15-91	19/03/15	GU	MI	Blocs		ok pour G2
<i>Sertularia sp.</i>							
<i>Ectopleura larynx</i>	G24	17/04/15	GU	MI	Blocs		Tubularidae
<b>Echinodermes</b>							
<i>Amphipholis squamata</i>	G-15-14	20/03/15	GU	MI	Blocs		
<i>Antedon bifida</i>							
<i>Asterina gibbosa</i>							
<i>Asterina phylactica</i>	G-15-52	17/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Asterina</i>	F-16-10	06/04/16	FB	MI	Blocs		probablement gibbosa
<i>Asteroidea</i>	G-15-65	21/04/15	GU	MI	Blocs		probablement Marthasterias

N° Quadrats	N° cahier	DATE	SITE	Niveau	Habitat	Photo	Remarques
<i>Coscinasterias tenuispina</i>							
<i>Holothuria spp</i>							
<i>Holothuria forskali</i>							
<i>Holothuria tubulosa</i>	G-15-7	19/03/15	GU	MI	Blocs		G-15-6 pour échantillon
<i>Holothuria sp. (blanche)</i>	G-15-15	20/03/15	GU	MI	Blocs		à valider
<i>Holothuria sp. (blanche)</i>	G-16-03	11/03/16	GU	MI	Blocs		à identifier
<i>Marthasterias glacialis</i>	F-16-09	06/04/16	GU	MI	Blocs		
<i>Ophiocomina nigra</i>			HE	MI	Blocs		
<i>Ophioderma longicauda</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Ophiothrix fragilis</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Paracentrotus lividus</i>							
<b>Crustacés</b>							
<i>Alpheus dentipes</i>	G-15-10A	23/03/15	GU	MI	Blocs		
<i>Alpheus macrocheles</i>	G-15-10B	23/03/15	GU	MI	Blocs		
<i>Athanas nitescens</i>	F-16-06	05/04/16	FB	MI	Blocs		à photographier
Balanomorpha	G-15-23	23/03/15	GU	MI	Blocs		à vérifier au labo + G-15-72
<i>Balanus perforatus</i>							
<i>Brachyura</i>	G-15-46	16/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Callinassa tyrrhena</i>							
<i>Cancer pagurus</i>							
Caprellidae		06/07/16	GU	MI	Blocs		
<i>Carcinus maenas</i>	G-15-41	16/04/15	GU	MS	Blocs		vérifier l'échantillon correspondant
<i>Chthamalus spp</i>							<i>montagui</i> plutôt que <i>stellatus</i>
<i>Clibanarius erythropus</i>	G-15-1	19/03/15	GU	MI	Blocs		
<i>Crangon crangon</i>							
<i>Eriphia verrucosa</i>	G_15-71	05/05/15	GU	MS	Blocs		
<i>Galathea squamifera</i>	G-15-8	20/03/15	GU	MI	Blocs		
Gammaridae							
<i>Herbstia condyliata</i>	G-15-30	01/04/14	GU	MI	Blocs		
<i>Homarus gammarus</i>							
<i>Idotea</i>		11/04/16	GU	MI	Blocs		dans Halopytis incurva (cf univ Bx)
Isopode	G-15-56	17/04/15	GU	MI	Blocs		points bleus(1) uni (2)
<i>Inachus phalangium</i>							
<i>Lysmata seticaudata</i>		10/03/16	GU	MI	Blocs		à prélever
<i>Macropodia spp</i>	G-16-02	11/03/16	GU	MI	Blocs		à identifier
<i>Maja brachydactyla</i>							

N° Quadrats	N° cahier	DATE	SITE	Niveau	Habitat	Photo	Remarques
Mysidacés							
<i>Necora puber</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	G-15-70	05/05/15	GU	MI-MS	Blocs		
Paguridae	G-15-25	24/03/15	GU	MI	Blocs		vérifier avec <i>C. erythropus</i> bino
<i>Pagurus bernhardus</i>							
<i>Palaemon elegans</i>	G-15-34	07/04/15	GU	MS	Blocs		
<i>Palaemon serratus</i>							
<i>Periclimenessagittifer</i>							
<i>Pilumnus hirtellus</i>	F-16-20	06/06/16	FC	MI	Blocs		
<i>Pirimela denticulata</i>	G-15-35	07/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Pisa tetraodon</i>	F-16-08	06/04/16	GU	MI	Blocs		flots bleus
<i>Pisidia longicornis</i>	G-15-46	16/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Pisidia nodipes</i>	F-16-19	06/07/16	GU	MI	Blocs		
<i>Pollicipes pollicipes</i>	G-15-89		GU	MI	Platiers		
<i>Porcellana platycheles</i>	G-15-2	19/03/15	GU	MI	Blocs		
<i>Synisoma lancifer</i>		11/04/16	GU	MI	Blocs		identifié par B. Gouilleux
Sphaeromatidae							
<i>Xantho pilipes</i>	G-15-20	16/04/15	GU	MS	Blocs		
Xanthidae	G-15-38	16/04/15	GU	MI	Blocs		à identifier+ G-15-73
<i>Xantho hydrophylus</i>	G-15-3	19/03/15					plus G-15-18
<b>Picnogonides</b>							
<i>Endeis spinosa</i>							
<b>Annélides</b>							
Annélides polychètes	G1	19/03/15					Pélevés et non photographiés
Annélides polychètes	G3	20/03/15					Pélevés et non photographiés
Annélides polychètes	G4	20/04/15					Pélevés et non photographiés
<i>Bispira volutacornis</i>		11/03/16	GU	MI	Platiers		
<i>Hesione pantherina</i>	G-15-19	23/04/15	GU	MS	Blocs		gros rose avec soies (cf G-15-19)
Annélides polychètes	G7	23/03/15	GU	MI	Blocs		long et blanc
<i>Lumbrineris latreilli</i>	G8	23/03/15	GU	MI	Blocs		court et rose
<i>Perinereis</i> sp.	G12	24/03/15	GU	MI	Blocs		long et rose
<i>Perinereis oliveirae</i>							
<i>Lepidonotus clava</i>	G13	07/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Lumbrineris latreilli</i>	G22	16/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Lepidonotus clava</i>	G23	17/04/15	GU	MI	Blocs		court et trappu
<i>Arabella iricolor</i>	G25-G27	17/04/15	GU	MI	Blocs		individus longs interface bloc/sed
<i>Lumbrineridae</i>	G28	17/04/15	GU	MI	Blocs		long avec pattes
<i>Lepidonotus clava</i>	G32	21/04/15	GU	MI	Blocs		petit et court

N° Quadrats	N° cahier	DATE	SITE	Niveau	Habitat	Photo	Remarques
<i>Lepidonotus clava</i>	G35	22/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Flabelligera affinis</i>	G33	21/04/15	GU	MS	Blocs		trappu look aphrodite
<i>Lepidonotus clava</i>	G39	31/08/15	GU	MI	Blocs		plaques circulaire (Harmathoe)
<i>Harmothoe glabra</i>	G40	31/08/15	GU	MI	Blocs		court et trappu grosses soies
<i>Arenicolides branchialis</i>	H01	01/10/15	HE	MS	Blocs		avec du sédiment
<i>Eulalia viridis</i>	G-16-01	11/03/16	GU	MI	Blocs		
<i>Harmathoe sp</i>							à prélever
<i>Leodice torquata</i>	F-16-05	05/04/16	FB	MI	Blocs		identifié par Nicolas
<i>Phyllodice lineata</i>	G	04/07/16	GU	MI	Blocs		identifié par Nicolas
<i>Sabellaria alveolata</i>			GU	MS	Blocs		
<i>Salmacina sp.</i>		06/06/16	FB	MI	Blocs		
Serpulidae			GU	MI	Blocs		blanc et/ou rose
<i>Spirobranchus spp.</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Spirorbis spirorbis</i>			GU	MI & MS	Blocs		Janua et <i>Spirorbis</i> mélangés
<i>Spirorbinae</i>			GU	MI & MS	Blocs		
<i>Tharyxsp</i>	F	07/06/16	GU	MI	Blocs		Cirratulidae
<b>Autres vers</b>							
Planaire	G-15-22						pas de photos
Plathelminthe NI		20/04/15	GU	MI	Blocs		non prélevé
<i>Leptoplana</i>			HE	MS	Blocs		Identification à valider
<i>Discocelis tigrina</i>	H02	01/10/15	HE	MS	Blocs		beige uniforme
<i>Discocelis tigrina</i>	G-15-13						identification à valider
<i>Yungia aurantiaca</i>	F-16-18	06/06/16	FB	MI	Blocs		
<b>Mollusques</b>							
<b>Polyplacophores</b>							
<i>Acanthochitona fascicularis</i>	G-15-9	20/03/15	GU	MI	Blocs		
<i>Acanthochitona crinita</i>	G-15-64	21/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Lepidopleurus cajetanus</i>	G-15-58	20/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Lepidochiton cinerea</i>	G-15-42	16/04/15	GU	MS	Blocs		
<b>Prosobranches</b>							
<i>Bittium reticulatum</i>	G-15-51	17/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Bolma rugosa</i>							
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	F-16-07	06/04/16	FB	MI	Blocs		
<i>Cerithium spp.</i>	G-15-74	05/05/15	GU	MS	Blocs		à vérifier avec G-15-80
<i>Diodora gibberula</i>	G-15-39	16/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Gibbula sp.</i>	G-15-45	16/04/15	GU	MI	Blocs		Noir cercle blanc - <i>G. umbilicalis</i>

N° Quadrats	N° cahier	DATE	SITE	Niveau	Habitat	Photo	Remarques
<i>Gibbula cineraria</i>	G-15-4C	19/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Gibbula umbilicalis</i>	G-15-4B	19/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Gibbula pennanti</i>	G-15-4A	19/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Haliotis tuberculata</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Melarhappe neritoides</i>	F-16-11	06/04/16	FB	MI	Blocs		
<i>Nassarius incrassatus</i>	G-15-33	07/04/15	GU	MS	Blocs		
<i>Nassarius reticulatus</i>	G-15-25	23/03/15	GU	MI	Blocs		
<i>Ocenebra erinacea</i>	G-15-76	05/05/15	GU	MI-MS	Blocs		
<i>Ocenebrina edwardsii</i>	G-15-24	23/03/15	GU	MI	Blocs		
<i>Opalia crenata</i>	G-15-17	23/03/15	GU	MI	Blocs		
<i>Patella spp.</i>	G6	23/03/15	GU	MS	Blocs		envoyé à Brest
<i>Phorcus lineatus</i>	G-15-12	20/03/15	GU	MS	Blocs		
<i>Rissoa parva</i>	G-15-5	19/03/15	GU	MI	Blocs		
<i>Stramonita haemastoma</i>		07/04/15	GU	MS	Blocs		
<i>Tricolia pullus</i>	G-15-43	16/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Trivia monacha</i>	G-15-40	16/04/15	GU	MS	Blocs		
<b>Opisthobranches</b>							
<i>Acanthodoris pilosa</i>		05/07/16	GU	MI	Blocs		L
<i>Aeolidiella sanguinea</i>	Alex	11/04/16	GU	MS	Blocs		
<i>Aplysia fasciata</i>		08/04/16	SO	MI	Blocs		
<i>Aplysia punctata</i>	G-15-59	20/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Berghia verrucicornis</i>		06/06/16	FB	MI	Blocs		I
<i>Berthella stellata</i>	G-16-14	12/04/16	GU	MS	Blocs		
<i>Berthellina edwardsii</i>	G-15-57	20/04/15	GU	MI	Blocs		
<i>Discodoris rosi</i>	G-16-26	08/06/16	GU	MI	Blocs		K
<i>Doriopsilla areolata</i>	G-15-87	31/08/15	GU	MI	Blocs		
<i>Doris pseudoargus</i>	G-15-63	21/04/15	GU	MI	Blocs		à vérifier
<i>Doris verrucosa</i>	G-16-28	24/04/16	FB	MI	Blocs		M
<i>Elysia viridis</i>	H-15-01	01/10/15	GU	MI	Blocs		HE - MS - Blocs
<i>Eubranchus farrani</i>		24/04/16	FB	MI	Blocs		G
<i>Eubranchus vittatus</i>	G-15-50	17/04/15	GU	MI	Blocs		prélèvement 2 individus validé par Alex
<i>Eubranchus farrani</i>		21/04/16	FB	MI	Blocs		à envoyer à Alex
<i>Facelina auriculata</i>	G-15-61	20/14/15	GU	MI	Blocs		
<i>Felimare cantabrica</i>	G-15-86	31/08/15	GU	MI - MS	Blocs		
<i>Flabellina pedata</i>	F-16-04	05/04/16	FB	MI	Blocs		
<i>Spurilla neopolitana</i>	G-15-88	30/04/14	HE	MI	Blocs		Guéthary
<b>Lamellibranches</b>							
<i>Anomia ephippium</i>	G-15-32	07/04/15	GU	MS	Blocs		
<i>Crassostrea gigas</i>			GU	MS	Platiers		

N° Quadrats	N° cahier	DATE	SITE	Niveau	Habitat	Photo	Remarques
<i>Galeomma turtoni</i>	G-15-12	12/04/16	GU	MS	Blocs		
<i>Lima hians</i>	G-15-31	07/04/15	GU	MS	Blocs		
<i>Lithophaga lithophaga</i>			GU	MS	Blocs		à prélever
<i>Mytilus spp.</i>			GU	MS	Blocs		
<i>Ostrea edulis</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Striarca lactea</i>	G-15-21	23/03/15	GU	MS	Blocs		
<b>Céphalopodes</b>							
<i>Octopus vulgaris</i>		01/10/15	HE	MS	Blocs		
<i>Sepia officinalis</i>							
<i>Onchidella celtica</i>							
<b>Poissons</b>							
<i>Coryphoblennius galerita</i>			GU	MS	Blocs		à vérifier sur le terrain
<i>Diplodus sargus</i>		05/07/16	GU	MS	Platiers		
<i>Gobius paganellus</i>			GU	MS	Blocs		
<i>Gobius cobitis</i>			GU	MS	Blocs		
<i>Gobius spp.</i>							
Labridae							
<i>Labrus bergylta</i>							
<i>Lepadogaster candolii</i>			GU	MS	Blocs		
<i>Lepadogaster x2</i>			GU	MI	Blocs		avec les œufs
<i>Lepadogaster spp</i>							
<i>Lipophrys pholis</i>			GU	MS	Blocs		
<i>Lipophrys trigloides</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Nerophis lumbriciformis</i>							
<i>Parablennius incognitus</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Parablennius sanguinolentus</i>			GU	MS	Blocs		avec ponte
<i>Parablennius pilicornis</i>			GU	MI	Blocs		
<i>Scorpaena porcus</i>		09/05/16	SO	MS	Platiers		
Sparidae							
<i>Symphodius spp.</i>							
<i>Symphodius roissali</i>		11/03/16	GU	MS	Blocs		

## Annexe 2- Calendrier d'intervention 2015 et 2016

N° de sortie	Mois	Date	Coef.	H. de basse mer	Site	Observateurs	Nb d'échantillon réalisé
<b>2015</b>							
1	Mars	19/03/2015	105	9h32	Guéthary	3	5
2		20/03/2015	115	10h15	Guéthary	3	27
3		23/03/2015	105	12h29	Guéthary	3	24
4		24/03/2015	90	13h12	Guéthary	3	18
5	Avril	07/04/2015	85	13h07	Guéthary	1	8
6		16/04/2015	88	9h21	Guéthary	3	12
7		17/04/2015	101	10h08	Guéthary	3	19
8		20/04/2015	109	12h21	Guéthary	3	24
9		21/04/2015	100	13h05	Guéthary	3	18
10	Mai	05/05/2015	88	12h08	Guéthary	3	18
11		06/05/2015	86	12h42	Guéthary	3	30
12		18/05/2015	102	11h16	Guéthary	2	18
13		19/05/2015	99	12h01	Guéthary	2	26
14		20/05/2015	93	12h45	Guéthary	2	10
15	Juin	04/06/2015	89	12h23	Guéthary	2	10
16		05/06/2015	87	13h03	Guéthary	2	16
<b>2016</b>							
1	Mars	09/03/2016	107	10h38	Guéthary	2	12
2		10/03/2016	115	11h20	Guéthary	1	10
3		11/03/2016	114	12h04	Guéthary	3	27
4		22/03/2016	82	10h07	Saint-Jean-de-Luz	2	0
5		23/03/2016	87	10h40	Saint-Jean-de-Luz	2	21
6		24/03/2016	89	11h12	Guéthary	2	20
7		25/03/2016	89	11h41	Saint-Jean-de-Luz	2	12
8	Avril	05/04/2016	79	10h28	Saint-Jean-de-Luz	3	15
9		06/04/2016	96	10h28	Saint-Jean-de-Luz	3	14
10		07/04/2016	109	11h12	Socoa	3	32
11		08/04/2016	117	11h56	Saint-Jean-de-Luz	2	0
12		11/04/2016	91	14h13	Guéthary	3	18
13		12/04/2016	73	15h04	Guéthary	3	42
14		21/04/2016	81	11h11	Saint-Jean-de-Luz	2	10
15		22/04/2016	84	11h42	Socoa	3	39
16		25/04/2016	78	13h12	Guéthary	3	11
17	Mai	09/05/2016	101	13h06	Socoa	4	39
18		10/05/2016	88	13h55	Saint-Jean-de-Luz	4	20
19	Juin	06/06/2016	102	12h02	Saint-Jean-de-Luz	4	20
20		07/06/2016	97	12h49	Guéthary	4	33
21		08/06/2016	87	13h37	Guéthary	4	40
22	Juillet	04/07/2016	93	11h02	Guéthary	4	16
23		05/07/2016	96	11h49	Guéthary	3	24
24		06/07/2016	94	12h34	Hendaye	2	0

## Annexe 3- Fiches de terrain élaborées

Opérateur :	Date :	H. BM :	H. PM :	Coeff.:	Bryozoaires (%)					
N° Quadrat					N° Quadrat					
Habitat					Bryozoaire ramifié					
Heure quadrat					Bryozoaire encroûtant					
Coord. GPS										
Sédiment (%)										
ROCHE nue (%)					Ascidies (%)					
FLORE Classes de recouvrement (%)					Ascidie solitaire					
Rhodophyta					<i>Botryllus leachi</i>					
<i>Asparagopsis/Falkenbergia</i>					<i>Botryllus schlosseri</i>					
<i>Caulacanthus ustulatus</i>					Ascidie coloniale					
<i>Ceramium</i> spp.					Ascidie encroûtante					
<i>Chondracanthus acicularis</i>										
<i>Chondria coeruleascens</i>										
<i>Corallina</i> spp.					Anthozoaires (nombre d'individus)					
<i>Gelidium</i> spp.					<i>Actinia equina</i>					
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i>					<i>Actinia fragacea</i>					
<i>Halopitys incurva</i>					<i>Actinia prasina</i>					
<i>Halurus equisetifolius</i>					<i>Actinothoe sphyrodeta</i>					
<i>Hypnea musciformis</i>					<i>Aiptasia mutabilis</i>					
<i>Jania rubens</i>					<i>Anemonia viridis</i>					
<i>Laurencia obtusa</i>					<i>Anthopleura thallia</i>					
<i>Lithophyllum incrustans</i>					<i>Anthopleura ballii</i>					
<i>Lithophyllum tortuosum</i>					<i>Aulactinia verrucosa</i>					
<i>Mastocarpus /Petricelis</i>					<i>Balanophyllia regia</i>					
<i>Mesophyllum lichenoides</i>					<i>B. biscayense</i>					
<i>Osmundea pinnatifida</i>					<i>Cereus pedunculatus</i>					
<i>Phymatolithon lenormandii</i>					<i>Cerianthus</i> spp.					
<i>Polysiphonia</i> spp.					<i>Corynactis viridis</i>					
<i>Rhodothamniella floridula</i>					<i>Epizoanthus couchii</i>					
					Gorgone indéterm.					
					<i>Sagartia elegans</i>					
					<i>Urticina felina</i>					
Chlorophyta										
<i>Enteromorpha</i> spp.										
<i>Cladophora</i> spp.										
<i>Codium adaerens</i>					Hydrozoaires (%)					
<i>Codium fragile</i>					Hydrozoaires indéterm.					
<i>Ulva</i> spp.					<i>Sertularella</i> sp.					
Ochrophyta					Annélides (nombre d'individus / %)					
<i>Colpomenia peregrina</i>					<i>Eulalia viridis</i>					
<i>Cystoseira tamariscifolia</i>					<i>Lanice conchilega</i>					
<i>Dichtyop. polypodioides</i>					<i>Nereis</i> sp.					
<i>Dicyota dichotoma</i>					<i>Polydora</i> sp.					
<i>Ectocarpales</i>					<i>Protula</i> spp.					
<i>Stypocaulon scoparium</i>					<i>Serpula vermicularis</i>					
					Serpulidae					
Autres					Annélides polychètes tubicoles (%)					
					<i>Spirobranchus</i> spp.					
					Spirobrinae					
FAUNE (nombre d'individus ou %)										
Spongiaires (%)										
<i>Cilona celata</i>										
Orange encroûtante					Plathelminthes (nombre d'individus)					
<i>Sycon</i> sp.										

Crustacés (nombre d'individus)					Mollusques (nombre d'individus)				
<i>Alpheus dentipes</i>					<i>Crassostrea gigas</i>				
<i>Alpheus macrocheles</i>					<i>Crimora papillata</i>				
<i>Alpheus indéterminées</i>					<i>Diaph. luteocincta</i>				
<i>Athanas nitescens</i>					<i>Discodoris rosi</i>				
<i>Callinassa tyrrhena</i>					<i>Doriopsilla areolata</i>				
<i>Cancer pagurus</i>					<i>Doris verrucosa</i>				
<i>Carcinus maenas</i>					<i>Elysia viridis</i>				
<i>Crangon crangon</i>					<i>Eubranchus spp</i>				
<i>Eriphia verrucosa</i>					<i>Facelina auriculata</i>				
<i>Galathea squamifera</i>					<i>Favorinus branchialis</i>				
<i>Herbstia condyliata</i>					<i>Felimare cantabrica</i>				
<i>Homarus gammarus</i>					<i>Felimare tricolor</i>				
<i>Sphaeroma sp.</i>					<i>Felimida krohni</i>				
<i>Idotea sp.</i>					<i>Felimida luteorosea</i>				
<i>Isopodes indéterminé</i>					<i>Felimida purpurea</i>				
<i>Inachus phalangium</i>					<i>Flabellina pedata</i>				
<i>Lysmata seticaudata</i>					<i>Gibbula cineraria</i>				
<i>Macropodia spp</i>					<i>Gibbula pennanti</i>				
<i>Maja brachydactyla</i>					<i>Gibbula sp</i>				
Mysidacés					<i>Gibbula umbilicalis</i>				
<i>Necora puber</i>					<i>Haliotis tuberculata</i>				
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>					<i>Janolus cristatus</i>				
<i>Palaemon elegans</i>					<i>Lepidochiton cinerea</i>				
<i>Palaemon serratus</i>					<i>Lepidop. cajetanus</i>				
<i>Periclimenes sagittifer</i>					<i>Lima hians</i>				
<i>Pisa spp.</i>					<i>Limacia clavigera</i>				
<i>Pisidia longicornis</i>					<i>Littorina neritoides</i>				
<i>Pollicipes pollicipes</i>					<i>Mytilus spp.</i>				
<i>Porcellana platycheles</i>					<i>Nassarius incrassatus</i>				
<i>Sphaeroma sp ?</i>					<i>Nassarius reticulatus</i>				
<i>Xantho hydrophyllus</i>					<i>Nassarius sp.</i>				
<i>Xantho pillipes</i>					<i>Ocenebra erinacea</i>				
<i>Xantho indéterminé</i>					<i>Ocenebrina edwardsi</i>				
					<i>Ocenebrina sp.</i>				
					<i>Octopus vulgaris</i>				
<b>Cirripèdes et Paguridae (nombre d'individus ou en %)</b>					<i>Onchidella celtica</i>				
Balanomorpha					<i>Opalia crenata</i>				
<i>Chthamalus</i>					<i>Ostrea edulis</i>				
<i>Clibanarius erythropus</i>					<i>Patella depressa</i>				
<i>Pagurus bernhardus</i>					<i>Patella sp</i>				
Paguridae					<i>Patella vulgata</i>				
					<i>Phorcus lineatus</i>				
<b>Mollusques (Nombre d'individus)</b>					<i>Polycera spp</i>				
<i>Acanthochitona crinita</i>					<i>Pruvotfolia pselliotes</i>				
<i>A. facicularis</i>					<i>Roccellaria dubia</i>				
<i>Aeolidia papillosa</i>					<i>Spurilla neopolitana</i>				
<i>Anomia ephippium</i>					<i>Stram. haemastoma</i>				
<i>Aplysia spp.</i>					<i>Striarca lactea</i>				
<i>Berghia coerulescens</i>					<i>Thenella adspersa</i>				
<i>Berthellina aurantica</i>					<i>Tricolia sp. (rouge)</i>				
<i>Berthellina edwardsii</i>					<i>Trivia monacha</i>				
<i>Berthellina pluma</i>									
<i>Berthellina sp.</i>									
<i>Bittum reticulatum</i>									
<i>Cadlina spp</i>									
<i>Calliostoma zizyphinum</i>									
<i>Cerithium spp.</i>									
<i>Chiton indéterminé</i>									



