



Rapport de stage de 1^{ère} année de Master
Ecologie Marine et Halieutique

**Intérêt d'une Zone de Protection Forte dans la zone des
« briquets »**

Daguerressar Amaia

Sous la co-direction de Éric Saint-Martin (CODEP 64 - FFESSM) et de Pierre Sasal (PSL
Research University : EPHE-UPVD-CNRS)

REMERCIEMENTS

Je souhaite remercier toutes les personnes qui m'ont permis de faire de ce stage une expérience inoubliable.

Je tiens à remercier Éric Saint-Martin pour son dévouement et son accompagnement quotidien et sa compagne Brigitte Couvreur pour son implication dans le projet. Je remercie Pierre Sasal sans qui ce stage n'aurait pas pu avoir lieu et pour son aide scientifique. Merci à Marion Chapeau qui a su m'aiguiller sur la présentation de mes résultats.

Je tiens aussi à remercier le CODEP 64 et la FFESSM qui portent le projet, ainsi que Mikel Calbete et toutes personnes d'URPEAN qui m'ont permis de réaliser mon niveau 2 de plongée afin de réaliser les comptages.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	3
1. Zone d'étude	3
1.1. Natura 2000.....	3
1.2. Activités sur la zone.....	4
2. Collecte des données biologiques	4
2.1. Le transect.....	4
2.1.1. Procédé d'un transect	5
2.1.2. Mise en forme des données	6
2.2. Analyses des données	6
2.2.1. Analyses de la structure des communautés	6
2.2.1.1. Bray Curtis – dendrogramme	6
2.2.1.2. Analyse en Composantes Principales (ACP)	7
2.2.2. Analyses de diversité spécifique.....	7
2.2.2.1. Indice de Shannon.....	7
2.2.2.2. Indice d'équitabilité de Pielou	7
2.2.2.3. Indice de Simpson	8
2.2.2.4. Indice de Hill.....	8
2.2.3. Analyse de la diversité de substrat.....	8
2.2.4. Cartographie – SIG	8
2.2.4.1. Collecte de données géographiques.....	8
2.2.4.2. Traitement informatique des données géographiques	8
RÉSULTATS	9
1. Analyses de la structure de la communauté.....	9
1.1. Analyse de la diversité biologique.....	9
1.2. Analyse de la répartition des espèces	11
1.3. Analyse de Composante Principale	12
2. Analyses de diversité spécifique	13
2.1. Indice d'équitabilité de Pielou.....	13
2.2. Indice de Hill.....	14
3. Analyse de la diversité du substrat	15
4. Surface minimale de la ZPF	16
DISCUSSION	17
1. Sources d'erreurs.....	17
2. Intérêt d'une ZPF	17
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	18
BIBLIOGRAPHIE	I
ANNEXES.....	AA

FIGURES

Figure 1 : Cartographie de la zone du projet de réserve marine sur la zone des "Briquets"	3
Figure 2 : Cartographies des zones de comptages sur la zone des Briquets	4
Figure 3 : Liste d'espèces cibles.....	5
Figure 4 : Schéma du procédé d'un transect.....	6
Figure 5 : Richesse spécifique en fonction du nombre de transect dans la zone	9
Figure 7 : Cartographie représentative de l'abondance moyenne des zones comptabilisées	9
Figure 6 : Abondance moyenne avec erreur à la moyenne.....	9
Figure 8 : Diagramme de la composition totale en espèce de chaque zone comptabilisée	10
Figure 9 : Diagramme de la proportion des tailles de poisson par transect	11
Figure 10 : Dendrogramme permettant de mettre en avant la similarité entre la totalité des transects.....	11
Figure 11 : ACP de l'influence des facteurs abiotiques sur les relevés	12
Figure 12 : Cartographie représentative de l'indice de Pielou (J') des zones comptabilisées	13
Figure 13 : Indice de Pielou par zone (Rstudio).....	13
Figure 14 : Cartographie représentative de l'indice de Hill des zones comptabilisées.....	14
Figure 15 : Indice de Hill en fonction de la richesse spécifique.....	14
Figure 16 : Indice N1 en fonction de N2	14
Figure 17 : Composition moyenne du substrat des zones déjà étudiées (en %)	15
Figure 18 : Cartographie des substrats majoritaires des zones observées	15
Figure 19 : Courbes d'accumulation en termes de substrats (gauche) et d'espèces (droite)	16

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche comptage poissons.....	aa
Annexe 2 : Fiche substrat	aa
Annexe 3 : Fichier Excel informations transects	bb
Annexe 4 : Fichier Excel data comptage	cc
Annexe 5 : Fichier Excel abondance des espèces par transect	dd
Annexe 6 : Fichier Excel ACP.....	ee
Annexe 7 : Indices de diversité par zone	ff
Annexe 8 : Fichier Excel composition du substrat par zone.....	gg
Annexe 9 : Fichier Excel qGIS	hh
Annexe 10 : Tableau de contribution des variables aux axes de l'ACP.....	ii
Annexe 11 : Cartographie associant indice de Hill et substrat majoritaire.....	ii

GLOSSAIRE

Abréviation	Description
ACP	Analyse des Correspondances Principales
AMP	Aire Marine Protégée
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CODEP 64	Comité Départemental des Pyrénées Atlantiques
DOCOB	Document d'Objectif
FFESSM	Fédération Française d'Études et de Sports Sous-Marins
INPN	Inventaire National du Patrimoine Naturel
IUCN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
LIT	Line Intercept Transect
OTU	Unité taxonomique opérationnelle
RM	Réserve Marine
SIG	Système d'Information Géographique
ZPF	Zone de Protection Forte
ZPS	Zone de Protection Spéciale
ZSC	Zone Spéciale de Conservation

INTRODUCTION

La Côte Basque est une région où, les conditions océanographiques, comme la rencontre et le brassage des courants de Méditerranée et du Gulf Stream, contribuent à la richesse et à la biodiversité du milieu. Les reliefs sous-marins importants et les vents dominants qui soufflent d'ouest au nord-ouest conditionnent de fortes houles et de fortes amplitudes ce qui entraîne la mise en suspension des particules (Augris et al., 2009). Le littoral basque étant à dominante rocheuse, les falaises sont ainsi érodées. Le sud de la baie de Biscaye est caractérisé également par la présence de nombreux estuaires : Adour, Ouhabia, Nivelle, Bidassoa (De Casamajor, 2005).

Mais, la Côte Basque n'échappe pas aux pressions anthropiques de plus en plus importantes (Claudet et al., 2020). A savoir, la pêche professionnelle ou de loisir, le tourisme, les sports aquatiques mais aussi la croissance démographique, la dégradation des habitats, les changements hydrologiques, la pollution, les espèces invasives et le changement climatique (Ngor et al., 2018), entraînent une raréfaction, voire la disparition de certaines espèces. ('IPBES', 2019). Au cours des quatre dernières décennies, l'abondance des vertébrés marins (poissons, oiseaux de mer, tortues de mer et mammifères marins) a diminué de 22 % en moyenne. Les poissons marins ont diminué globalement de 38 % (McCauley et al., 2015). Il est donc primordial de mettre en place des réglementations strictes afin de protéger davantage les océans.

Le 6 mai 2019, le président de la République Emmanuel Macron a évoqué un engagement de protection de 30% des habitats terrestres et marins dont 1/3 sous régime de protection forte d'ici 2022. Soit 10 % de protection intégrale par territoire, façade maritime et bassin ultramarin avec une dynamique collective basée sur la science (Macron, 2019).

Une partie du littoral basque est déjà classée Natura2000 et fait l'objet d'un suivi régulier (Le Moigno et Duvauchelle, 2015). Cependant, d'après EEA Report de 2015, le statut Natura 2000 n'est pas mis en place pour fournir un réseau écologiquement cohérent et représentatif dans les zones marines. Et d'après le CODEP 64 les actions entreprises dans les sites Natura 2000 sont insuffisantes pour protéger la biodiversité marine.

C'est pourquoi le CODEP 64 porte depuis quelques années, un projet de création d'une réserve marine avec protection forte et localisée du milieu marin basque dans laquelle s'intègre cette étude. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'intérêt écologique de la création d'une AMP avec un statut de protection forte comme celui de la réserve marine sur la zone dite « des Briquets » à Hendaye, Nouvelle-Aquitaine. L'intérêt de protéger la Côte Basque à l'aide du statut de Réserve Naturelle Nationale avait déjà été mis en avant.

Les objectifs du projet porté par le CODEP 64 (Saint Martin, 2014) sont largement similaires à ceux que l'on retrouve dans la majorité des projets d'AMP (Harmelin et al., 1995). La création d'une RM sur la zone des « Briquets » permettrait la protection d'espèces vulnérables, en danger ou en danger critique sur la liste rouge de l'IUCN comme : le mérrou brun, la raie brunette, la raie pastenague ou encore l'ange de mer, et également d'habitats dégradés (rocheux et sédimentaires), de sites archéologiques (épaves, canon de guerre, ancres), de zones de nurserie et l'amélioration du recrutement et donc de restaurer à terme les stocks de poissons. La mise en place d'espace protégé permettrait de faciliter la restauration de cet espace marin endommagé par les pollutions anthropiques tel que la pollution du lagon (mucilage), permettre une connectivité avec d'autres espaces protégés de la Côte Basque espagnole, et de développer un attrait touristique et la création d'emplois.

D'après l'IUCN, une AMP est « un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés ». En se basant sur la réduction des impacts et dans certains cas leur suppression, les réserves marines permettent l'augmentation de l'abondance, de la taille et de la biomasse des espèces pêchées (Lester et al., 2009). Mais aussi, l'augmentation de gros individus avec une fécondité plus élevée, ce qui peut entraîner un approvisionnement important en larves (Marshall et al., 2019). La protection de la zone entraînera également une augmentation de la biomasse observable dans les alentours de cette zone, c'est ce que l'on appelle le spillover (Di Lorenzo et al., 2020).

Cependant, la mise en place d'une AMP nécessite de nombreuses étapes en amont de sa création. Comme la récolte de données ichthyologiques et sociologiques (ou encore la recherche de zones prioritaires à la protection.

Dans notre étude, la récolte de données sociologiques a déjà été réalisée sous forme de sondage grand public et d'entretiens avec les différents acteurs, par Marion Chapeau (2020). L'objectif était d'évaluer l'intérêt social et écologique de la création d'une AMP avec un statut de protection forte telle que la réserve marine. Et d'après cette étude, sur les 825 personnes sondées :

- 67,9% pensent que le milieu s'est dégradé ces 10 dernières années
- seulement 14,3 % pensent que tout est mis en œuvre pour le préserver,
- 91,9% pensent qu'une Réserve Marine est nécessaire sur la Côte Basque.

La création d'une AMP implique également une bonne connaissance de la biodiversité locale. Des études ont déjà été réalisées sur le benthos dans l'ensemble de la Nouvelle-Aquitaine, permettant une première connaissance des populations de poissons exploitées commercialement, des oiseaux et des cétacés de la région par l'ERMMA (Environnement et Ressources des Milieux Marins Aquitains). Mais les connaissances sont peu développées en ce qui concerne les populations de poissons côtiers, exploités commercialement ou non.

Il est donc impératif de développer un suivi de la biodiversité des poissons sur une surface réduite dans le cadre d'une stratégie de protection de la biodiversité marine côtière. Dans cette approche, cette étude sert à produire des connaissances en termes de peuplements de poissons sur la zone « des Briquets », à l'aide des sciences participatives. Et ainsi de déterminer l'intérêt de mettre en place une zone de protection forte dans la zone nord d'Hendaye appelé communément « les briquets ».

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Zone d'étude

Le projet de zone de protection forte se porte sur la partie sud de la côte basque, à Hendaye, dans une zone nommée « Les Briquets » (Figure 1). Située en face du domaine du château d'Abbadia. La zone proposée s'étendrait de la côte jusqu'à l'isobathe 30/35 mètres, pour une superficie de 6,39 km², soit 639 hectares.

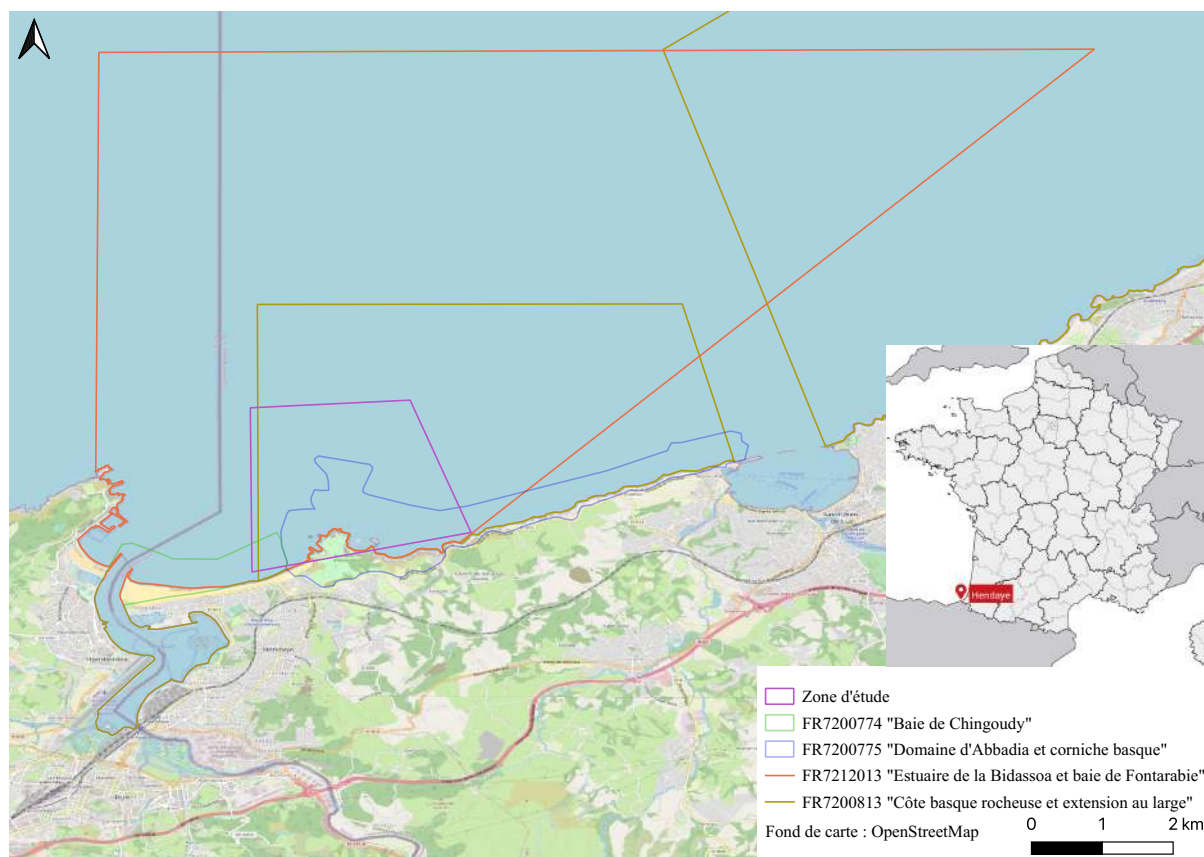


Figure 1 : Cartographie de la zone du projet de réserve marine sur la zone des "Briquets"

1.1. Natura 2000

Dans les environs de la zone d'étude, se trouve différentes zones de protection au titre de Natura 2000. L'estuaire de la Bidassoa et baie de Fontarabie (FR7212013) classées Zone de Protection Spéciale (ZPS) selon la directive oiseaux. Le domaine d'Abbadia et corniche basque (FR7200775), la Côte Basque rocheuse et extension au large (FR7200813) et la baie de Chingoudy (FR7200774) sont classés Zone Spéciale de Conservation (ZSC) selon la directive habitats, faune, flore.

Au sein de ces sites protégés on y dénombre des « habitats d'intérêt communautaire », comme : des estuaires, des récifs, des grottes marines submergées ou encore des bancs de sable. Mais également des « espèces d'intérêt communautaire » visés par la protection Natura 2000 publié dans le Document d'Objectifs de Le Moigno et Duvauchelle (2015), comme : le marsouin commun (*Phocoena phocoena*), le grand dauphin (*Tursiops truncatus*), le saumon Atlantique (*Salmo salar*), la grande alose (*Alosa alosa*), l'aloise feinte (*Alosa fallax*), la lamproie marine (*Petromyzon marinus*) ou bien une algue rouge (*Gelidium cornum*).

1.2. Activités sur la zone

En 2015, Le Moigno et Duvauchelle publiaient dans le DOCOB le rapport d'activités dans la zone. Il était apparu que dans les sites Natura 2000, 29 navires de pêche professionnelle étaient identifiés et qu'ils prélevaient 83% de leur tonnage dans ces sites classés. La pêche de loisir à pied ou en apnée est également pratiquée dans cette zone, ils estiment à environ 400 le nombre de pratiquants de chasse sous-marine sur la Côte Basque. La plongée sous-marine est aussi pratiquée sur le littoral basque, on dénombre 28 structures qui réalisent environ 14 000 sorties individuelles par an. D'autres activités nautiques comme la voile, le kayak, la planche à voile, le surf ou encore les engins tractés sont pratiquées dans la zone. La majorité des surfeurs pratiquent de manière non encadrée, et ils estiment à 29 000 le nombre de pratiquants. Actuellement, toutes activités telles que : la pêche, la plaisance, l'ancrage, la plongée sous-marine, sont autorisées dans la zone. Enfin il faut savoir que la population triple à la saison estivale.

2. Collecte des données biologiques

Pour l'étude, une évaluation de l'abondance et de la diversité des poissons ainsi qu'un relevé du substrat dans la zone « des Briquets » sont réalisés. Pour cela, des comptages visuels en scaphandre autonome ou en apnée sont réalisés. L'objectif étant de faire de cette étude une science participative, pour réaliser ces comptages, une soixantaine de plongeurs et apnéistes bénévoles ont été formés. Et le protocole a été adapté à la science participative.

2.1. Le transect

Les données de biodiversité et d'abondance ont été collectées dans une zone de 5,56 km² soit 556 hectares divisée en 139 carrés de 200m de côté soit 117 zones pour la plongée et 22 pour l'apnée. Comme dans de nombreuses études de suivi de populations de poissons dans les AMP (Francour, 2017), la méthode dite « des transects » est utilisée.

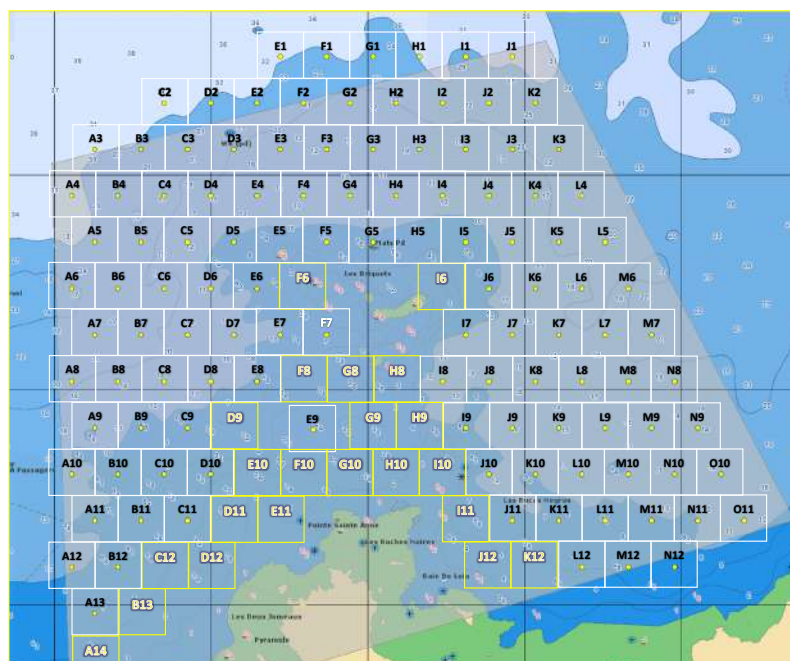


Figure 2 : Cartographies des zones de comptages sur la zone des Briquets

2.1.1. Procédé d'un transect

Pour réaliser ces comptages, la présence de deux plongeurs est nécessaire. Une fois immergé, un hexa décimètre est attaché à l'ancre, préalablement posé, de manière la plus juste possible sur l'amer GPS du centre de la zone. Ensuite, pour le transect allé, un des observateurs déroule l'hexa décimètre dans une direction prise au hasard. Les 10 premiers mètres servent à la stabilisation. Puis, à partir du dixième mètre les deux plongeurs notent les espèces rencontrées dans un couloir de deux mètres de large et d'environ 5 mètres de hauteur.

Par ailleurs, la technique a été adaptée au type d'observateur. Les plongeurs en scaphandre déroulent le transect sur le fond tout en comptant les poissons alors que pour les apnéistes, le transect est préalablement déroulé, puis les comptages se font directement depuis la surface.

Les espèces cibles ont été déterminées d'après les observations des dernières années par les plongeurs expérimentés de la Côte Basque. S'agissant de science participative certaines espèces ont été regroupées afin de faciliter l'identification au plus grand nombre. Pour cela *Pollachius spp.* comprend *Pollachius pollachius* et *Pollachius virens*. *Mugil cephalus*, *Chelon auratus*, *Chelon labrosus* et *Chelon ramada*, sont regroupées sous le nom de Mulets ou Mugilidae. Les espèces *Umbrina canariensis* et *Umbrina cirrosa* ont été regroupées sous le nom *Umbrina spp.* Et les différentes espèces de rascasses, *Scorpaena notata*, *Scorpaena porcus* et *Scorpaena scrofa* ont été regroupées sous *Scorpaena spp* (figure 3). Un encadré « autre espèce » permet aux observateurs d'indiquer s'ils observent des espèces supplémentaires à la liste établie comme le bar (*Dicentrarchus labrax*), le labre merle (*Labrus merula*) ou encore la raie pastenague (*Dasyatis pastinaca*) qui ont été aperçus lors de comptage. (Fiche comptage - Annexe n°1).

Nom commun	Nom Latin
Baliste commun	<i>Balistes caprisicus</i>
Bogue	<i>Boops boops</i>
Centrolabre	<i>Centrolabrus exoletus</i>
Chinchard à queue jaune	<i>Trachurus mediterraneus</i>
Congre	<i>Conger conger</i>
Crénilabre	<i>Symphodus spp.</i>
Cténolabre	<i>Ctenolabrus rupestris</i>
Girelle	<i>Coris julis</i>
Grande vive	<i>Trachinus draco</i>
Labre mêlé	<i>Labrus mixtus</i>
Lieu	<i>Pollachius spp.</i>
Mulet	<i>Muligidae</i>
Murène	<i>Muraena helena</i>
Oblade	<i>Oblada melanura</i>
Ombrine	<i>Umbrina spp.</i>
Pageot	<i>Pagellus bogaraveo</i>
Raie brunette	<i>Raja undulata</i>
Raie torpille	<i>Torpedo marmorata</i>
Rascasse	<i>Scorpaena spp.</i>
Rouget barbet	<i>Mullus surmuletus</i>
Sar à tête noire	<i>Diplodus vulgaris</i>
Sar commun	<i>Diplodus sargus</i>
Sar tambour	<i>Diplodus cervinus</i>
Saupe	<i>Sarpa salpa</i>
Serran chevrette	<i>Serranus cabrilla</i>
Sole	<i>Solea solea</i>
Tacaud	<i>Trisopterus luscus</i>
Vieille	<i>Labrus spp.</i>
Vive	<i>Echiichthys vipera</i>

Figure 3 : Liste d'espèces cibles

Sur le retour, un des observateurs rembobine l'hexa décimètre, quant au second il note le substrat. La technique du LIT (Line intercept transect) est utilisée ici, c'est-à-dire que seul le substrat présent directement sous la ligne du transect est noté. On distingue quatre catégories de substrats : algues, sable, roche, et galet ; où plusieurs associés : roche + algue par exemple (Fiche substrat – Annexe n°2). C'est la couverture du substrat qui est mesurée pour cela à chaque changement de substrat, la position en cm sur le transect est notée. Puis le substrat majoritaire est déterminé en fonction du pourcentage de couverture du substrat sableux par rapport au substrat rocheux.

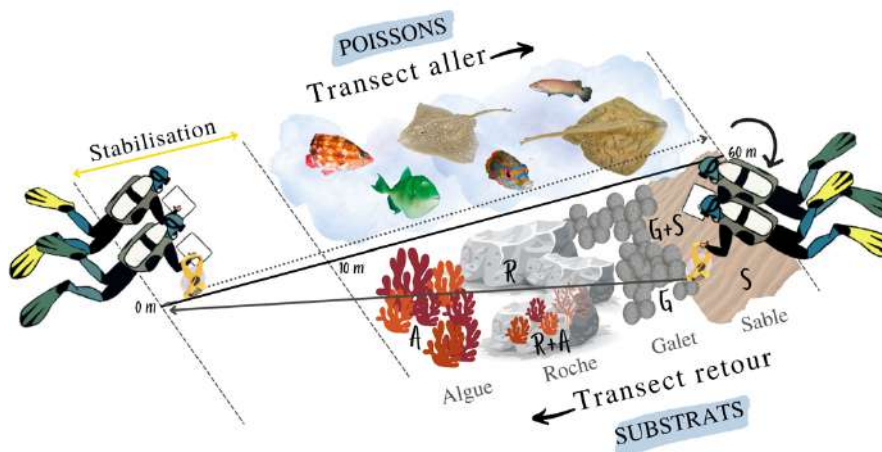


Figure 4 : Schéma du procédé d'un transect

2.1.2. Mise en forme des données

A la fin de la plongée, les deux compteurs comparent immédiatement leurs données et les homogénéisent pour renforcer la qualité des données. Une seule feuille de données est alors rentrée dans la data comptage.

La data comptage est un fichier Excel composé de plusieurs feuilles. Une dans laquelle sont référencées les informations générales de chaque plongée : date, zone, heure, visibilité, température de l'eau et de l'air, houle, coefficient de marée, heures des marées, plongeurs, profondeur initiale du transect, profondeur final, profondeur max et durée du transect (Informations transects - Annexe n°3).

Une seconde feuille de données contient les relevés de chaque transect (zone, substrat majoritaire, espèces, abondance, taille), (Data comptage - Annexe n°4). Et enfin une dernière feuille contient les données en termes de composition du substrat de chaque transect.

2.2. Analyses des données

Les analyses ont été réalisées d'après la data comptage qui contient actuellement 6985 OTUs pour 150 échantillons (comptages) sur 55 zones.

Afin d'étudier la biodiversité par zone, chaque transect porte le nom de la zone, suivi du numéro du transect sur la zone, du mois et de l'année de l'échantillonnage sous la forme : zone(nb transect)_moisannée (ex. A11(1)_mai20).

2.2.1. Analyses de la structure des communautés

2.2.1.1. Bray Curtis – dendrogramme

Le coefficient de Bray-Curtis prend en compte l'abondance des espèces et donc met en évidence les espèces manquantes. On utilise ainsi le coefficient de dissimilarité de Bray-Curtis afin de regrouper les zones entre elles en termes de diversité.

La réalisation d'un dendrogramme à partir de ce coefficient permet de représenter l'abondance des espèces pour chaque zone et les liens entre chacune de celles-ci. La méthode « ward » est ici utilisée, elle permet de mesurer l'inertie interclasse maximale.

Le dendrogramme a été réalisé sur R studio. Pour cela, un fichier Excel a été créé dans lequel est référencé en ligne le nombre d'individu pour chaque espèce et la zone en colonne (Abondance espèces - annexe n°5).

2.2.1.2. Analyse en Composantes Principales (ACP)

Cette analyse permet d'explorer la data comptage en étudiant les relations entre individus décrites par différentes variables quantitatives et leur corrélation. L'analyse en composante principale a été réalisée sur R studio.

Pour réaliser l'ACP, un nouveau fichier Excel a été réalisé dans lequel on trouve les zones en ligne et les différents paramètres abiotiques et d'échantillonnage en colonne (ACP - Annexe n°6).

2.2.2. Analyses de diversité spécifique

Les indices de diversité sont des indicateurs souvent utilisés en écologie aquatique (Barbault, 1993 ; Grall, 2006). L'intérêt de ces indices est de permettre des comparaisons globales de peuplements différents ou de l'état d'un même peuplement saisi à des moments différents, en faisant référence ou non à un cadre spatio-temporel concret.

Ces indices correspondent à une mesure de la composition en espèces d'un écosystème, en termes de nombre et de leur abondance relative (Barbault, 1993).

Les indices ont été calculés sur Excel à partir des données d'abondance moyenne par zone (Indice de diversité - Annexe n°7).

2.2.2.1. Indice de Shannon

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces. Ainsi, une communauté dominée par une seule espèce aura un coefficient moindre qu'une communauté dont toutes les espèces sont codominantes. La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à $\log S$ (lorsque toutes les espèces ont la même abondance).

$$H' = - \sum_i p_i * \log_2(p_i)$$

Où :

$$p_i = n_i / N$$

Avec :

- n_i : nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon
- N : nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon
- S : nombre total d'espèces

2.2.2.2. Indice d'équitabilité de Pielou

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équité répartition des individus dans les espèces).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Avec :

- H'_{max} : $\log(S)$
- H' : indice de Shannon

2.2.2.3. Indice de Simpson

L'indice de Simpson mesure la probabilité que deux individus échantillonnés au hasard dans une population donnée, appartiennent à la même espèce.

$$D = \sum p_i^2$$

2.2.2.4. Indice de Hill

L'indice de Hill permet de mesurer l'abondance proportionnelle d'un échantillon en associant les indices de Shannon et de Simpson. Plus l'indice s'approche de la valeur 1, et plus la diversité est faible.

$$N1 = \exp(H') \text{ et } N2 = \frac{1}{\sum p_i^2}$$
$$Hill = \frac{N2}{N1}$$

L'indice N2 est sensible à la présence des espèces les plus abondantes puisque chaque proportion est élevée au carré, tandis que N1 va permettre de mesurer le nombre effectif d'individus abondants mais surtout des espèces rares. De plus, l'indice N1 et la richesse spécifique (S) sont sensibles à l'effort d'échantillonnage, contrairement à l'indice N2 (Hill, 1973).

2.2.3. Analyse de la diversité de substrat

Afin d'étudier la composition du substrat de chaque zone, les données obtenues dans l'annexe n°8 sont moyennées par zone. Cela permet d'obtenir la composition en pourcentage du substrat de chaque zone.

2.2.4. Cartographie – SIG

2.2.4.1. Collecte de données géographiques

Lors du quadrillage de la zone les centres de chaque quadrat ont été relevés à l'aide du sondeur du bateau. Les données déjà existantes comme les polygones des différents sites Natura 2000 ont été ajoutées manuellement d'après une couche issue de l'INPN (Natura 2000).

2.2.4.2. Traitement informatique des données géographiques

Le traitement des données géographiques a été réalisé à l'aide d'un logiciel de SIG (Systèmes d'Information Géographique) tel que qGIS. Pour cela, les amers GPS obtenus à l'aide du sondeur du bateau étant au format degrés, minutes, dixième de minute (° . ') sont convertis au format WSG84 (Latitude, Longitude), afin d'être finalement convertis au format Lamber93 (X, Y) qui est géo référencé sur qGIS. Ainsi la zone d'étude a pu être transcrite sur qGIS.

Par la suite, une couche de texte délimité a été ajoutée à partir d'un fichier csv regroupant toutes les informations nécessaires à la création du SIG (Annexe n°9). Ce qui a permis de placer les centres de chaque zone sur le SIG. A partir de cette couche, trois couches tampon ont été créées afin de délimiter chaque zone. La première a été associée à l'indice de Hill, la seconde au substrat majoritaire et la dernière à l'abondance moyenne de chaque zone. De ce fait, la superposition des différentes couches permet d'obtenir davantage d'information sur les zones.

RÉSULTATS

1. Analyses de la structure de la communauté

1.1. Analyse de la diversité biologique

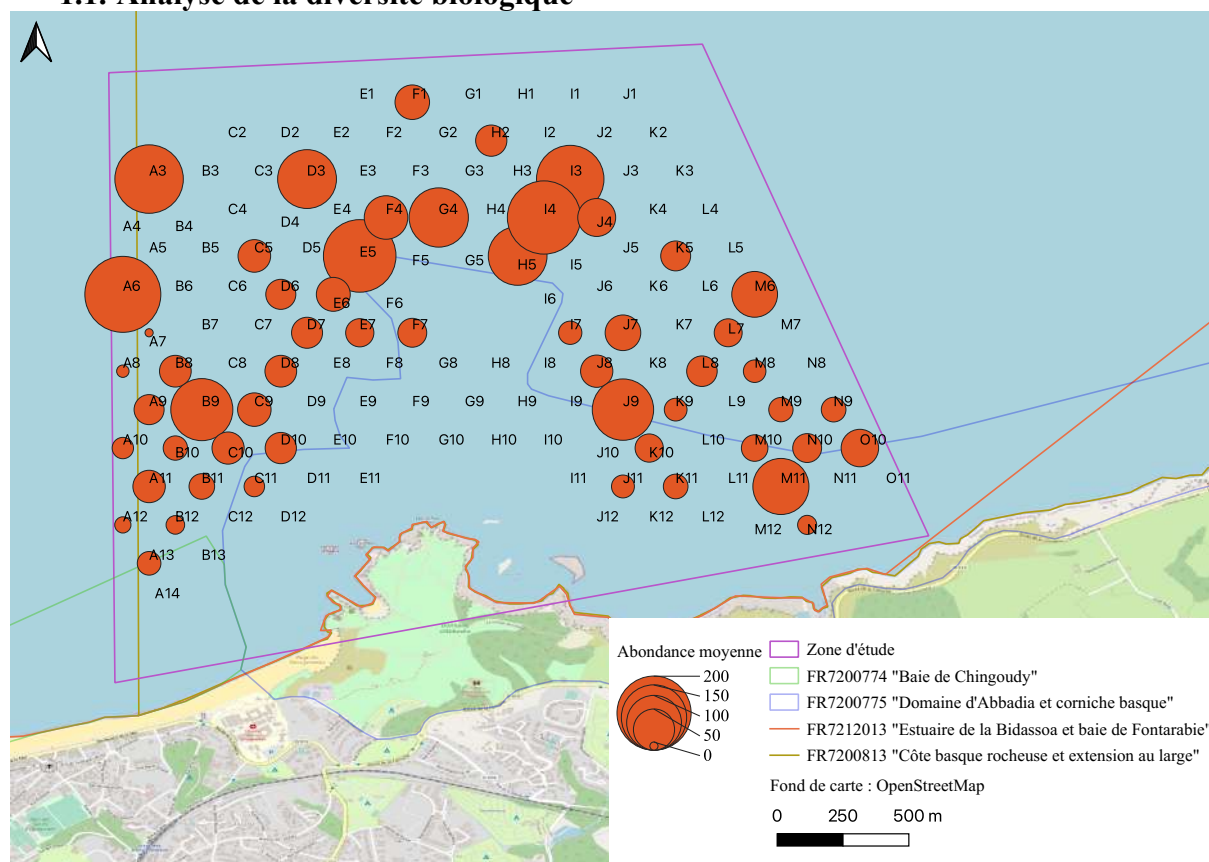


Figure 7 : Cartographie représentative de l'abondance moyenne des zones comptabilisées

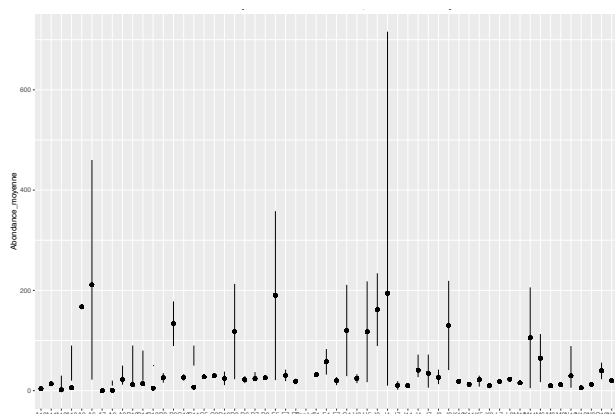


Figure 6 : Abondance moyenne avec erreur à la moyenne

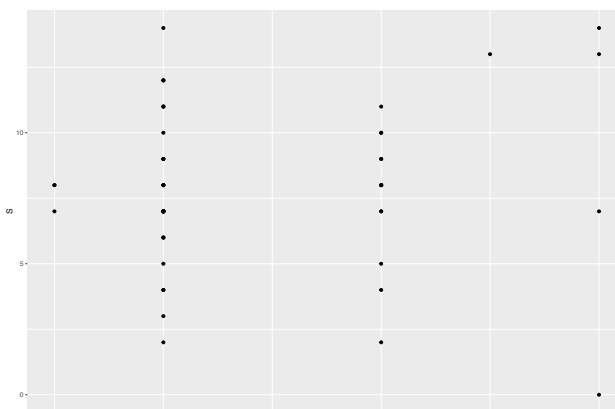


Figure 5 : Richesse spécifique en fonction du nombre de transect dans la zone

13 zones ont une abondance de plus de 50 individus en moyenne, et seulement 10 zones ont une population moyenne de moins de 10 individus (Figure 5). Une variation importante en termes d'abondance est distinguable entre les différents transects d'une même zone (figure 6). En revanche, d'après la figure 7, le nombre de répétitions de transect dans la zone n'influe pas sur la richesse spécifique moyenne de la zone. Puisque, la richesse spécifique moyenne d'une zone obtenue avec deux répétitions de transect peut être aussi élevée que lors de six répétitions.

Et inversement une zone où a lieu six répétitions de transect peut avoir une richesse spécifique plus faible que lorsqu'il y a deux répétitions de transect.

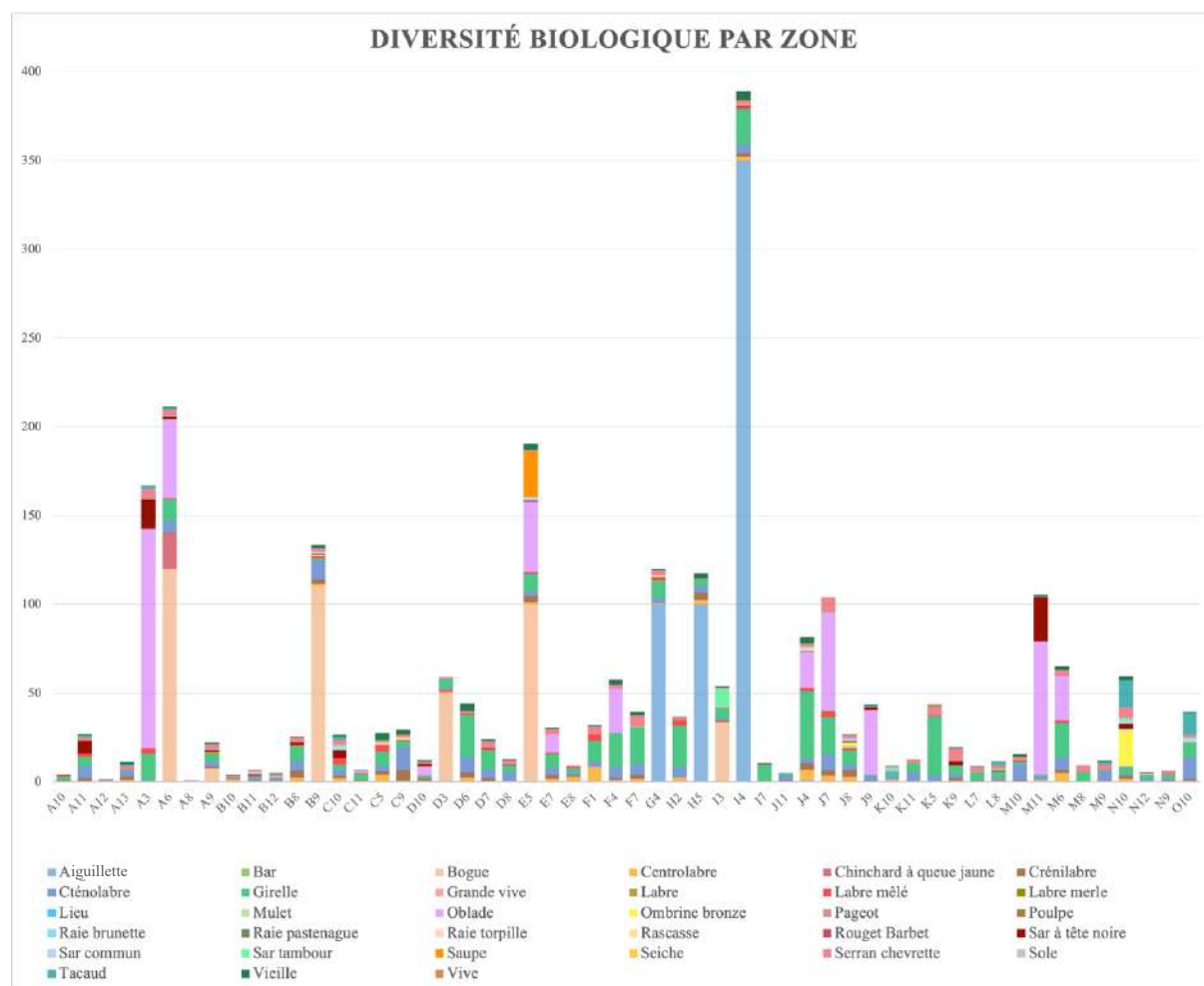


Figure 8 : Diagramme de la composition totale en espèce de chaque zone comptabilisée

La figure 5 met en avant la diversité biologique moyenne observée au sein des différentes zones. Sur les cinquante-cinq zones observées, neuf possèdent une population supérieure à 100 individus. L'abondance moyenne maximale observée étant de 381 individus. La présence de bancs de poissons comme des oblades, des bogues ou encore des juvéniles encore non-identifiés augmentent fortement l'abondance de ces neuf zones. En effet, en I4 un banc d'environ 700 aiguillettes a été aperçu, ou encore un banc de 600 bogues en A6.

Par ailleurs, une forte diversité est présente dans la majorité des zones, puisque 54,4% des zones (soit trente zones) possèdent une richesse spécifique supérieure ou égale à la moyenne qui est de 8 espèces. Et 36,6% de ces zones (onze zones) ont une richesse spécifique supérieure à 10 et le maximum observé est de 14 espèces.

Sur les vingt-cinq zones ayant une richesse spécifique inférieure à 8, seulement une zone n'a pas permis d'observer d'individus (A7) et seules sept zones ont une diversité spécifique inférieure à 5 soit 12,7% des zones observées.

Lors de ces 150 comptages, un total de 33 espèces a été observé.

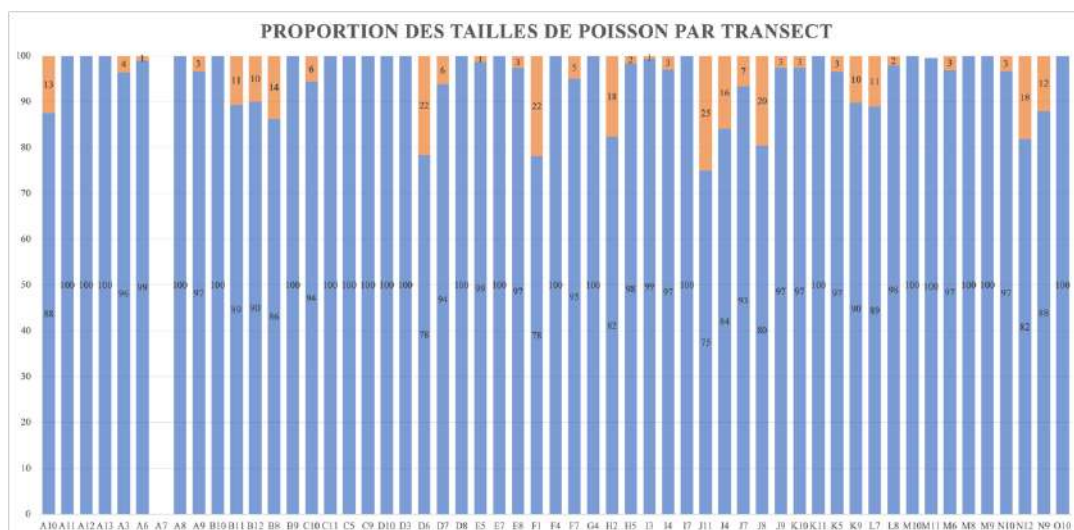


Figure 9 : Diagramme de la proportion des tailles de poisson par transect

Sur les 6985 individus observés lors des comptages seulement 281 ont été considérés comme grands. Ils ont été observés dans 32 zones, pour une moyenne de 4 individus par zone. La présence de grands individus représente au maximum 25 % de la population observée sur une zone, pour une moyenne de 9%.

1.2. Analyse de la répartition des espèces

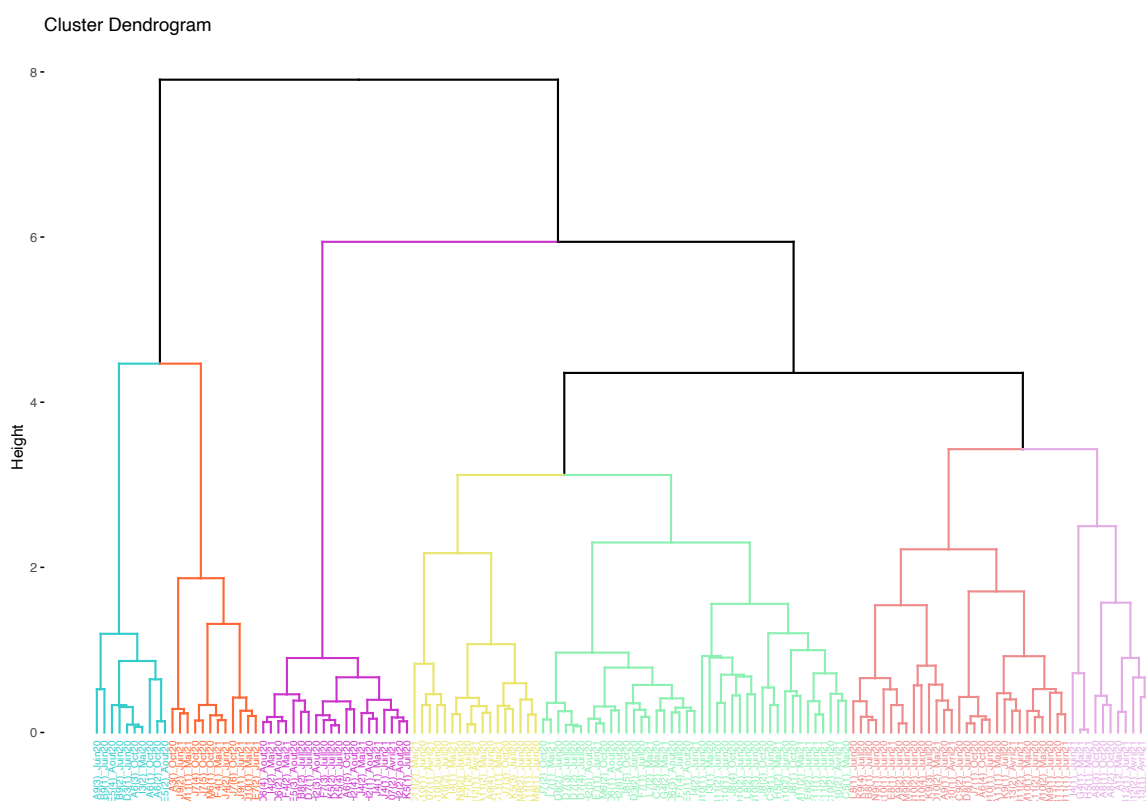


Figure 10 : Dendrogramme permettant de mettre en avant la similarité entre la totalité des transects

L'intérêt du dendrogramme est de mettre en évidence la présence de lien entre les compositions des populations de chaque transect. Les échantillons se regroupent en sept clusters. Au sein de ces clusters aucune saisonnalité ni annuelle, ni saisonnière n'est apparente, en revanche on peut observer un léger regroupement spatial (par zone).

1.3. Analyse de Composante Principale

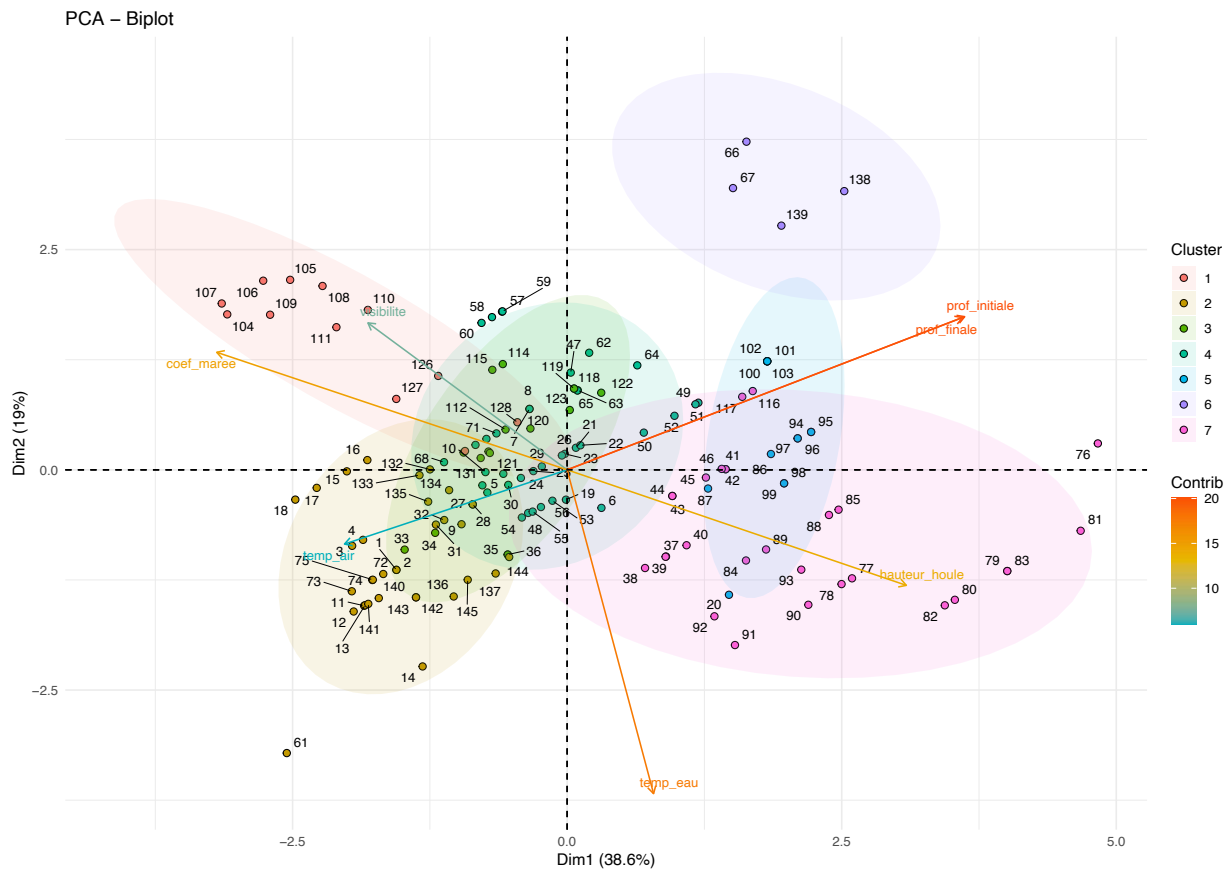


Figure 11 : ACP de l'influence des facteurs abiotiques sur les relevés

L'ACP permet d'obtenir des informations quant à la contribution de chaque variable dans la formation des axes présentés et leurs influences dans chaque cluster.

Les deux premiers axes de l'ACP expliquent le 57,9 % de la variance totale (38.6% et 19%, respectivement). Ainsi la quantité de variance est expliquée à 74,5% par les trois premières dimensions. Cela semble correct pour étudier cette ACP. Sur la base de variables dont on dispose l'axe 1 est clairement lié aux profondeurs initiales et finales du transect, suivis par le coefficient de marée. La variable la plus importante pour la formation de l'axe 2 est la température de l'eau (Annexe n°10).

Les nombres représentent chacun un transect formant sept clusters. Le cluster violet est essentiellement influencé par la profondeur (initiale et finale), de la même manière le cluster bleu est défini par les profondeurs mais aussi par la hauteur de houle. Alors que le cluster rose est régi par la hauteur de houle et légèrement par la température de l'eau.

Par sa position quasi centrale, le cluster vert est influencé par l'ensemble des variables abiotiques. En revanche le cluster jaune est défini essentiellement par la température de l'air. Et le cluster rouge par le coefficient de marée et la visibilité.

Notons que si aucune saisonnalité n'est distinguée par la figure 10, l'ACP (figure 11) montre bien un lien entre les transects réalisés dans les mêmes conditions environnementales. Le regroupement des transects en termes de zones est donc bien réel dans la figure 10. La variabilité des observations est donc influencée par les facteurs abiotiques.

2. Analyses de diversité spécifique

2.1. Indice d'équitabilité de Pielou

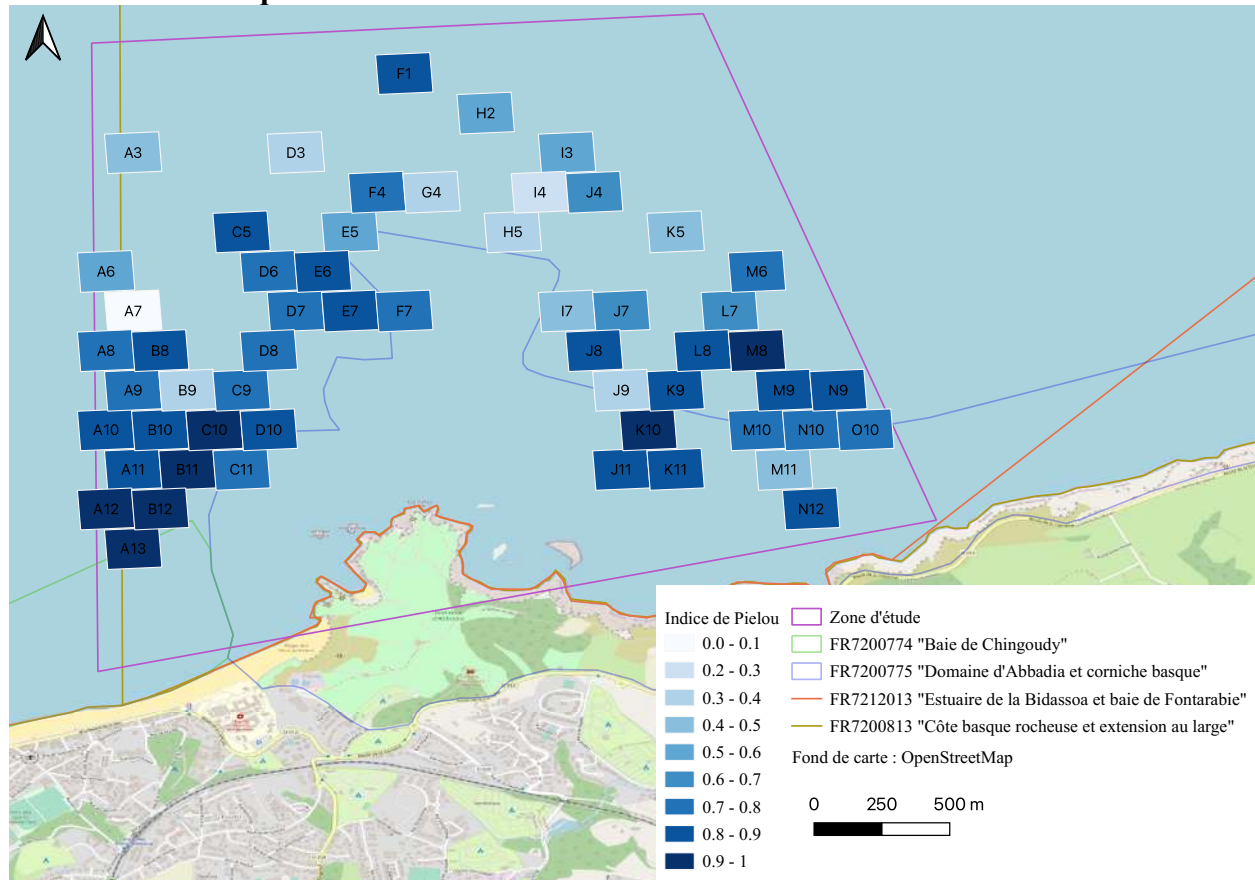


Figure 12 : Cartographie représentative de l'indice de Pielou (J') des zones comptabilisées

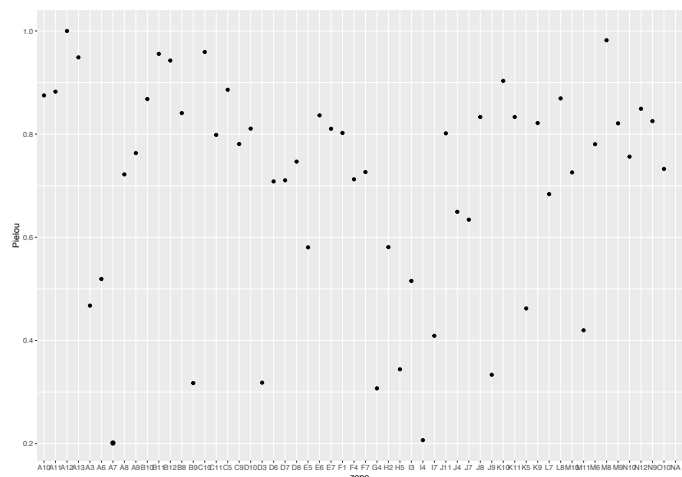
L'indice de Pielou est un indice d'équitabilité c'est-à-dire qu'il permet de mettre en avant la répartition des individus au sein des espèces. Il varie de zéro lorsqu'une espèce est prédominante à un lorsque la population est équitablement répartie entre les espèces.

80% des zones observées (quarante-quatre zones) possèdent un indice de Pielou supérieur à 0,5 dont sept zones supérieures à 0,9. Sur les onze zones restantes seule une possède un indice d'équitabilité égale à 0 et une compris entre 0,2 et 0,3. Les neuf autres zones ont un indice compris entre 0,3 et 0,5 (figure 12).

La majorité des zones ont une équitabilité de Pielou supérieur à 0,6. L'abondance des espèces est donc dans la majorité des cas relativement similaire (figure 13).

Cependant, dans un certain nombre de cas, cette équitabilité est assez faible. Cela signifie donc qu'une espèce domine largement la population, ce qui fait référence au banc de poissons figure 5.

Figure 13 : Indice de Pielou par zone (Rstudio)



2.2. Indice de Hill

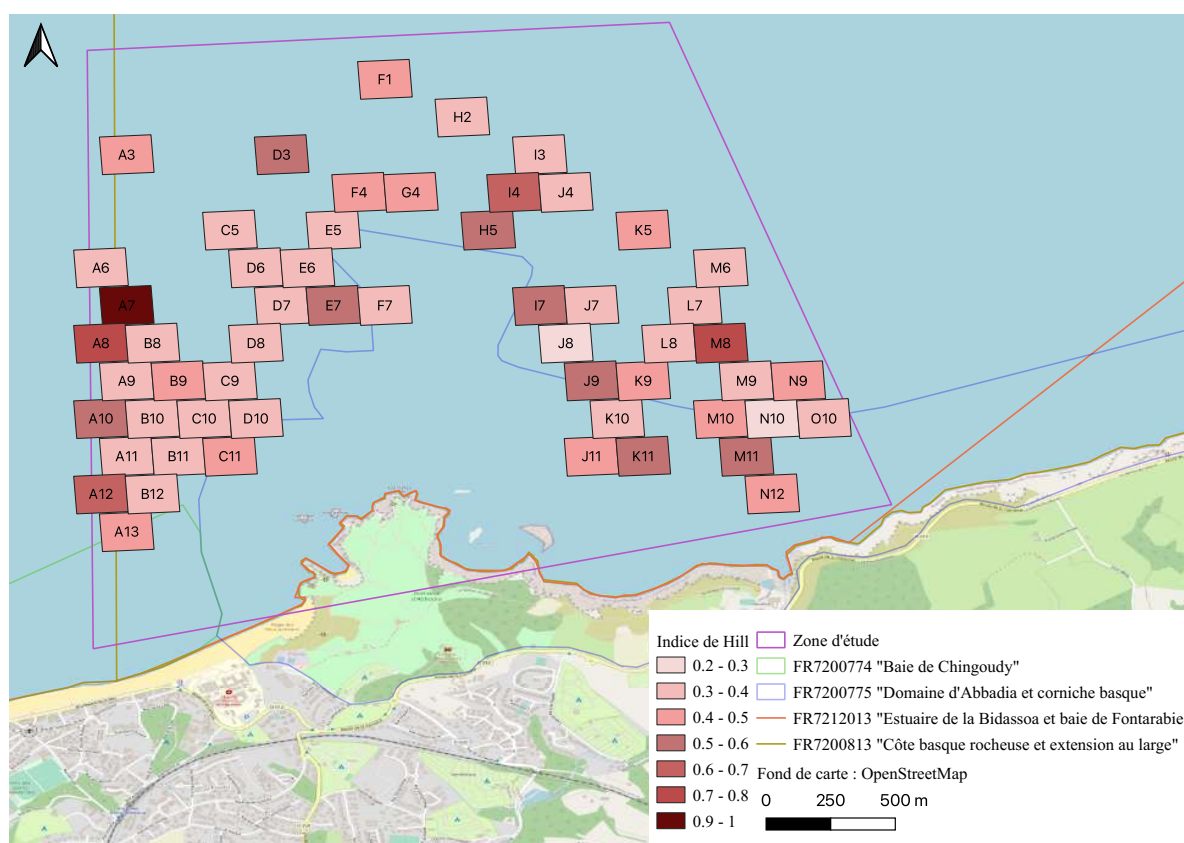


Figure 14 : Cartographie représentative de l'indice de Hill des zones comptabilisées.

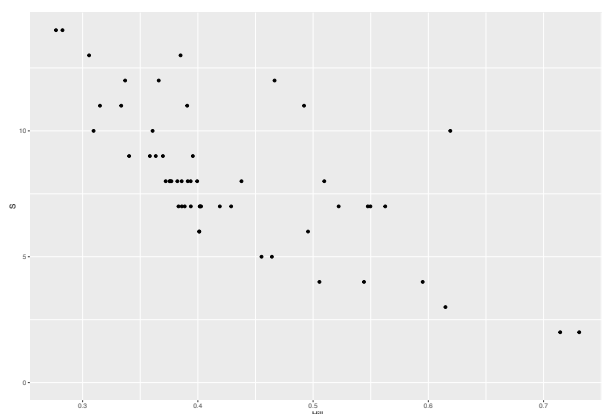


Figure 15 : Indice de Hill en fonction de la richesse spécifique

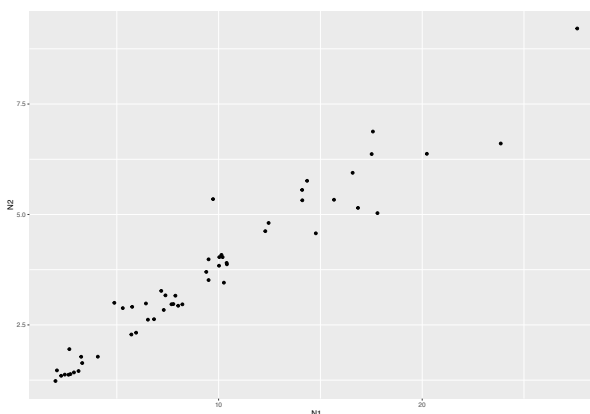


Figure 16 : Indice N1 en fonction de N2

L'abondance proportionnelle est mise en avant grâce à l'indice de Hill. Plus l'indice est proche de 1, plus la diversité est faible. 76,4% des zones (quarante-deux zones) a une diversité élevée puisque l'indice de Hill est inférieur à 0,5. Sur ces quarante-deux zones seulement deux ont un indice compris entre 0,2 et 0,3, contre 27 entre 0,3 et 0,4 et 13 entre 0,4 et 0,5. Sur les treize zones supérieur à 0,5, une seulement à un indice de Hill compris entre 0,9 et 1 (figure 14).

Plus la richesse spécifique est grande, plus l'indice de Hill est faible (figure 15). La corrélation entre l'indice N1 et la richesse spécifique (S) est faible ($R^2 = 0,4825$). Or N1 et S étant sensibles à l'effort d'échantillonnage, cela signifie que l'absence ou la présence d'espèces rares peut être influencée par la variation spatiale et/ou temporelle.

De plus $R^2 = 0,9321$ pour la figure 16, ainsi plus la population est abondante plus il y a des chances d'observer des espèces rares.

3. Analyse de la diversité du substrat

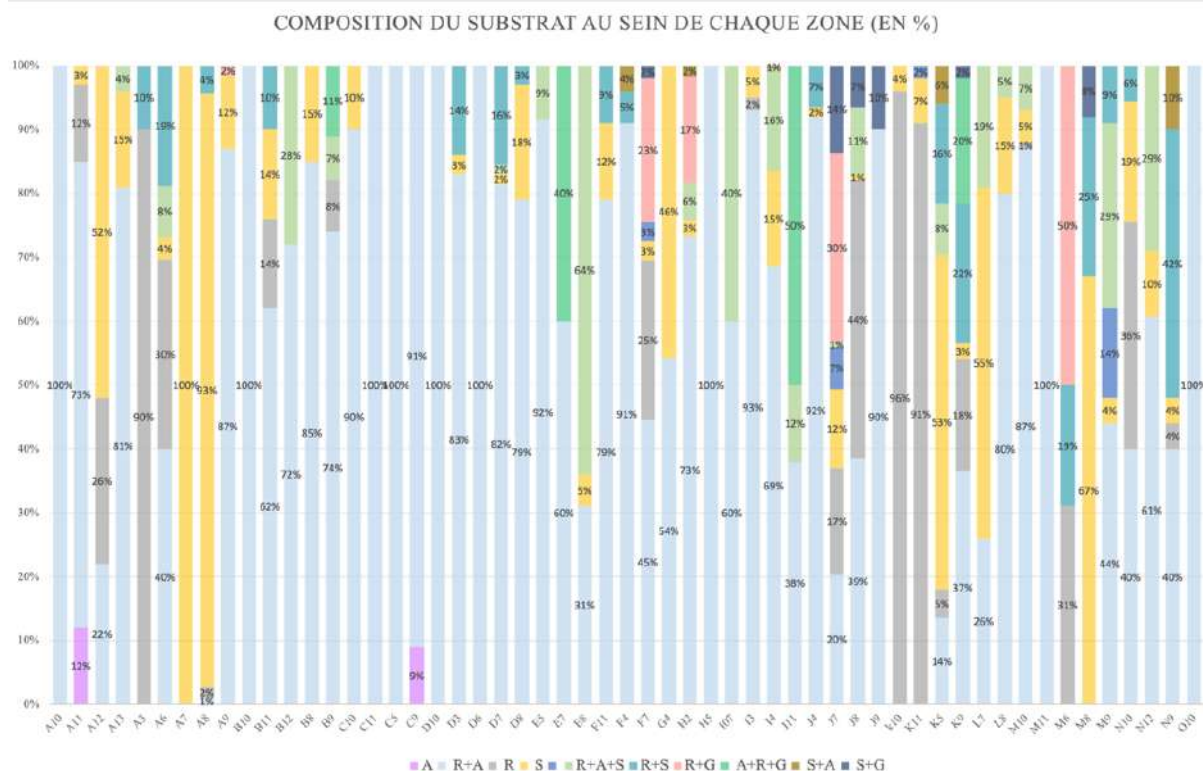


Figure 18 : Composition moyenne du substrat des zones déjà étudiées (en %)

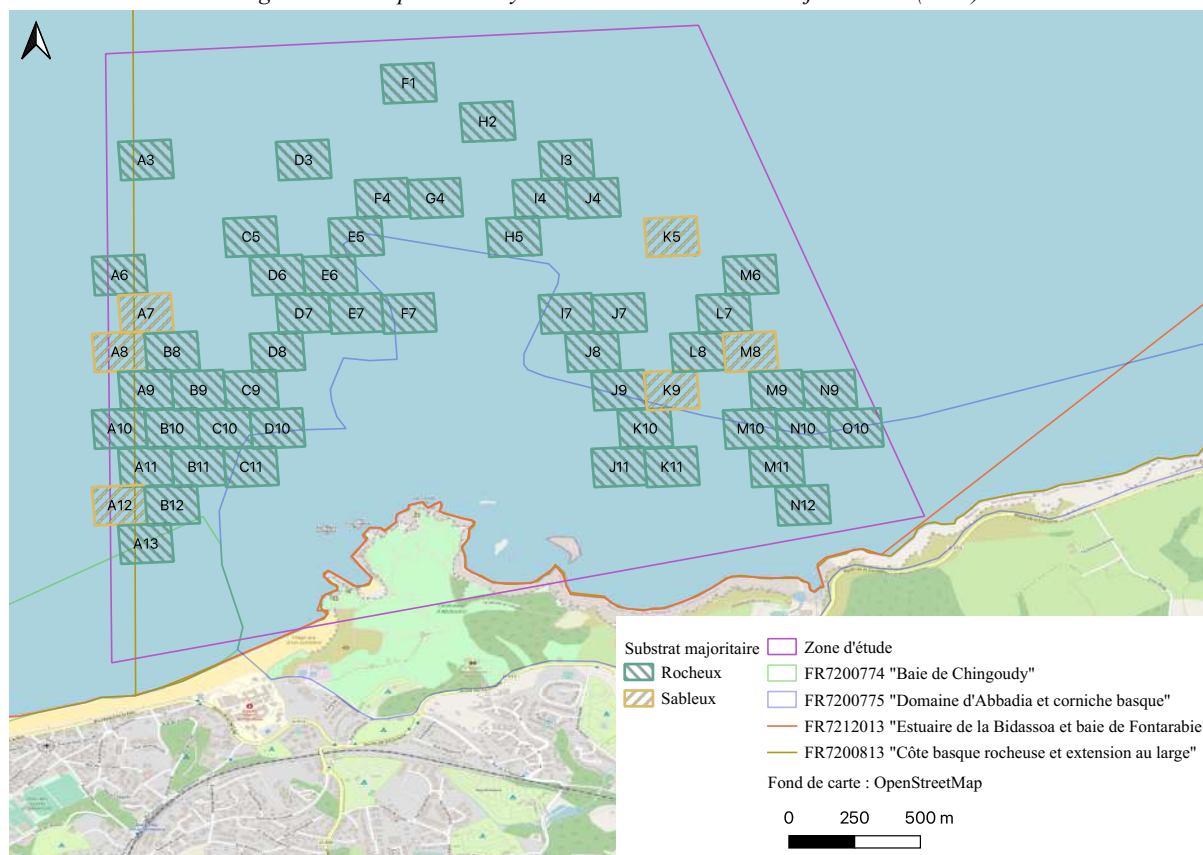


Figure 17 : Cartographie des substrats majoritaires des zones observées

Sur les cinquante-cinq zones comptabilisées, neuf sont composées à 100% d'un mélange de roches et d'algues, et vingt-six zones dont l'association de roches et d'algues est supérieur à 50%. Soit trente-cinq zones dont le substrat majoritaire est l'association de roches et d'algues. Une seule zone est composée à 100% de sable et le sable représente plus de 50% du substrat pour cinq zones. Le sable est donc le substrat majoritaire de six zones (figure 9).

La roche est le substrat majoritaire à plus de 90 % de trois zones et le restant des zones est composé d'association des différents substrats mais sont en majorité rocheuses.

Ainsi sur les 55 zones, 49 sont en majorité composées de substrat rocheux (tombants, strates, grottes, canyon...) (figures 17 et 18). De plus, grâce à la superposition des couches substrat et indice de Hill (Annexe 11), il est notable que les zones ayant un fort indice de Hill correspondent majoritairement (4 zones sur 6) aux zones dont le substrat majoritaire est sableux.

4. Surface minimale de la ZPF

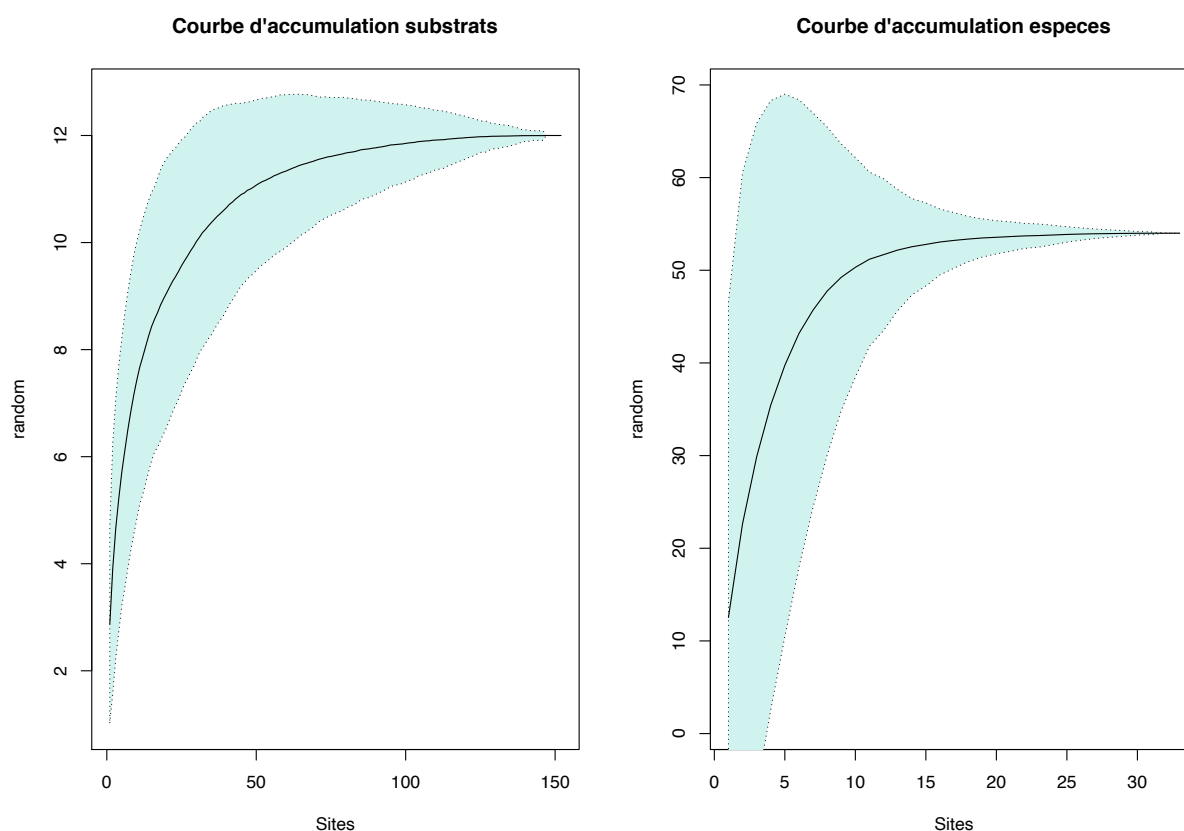


Figure 19 : Courbes d'accumulation en termes de substrats (gauche) et d'espèces (droite)

Les courbes d'accumulation permettent de déterminer la surface minimale nécessaire à la protection de la diversité locale (habitat et biodiversité).

En termes de substrat, il faudrait une surface de 130 zones soit 520 hectares ou 5,2 km² minima pour avoir la totalité des substrats dans la zone de protection forte. Pour ce qui en est de la biodiversité, un minimum d'environ 30 sites soit une surface de 120 hectares ou 1,2 km² de protection forte est nécessaire afin d'assurer une protection de la diversité locale.

Il est important de noter qu'il s'agit que d'un minimum puisque les espèces rares et les espèces migratrices peuvent ne pas avoir été aperçues lors des comptages.

DISCUSSION

1. Sources d'erreurs

Du fait que ce projet entre dans le cadre des sciences participatives, les données peuvent être plus ou moins précises du fait que tous les plongeurs n'ont pas le même niveau de plongée. Et par leur implication personnelle en termes de nombre de comptages, la reconnaissance des poissons en dépend.

Les conditions dans lesquelles se déroulent les comptages sont également des sources probables d'erreur. En effet, le froid, le courant, la visibilité ou encore la fatigue peuvent influencer l'observation.

La reconnaissance d'une espèce est faite par ses caractères morphologiques visuels comme ses formes, sa couleur, ou encore son pattern comme les taches, lignes, stries, associées à leur localisation. De plus, l'aspect de certains poissons évolue au cours de leur cycle de vie. Ce qui demande un certain entraînement pour les reconnaître.

L'estimation de la taille des individus est aussi une source d'erreur, puisque deux plongeurs ne vont pas identifier de la même manière un poisson entre les deux classes de tailles (petit_moyen ou grand).

S'ajoute à cela, des difficultés liées au comptage de poissons. L'identification de plusieurs poissons simultanément est assez complexe puisque l'œil humain ne peut pas dénombrer instantanément plus de 4 objets. Par ailleurs, un comptage précis d'un banc de poisson devient assez complexe et est généralement estimé par groupe de 10 individus.

De plus, certaines espèces vivent dans les anfractuosités de la roche le jour et sont actives seulement la nuit. De ce fait, elles ne sont parfois pas détectables par les observateurs. Il en est de même pour celles qui effectuent de brèves sorties de leurs habitats ou pour celles qui sont très mobiles ou qui logent dans certains biotopes de manière saisonnière.

Ainsi, la probabilité d'apercevoir certaines espèces est influencée par leurs comportements et leur mode de vie. C'est pourquoi, il est difficile d'évaluer une population de poissons dans sa totalité.

Enfin, le data comptage étant rempli à la main sur ordinateur : le codage, la saisie et la mise en forme des données demande une attention particulière car les résultats en dépendent. Et comporte ainsi une source d'erreurs supplémentaires.

Il est aussi important de souligner les limites des indices de diversité tels H' , $N1$, $N2$. Ces indices ne tiennent pas compte de la fréquence de taille des espèces étudiées. En effet, les poissons matures et juvéniles n'occupent pas le même niveau dans le réseau trophique. Ils permettent ainsi seulement de donner une idée quant à la composition des populations observées lors des comptages.

2. Intérêt d'une ZPF

La forte richesse spécifique au sein de la zone n'est pas forcément associée à un bon état écologique de la zone. En effet, comme il est apparu dans l'étude publiée par l'EPHE et le CNRS (2021), le nombre d'espèces n'informe pas sur l'état écologique du milieu.

Puisque selon les résultats de l'étude, un milieu peut accueillir de nombreuses espèces sans être protégé et que d'autres espèces sont dépendantes des mesures de protection pour persister. De plus, cette étude montre qu'une diversité de mesures de protection permettrait d'obtenir une forte biodiversité régionale.

Selon l'étude portée par Marion Chapeau l'an dernier, la plupart des sondés évoque une dégradation du milieu marin basque et une volonté de protéger ses richesses. Une nécessité de conservation voire de restauration de la biodiversité et des habitats est apparue.

La présence majoritaire d'individus de petite ou moyenne taille témoigne de l'état actuel des stocks des poissons. En effet, si très peu d'individus de grande taille sont identifiés lors des comptages cela signifie, soit qu'il s'agit d'une zone de nourricerie et donc que les adultes ne colonisent pas la zone, soit qu'aucun individu atteint une grande taille au cours de sa vie car prélevé avant.

La mise en place d'une ZPF permettrait donc l'augmentation de l'abondance, de la taille et de la biomasse des espèces pêchées (Lester et al., 2009). Et cette protection de la zone permettra également une augmentation de la biomasse dans les alentours de cette zone.

Enfin, l'observation d'espèce en danger sur la liste rouge de l'IUCN comme la raie brunette, la raie pastenague (données insuffisantes) ou encore la présence il y a encore quelques années d'ange des mers (en danger critique) dans la zone montre l'intérêt de placer la zone en protection forte.

Dans cette approche, cette présente étude permet d'obtenir un point zéro en termes de connaissances des populations de poissons côtiers et constitue une base de données ichtyologiques de la zone des « briquets ».

De plus, la réalisation des graphiques et plus particulièrement des cartographies constituent une base pour la continuité de l'étude et ainsi pour d'éventuels suivis à long terme.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude a permis de mettre en lumière la richesse de la zone tant au niveau biodiversité, qu'au niveau du substrat. La diversité de substrat est grande puisque la vulgarisation de « substrat rocheux » comprend les failles, les tombants, les strates, les canyons, les grottes, les voûtes etc. Sur ces roches, de nombreuses espèces d'algues parfois protégées comme le *Gelidium corneum* ou encore de nombreuses gorgones y sont présentes.

S'il s'agit d'un premier point de résultats biologiques de l'étude, les comptages en science participative doivent continuer afin de recenser l'entièreté de la zone et permettre un suivi à long terme.

La création d'une zone de protection forte permettra à court terme l'exportation de la biomasse vers la zone protégée, ou encore la protection des stocks critiques de reproducteurs. A moyen terme la ZPF permettra une protection complète de la biodiversité, ce qui entraînera la reconstitution des stocks de poissons. Cela pourrait également permettre aux espèces en danger voire en danger critique, tels que les raies brunettes ou les anges de mer, de se reproduire et de prospérer dans la zone.

Il y aura donc au cours du temps davantage de grands poissons dans la zone mais également dans les zones adjacentes. Ce qui soutiendrait les pêcheries locales puisqu'une nette augmentation des rendements par pêche serait visible.

Enfin, la mise en place d'une ZPF pour la biodiversité, permettrait par la même occasion la création d'emplois, et la mise en place d'une image écotouristique au Pays basque.

Si l'étude précédente, montre quelques réticences vis-à-vis de la création de la ZPF Il est important de savoir que la création d'une zone protégée est souvent conflictuelle entre la volonté de conservation et les acteurs socio-économiques. Cependant, la ZPF ne pourra être efficace et remplira ses objectifs de conservation que s'il y a un certain niveau de consensus de la population au moment de sa création.

BIBLIOGRAPHIE

- Augris C., Caill-Milly N., De Casamajor M.-N., 2009. « Atlas thématique de l'environnement marin du Pays basque et du sud des Landes. » *Edition Quae*, 127.
- Barbault R., 1993. « Ecologie des peuplements : structure, synamique et évolution. » *Journal of Evolutionary Biology* 6 (4): 611-12. <https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.1993.6040611.x>.
- Chapeau M., 2020. « De l'intérêt d'une Réserve marine au Pays Basque : une première approche socio-écologique ». Science Sorbonne Université.
- Claudet J., Loiseau C., Sostres M., et Zupan M., 2020. « Underprotected Marine Protected Areas in a Global Biodiversity Hotspot ». *One Earth* 2 (4): 380-84. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.03.008>.
- De Casamajor M.-N., 2005. *Baie de Biscaye : Richesse et diversité méconnue*. Alexandre Dewez édition.
- Di Lorenzo M., Guidetti P., Di Franco A., Calò A., et Claudet J., 2020. « Assessing spillover from Marine Protected Areas and its drivers: a meta-analytical approach ». *Fish and Fisheries* 21 (5): 906-15. <https://doi.org/10.1111/faf.12469>.
- Duvauchelle, C, et Le Moigno G., 2015. « Document d'Objectif Natura 2000 », 294.
- EEA report, 2015. « Marine Protected Areas in Europe's Seas — An Overview and Perspectives for the Future — European Environment Agency ». <https://www.eea.europa.eu/publications/marine-protected-areas-in-europes>.
- EPHE, CNRS, 2021. « Une mosaïque de zones protégées et non protégées pourrait maximiser la biodiversité régionale », 2.
- Francour P., 2017. « Evaluation des peuplements de poissons au sein de l'observatoire de la biodiversité du Parc national de Port-Cros : synthèse des données FAST », 44.
- Goetze J. S., Wilson S., Radford B., Fisher R., Langlois T.J., Monk J., Knott N. A., et al, 2021. « Increased Connectivity and Depth Improve the Effectiveness of Marine Reserves ». *Global Change Biology*, gcb.15635. <https://doi.org/10.1111/gcb.15635>.
- Grall, J, et Coïc N., 2006. « Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier », 91.
- Harmelin J.-G., Bachet F., et Garcia F., 1995. « Mediterranean Marine Reserves: Fish Indices as Tests of Protection Efficiency ». *Marine Ecology* 16 (3): 233-50. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.1995.tb00408.x>.
- Hill, M. O, 1973. « Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences ». *Ecology* 54 (2): 427-32. <https://doi.org/10.2307/1934352>.

- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES), 2019. « Nature's dangerous decline "Unprecedented" species extinction rates "accelerating" ». <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2019/05/nature-decline-unprecedented-report/>.
- Labrosse P., Kulbicki M., et Ferraris J., 2001. « Comptage visuel de poissons en plongée : conditions d'utilisation et de mise en oeuvre ».
- Lester S., Halpern B., Grorud-Colvert K., Lubchenco J., Ruttenberg B., Gaines S., Airame S., et Warner R., 2009. « Biological Effects Within No-Take Marine Reserves: A Global Synthesis ». *Marine Ecology-progress Series - MAR ECOL-PROGR SER* 384 (mai): 33-46. <https://doi.org/10.3354/meps08029>.
- Macron E., Elysée, 2019. « Protéger la biodiversité : une ambition française, européenne et mondiale ». <https://www.elysee.fr/emmanuel-macron/2019/05/06/protoger-labiodiversite-une-ambition-francaise-europeenne-et-mondiale>.
- Marshall, Dustin J, Gaines S., Warner R., Barneche D. R., et Bode M., 2019. « Underestimating the Benefits of Marine Protected Areas for the Replenishment of Fished Populations ». *Frontiers in Ecology and the Environment* 17 (7): 407-13. <https://doi.org/10.1002/fee.2075>.
- McCauley D. J. Pinsky M. L., Palumbi S. R., Estes J. A., Joyce F. H, et Warner R. R., 2015. « Marine Defaunation: Animal Loss in the Global Ocean ». *Science* 347 (6219). <https://doi.org/10.1126/science.1255641>.
- Ngor P. B., McCann K. S., Grenouillet G., So N., McMeans B. C., Fraser E., et Lek S., 2018. « Evidence of indiscriminate fishing effects in one of the world's largest inland fisheries ». *Scientific Reports* 8 (juin). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27340-1>.
- Saint Martin E., 2017. « Livret réserve naturel », 16.
- Tamdrari H., 2007. « Analyse de la diversité biologique des poissons demersaux du nord du golf du Saint-Laurent », 87.

ANNEXES

 Baliste P,M<35 : G>35 :	 Bogue P,M<25 : G>25 :	 Centrolabre P,M<15 : G>15 :	 Chinchard à queue jaune P,M<50 : G>50 :	 Crénilabre P,M<20 : G>20 :
 Congre P,M<150 : G>150 :	 Cténolabre P,M<15 : G>15 :	 Girelle F/M P,M<25 : G>25 :	 Labre mélé P,M<35 : G>35 :	 Lieu P,M<80 : G>80 :
 Mulet P,M<70 : G>70 :	 Murène P,M<130 : G>130 :	 Oblade P,M<20 : G>20 :	 Ombrine P,M<50 : G>50 :	 Pageot P,M<40 : G>40 :
 Raie brunette P,M<100 : G>100 :	 Raie torpille P,M<80 : G>80 :	 Rascasse P,M<30 : G>30 :	 Rouget barbet P,M<30 : G>30 :	 Sar à tête noire P,M<30 : G>30 :
 Sar commun P,M<30 : G>30 :	 Sar tambour P,M<45 : G>45 :	 Saupe P,M<35 : G>35 :	 Serran chevrette P,M<30 : G>30 :	Autres espèces : Nom : Taille : cm, Nbr Nom : Taille : cm, Nbr
 Sole P,M<40 : G>40 :	 Tacaud P,M<35 : G>35 :	 Vieille P,M<50 : G>50 :	 Vive P,M<35 : G>35 :	Date : / / Plongeur : Site/Zone : Club :

Annexe 1 : Fiche comptage poissons

Date : / /		Site/Zone :		Heure début : h		Heure fin : h		Plongeurs (noms et prénoms) :		Plongeur 1 (poissons)		Plongeur 2 (poissons + substrat)	
Club :		Vitesse du vent : Km/h		Visibilité (bonne, moyenne, mauvaise) :		T° de l'air : °C		T° de l'eau : °C					
Météo :		Hauteur de houle : m											
Marnage :		Matin		Après-midi		Pression :		Initiale		Finale			
		Coefficient	Basse Mer	Pleine Mer	Coefficient	Basse Mer	Pleine Mer	Plongeur 1	Plongeur 2	b	b	b	b
Profondeur initiale :		60 m -		m -		m -		m -		m -		m -	
Profondeur finale :		m -		m -		m -		m -		m -		m -	
Profondeur max :		m -		m -		m -		m -		m -		m -	
Temps au fond : min		m -		m -		m -		m -		m -		m -	
Caractérisation du substrat : LIT		m -		m -		m -		m -		m -		m -	
Algues : A Galets : G		m -		m -		m -		m -		m -		m -	
Sable : S Roche nue : R		m -		m -		m -		m -		m -		m -	
Roche avec Algues : R+A		m -		m -		m -		m -		m -		m -	
Indiquer chaque changement d'habitat et sa largeur sur le transect (en mètres) : exemple		m -		m -		m -		m -		m -		m -	
60 m - 55,5m		55,5 m - 48 m		m -		m -		m -		m -		m -	
S		A		m -		m -		m -		m -		m -	
Observation(s) :		m -		m -		m -		m -		m -		m -	
		m -		m -		m -		m -		m -		m -	
		m -		m -		m -		m -		m -		m -	
		m -		m -		m -		m -		m -		m -	
		m -		m -		m -		m -		m -		m -	
		m -		m -		m -		m -		m -		10 m	

Annexe 2 : Fiche substrat

numero	transect	annee	mois	jour	club/bateau	zone	heure debut	heure fin	plongeur 1	plongeur 2	hauteur houle	visibilite	temp air	temp eau	coef marée	haute mer matin	haute mer soir	basse mer matin	basse mer soir	prof initiale	prof finale	prof maximale	temps fond
109	2021	4	26		Hiruena	B10	10:30	10:45	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,5	moyenne	15	13	98	04:33	16:56	10:41	22:58	10	9	15	11
110	2021	4	26		Hiruena	B10	10:45	11:00	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,5	moyenne	15	13	98	04:33	16:56	10:41	22:58	10	15	17	13
111	2021	4	26		Hiruena	A13	15:30	15:45	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,5	moyenne	17	13	103	04:33	16:56	10:41	22:58	12	13	13	12
112	2021	4	26		Hiruena	A13	15:45	16:00	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,5	moyenne	17	13	103	04:33	16:56	10:41	22:58	11	10	13	10
113	2021	4	28		Hiruena	I07	10:30	10:45	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,6	moyenne	15	14	111	05:58	18:20	12:06	13	16	16	11	
114	2021	4	28		Hiruena	I07	10:45	11:00	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,6	moyenne	15	14	111	05:58	18:20	12:06	13	11	16	11	
115	2021	4	30		Hiruena	N12	10:30	10:45	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,9	moyenne	12	13	99	07:31	19:52	01:14	13:36	12	12	12	10
116	2021	4	30		Hiruena	N12	10:45	11:00	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,9	moyenne	12	13	99	07:31	19:52	01:14	13:36	12	9	12	11
117	2021	5	3		Hiruena	H5	10:30	10:45	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,6	bonne	12	14	53	19:37	23:03	04:01	16:32	11	14	15	12
118	2021	5	3		Hiruena	H5	10:45	11:00	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,6	bonne	12	14	53	19:37	23:03	04:01	16:32	11	10	12	10
119	2021	5	4		Hiruena	M11	10:30	10:45	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,6	moyenne	12	14	43		05:19	17:56	14	14	15	12	
120	2021	5	4		Hiruena	M11	10:45	11:00	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,6	moyenne	12	14	43		05:19	17:56	14	13	15	12	
121	2021	5	4		Hiruena	L7	15:30	15:45	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	1	Bonne	17	14	43		05:19	17:56	21	22	22	14	
122	2021	5	4		Hiruena	L7	15:45	16:00	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	1	Bonne	17	14	43		05:19	17:56	21	21	22	14	
123	2021	5	6		Planete ocean	C11	13:00	13:15	Amélie Leduc	Audrey Guerin	1	moyenne	17	14	46	01:41	14:30	07:57	20:18	16	16	17	17
124	2021	5	6		Planete ocean	C11	13:15	13:30	Amélie Leduc	Audrey Guerin	1	moyenne	17	14	46	01:41	14:30	07:57	20:18	16	16	16	15
127	2021	5	19		Hiruena	D10	15:00	15:15	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,8	moyenne	15	15	41	10:42	23:04	04:16	16:36	13	15	16	11
128	2021	5	19		Hiruena	D10	15:15	15:30	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,8	moyenne	15	15	41	10:42	23:04	04:16	16:36	13	11	13	13
129	2021	5	20		Hiruena	G4	10:15	10:30	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,8	moyenne	14	15	40		12:00	05:29	17:52	16	18	18	10
130	2021	5	20		Hiruena	G4	10:30	10:45	Eric Saint Martin	Amaia Daguerressar	0,8	moyenne	14	15	40		12:00	05:29	17:52	16	15	16	11
131	2021	5	20		Hiruena	F4	15:00	15:15	Constance Krywinsky	Amaia Daguerressar	0,6	moyenne	20	16	40		12:00	05:29	17:52	16	14	17	12
132	2021	5	20		Hiruena	F4	15:15	15:30	Constance Krywinsky	Amaia Daguerressar	0,6	moyenne	20	16	40		12:00	05:29	17:52	13	16	17	14
133	2021	5	27		Hiruena	J4	10:15	10:30	Mathis Jorge	Amaia Daguerressar	1,1	moyenne	12	15	103	05:42	18:02	11:46		12	15	16	15
134	2021	5	27		Hiruena	J4	10:30	10:15	Mathis Jorge	Amaia Daguerressar	1,1	moyenne	12	15	103	05:42	18:02	11:46		12	11	12	14
135	2021	5	27		Hiruena	I4	15:00	15:15	Mathis Jorge	Amaia Daguerressar	1,1	bonne	18	15	103	05:42	18:02	11:46		15	18	17	12
136	2021	5	27		Hiruena	I4	15:15	15:30	Mathis Jorge	Amaia Daguerressar	1,1	bonne	18	15	103	05:42	18:02	11:46		15	13	16	11
137	2021	6	8		Hiruena	E7	10:15	10:30	Amaia Daguerressar	Eric Saint Martin	1,1	moyenne	19	16	65	04:07	16:24	10:10	22:34	13	15	16	12
138	2021	6	8		Hiruena	E7	10:30	10:45	Amaia Daguerressar	Eric Saint Martin	1,1	moyenne	19	16	65	04:07	16:24	10:10	22:34	13	13	13	12
139	2021	6	8		Hiruena	E8	15:00	15:45	Amaia Daguerressar	Eric Saint Martin	0,9	moyenne	19	16	68	04:07	16:24	10:10	22:34	10	15	15	11
140	2021	6	8		Hiruena	E8	15:30	15:45	Amaia Daguerressar	Eric Saint Martin	0,9	moyenne	19	16	68	04:07	16:24	10:10	22:34	10	14	15	11
141	2021	6	9		Hiruena	B12	15:00	15:15	Amaia Daguerressar	Eric Saint Martin	0,9	moyenne	19	17	71	04:43	16:57	10:44	23:10	12	15	15	11
142	2021	6	9		Hiruena	B12	15:15	15:30	Amaia Daguerressar	Eric Saint Martin	0,9	moyenne	19	17	71	04:43	16:57	10:44	23:10	12	13	13	11
143	2021	6	10		Hiruena	J9	15:00	15:15	Amaia Daguerressar	Eric Saint Martin	0,9	moyenne	25	20	73	05:17	17:29	11:17	23:45	15	15	15	11
144	2021	6	10		Hiruena	J9	15:00	15:15	Amaia Daguerressar	Eric Saint Martin	0,9	moyenne	25	20	73	05:17	17:29	11:17	23:45	15	19	19	11
145	2021	6	11		Hiruena	F11	10:30	10:45	Amaia Daguerressar	Eric Saint Martin	0,9	moyenne	17	15	73	05:51	18:02	11:50		32	34	34	11
146	2021	6	11		Hiruena	F11	10:45	11:00	Amaia Daguerressar	Eric Saint Martin	0,9	moyenne	17	15	73	05:51	18:02	11:50		32	28	32	11

Annexe 3 : Fichier Excel informations transects

numero_transect	année	mois	jour	observateurs (noms et prenom)	zone	substrat majoritaire	Espèce	abondance	P_M	G
2	2020	5	21	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A12	Rocheux	Girelle	1	1	
2	2020	5	21	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A12	Rocheux	Cténolabre	1	1	
2	2020	5	21	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A12	Rocheux	Serran chevrette	1	1	
3	2020	5	22	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A11	Rocheux	Crénilabre	2	1	
3	2020	5	22	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A11	Rocheux	Girelle	1	1	
3	2020	5	22	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A11	Rocheux	Cténolabre	4	1	
3	2020	5	22	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A11	Rocheux	Serran chevrette	1	1	
3	2020	5	22	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A11	Rocheux	Sar à tête noire	7	1	
3	2020	5	22	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A11	Rocheux	Labre mêlé	1	1	
3	2020	5	22	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A11	Rocheux	Vieille	1	1	
3	2020	5	22	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A11	Rocheux	Tacaud	1	1	
4	2020	5	22	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A11	Rocheux	Girelle	4	1	
4	2020	5	22	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A11	Rocheux	Cténolabre	3	1	
4	2020	5	22	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A11	Rocheux	Serran chevrette	1	1	
4	2020	5	22	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	A11	Rocheux	Labre mêlé	1	1	
5	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Crénilabre	3	1	
5	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Crénilabre	1		1
5	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Centrolabre	1	1	
5	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Girelle	12	1	
5	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Girelle	1		1
5	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Cténolabre	3	1	
5	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Serran chevrette	1	1	
5	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Sar tambour	60	1	
5	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Sar commun	5	1	
5	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Tacaud	1	1	
5	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Labre mêlé	1	1	
6	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Crénilabre	2	1	
6	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Centrolabre	1	1	
6	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Bogue	200	1	
6	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Girelle	21	1	
6	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Cténolabre	4	1	
6	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Serran chevrette	2	1	
6	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Vieille	3	1	
6	2020	5	28	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	I3	Rocheux	Labre mêlé	1	1	
7	2020	5	29	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	C5	Rocheux	Crénilabre	1	1	
7	2020	5	29	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	C5	Rocheux	Centrolabre	6	1	
7	2020	5	29	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	C5	Rocheux	Labre mêlé	4	1	
7	2020	5	29	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	C5	Rocheux	Girelle	7	1	
7	2020	5	29	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	C5	Rocheux	Serran chevrette	1	1	
7	2020	5	29	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	C5	Rocheux	Vieille	4	1	
7	2020	5	29	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	C5	Rocheux	Tacaud	1	1	
8	2020	5	29	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	C5	Rocheux	Crénilabre	3	1	
8	2020	5	29	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	C5	Rocheux	Centrolabre	2	1	
8	2020	5	29	Eric Saint Martin et Marion Chapeau	C5	Rocheux	Labre mêlé	4	1	

Annexe 4 : Fichier Excel data comptage

Espèce	A10(1)_Juin20	A10(2)_Juin20	A11(1)_Mai20	A11(2)_Mai20	A12_Mai20	A13(1)_Avril21	A13(2)_Avril21	A3_Oct20	A6(1)_Oct20
Anguillette	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bogue	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Centrolabre	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Chinchard à queue jaune	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Crénilabre	2	0	2	0	0	0	2	0	0
Cténolabre	0	0	4	3	1	1	2	1	6
Girelle	2	2	1	4	1	0	1	15	5
Grande vive	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Labre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Labre mélé	0	1	1	1	0	0	0	3	0
Labre merle	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lieu	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mulet	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oblade	0	0	0	0	0	0	0	123	60
Ombrine bronze	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pageot	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poulpe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raie brunette	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raie pastenague	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raie torpille	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rascasse	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rouget Barbet	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Sar à tête noire	0	1	7	0	0	0	0	16	0
Sar commun	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sar tambour	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Saupe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Seiche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serran chevrette	0	0	1	1	1	0	2	6	3
Sole	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tacaud	0	0	1	0	0	0	1	2	0
Vieille	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Vive	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 5 : Fichier Excel abondance des espèces par transect

	hauteur	houle	visibilite	temp	air	temp	eau	coef	maree	prof	initiale	prof	finale	prof	max	temps	fond
A12(1)_Mai20	1		2	22		18		73		11		11		12		12	
A12(2)_Mai20	1		2	22		18		73		11		11		14		14	
A11(1)_Mai20	1		2	20		17		77		9		9		12		12	
A11(2)_Mai20	1		2	20		17		77		8		11		14		15	
I3(1)_Mai20	1,1		2	25		16		60		10		19		20		11	
I3(2)_Mai20	1,1		2	25		18		60		19		20		21		11	
C5(1)_Mai20	0,9		2	25		15		54		19		17		19		13	
C5(2)_Mai20	0,9		2	25		15		54		19		17		20		10	
M10(1)_Mai20	0,9		2	25		17		54		13		15		17		10	
M10(2)_Mai20	0,9		2	25		16		54		15		16		17		10	
A10(1)_Juin20	0,6		2	25		20		67		12		13		14		11	
A10(2)_Juin20	0,6		2	25		20		67		12		12		13		18	
C10(1)_Juin20	0,6		2	25		20		67		10		15		12		9	
C10(2)_Juin20	0,6		1	25		20		67		11		14		15		10	
k10(1)_Juin20	0,6		2	22		17		78		13		13		15		20	
k10(2)_Juin20	0,6		2	22		17		78		14		14		15		13	
K11(1)_Juin20	0,6		2	22		17		78		10		13		13		18	
K11(2)_Juin20	0,6		2	22		17		78		11		10		13		17	
D8(1)_Juin20	1,2		2	14		18		80		15,5		16		16		12	
D8(2)_Juin20	2,2		2	14		18		80		15		15		16		10	
O10(1)_Juin20	0,8		2	16		18		69		17,7		20,3		20,3		6	
O10(2)_Juin20	0,8		2	16		18		69		19,3		19,2		19,3		7	
N10(1)_Juin20	0,8		2	16		18		69		19		18		19,8		15	
N10(2)_Juin20	0,8		2	16		18		69		18,8		14		19,3		13	
N10(3)_Juin20	0,8		2	16		18		69		19		15		20		15	
N10(4)_Juin20	0,8		2	16		18		69		18,6		18,1		19,3		18	
A9(1)_Juin20	0,8		2	16		18		69		14		14		14		17	
A9(2)_Juin20	0,8		2	16		18		69		14		14		14		14	
A9(3)_Juin20	0,8		2	16		18		69		16,5		18,2		18,2		10	
A9(4)_Juin20	0,8		2	16		18		69		16,5		15		16,5		14	
B9(1)_Juin20	0,8		2	16		18		69		11,9		12,5		12,5		12	
B9(2)_Juin20	0,8		2	16		18		69		14,4		10,9		11,4		6	
C9(1)_Juin20	0,7		2	15		18		59		10		10		12		16	
C9(2)_Juin20	0,7		2	15		18		59		12		11		12		14	
B11(1)_Juin20	1		2	13		18		57		11		12		12		10	
B11(2)_Juin20	1		2	13		18		57		11		12		12		10	
N9(1)_Juin20	1		1	21		18		57		18		20		21		10	
N9(2)_Juin20	1		1	21		18		57		18		18		21		10	
M9(1)_Juin20	1		1	21		18		57		19		19		19		15	
M9(2)_Juin20	1		1	21		18		57		19		21		21		15	
D3(1)_Juin20	1		1	16		17		64		23		20		24		10	
D3(2)_Juin20	1		1	16		17		64		23		20		24		10	
L8(1)_Juin20	1		1	21		17		64		20		21		24		13	
L8(2)_Juin20	1		1	21		17		64		20		21		24		10	
M8(1)_Juin20	1		1	21		17		64		22,3		22		23,7		10	
M8(2)_Juin20	1		1	21		17		64		22,2		23,6		23,7		12	
B8(1)_Juill20	1,1		2	23		15		74		18		22		22		10	
B8(2)_Juill20	1,1		2	23		18		74		17		17		20		11	
K5(1)_Juill20	1,1		2	20		17		66		23,5		23,8		23,8		15	
K5(2)_Juill20	1,1		2	20		17		66		23,6		18,5		24		15	
K5(3)_Juill20	1,1		2	20		17		66		23		24		24		13	
K5(4)_Juill20	1,1		2	20		17		66		23		22		23		11	
D7(1)_Juill20	1,2		2	21		17		66		16		16		16		13	
D7(2)_Juill20	1,2		2	21		17		66		14		15		16		10	
D7(3)_Juill20	1,2		2	21		17		66		15,7		14,4		15,7		15	
D7(4)_Juill20	1,2		2	21		17		66		15,9		15		16,3		10	
K9(1)_Juill20	0,5		2	20		16		85		24		20		24		12	
K9(2)_Juill20	0,5		2	20		16		85		23		20		25		11	
K9(3)_Juill20	0,5		2	20		16		85		23		21		24		15	
K9(4)_Juill20	0,5		2	20		16		85		23		19		23		10	

Annexe 6 : Fichier Excel ACP

Zone	N	Nb transect	Abondance moyenne	S	H'	Margalef	Hill	H' max	J'	exp H'	1/D
A10	8	2	4,00	4,00	1,75	1,11	0,51	2,00	0,88	5,75	2,91
A11	27	1	27,00	8,00	2,65	0,00	0,38	3,00	0,88	14,11	5,32
A12	3	2	1,50	3,00	1,58	2,10	0,61	1,58	1,00	4,88	3,00
A13	11	1	11,00	7,00	2,66	0,00	0,40	2,81	0,95	14,35	5,76
A3	167	1	167,00	8,00	1,40	0,00	0,44	3,00	0,47	4,07	1,78
A6	1056	5	211,20	13,00	1,92	1,32	0,39	3,70	0,52	6,83	2,63
A8	5	4	1,25	2,00	0,72	4,29	0,71	1,00	0,72	2,06	1,47
A9	88	6	14,67	13,00	2,82	2,57	0,31	3,70	0,76	16,85	5,15
B10	24	4	6,00	9,00	2,75	2,17	0,34	3,17	0,87	15,67	5,33
B11	28	2	14,00	8,00	2,87	0,69	0,39	3,00	0,96	17,58	6,88
B12	10	2	5,00	7,00	2,65	1,00	0,39	2,81	0,94	14,10	5,56
B8	51	2	25,50	8,00	2,52	0,59	0,39	3,00	0,84	12,46	4,81
B9	267	2	133,50	12,00	1,14	0,41	0,47	3,58	0,32	3,12	1,46
C10	53	2	26,50	11,00	3,32	0,58	0,33	3,46	0,96	27,62	9,21
C11	14	2	7,00	6,00	2,06	0,87	0,40	2,58	0,80	7,88	3,16
C5	55	2	27,50	9,00	2,81	0,57	0,36	3,17	0,89	16,58	5,94
C9	59	4	14,75	8,00	2,34	1,69	0,37	3,00	0,78	10,41	3,87
D10	49	4	12,25	10,00	2,69	1,77	0,31	3,32	0,81	14,77	4,57
D3	236	2	118,00	7,00	0,89	0,42	0,56	2,81	0,32	2,44	1,37
D6	88	4	22,00	7,00	1,99	1,54	0,39	2,81	0,71	7,30	2,84
D7	96	4	24,00	9,00	2,25	1,51	0,37	3,17	0,71	9,51	3,51
D8	51	4	12,75	8,00	2,24	1,76	0,39	3,00	0,75	9,40	3,70
E5	762	2	381,00	12,00	2,08	0,35	0,37	3,58	0,58	8,01	2,93
E7	61	4	15,25	8,00	2,51	1,68	0,38	3,00	0,84	12,29	4,62
E8	37	2	18,50	7,00	2,27	0,64	0,55	2,81	0,81	9,73	5,35
F1	64	2	32,00	7,00	2,25	0,55	0,42	2,81	0,80	9,51	3,98
F4	115	2	57,50	7,00	2,00	0,49	0,43	2,81	0,71	7,39	3,17
F7	79	2	39,50	7,00	2,04	0,53	0,39	2,81	0,73	7,69	2,97
G4	240	4	60,00	11,00	1,06	1,26	0,49	3,46	0,31	2,89	1,42
H2	147	2	73,50	8,00	1,74	0,46	0,40	3,00	0,58	5,71	2,28
H5	235	6	39,17	7,00	0,97	2,11	0,52	2,81	0,34	2,63	1,37
I3	323	2	161,50	11,00	1,78	0,40	0,39	3,46	0,52	5,95	2,32
I4	778	2	389,00	10,00	0,69	0,35	0,62	3,32	0,21	1,99	1,23
I7	21	4	5,25	4,00	0,82	2,27	0,60	2,00	0,41	2,27	1,35
J11	20	2	10,00	5,00	1,86	0,77	0,46	2,32	0,80	6,43	2,99
J4	163	2	81,50	12,00	2,33	0,45	0,34	3,58	0,65	10,26	3,46
J7	208	4	52,00	10,00	2,11	1,29	0,36	3,32	0,63	8,22	2,97
J8	107	6	17,83	14,00	3,17	2,46	0,28	3,81	0,83	23,86	6,61
J9	260	4	65,00	8,00	1,00	1,24	0,51	3,00	0,33	2,72	1,39
K10	37	2	18,50	9,00	2,86	0,64	0,36	3,17	0,90	17,52	6,37
K11	25	2	12,50	4,00	1,67	0,72	0,54	2,00	0,83	5,29	2,88
K5	87	2	43,50	6,00	1,19	0,52	0,50	2,58	0,46	3,30	1,64
K9	39	4	9,75	7,00	2,31	1,89	0,40	2,81	0,82	10,04	4,03
L7	36	4	9,00	8,00	2,05	1,93	0,38	3,00	0,68	7,78	2,97
L8	46	2	23,00	11,00	3,01	0,60	0,32	3,46	0,87	20,23	6,37
M10	31	2	15,50	6,00	1,88	0,67	0,40	2,58	0,73	6,53	2,62
M11	211	2	105,50	7,00	1,18	0,43	0,55	2,81	0,42	3,25	1,78
M6	130	2	65,00	8,00	2,34	0,47	0,38	3,00	0,78	10,39	3,90
M8	19	2	9,50	2,00	0,98	0,78	0,73	1,00	0,98	2,67	1,95
M9	24	2	12,00	7,00	2,30	0,72	0,38	2,81	0,82	10,02	3,84
N10	119	2	59,50	14,00	2,88	0,48	0,28	3,81	0,76	17,80	5,03
N12	11	4	2,75	5,00	1,97	2,88	0,46	2,32	0,85	7,18	3,27
N9	25	2	12,50	7,00	2,32	0,72	0,40	2,81	0,83	10,14	4,08
O10	79	2	39,50	9,00	2,32	0,53	0,40	3,17	0,73	10,20	4,03

Annexe 7 : Indices de diversité par zone

Zone	A	R+A	R	S	G	R+A+S	R+S	R+G	A+R+G	S+A	S+G
A10		100%									
A11	12%	73%	12%	3%							
A12		22%	26%	52%							
A13		81%		15%		4%					
A3			90%				10%				
A6		40%	30%	4%		8%	19%				
A7				100%							
A8		1%	2%	93%			4%				
A9		87%		12%				2%			
B10		100%									
B11		62%	14%	14%			10%				
B12		72%				28%					
B8		85%		15%							
B9		74%	8%			7%			11%		
C10		90%		10%							
C11		100%									
C5		100%									
C9	9%	91%									
D10		100%									
D3		83%		3%			14%				
D6		100%									
D7		82%		2%		2%	16%				
D8		79%		18%			3%				
E5		92%				9%					
E7		60%									
E8		31%		5%		64%			40%		
F11		79%		12%			9%				
F4		91%					5%			4%	
F7		45%	25%	3%	3%			23%			2%
G4		54%		46%							
H2		73%		3%		6%		17%		2%	
H5		100%									
I07		60%				40%					
I3		93%	2%	5%							
I4		69%		15%		16%				1%	
J11		38%				12%			50%		
J4		92%		2%			7%				
J7		20%	17%	12%	7%	1%		30%			14%
J8		39%	44%	1%		11%					7%
J9		90%									10%
k10			96%	4%							
K11			91%	7%	2%						
K5		14%	5%	53%		8%	16%			6%	
K9		37%	18%	3%			22%		20%		2%
L7		26%		55%		19%					
L8		80%		15%		5%					

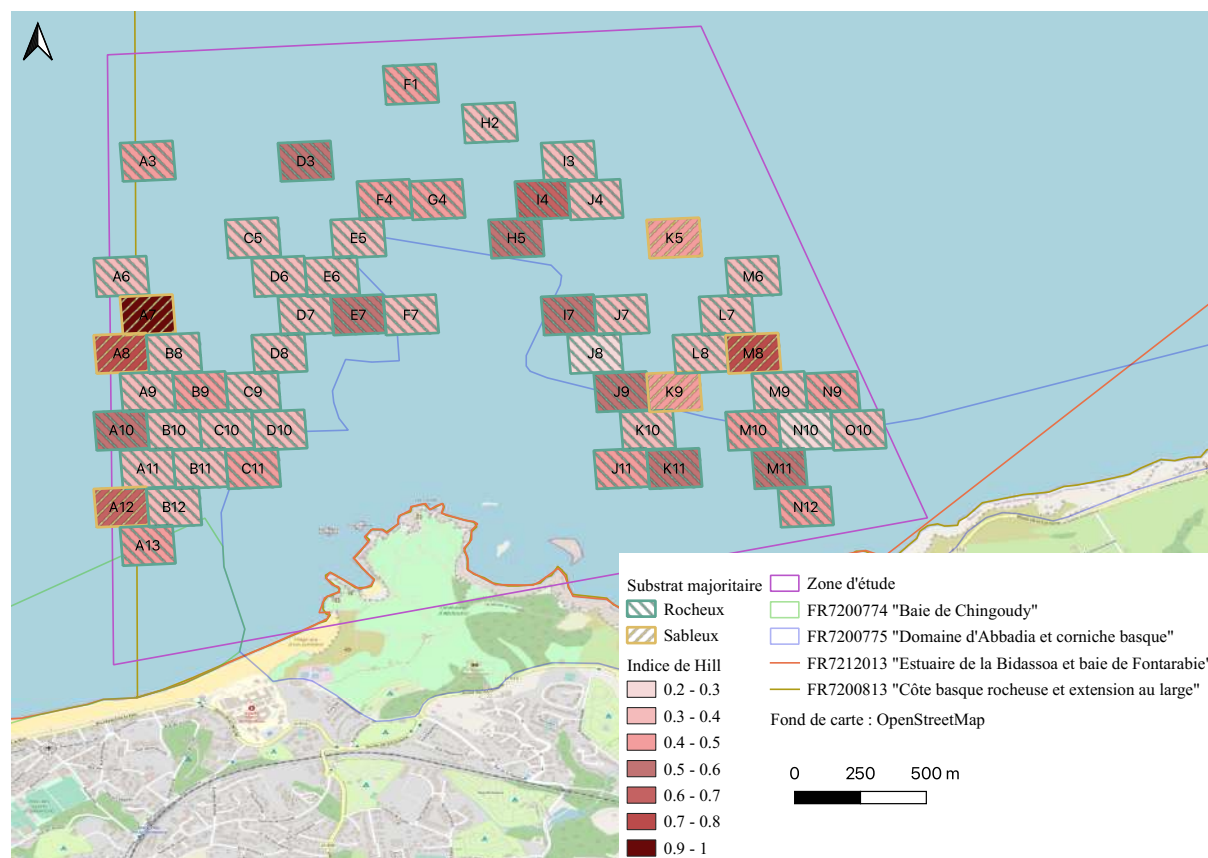
Annexe 8 : Fichier Excel composition du substrat par zone

zone	X	Y	N	Nb transect	Abdce moy	S	Hill	Pielou	N1	N2	Substrat
A10	313887,15	6266019,22	8	2	4	4	0,51	0,88	5,75	2,91	Rocheux
A11	313974,62	6265813,49	27	1	13,5	8	0,38	0,88	14,11	5,32	Rocheux
A12	313863,02	6265619,78	3	2	1,5	3	0,61	1,00	4,88	3,00	Sableux
A13	313950,49	6265414,05	11	1	5,5	7	0,40	0,95	14,35	5,76	Rocheux
A14	313960,00	6265213,03									
A3	314071,14	6267411,23	167	1	167	8	0,44	0,47	4,07	1,78	Rocheux
A4	313959,57	6267217,53									
A5	314047,01	6267011,80									
A6	313935,43	6266818,09	1056	5	211,2	13	0,39	0,52	6,83	2,63	Rocheux
A7	314022,88	6266612,36	0	6	0	0					Sableux
A8	313911,29	6266418,66	5	4	0,83	2	0,71	0,72	2,06	1,47	Sableux
A9	313998,75	6266212,93	88	6	22	13	0,31	0,76	16,85	5,15	Rocheux
B10	314086,22	6266007,19	24	4	12	9	0,34	0,87	15,67	5,33	Rocheux
B11	314174,50	6265801,42	28	2	14	8	0,39	0,96	17,58	6,88	Rocheux
B12	314062,09	6265607,76	10	2	5	7	0,39	0,94	14,10	5,56	Rocheux
B13	314150,11	6265401,99									
B3	314270,97	6267399,16									
B4	314158,59	6267205,50									
B5	314246,85	6266999,73									
B6	314134,47	6266806,07									
B7	314222,73	6266600,29									
B8	314110,34	6266406,63	51	2	25,5	8	0,39	0,84	12,46	4,81	Rocheux
B9	314198,62	6266200,85	267	2	133,5	12	0,47	0,32	3,12	1,46	Rocheux
C10	314286,09	6265995,13	53	2	26,5	11	0,33	0,96	27,62	9,21	Rocheux
C11	314373,57	6265789,40	14	2	7	6	0,40	0,80	7,88	3,16	Rocheux
C12	314261,97	6265595,69									
C2	314382,54	6267592,87									
C3	314469,99	6267387,15									
C4	314358,42	6267193,44									
C5	314445,88	6266987,71	55	2	27,5	9	0,36	0,89	16,58	5,94	Rocheux
C6	314334,31	6266794,00									
C7	314421,78	6266588,28									
C8	314310,20	6266394,56									
C9	314397,67	6266188,84	59	4	29,5	8	0,37	0,78	10,41	3,87	Rocheux
D10	314485,96	6265983,06	49	4	24,5	10	0,31	0,81	14,77	4,57	Rocheux
D11	314573,44	6265777,34									
D12	314461,59	6265583,64									
D2	314582,36	6267580,81									
D3	314669,82	6267375,09	236	2	118	7	0,56	0,32	2,44	1,37	Rocheux
D4	314558,26	6267181,38									
D5	314645,72	6266975,66									
D6	314534,16	6266781,94	88	4	22	7	0,39	0,71	7,30	2,84	Rocheux
D7	314621,63	6266576,22	96	4	24	9	0,37	0,71	9,51	3,51	Rocheux
D8	314510,06	6266382,50	51	4	25,5	8	0,39	0,75	9,40	3,70	Rocheux
D9	314597,54	6266176,78									
E1	314893,73	6267762,48									
E10	314685,29	6265971,04									
E11	314773,05	6265765,30									
E2	314781,37	6267568,81									
E3	314869,65	6267363,04									
E4	314757,28	6267169,37									
E5	314845,30	6266963,62	762	2	190,5	12	0,37	0,58	8,01	2,93	Rocheux
E6	314733,20	6266769,93	61	4	30,5	8	0,38	0,84	12,29	4,62	Rocheux
E7	314821,48	6266564,17	37	2	18,5	7	0,55	0,81	9,73	5,35	Rocheux
E8	314709,11	6266370,50									

Annexe 9 : Fichier Excel qGIS

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
hauteur_houle.	17.729109	6.484746	0.2608925	18.3641630	47.69060832
visibilite	6.117989	10.494971	18.7788796.	59.4323438	0.66254391
temp_air	7.640509	2.677215	48.8126571	6.0199969	0.25120102
temp_eau	1.150917	50.953285	13.0225456	0.1079956	0.03588553
coef_maree	18.922240	6.714152	0.1987598	9.0240588	51.30022712
prof_initiale	24.353698	11.401945	8.6871141	3.3212724	0.01676404
prof_finale	24.085538	11.273685	10.2391512	3.7301696	0.04277007

Annexe 10 : Tableau de contribution des variables aux axes de l'ACP



Annexe 11 : Cartographie associant indice de Hill et substrat majoritaire

Résumé et mots-clés

Intérêt d'une Zone de Protection Forte dans la zone « des briquets »

Résumé : Les écosystèmes marins du littoral basque sont riches d'habitats et de biodiversités. Mais depuis quelques décennies, comme dans tous les océans, l'abondance des vertébrés marins a diminué de 22 % en moyenne, et celle des poissons marins de 38 %. La partie nord du littoral d'Hendaye fait l'objet d'une proposition de réserve marine depuis quelques années. Les connaissances en ce qui concerne les populations de poissons côtiers étant peu développées, cette étude vise à apporter des connaissances en termes de peuplements de poissons sur la zone « des Briquets », à l'aide des sciences participatives. Et ainsi de déterminer l'intérêt de mettre en place une zone de protection forte dans la zone. Pour cela, une trentaine de plongeurs a réalisé des comptages visuels de poissons dans cette zone. Les résultats ont montré que la richesse spécifique de la zone est élevée, l'abondance de certaines espèces est très élevée par la présence de bancs et que les populations sont assez diversifiées puisque plus de trente espèces ont été aperçues. La présence d'espèces en danger d'extinction telle que la raie brunette sur les lieux de comptage montre l'importance de protéger cette zone. Dans cette approche, cette présente étude a permis l'obtention d'un premier point de résultats en termes de données ichthyologiques qui constituent une base pour des suivis à long terme.

Mots-clés : Zone de Protection Forte, Aire Marine Protégée, comptage visuel sous-marin, sciences participatives.

Interests of a highly protected zone in “The Briquets”

Abstract : The marine ecosystem of the basque coastline is full of habitats and biodiversity. However, in the last decade, in every ocean, the abundance of vertebrate animals has decreased by 22% and the abundance of fishes has decreased by 38%. For some years now, the north part of the Hendaye coastline is the subject of the following proposition : a marine reserve. As the knowledge about fishes' population on coastlines is not developed enough, the study's goal is to develop it on the “zone des Briquets” thanks to participatory sciences which will show us the interest of a highly protected marine reserve in that zone. For the aim of the study, about 30 divers have made visual counts of fishes in that zone. The results have shown how rich the zone is. Moreover, it has shown that the population of certain fish species is really high, indeed there is a lot of shoaling fish. Lastly it has shown us a huge diversity with more than 30 species of fishes. The presence of endangered species such as the undulate ray in the zone shows the importance of protecting this area. In this approach, this study has enabled the achievement of big results in terms of ichthyological data which constitute a basis for long-term monitoring.

Keywords : highly protected zone, marine protected area, submarine visual counts, participatory sciences.