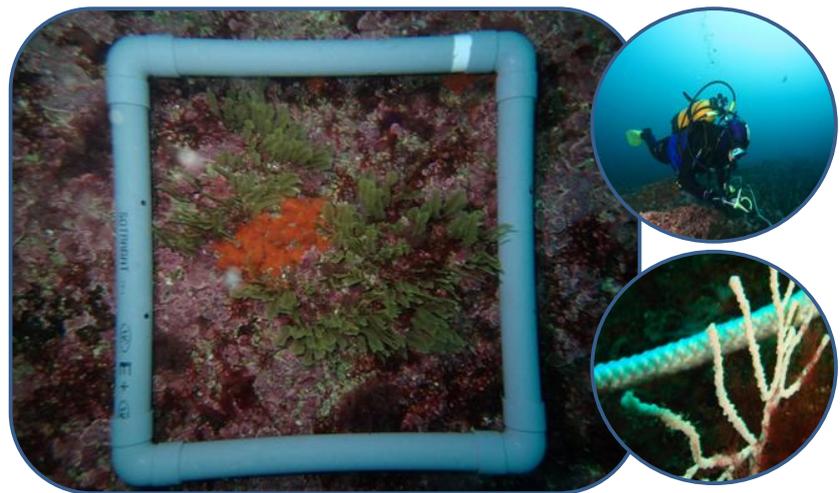


Application d'un protocole de suivi habitat « récifs » au large de la côte basque

Application méthodologique Index-Cor



Contrat n° 16/5210591

Application d'un protocole de suivi habitat « récifs » au large de la côte basque

Application de la méthodologie Index-Cor

Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/>		date de publication : 03/2017 nombre de pages : 26 bibliographie : oui illustration(s) : oui langue du rapport : français
Validé par : Adresse électronique :		
Titre de l'article Application d'un protocole de suivi habitat « Récifs » au large de la côte basque		
Contrat n°16/5210591 Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>		
Auteur(s) principal(aux) : MN de Casamajor M. Lissardy	Organisme / Direction / Service, laboratoire ODE/LITTORAL/LER/AR	
Encadrement(s) :		
Cadre de la recherche : contrat de prestation		
Destinataire : Institut des Milieux Aquatiques		
Résumé <p>Ce travail a pour objectif de tester un protocole d'échantillonnage pour définir un indice de l'état de conservation pour l'habitat récif en milieu rocheux circalittoral pour caractériser les peuplements benthiques à partir de prospections sur 4 sites localisés dans la zone natura 2000 « côte basque rocheuse et extension au large ». En raison de la complexité de cet habitat et des lacunes en termes de connaissance, une analyse du protocole et de ses modalités d'application est nécessaire. En parallèle, des propositions d'optimisations sont nécessaires pour la pertinence des informations fournies et pour appréhender un éventuel état de conservation.</p>		
Abstract <p>The purpose of this report is to test a sampling protocol to define a conservation status index for reef habitat in circalittoral environments to characterize benthic populations from surveys at 4 sites located in the Natura 2000 area "côte Basque rocky and extension offshore". Due to the complexity of this habitat and the gaps in knowledge, an analysis of the protocol and its modalities is necessary. In parallel, optimization proposals are necessary for the relevance of the information provided and for apprehending a possible conservation status.</p>		
Mots-clés : golfe de Gascogne, Circalittoral, Indice, État de conservation, Aires marines protégées		
Words keys : Bay of Biscay, Circalittoral, Conservation index, Marine Protected Area		

sommaire

Sommaire

1. Introduction	6
2. Matériels et Méthodes	9
2.1. Localisation et choix des stations	9
2.2. Calendrier des interventions	9
2.3. Travail en plongée.....	10
2.3.1. Comptages sur transect.....	11
2.3.2. Acquisition des images	11
2.4. Traitement des données	12
2.5. Images.....	12
2.6. Observations	12
2.7. Indice Index-cor.....	12
2.7.1. Sensibilité taxonomique(ESEI)	12
2.7.2. Richesse Taxonomique Observable (RTO).....	13
2.7.3. Indice de Complexité Structurale (ICS)	13
3. Résultats.....	14
3.1. Description générale des sites.....	14
3.1.1. Bathymétrie.....	14
3.1.2. Géomorphologie	15
3.2. Traitement des images.....	15
3.3. Application d'Index-Cor	17
3.3.1. Indice Espèces Sensibles et Espèces Indifférentes (ESEI)	17
3.3.2. Richesse Taxonomique Observable (RTO).....	18
3.3.3. Indice de Complexité Structurale (ICS)	19
4. Discussion.....	20
4.1. Diversité taxonomique.....	20
4.2. Profondeur et couverture algale.....	21
4.3. Saisonnalité.....	22
4.4. Traitement des images.....	23
5. Conclusion	24
6. Bibliographie	25

Contexte

Le projet Indic-Récif constitue une campagne d'opportunité dont l'objectif premier est de tester la faisabilité d'application d'un protocole d'échantillonnage mis au point en Méditerranée sur l'habitat coralligène¹ sur un site localisé sur la côte basque à l'extrémité sud du golfe de Gascogne. Cette région se situe dans un contexte biogéographique méridional et hydroclimatique particulier par rapport à l'ensemble du golfe de Gascogne. Ces conditions se traduisent par une originalité aussi bien concernant les habitats que les peuplements associés et de ce fait, une difficulté à appliquer des protocoles pré existants dans d'autres secteurs géographiques. Cela a été le cas pour d'autres indicateurs comme, les macroalgues subtidales et intertidales dans le cadre de la DCE (ArGall et *al.*, 2016 ; Derrien-Courtrel et Le Gall, 2014). En effet, la majorité des habitats considérés comme prioritaires en Bretagne ou en Méditerranée comme les récifs de maërl, le coralligène ou encore les champs de laminaires ne sont pas présents sur la côte basque. La principale pression anthropique identifiée sur la côte basque est la pression « rejet d'effluents urbains ». La concentration de la population sur le littoral et le contexte géographique de proximité avec les Pyrénées et de forts apports d'eau douce en situation d'orage contribuent au débordement régulier des stations d'épuration. Une seconde pression anthropique pouvant impacter la zone côtière est le rejet de dragage (clapage) lié à l'activité portuaire de l'embouchure de l'Adour et la nécessité de conserver une bathymétrie suffisante pour le trafic maritime.

L'Institut des Milieux Aquatiques effectue des relevés selon un protocole basé sur la méthode des « transects bande » sur 4 sites d'habitat « récifs » de la côte basque au printemps et à l'automne de chaque année depuis 2008. L'objectif énoncé de ce travail est de - *mettre en place un suivi pérenne de ces récifs et de leurs espèces caractéristiques en considérant des gradients de profondeur, de distance à la côte, de géomorphologie et de saisonnalité* -. Or, dans le contexte actuel de mise en œuvre des directives européennes dans le domaine de la préservation des écosystèmes marins, ce protocole n'est pas en capacité de fournir les indicateurs nécessaires pour évaluer le Bon État Écologique des eaux côtières et définir un état de conservation des habitats. La définition d'indicateurs fiables et pertinents, tels que décrits dans les directives européennes nécessite donc de faire évoluer ce travail.

Le travail présenté dans ce rapport, a pour objectif de contribuer à définir un indice pour ce type d'habitat pour caractériser les peuplements benthiques sessiles des récifs dans une démarche de définition de l'état de conservation de l'habitat selon les trois modalités : Bon, Moyen et Mauvais. Il contribue ainsi à répondre au descripteur « Intégrité des fonds marins » de la DCSMM (2008/56/EC). Une analyse du protocole, des modalités d'applications et des évolutions nécessaires pour la pertinence des informations collectées est nécessaire pour appréhender un éventuel état de conservation et approfondir nos connaissances sur le fonctionnement de ces habitats.

¹ Définition retenue du Coralligène « communautés à dominance animale ou à dominante algale calcifiées, associées à des substrats durs circalittoraux et formant des concrétionnements » (Sartoretto, 2012)

1. Introduction

L'habitat « Récif » (code Corinne 1170) est considéré comme un habitat marin d'intérêt communautaire. Il se décline en 14 sous-types (annexe 1) principalement en fonction de facteurs environnementaux résultants de gradients topographiques, hydrodynamiques et bathymétriques (Bensettiti *et al.*, 2004). Parmi les 14 sous-type, 5 sont présents sur le littoral de la côte basque dont 4 se trouvent en zone intertidale et 1 seul en subtidal « 1170-5 - La roche infralittorale en mode exposé (façade atlantique) ». Les récifs constituent des zones de colonisation pour les communautés benthiques constituées d'algues et d'une faune associée diversifiée, propre à la biogéographie du site. Le contexte biogéographique particulier de la côte basque est bien connu depuis le début du XXème siècle et plus particulièrement le caractère méridional des espèces qui composent la biodiversité des espèces benthiques (de Casamajor et Lalanne, 2016).

La Directive Européenne 92/43/CEE relative à la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et la flore sauvages, plus connue sous le nom de « Directive Habitats Faune Flore », invite les États membres à prendre des mesures pour réduire les impacts des activités sur le milieu afin de parvenir au bon état écologique des zones marines. Ces objectifs sont fixés pour 2020 à travers la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) du 17 juin 2008 (2008/56/CE). Pour cela un état des lieux est nécessaire à la fois sur les habitats présents et leurs superficies et sur les espèces d'intérêt communautaire.

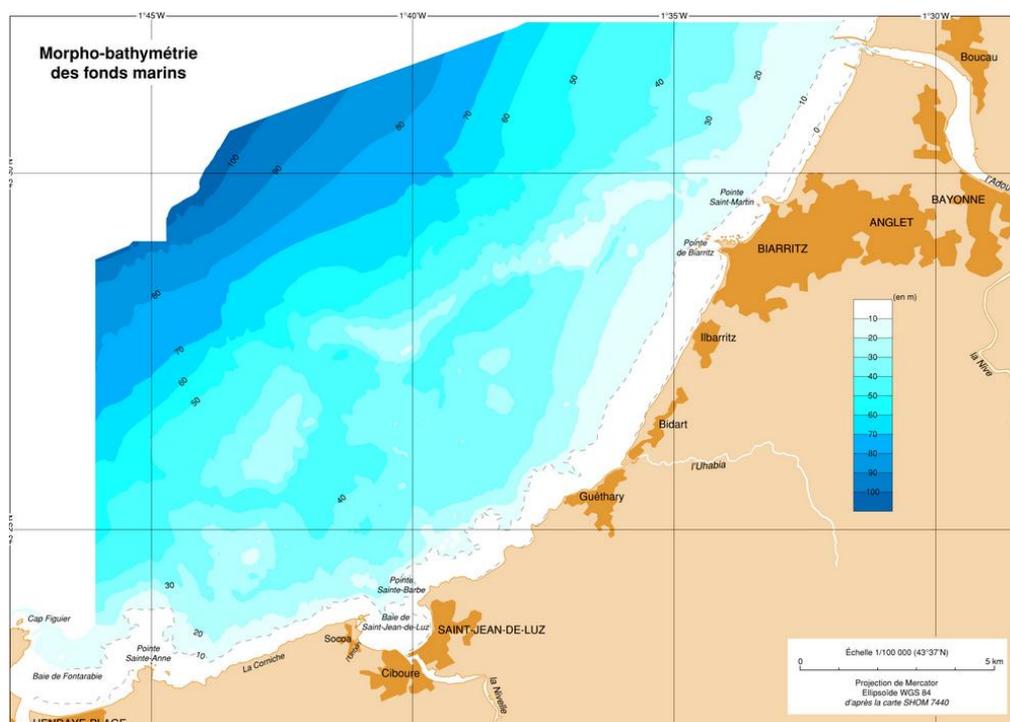


Figure 1. Bathymétrie de la côte basque rocheuse et des plateaux rocheux du large.
(Source : Augris *et al.*, 2009)

Le domaine marin du pays basque est marqué par une plateforme récifale constituée de deux entités côtières. Une frange rocheuse dans le domaine infra et circalittoral et la

présence de récifs circalittoraux au large formant un arc de cercle entre Biarritz et Hendaye (fig 2), d'environ 3 km de large et bordés de falaises d'une hauteur pouvant atteindre 22 m. Ces récifs sont séparés du littoral par la présence d'une zone d'accumulation de sédiments de granulométrie variable (Augris *et al.*, 2009). Ces zones de récifs occupent une superficie de 40 % de la surface connue, et constitue un intérêt biogéographique pour la faune de France (de Casamajor et Lalanne, 2016). La quasi-totalité de cet espace géographique (excepté au droit de la baie de Saint-Jean-de-Luz) est classée en zone Natura 2000 - FR7200813 « Côte Basque rocheuse et extension au large ».

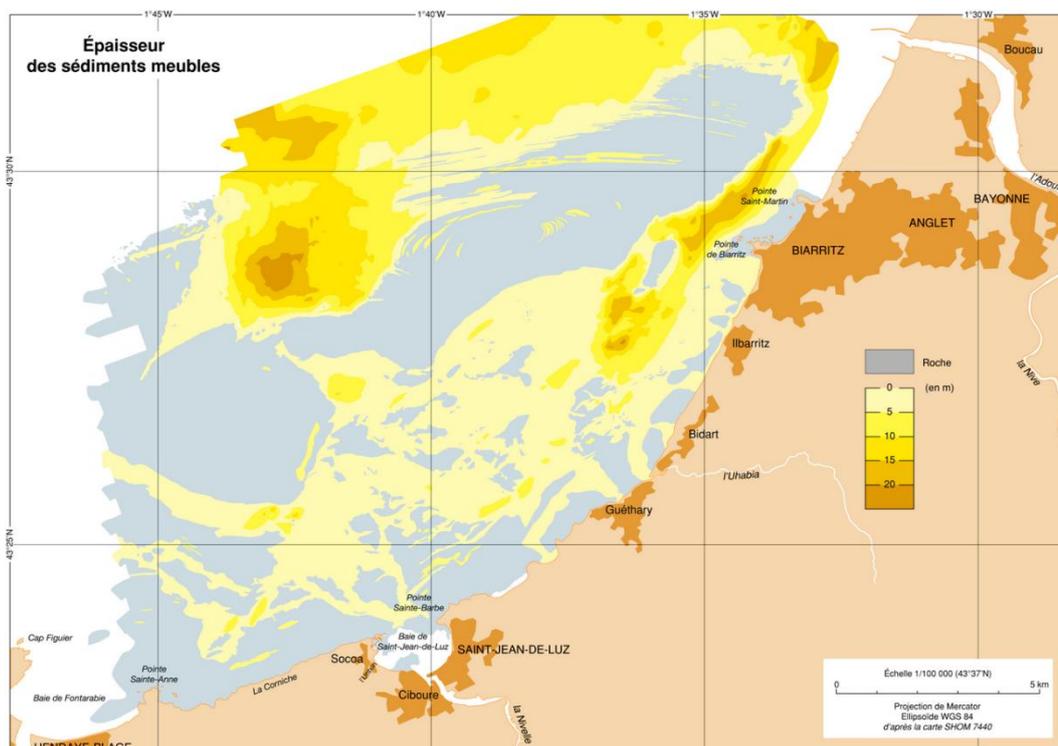


Figure 2. Emprise des zones rocheuses de la côte basque rocheuse.
(Source : Augris *et al.*, 2009)

D'un point de vue environnemental, certains paramètres sont importants à considérer dans le processus de colonisation des habitats du sud du golfe de Gascogne. Cette zone se singularise, par rapport à l'ensemble de la sous-région marine golfe de Gascogne par :

- de faibles courants de marée ($\pm 15 \text{ cm.s}^{-1}$) et un régime mésotidal ;
- un régime de houle très énergétique ($H_s : 2 \text{ m}$ et $P : 10 \text{ s}$) (Abadie *et al.*, 2005) ;
- des températures élevées (12°C en hiver 22°C en été) ;
- des apports d'eau douce importants (un réseau hydrographique dense, la proximité des Pyrénées et un contexte climatique pluvieux).

Ces éléments couplés à une courantologie complexe en fond de golfe contribuent à une biodiversité particulière à cette région qui se caractérise par la présence diversifiée d'espèces subtropicales et tempérées et d'espèces boréales faiblement représentées.

Cette richesse contribue aux services écosystémiques variés sur le plan économique, social et environnemental.

Le protocole déployé sur les récifs de la côte basque est calqué sur l'indice développé en Méditerranée sur l'habitat coralligène Index-Cor (Gatti *et al.*, 2015 ; Sartoretto et Schohn, 2015). Cependant, les conditions environnementales qui régissent cet habitat sont profondément différentes de celles des habitats méditerranéens : régime marotidal, énergie de la houle, apports d'eau douce... La terminologie de coralligène désigne des structures récifales concrétionnées par des algues calcaires de l'étage circalittoral (Laborel, 1987). Cette définition, même si elle fait l'objet de débats au sein de la communauté scientifique n'est pas adaptée à la façade Atlantique. L'habitat d'algues calcaires reconnu comme habitat d'intérêt communautaire, notamment en Bretagne, est celui des bancs de maërl. Cependant cet habitat n'est pas présent sur la côte Basque et les récifs du circalittoral sont recouverts par l'algue calcaire encroûtante *Mesophyllum lichenoides* (fig.3). Leur typologie est définie en tant que « R09.01.01.12 Roches et blocs circalittoraux côtiers à faunes et algues encroûtantes » (Michez *et al.*, 2015).



Figure 3. Couverture à *Mesophyllum lichenoides* sur la côte basque

Les habitats bio concrétionnés sont remarquables sur le plan écologique et nécessitent une attention particulière car ils demeurent méconnus aussi bien du point de vue des processus de leur origine que de la dynamique des communautés associées. À partir de ce constat, il apparaît clairement la nécessité de mettre en place des réseaux de surveillance de ces habitats récifaux en travaillant sur des indicateurs de qualité à partir de protocoles standardisés.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Localisation et choix des stations

Parmi les récifs présents au large de la côte basque 4 stations ont été définies, réparties sur l'ensemble du littoral (fig. 4). Le choix de ces stations a été cadré par les relevés existants antérieurement et déterminés par l'Institut des Milieux Aquatiques dans le cadre de la convention avec le Conseil Départemental des Pyrénées-Atlantiques (Soulier et Popovsky, 2010).

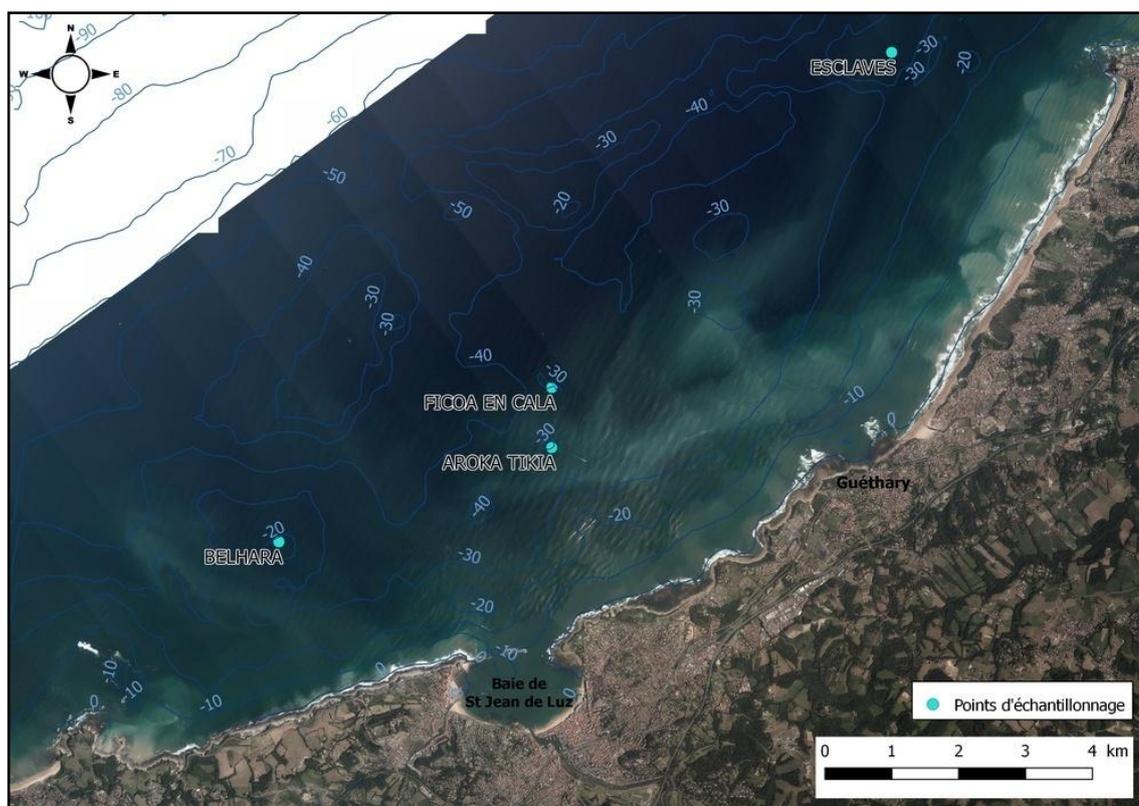


Figure 4. Localisation des points d'échantillonnage sur les récifs au large de la côte basque.

Ces points se situent sur les plateaux rocheux des esclaves et de Saint-Jean-de-Luz. Leurs configurations sont le plus souvent chaotiques et se déclinent en de nombreux types de faciès. Les profondeurs ciblées se situent entre 20 et 30 m et sont encore très exposées à la houle.

2.2. Calendrier des interventions

Les 4 sites ont été visités lors de deux campagnes en 2016, une au printemps et l'autre à l'automne. Le bateau affrété est le « Jean-Faux » du BAB subaquatique. Il est équipé du matériel de sécurité nécessaire à la pratique de la plongée professionnelle. Sont présents à bord un pilote pour le positionnement sur les points de référence et un plongeur classe IIB pour la sécurité surface. Un GPS/sondeur Humminbird Helix 10 ® permet un positionnement avec une précision de l'ordre de 2,5 m pour le balisage du chantier. Sur

chacun des sites, deux plongées sont réalisées par jour pour l'obtention d'un nombre de transects suffisants (tab.1). La profondeur d'intervention est mesurée au profondimètre de poignet, elle est ensuite corrigée sur le site du Shom² par rapport au zéro des cartes marines. Ainsi, toutes les profondeurs mentionnées dans ce rapport sont homogènes. Le port de référence choisi est celui de Saint-Jean-de-Luz, le plus proche et le plus central des sites prospectés. La profondeur est variable en fonction des sites et, de ce fait, le temps de travail en immersion varie également face aux contraintes liées à la plongée. Plus la profondeur augmente et plus le temps de travail diminue. Le temps de plongée est toujours supérieur au temps de travail effectif (inférieur à 1 heure).

Tableau1. Campagnes de plongées réalisées sur les 4 sites de récif de la côte basque en 2016 (A : printemps et B : Automne)

A	21/06/2016		28/06/2016		29/06/2016		30/06/2016	
Site	AROKA TIKIA		ESCLAVES		FICOA EN CALA		BELHARA	
Coord	43°25.580	1°40.118	43°28.953	1°36.614	43°26.068	1°40.156	43°24.683	1°43.074
H. début	9h19	13h30	9h49	14h22	10h33	14h02	11h02	14h25
H. Fin	10h48	14h30	10h52	15h27	11h12	14h45	12h00	15h22
Durée (mn)	47	50	63	65	37	47	52	58
P. Max (m)	24	23	22	17	27	26	21	23
Houle (m)	0,8		1		1,1		1,4	
Période (s)	8		10		10		10	
B	30/09/2016		27/09/2016		29/09/2016		07/10/2016	
Site	AROKA TIKIA		ESCLAVES		FICOA EN CALA		BELHARA	
Coord	43°25.580	1°40.118	43°28.953	1°36.614	43°26.068	1°40.156	43°24.683	1°43.074
H. début	10h39	14h10	10h23	14h38	11h13	15h03	10h30	14h13
H. Fin	11h23	14h50	11h23	15h40	11h50	15h57	11h19	15h14
Durée (mn)	47	40	60	61	37	35	48	59
P. Max (m)	21	24	17	20	27	29	21	20
Houle (m)	1.6		1.2		1.1		1.2	
Période (s)	12		11		12		10	

2.3. Travail en plongée

Une fois le chantier localisé balisé, les deux plongeurs biologistes s'immergent et déploient le transect matérialisé par un bout plombé d'une longueur de 10 m. Ce transect est répété de 2 à 3 fois par plongée en fonction du temps nécessaire à l'échantillonnage et du temps disponible, fluctuant en fonction de la profondeur d'intervention (prise en compte des paliers, des réserves d'air...). Pendant qu'un plongeur positionne les transects sur le fond, le second réalise les quadrats photographiques, puis les deux effectuent des comptages de part et d'autre du transect sur une largeur d'environ 1 m. La surface échantillonnée par chaque plongeur est de l'ordre de 10 m² ce qui permet de ramener les observations en densité. Le bout n'est généralement pas positionné sur une surface homogène (surface non plane sur une distance de 10 m) et la colonisation du fond est fortement dépendante de la géomorphologie le long du transect : rupture de pente, présence de surplombs, blocs, cavités.... Ce paramètre est important et doit être pris en compte dans l'interprétation des résultats.

²service hydrographique et océanographique de la Marine (<http://maree.shom.fr/>)

2.3.1. Comptages sur transect

Les informations collectées le long du transect sont consignées sur une plaque immergeable : les différents taxons présents, leurs abondances (quand les individus sont dénombrables) ou leur pourcentage de recouvrement dans le cas contraire. Ces données sont saisies après chaque immersion et permettent de constituer une base de données des observations. D'un point de vue taxonomique, les identifications de la macrofaune sont réalisées *in situ* à partir des bases de connaissances de la faune locale. L'absence de prélèvement ne permet pas d'aller à un niveau taxonomique très élevé (annexe 2 liste taxonomique), plus particulièrement pour la faune encroûtante dont les critères d'identification ne sont pas visibles à l'œil nu. La méconnaissance de la faune locale ne permet pas d'appréhender non plus les espèces qui composent la biodiversité. C'est le cas notamment pour plusieurs embranchements : Tunicata, Bryozoa, Porifera par exemple. Les principales composantes de macroalgues qui se développent sur le substrat sont également répertoriées. Il s'agit pour une large part d'algues calcaires encroûtantes mais également d'algues arbustives ramifiées.

2.3.2. Acquisition des images

Les photos sont réalisées en parallèle à ce travail sur la base de quadrats de 0,1 m² (33 cm de côté). Le choix de la taille du quadrat résulte d'un compromis entre d'une part, une unité d'échantillonnage suffisamment grande pour être représentative de la colonisation générale du site avec nombre de répliquas suffisants (au moins égal à 30). D'autre part, l'obtention d'une image de qualité compte tenu de la visibilité fortement aléatoire en fonction des dates d'immersion. Plus le quadrat est grand, et plus il est nécessaire de s'éloigner pour intégrer le cadre dans l'image.

En l'absence de budget dédié à l'achat de matériel photo/vidéo, le couple appareil photo numérique (APN) + caisson utilisé est un Olympus Tough TG4 avec un caisson dédié de marque Olympus. Il s'agit d'un appareil photo numérique compact doté d'un objectif 25-100 mm f/2 -4.9. Le flash intégré n'étant pas suffisamment puissant pour couvrir l'ensemble du quadrat, une lampe à led Dragonsub videolux 6 ® d'une puissance de 1230 lumen a été ajoutée en complément. Cependant, cet éclairage de faible intensité n'est pas homogène à l'échelle du quadrat et les images sont de qualité insuffisante pour être exploitées. Le système de fixation de l'ensemble (quadrat + appareil photo est également une composante essentielle dans la prise d'images. Le protocole est calqué sur la méthodologie décrite dans Index-Cor (Sartoretto, 2013). Au cours de chaque plongée, un grand nombre de photos des quadrats est réalisé le long du transect pour optimiser le nombre d'images de qualité qui pourront être traitées *a posteriori* dans la mesure où le nombre idéal d'images est de 30. Cependant, au vu des conditions de prises de vue liées à la visibilité et aux mouvements de houle, couplé avec la présence d'algues dressées en mouvement sur un grand nombre de transects, la qualité des images n'est pas suffisante au traitement d'image sous photoquad® (v1.4) (Trygonis & Sini, 2012). Le logiciel Image J ® est alors utilisé pour évaluer les pourcentages de recouvrement par espèce observable à l'échelle du quadrat (annexe 3).

2.4. Traitement des données

2.5. Images

L'indice Index-cor prévoit le traitement de 30 images par site avec le logiciel photoquad® pour le dénombrement des taxons présents avec un nombre de points de référence sur l'image de 100 (Ttygonis & Sini, 2012). La qualité des images n'a pas permis de réaliser un traitement informatique. La visualisation des prises de vue effectuées permet cependant de tirer des enseignements pour parvenir lors de futures investigations aux résultats escomptés : matériel nécessaire, recouvrement algues érigées...

2.6. Observations

La base de données constituée est séparée en deux bases distinctes en raison de la nature des données qui diffère en fonction des groupes taxonomiques.

- Concernant les données quantitatives, elles sont exprimées en nombre d'individus, elle concerne principalement les échinodermes, les poissons et les mollusques ainsi que quelques individus des autres groupes. Ces données sont converties en densité à partir de la surface échantillonnée lors de chaque transect (10 m²).
- Puis des valeurs de % de recouvrement pour les taxons non dénombrables sont traitées à part, elles concernent principalement les groupes Porifera, Bryozoa ainsi que les cnidaires hydrozoaires.

Pour la description générale des sites, le test non paramétrique de Wilcoxon apparié est utilisé pour tester les différences de diversité biologique entre les saisons et les sites.

2.7. Indice Index-cor

Cet indice est calculé sur une seule station où l'acquisition des images a permis le calcul de cet indice. Il s'agit de Ficoa en Cala. Le calcul de ce dernier se base sur 3 métriques telles que décrite dans Sartoretto et Schohn, (2015). Le nombre de transect étant différent suivant les sites et dans un souci d'harmonisation, les résultats se basent sur les comptages réalisés sur 4 transects soit sur un linéaire de 40 m.

2.7.1. Sensibilité taxonomique(ESEI³)

Le rapport espèces sensibles/espèces indifférentes (ESEI) aux apports de sédiments et de matière organique a pour objectif de qualifier le niveau de pression sur les communautés benthiques en fonction de la composition des communautés benthiques. La pression prise en compte est « enrichissement du milieu en matière organique et en particules fines ». Les espèces sont classées en fonction de leur sensibilité, à dire d'expert, selon 4 modalités : (Gr 1) indifférentes, (Gr 2) tolérantes I, (Gr 3) tolérantes II et (Gr 4) sensibles. La classification des taxons pris en compte se base sur les travaux

³Espèces Sensibles et Espèces Indifférentes

existants pour les espèces qui sont déjà listées dans les travaux (Sartoretto et Schohn, 2015 ; de Casamajor, 2017) et à dire d'expert à partir des connaissances acquises sur ces milieux (de Casamajor, 2004). Les espèces mobiles ne sont pas prises en compte. L'agrégation des valeurs de pourcentage de chaque groupe permet le calcul de la métrique.

$$\text{ESEI} = (0 * \% \text{ Gr 1} + 0.5 * \% \text{ Gr 2} + \% \text{ Gr 3} + 2 * \% \text{ Gr 4})$$

Plus la valeur ESEI est faible et plus le site est soumis à de forts apports de sédiments et de matières organiques.

2.7.2. Richesse Taxonomique Observable (RTO)

En l'absence de prélèvements, cet indice se base sur l'ensemble des taxons observés à partir de l'analyse d'images et par les observations réalisées le long du transect. Pour de nombreux *phyla* la description morphologique n'est pas suffisante pour identifier les individus au niveau spécifique. On considère comme « taxon » différents niveaux taxonomiques et un approfondissement des connaissances est nécessaire. Il est en effet important d'améliorer la qualification des communautés benthiques et la biodiversité associée. Cet indice correspond au nombre total de taxons observés sur la station, sur la base de 4 transects.

2.7.3. Indice de Complexité Structurale (ICS)

Cette métrique se base sur le postulat que l'augmentation du niveau d'impact entraîne une simplification de la « complexité structurale » des communautés benthiques. Cette dernière métrique est difficile à appréhender pour la côte basque en raison des conditions hydrodynamiques qui constituent le facteur prépondérant limitant le développement de la complexité structurale des communautés benthiques par rapport au facteur de pression tel que l'apport de matières organiques et de sédiments sur le fond. Par exemple et pour illustrer cette difficulté, les gorgones, si elles sont exposées à la houle, ne peuvent se développer que dans les secteurs abrités, il en est de même pour les éponges érigées. Ainsi, la notion de strate architecturale utilisée sur le coralligène ne peut être appliquée sur les plateaux basques. L'ICS le considère selon les 3 modalités : la strate basale, la strate intermédiaire et la strate élevée. Deux modalités sont retenues pour la côte basque : la strate basale (faune encroûtante) et la strate intermédiaire (faune érigée sur le fond) (Sartoretto et Schohn, 2015). Cette dernière correspond à celle décrite en Méditerranée comprise entre 0 et 15 cm de haut. La strate arbustive n'est pas considérée car sa présence/absence résulte davantage de l'exposition du récif à la houle plutôt qu'à une pression à l'origine d'une dégradation de l'état de conservation. Ainsi, les 2 espèces de gorgones (*Eunicella spp.* et *Leptogorgia sarmentosa*) qui auraient pu être considérées en strate élevée pour la côte basque ont été regroupées en strate intermédiaire. Certains taxons individualisés ont été comptabilisés en nombre d'individus tandis que les taxons coloniaux ont été évalués en pourcentage de recouvrement. Pour considérer l'ensemble des taxons présents sur le substrat la variable prise en compte est le pourcentage d'occurrence.

3. Résultats

3.1. Description générale des sites

3.1.1. Bathymétrie

La profondeur moyenne est donnée dans la mesure où la géomorphologie des sites n'est ni homogène ni plane. La bathymétrie moyenne, d'un site à l'autre, fluctue de +/- 6 m (entre 18 et 24 m). Le profil sur chaque site présente une variabilité moyenne de l'ordre d'1,5m.

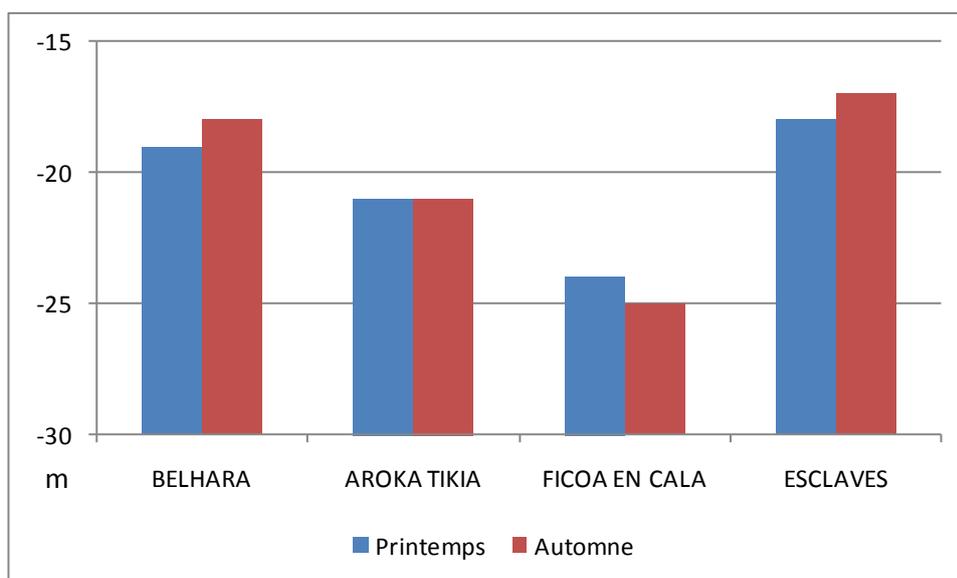


Figure 5. Profondeur de référence des 4 sites prospectés

La figure 5 montre que le site de Ficoa en Cala est plus profond que les trois autres qui se situent en moyenne autour de 20 m de profondeur. Ce paramètre est important à préciser car il influence les conditions environnementales (quantité de lumière, impact de la houle...) et donc la composition taxonomique des organismes benthiques. De même, ce paramètre conditionne le nombre de transects qu'il est possible de réaliser au cours d'une plongée. Le test non paramétrique de Wilcoxon, permettant de comparer les sites entre eux, ne montre pas de différence significative dans la diversité taxonomique des différents sites hormis pour ceux de Ficoa en cala et des Esclaves ($p_value = 0.0494$).

Tableau 2. Répartition des taxons en fonction des sites, de la saison et des groupes taxonomiques.

Sites/saison	Annelida	Chordata	Cnidaria	Crustacea	Echinodermata	Mollusca	Porifera	Tunicata	Total
Aroka tikia	2	13	5	2	10	19	2	1	54
Automne	1	8	2	1	3	6	1		22
Printemps	1	5	3	1	7	13	1	1	32
Belhara	8	12	4		7	18	3		52
Automne	4	6	2		2	6	1		21
Printemps	4	6	2		5	12	2		31
Esclaves	5	17	6	1	13	22	2		66
Automne	1	9	3		6	8	1		28
Printemps	4	8	3	1	7	14	1		38
Ficoa en cala	3	10	7	1	8	14	2	2	47
Automne	1	5	4		3	7	1		21
Printemps	2	5	3	1	5	7	1	2	26

Les observations sur transects montrent que le nombre de taxons est similaire d'un site à l'autre (tab.2). Le site des esclaves présente un nombre plus élevé que les autres mais ce résultat traduit le fait que le nombre de transects est plus élevé ; 6 au lieu de 4 sur les autres. On ne distingue pas non plus de différences entre les saisons pour les différents groupes taxonomiques (Wilcoxon test $p_value > 0,05$). Seul le groupe des mollusques fait apparaître un nombre de taxons supérieur au printemps qu'à l'automne. Cependant le test n'est pas significatif ($p_value = 0,1736$). Les crustacés, au comportement nocturne et cryptique, sont sous évalués avec cette méthode d'échantillonnage. De même, les ascidies cryptiques sont peu répertoriées.

3.1.2. Géomorphologie

Les 4 sites présentent des faciès aux configurations relativement similaires composées de zones de platiers formant de larges plateaux homogènes et des zones plus accidentées composées de cavités plus ou moins larges. Le fond de ces cavités est souvent constitué de blocs. Les parois verticales constituent des zones principalement colonisées par la faune benthique avec parfois, pour les plus profondes, la formation de surplombs diversifiés. Les transects sont positionnés sur ces zones mixtes représentées par des plateaux et quelques zones accidentées.

Les différences de configuration entre les transects peuvent engendrer un biais de l'échantillonnage car la faune se concentre sur les zones accidentées. Le fait de multiplier leur nombre sur un site minimise la variabilité. Cependant, en amont, l'hétérogénéité au sein d'un site est un paramètre qu'il conviendrait de tester d'un point de vue statistique pour confirmer la représentativité des transects et la pertinence des relevés biologiques.

3.2. Traitement des images

La photographie sur quadrat a été entravée par différents problèmes relatifs aux conditions environnementales mais aussi aux caractéristiques du matériel de prise de vue. Ces différents paramètres sont exposés ci-après

La **profondeur** d'intervention est un premier critère de difficulté, cette dernière n'est pas assez importante pour que les plongeurs se localisent dans la zone du circalittoral du large. Les macroalgues dominent donc les peuplements benthiques (fig.6). Le choix des sites pour appliquer ce protocole était conditionné par les travaux antérieurs sur les récifs et ils n'ont pas pu être déplacés. La présence de macroalgues érigées constitue une entrave à la prise de vue (fig.6). De plus, le perpétuel mouvement des algues avec le va et vient des mouvements de houle sont une entrave à la netteté des images. La faune est moins abondante sur les zones recouvertes d'algues arbustives, les taxons se dissimulent sous les thalles.

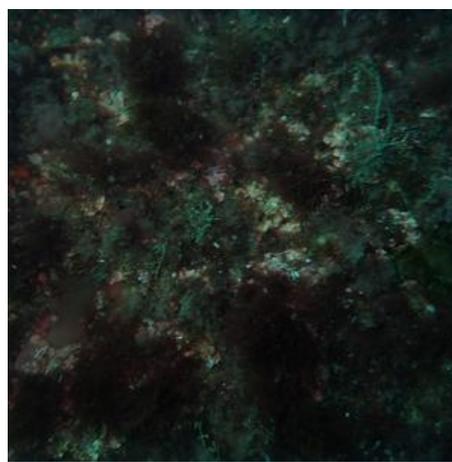
Le **dispositif** utilisé pour la prise de vue se compose d'un quadrat et d'un APN. Le fait qu'ils soient désolidarisés n'est pas fonctionnel pour ce type de prises de vue. Si les algues bougent au rythme des passages d'ondes de houles, le quadrat en PVC aussi, ce qui ajoute une difficulté pour la réalisation de prises de vue nettes et correctement cadrées. Les deux entités quadrat+ APN doivent être fixés sur le même support pour optimiser la réalisation des prises de vue tout en standardisant la distance entre le sujet et l'objectif. Ce dispositif est à fabriquer spécifiquement pour l'application de ce protocole.

Figure 6. Exemple de recouvrement algal sur les quadrats de deux des récifs parmi les moins profonds Belhara (A) et les Esclaves (B).

A- Site de Belhara (30 juin 2016)



B- Site des Esclaves (28 juin 2017)



Le **matériel** photographique utilisé est un appareil photo numérique compact avec un objectif standard et une lampe d'appoint. Ce système d'éclairage est insuffisant dans les conditions de faible luminosité ambiante et vis-à-vis de la superficie à couvrir. D'un autre côté, l'ouverture angulaire de l'objectif ne permet pas la réalisation d'images de proximité avec un paysage large pour couvrir l'emprise du quadrat. Or, l'augmentation de la distance entre le sujet et l'objectif se traduit par une altération de la qualité de l'image en présence d'eau +/- turbide. Un objectif de type fisheye est idéal pour réaliser ce type d'image, monté sur un appareil disposant d'un capteur suffisamment sensible à la lumière et avoir une bonne définition des sujets présents. Ce dispositif complété par des lampes ou flashes est nécessaire pour disposer d'un éclairage correct et l'obtention d'une lumière homogène restituant les couleurs naturelles aux sujets.

En conclusion, ces éléments justifient le fait que les images n'aient pas pu être traitées dans le cadre de ce travail et de l'application de l'indice d'Index-Cor et l'indice de complexité structurale.

3.3. Application d'Index-Cor

3.3.1. Indice Espèces Sensibles et Espèces Indifférentes (ESEI)

Ce ratio a été calculé à partir des données collectées par les plongeurs observateurs et la classification des taxons en fonction de leur niveau de sensibilité d'appartenance. L'observation des images n'apportant pas d'informations complémentaires. Les taxons considérés dans ce calcul sont uniquement ceux qui composent la faune benthique sessile. Le tableau ci-dessous synthétise le nombre de taxons pris en compte pour le calcul du ratio ESEI.

Tableau 3. Nombre de taxons par groupe de sensibilité et par site en fonction des saisons. Calcul de l'indice ESEI

	Groupe	AROKA TIKIA	FICOA EN CALA	ESCLAVES	BELHARA
Printemps	GR1	5	6	6	6
	GR2	15	18	21	20
	GR3	6	8	6	12
	GR4	2	6	2	2
	ESEI	62,52	76,26	58,59	65,64
Automne	GR1	4	2	2	5
	GR2	11	18	17	18
	GR3	8	8	7	6
	GR4	2	4	1	1
	ESEI	70	78,12	64,81	58,62

Les valeurs de l'ESEI fluctuent entre 58,59 au plus bas sur le site des Esclaves jusqu'à 78,12 au plus haut pour le site de Ficoa en cala (tab.3). Ces résultats montrent qu'il existe des variations de l'impact des matières organiques et des particules fines inter-sites. Elles suivent les mêmes tendances entre le printemps et l'automne. Au vu du faible nombre de sites et du peu de recul, il est difficile d'interpréter ces résultats. Celui des esclaves présente les plus faibles valeurs et dans le site le plus impacté et celui de Ficoa en cala le moins impacté. Les deux autres présentent des valeurs intermédiaires (fig.7). La profondeur et l'éloignement par rapport aux apports de matières organiques et minérales peuvent expliquer le gradient obtenu.

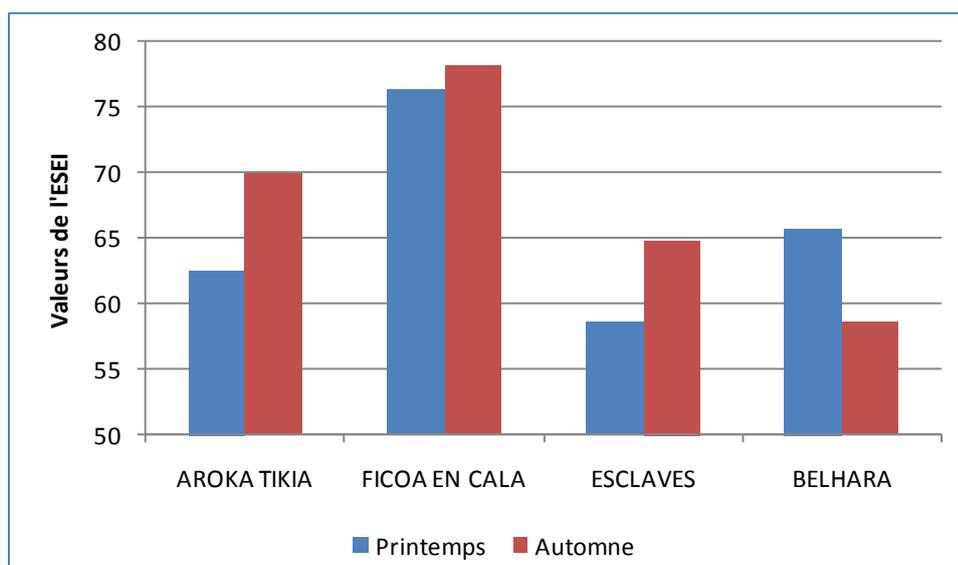


Figure 7. Valeurs des ESEI en fonction des sites prospectés.

3.3.2. Richesse Taxonomique Observable (RTO)

Cet indice se base sur la diversité taxonomique observée par les plongeurs observateurs le long de 4 transects de 10 m. Il considère la faune benthique vagile ou sessile mais exclue les espèces en pleine eau, essentiellement représentée par les poissons. Ne sont prises en compte que les espèces identifiées au niveau du genre *a minima*. La figure 8 synthétise les résultats obtenus pour chacun des sites et pour chaque saison.

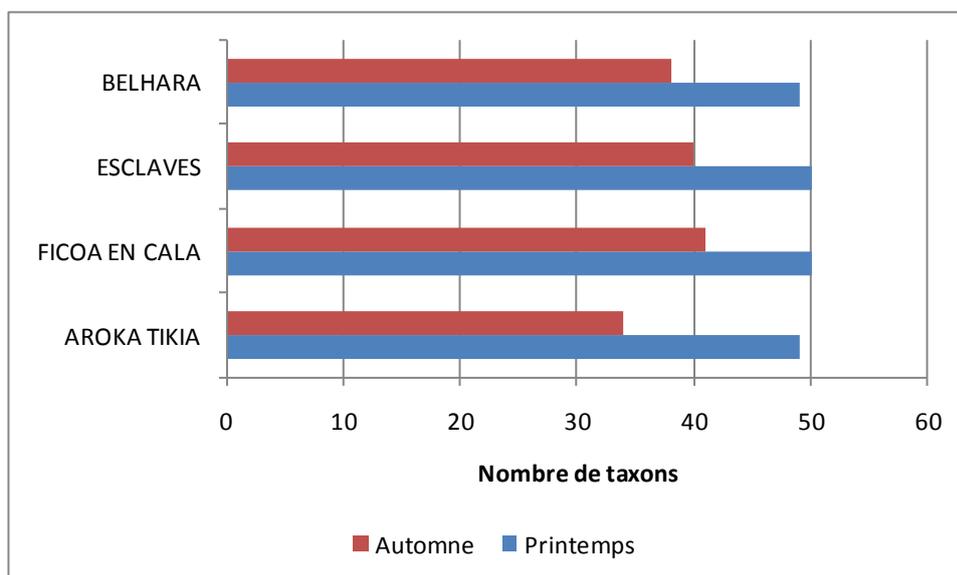


Figure 8. Richesse Taxonomique Observable (RTO) sur les 4 sites échantillonnés en fonction des saisons.

Les résultats montrent que la richesse taxonomique observable suit les mêmes tendances que l'ESEI. Le site des Esclaves présente les plus faibles valeurs, et celui de Ficoa en cala les plus fortes. Les sites d'Aroka Tikia et Belhara présentent des valeurs intermédiaires. On note également qu'à l'automne, le site de Belhara présente une

valeur plus faible mais pouvant résulter d'un biais d'échantillonnage lié aux conditions environnementales au moment des relevés et qui restera à valider dans le cadre de travaux futurs.

3.3.3. Indice de Complexité Structurale (ICS)

L'indice ICS n'a pas pu être calculé à partir des données collectées en raison d'une part, de l'absence de la strate arborescente sur la côte basque (hormis les deux espèces de gorgones *Eunicella verrucosa* et *Leptogorgia sarmentosa*). Cette absence résulte à la fois des conditions hydrodynamiques et de l'impossibilité de traiter les images. Seulement deux composantes sont prises en compte, la strate basale et la strate intermédiaire.

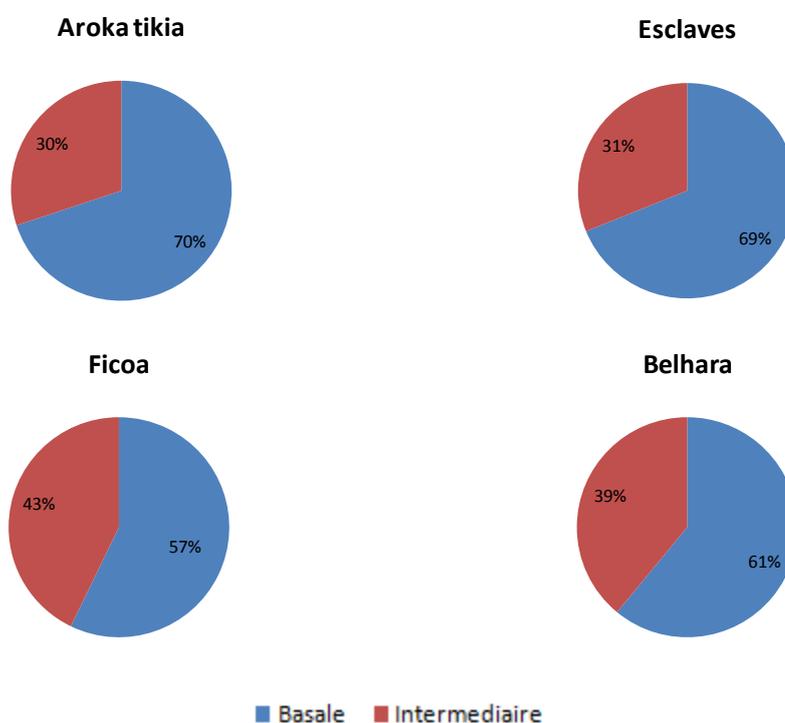


Figure 9. Représentation des strates prises en compte :basale (en bleu) et intermédiaire (en rouge) en fonction des sites pour les deux saisons confondues.

La figure 9 montre que la strate basale est toujours majoritaire dans les taxons représentés par rapport à la strate intermédiaire et cela quel que soit le site. C'est le cas aussi bien sur les relevés de printemps que ceux de l'automne. La strate intermédiaire représente entre 43 et 30 % des taxons observés avec un maximum pour le site de Ficoa en cala, et la strate basale entre 57 et 70 %.

4. Discussion

Cette campagne d'opportunité dédiée à la possibilité d'appliquer l'indice Index-Cor sur la côte basque décrit les atouts et les contraintes identifiées en utilisant un protocole méditerranéen dans le contexte biogéographique de la côte basque. Cette campagne a permis de définir les adaptations nécessaires pour atteindre les objectifs visés aussi bien sur le plan technique que scientifique. Les échanges et discussions se poursuivront pour évaluer les sources d'optimisations et améliorer la pertinence de l'utilisation de cet indice dans la définition de l'état de conservation et les niveaux de pressions sur cet habitat. Dans le contexte actuel de la côte basque, il est clairement impossible de définir des conditions de référence telles que définies dans les directives en l'absence d'antériorité de données. Le statut écologique doit, de ce fait, s'appuyer sur les données disponibles.

Les améliorations méthodologiques, au protocole mise en œuvre, à proposer sont nombreuses dans la mesure où les conditions environnementales sont plus limitantes pour la macrofaune benthiques (arrachement importants générés par la houle) pour la côte basque que pour la côte méditerranéenne, où ce protocole est éprouvé. Lors de cette campagne, les deux méthodes mises en œuvre sont le transect bande et le quadrat photo. Ces deux méthodes ne satisfont que partiellement les paramètres recherchés et les limites d'acquisition de données doivent être précisées (tab.4). Les données quantitatives présentent une trop forte variabilité, et n'ont été utilisées qu'en présence/absence.

Au niveau de l'étagement, le subtidal du large n'est pas considéré comme pertinent selon les deux méthodes (tab.4). Cette considération est discutable d'un point de vue biologique. Par contre, d'un point de vue méthodologique, les contraintes liées à la pratique de la plongée dans ces gammes de profondeurs limitent le temps d'acquisition de données.

Tableau 4. Pertinence des méthodes de collecte de données employées. (Doré *et al.*, 2015)

Méthode	Étage			Macro			Type d'organisme			
	Intertidal, supralittoral	Subtidal côtier	Subtidal du large	Petits	Moyens	Gros	Encroûtante	Sessile	Mobile	cryptique
				<1 cm	1-5 cm	>5 cm				
Transect bande	✓	✓	x	x	?	✓	?	✓	?	x
Quadrat photo	✓	✓	x	x	✓	?	✓	✓	x	x

Légende : (✓ la méthode est pertinente, ? la méthode est en partie pertinente, □ la méthode n'est pas adaptée)

Le transect bande et les quadrats ne permettent pas d'inventorier les plus petits invertébrés ainsi que les individus cryptiques (tab.4). Il est important de noter également que beaucoup d'invertébrés benthiques ont un comportement nocturne et que de ce fait, ils ne sont pas inventoriés dans ce type de travail.

4.1. Diversité taxonomique

Compte tenu de l'expérience des plongeurs observateurs on peut considérer les observations visuelles comme relativement fiables. Par contre, la fluctuation du nombre

de taxons d'un site à l'autre ne peut pas être considérée comme un indicateur de l'état écologique du site. Les connaissances en matière de biodiversité des organismes benthiques sessile constituent la base de l'élaboration de l'indice Index-cor. Si ce protocole se base sur des observations de terrain, il est cependant indispensable que les opérateurs disposent d'un niveau de connaissance suffisamment précis sur la composition de ces communautés à l'échelle de cet habitat. Or, ceci n'est pas le cas pour les récifs de la côte basque en raison d'un déficit de connaissances taxonomique de ce secteur. Les principaux groupes biologiques représentés sur les transects et parfois de façon abondantes ne peuvent pas être identifiés *in situ* y compris jusqu'au genre. C'est le cas pour le groupe des Spongiaires par exemple. Or il est indispensable qu'une campagne de prélèvements soit organisée avec une identification systématique des organismes pour disposer d'une liste pertinente des taxons présents. Une fois cette collection constituée, les indices pourront être développés de façon pertinente.

Le fait de supprimer les individus qui ne sont pas identifiés jusqu'au genre parmi la faune sessile est un paramètre important à améliorer au cours des investigations futures car cela conduit à supprimer des taxons qui sont parfois très bien représentés et dont l'abondance justifie leur prise en compte dans les calculs des indices. La classification des taxons selon les groupes de sensibilité apparaît comme pertinente vis-à-vis des résultats et des connaissances acquises sur la structuration des communautés benthiques de la côte basque. Cette classification reste cependant à affiner vis-à-vis du niveau des connaissances sur les exigences écologiques des espèces. Un groupe de travail de validation au sein de la communauté scientifique est nécessaire. En l'état, la majorité des espèces ont été considérées à partir d'études antérieures, et de travaux sur des zones fortement impactées (Sartoretto et Schohn, 2015 ; de Casamajor, 2017).

4.2. Profondeur et couverture algale

Seuls les sites de Ficoa en cala et des Esclaves sont significativement différents. Ils s'agit des sites les plus éloignés en termes de profondeurs tandis que les deux autres se situent à des profondeurs intermédiaires autour de 20-25 m. Cette zone correspond à la fin du circalittoral côtier et au début du circalittoral du large qui se caractérise principalement par la disparition des algues dressées (Derrien-Courtel et le Gall, 2014 ; de Casamajor et *al.*, 2015) La différence fondamentale dans les communautés benthiques résulte du fait que, dans le premier cas, les communautés sont dominées par la présence d'algues dressées, plus ou moins arborescentes, en général dominées par des Rhodophyta. Alors que dans le second cas, les algues dressées ont disparues au profit des algues calcaires encroûtantes et de la faune qui se diversifie. En Méditerranée, le coralligène débute autour de 25 m de profondeur (Sartoretto, 2012) et ce jusqu'à plus de 100 m de profondeur. Les observations de terrain montrent que l'habitat bioconcrétionné pour le sud du golfe de Gascogne où *Mesophyllum lichenoides* domine débute dans les mêmes gammes bathymétriques. Il en résulte que les sites ne peuvent pas tous être comparés entre eux car ils se localisent dans des étagements différents (fig. 10).

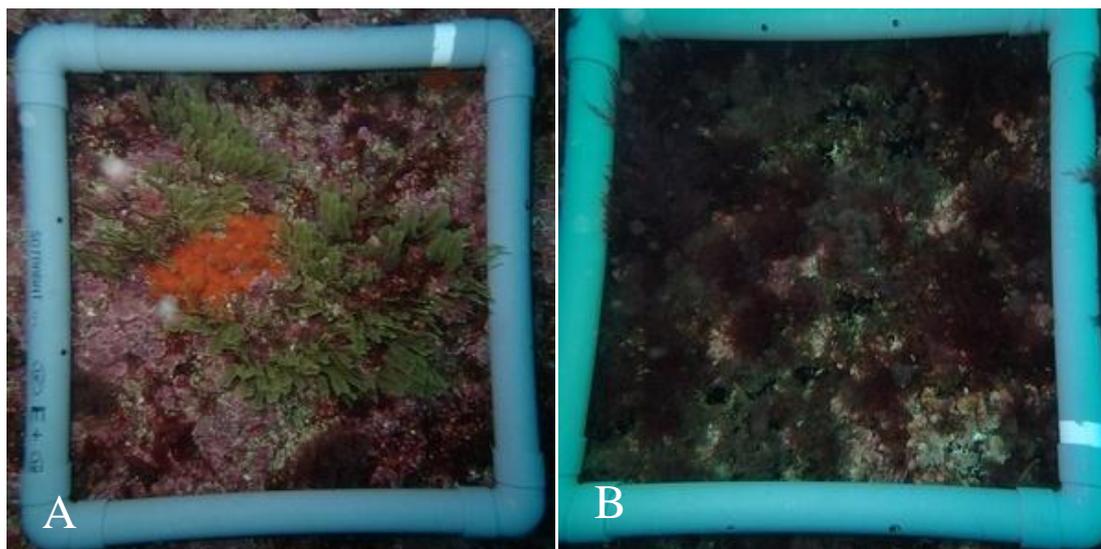


Figure 10. Exemples de quadrats illustrant les deux étagements échantillonnés au cours des plongées 2016. A : Ficoa en cala dans le **circalittoral du large** où les communautés sont ici dominées par *Mesophyllum lichenoides* et *Gymnangium montagui* + Démosponge ; B : Esclaves dans le **circalittoral côtier** dominé par les algues dressées.

À partir de ces observations et pour une optimisation de la comparaison inter-site, il apparaît que le choix des sites à une même profondeur bathymétrique est importante afin que les peuplements puissent être comparés sans introduire de biais. De plus, compte-tenu de l'extension en profondeur des ceintures algales pour la côte basque (de Casamajor et *al.*, 2014) fortement variable en fonction des sites, il est nécessaire de définir une profondeur de référence supérieure pour suivre les récifs autour de 30 m. L'intérêt ici n'étant pas de définir un indice pour l'habitat récif colonisé par les macroalgues, ce dernier étant défini pour l'indicateur DCE2, développé dans le cadre de la DCE et DCSMM (Derrien-Courtet et Le Gal, 2014) mais bien de définir un état de conservation pour l'habitat « récif » dominé par la faune benthique.

4.3. Saisonnalité

Entre les deux saisons, le nombre d'espèces varie peu mais on observe une augmentation de la diversité spécifique chez les mollusques au printemps, liée à la période de reproduction des opisthobranches. Ces observations confirment celles précédemment effectués sur les récifs subtidiaux de la baie d'Hendaye (Galpasoro et *al.*, 2008 ; Soulier et Popovsky, 2010). Le fait de faire les échantillonnages sur les deux saisons ne présente pas d'intérêt car la variabilité saisonnière n'est pas significative. Ainsi, les espèces vagiles sont peu prises en compte dans les calculs tandis que les espèces sessiles sont considérées comme plus pertinentes d'un point de vue écologique. Cependant, le choix de la saison doit se porter sur le printemps qui présente une meilleure diversité biologique.

La réalisation d'une campagne prospective en multipliant le nombre de site pourrait également être intéressante pour vérifier que les sites considérés dans ce travail sont bien représentatifs des récifs du large de la côte basque. Le choix de ces sites et le positionnement des transects sont à considérer afin de pouvoir définir plus précisément

le niveau de significativité d'un tel indice dans le contexte biogéographique et environnemental de la côte basque.

4.4. Traitement des images

Les images réalisées n'ont pas été exploitées pour des raisons de qualité car les clichés ont été réalisés avec les moyens disponibles et qui ne sont pas adaptés aux conditions. La réalisation de clichés exploitables est avant tout dépendante du matériel et du dispositif de prise de vue dans des conditions comportant de nombreuses contraintes : courants de houle, turbidité, faible luminosité... Cependant, les conditions de houle de faible amplitude devront être choisies afin d'optimiser les conditions de visibilité, pour faciliter le post-traitement (Sartoretto et Schohn, 2015 ; Ttygonis & Sini 2012).

La taille du quadrat a été réduite (de 60*40 cm à 33*33 cm) par rapport à celle utilisée dans Sartoretto et Schohn, (2015) pour l'obtention d'images de qualité. Ceci en raison du fait que les conditions de visibilité sont limitées par rapport à la méditerranée, et les turbulences liées à houle supérieures. Ainsi une dégradation de la qualité des images en lien avec l'augmentation de la couche d'eau entre les communautés benthiques et l'objectif de l'appareil photo. Un dispositif opérationnel couplant APN lumière et quadrat pourra être proposé avec les caractéristiques techniques souhaitées.

La présence des algues érigées sur les quadrats constitue également une raison pour laquelle les images n'ont pas été traitées. Cette technique est adaptée pour les bioconstructions d'algues calcaires uniquement.

5. Conclusion

Les résultats de ce travail constituent une étape importante en vue du transfert d'un protocole d'une province géographique à une autre. Dans les conditions environnementales locales, ce protocole nécessite des adaptations méthodologiques dont la difficulté est d'évaluer leurs répercussions dans la définition en terme d'état de conservation d'un habitat et ici de l'habitat récif.

La couverture algale arbustive est un frein considérable pour l'application de ce protocole. Ce facteur limitant doit être résolu en ciblant des sites plus profonds correspondants au circalittoral du large, zone d'intérêt pour la faune. L'étage investigué dans le cadre de ce travail correspond à la zone du circalittoral côtier qui relève du protocole DCE « macroalgues subtidales ». Harmoniser l'étagement entre les sites prospectés est important surtout lorsque l'on veut comparer les sites.

Les carences taxonomiques dans les prélèvements pour les invertébrés constituent également une faille importante dans le dispositif de mise en œuvre du protocole surtout en terme de diversité non prise en compte plus particulièrement pour certains groupes biologiques comme les bryozoaires, les spongiaires... Une amélioration de la précision taxonomique est indispensable pour appréhender correctement la mise en œuvre et l'évaluation de l'état de conservation de ce type d'habitat.

D'un point de vue saisonnier, les différences observées entre le printemps et l'automne ne concernent que des groupes mobiles ou vagiles (opisthobranches par exemple). La faune fixée étant le principal compartiment à considérer pour évaluer l'état de conservation, les efforts d'échantillonnages pourront se concentrer sur une seule saison. Des améliorations techniques du dispositif apparaissent comme prioritaires dans la qualité des indicateurs collectés.

6. Bibliographie

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

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.

Bensettiti F., Bioret F., Roland J. & Lacoste J.-P. (coord.), 2004. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 399 p. + cédérom.

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

Casamajor (de) M-N., Lalanne Y. 2016. Intérêt biogéographique de la côte basque rocheuse. *Bull. de la Soc. Zool. de France*, 141(1), 3-13. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00347/45781/>

Derrien-Courtel S., Le Gal A., 2014. Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « Macroalgues subtidales » Second cycle de suivi (DCE-2). V1 Contrat Ifremer-MNHN, 28 p.

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.

Gatti G., Bianchi C.N., Morri C., Montefalcone M., Sartoretto S., 2015. Coralligenous reefs state along anthropized coasts: Application and validation of the COARSE index, based on a rapid visual assessment (RVA) approach. *Ecol. Ind.* 52: 567-576

Galpasoro, I., Chust, G., de Casamajor M.N., Muxika, I., del Campo, A., d'Elbée, J., Caill Milly, N., Borja, A. Soulier, L., Augris, C., 2008. Elaboracion de cartografia de habitats marinos de la bahia de Txingudi., AZTI-Technalia para Euskadi-Aquitania, 101 pp + anexos.

Laborel J., 1987. Marine biogenic constructions in the Mediterranean. A review. Scientific Report of Port-Cros National Park, 13 : 97-126.

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.

Sartoretto S., 2012. Mise au point d'un indice global d'évaluation de l'état de conservation des formations coralligène - Avancement de la phase 1, 24p.

Sartoretto S., 2013. Mise au point d'un indice global d'évaluation de l'état de conservation des formations coralligène - Rapport de mission Phase 2, 24p.

Sartoretto S. Schohn T., 2015. Mise au point d'un indice global d'évaluation de l'état de conservation des formations coralligènes - Rapport de phase 3, 66p

Soulier L., Casamajor (de) 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.

Soulier L., Popovsky J., 2010. Étude de cinq habitats récifaux d'intérêt communautaire de la côte basque (2008-2009). Rapport de contrat IMA, 31 p.

Ttygonis V., Sini M., 2012. photoQuad: A dedicated seabed image processing software, and a comparative error analysis of four photoquadrat methods. *J. of Exp. Mar. Biol., and Ecol.*, 424-425: 88-108.

ANNEXES

Annexe 1- Habitat « récif »

Habitat 1170- Récifs

Cahiers d'habitats » Natura 2000 Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire.
Tome 2 - Habitats côtiers. MEDD/MAAPAR/MNH. Éd. La Documentation française, Paris, 399 p.
Source Bensettiti et al. (2004)

Les habitats mentionnés en gras sont les principaux habitats présents sur la côte basque. Les hermelles sont présentes mais ne constituent pas de véritables récifs et l'exposition à la houle couplé à la configuration linéaire du littoral se traduisent par l'absence de zones abritées.

1170-1 - La roche supralittorale (façade atlantique)

1170-2 La roche médiolittorale en mode abrité (façade atlantique)

1170-3 - La roche médiolittorale en mode exposé (façade atlantique)

1170-4 - Les récifs d'Hermelles (façade atlantique)

1170-5 - La roche infralittorale en mode exposé (façade atlantique)

1170-6 - La roche infralittorale en mode abrité (façade atlantique)

1170-7 - La roche infralittorale en mode très abrité (façade atlantique)

1170-8 - Les cuvettes ou mares permanentes (façade atlantique)

1170-9 - Les champs de blocs (façade atlantique)

1170-10 - La roche supralittorale (Méditerranée)

1170-11 - La roche médiolittorale supérieure (Méditerranée)

1170-12 - La roche médiolittorale inférieure (Méditerranée)

Annexe 2- Base de données brutes

Saison	Site	Taxon	Groupe	T1	T1bis	T2	T2bis	T3	T3bis	T4	T4bis	T5	T5bis	T6	T6bis
Automne	Aroka tikia	Aglaophenia sp.	Cnidaria	4872	4263	1522.5	3654	3471.3	3040	2131.5	2740.5				
Automne	Aroka tikia	Aiptasia mutabilis	Cnidaria	0	0	21	1	0	0	0	0				
Automne	Aroka tikia	Alcyonium coralloides	Cnidaria	1035.3	3045	487.2	1827	182.7	1522.5	487.2	913.5				
Automne	Aroka tikia	Aplysina spp	Porifera	60.9	0	6.09	0	60.9	0	12.18	152.25				
Automne	Aroka tikia	Axinella damicornis	Porifera	24.36	0	0	152.25	24.36	0	0	0				
Automne	Aroka tikia	Balanophyllia regia	Cnidaria	0	0	0	0	1	0	0	0				
Automne	Aroka tikia	Bolma rugosa	Mollusca	0	0	1	0	1	0	0	0				
Automne	Aroka tikia	Bryozoaire encroûtant	Bryozoa	109.62	0	48.72	0	36.54	0	12.18	0				
Automne	Aroka tikia	Bugula sp.	Bryozoa	0	0	0	0	24.36	0	0	0				
Automne	Aroka tikia	Calliostoma ziphyphium	Mollusca	0	1	1	0	0	0	0	0				
Automne	Aroka tikia	Chartella papyracea	Bryozoa	1278.9	152.25	609	0	60.9	0	182.7	152.25				
Automne	Aroka tikia	Cliona celata	Porifera	669.9	1827	121.8	1370.3	1035.3	0	913.5	1522.5				
Automne	Aroka tikia	Coris julis	Chordata	1	0	1	0	1	0	0	0				
Automne	Aroka tikia	Corynactis viridis	Cnidaria	791.7	7308	426.3	3045	182.7	2283.8	426.3	456.75				
Automne	Aroka tikia	Didemnidés indéterm.	Tunicata	0	152.25	0	0	0	0	0	0				
Automne	Aroka tikia	Diplodus sargus	Chordata	1	0	1	0	0	0	0	0				
Automne	Aroka tikia	Diplodus vulgaris	Chordata	0	1	0	0	0	0	0	0				
Automne	Aroka tikia	Diplosoma spongiforme	Tunicata	60.9	0	0	0	0	0	0	0				
Automne	Aroka tikia	Dysidea fragilis	Porifera	0	304.5	0	304.5	0	304.5	0	0				
Automne	Aroka tikia	Echinaster sepositus	Echinodermata	2	2	1	4	5	1	4	1				
Automne	Aroka tikia	Eponge encroûtante	Porifera	121.8	0	60.9	456.75	91.35	0	91.35	0				
Automne	Aroka tikia	Eudendrium sp.	Cnidaria	12.18		121.8		60.9		182.7					
Automne	Aroka tikia	Felimare cantabrica	Mollusca	1	1	0	1	0	9	0	2				
Automne	Aroka tikia	Felimare tricolor	Mollusca	2	0	3	1	2	0	1	0				
Automne	Aroka tikia	Flabellina pedata	Mollusca	0	0	0	0	0	0	0	1				
Automne	Aroka tikia	Gymnangium montagui	Cnidaria	0	152.25	0	913.5	0	0	0	0				
Automne	Aroka tikia	Halichondria panicea	Porifera	0	304.5	0	1218	0	2131.5	0	304.5				
Automne	Aroka tikia	Labrus mixtus	Chordata	0	0	1	0	0	0	1	0				

Automne	Belhara	Spongiaires indéterm.	Porifera	121.8	0	121.8	0	182.7	0	60.9	0				
Automne	Belhara	Sycon sp.	Porifera	0	0	0	0	0	1	1	0				
Automne	Esclaves	Aglaophenia sp.	Cnidaria	2131.5	2436	730.8	3349.5	609	913.5	2618.7	1522.5	1339.8	2436	1218	1370.3
Automne	Esclaves	Aiptasia mutabilis	Cnidaria	0	1	0	0	4	2	5	10	1	0	0	1
Automne	Esclaves	Alcyonium sp	Cnidaria	0	152.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Aplysina spp	Porifera	974.5	0	456.75	0	1218	0	1309.4	0	182.7	0	365.4	0
Automne	Esclaves	Autre calcisponge	Porifera	60.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Axinella damicornis	Porifera	12.18	152.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Balanophyllia regia	Cnidaria	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Bolma rugosa	Mollusca	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Botryllus schlosseri	Tunicata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152.25	0	0
Automne	Esclaves	Cadlina pellucida	Mollusca	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Automne	Esclaves	Caryophyllia sp	Cnidaria	0	913.5	0	152.25	0	152.25	0	304.5	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Cellaria sp.	Bryozoa	30.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Cerithium spp.	Mollusca	peu		peu		peu		peu		moyen		peu	
Automne	Esclaves	Clathrina sp.	Porifera	365.4	0	426.3	0	974.4	152.25	365.4	0	213.15	0	304.5	0
Automne	Esclaves	Cliona celata	Porifera	0	152.25	0	1218	0	761.25	0	304.5	60.9	304.5	0	152.25
Automne	Esclaves	Coris julis	Chordata	1	2	2	0	1	0	0	3	1	0	1	0
Automne	Esclaves	Corynactis viridis	Cnidaria	60.9	0	60.9	0	60.9	0	30.45	0	12.18	0	30.45	0
Automne	Esclaves	Crisia sp.	Bryozoa	365.4	0	60.9	0	30.45	0	0	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Diplodus sargus	Chordata	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Diplodus vulgaris	Chordata	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Diplosoma spongiforme	Tunicata	0	0	0	0	0	121.8	243.6	152.25	1370.3	0	0	152.25
Automne	Esclaves	Doriopsilla areolata	Mollusca	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Dysidea fragilis	Porifera	304.5	0	66.99	0	304.5	913.5	213.15	1522.5	121.8	761.25	913.5	761.25
Automne	Esclaves	Eponge encroûtante	Porifera	121.8	2740.5	182.7	0	60.9	304.5	121.8	152.25	182.7	0	91.35	152.25
Automne	Esclaves	Eudendrium sp.	Cnidaria	0	0	3	0	1	0	0	0	2	0	0	0
Automne	Esclaves	Felimare cantabrica	Mollusca	0	4	1	9	0	2	0	4	1	5	0	0
Automne	Esclaves	Felimare tricolor	Mollusca	1	6	1	0	0	9	0	4	1	1	0	0
Automne	Esclaves	Felimida luteorosea	Mollusca	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Flabellina pedata	Mollusca	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
Automne	Esclaves	Gymnangium montagui	Cnidaria	0	0	0	0	0	0	0	0	121.8	0	0	0
Automne	Esclaves	Halichondria panicea	Porifera	0	2436	0	2131.5	0	2283.8	0	1522.5	0	913.5	0	913.5

Automne	Esclaves	Holothuria forskali	Echinodermata	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Holothuria sp.	Echinodermata	0	2	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0
Automne	Esclaves	Holothuria tubulosa	Echinodermata	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Ircinia sp.	Porifera	0	3654	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Labrus mixtus	Chordata	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Automne	Esclaves	Laomedea sp.	Cnidaria	1	12180	0	0	1	2436	0	4263	0	2283.8	0	1370.3
Automne	Esclaves	Mola mola	Chordata	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Myxilla sp.	Porifera	0	1827	0	1827	0	2436	0	152.25	0	1522.5	0	152.25
Automne	Esclaves	Ophioderma longicauda	Echinodermata	0	0	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0
Automne	Esclaves	Orange encroutante	Porifera	822.15	1522.3	456.75	1522.5	609	304.5	791.7	913.5	1644.3	152.25	1583.4	152.25
Automne	Esclaves	Pachymatisma johnstoni	Porifera	0	2131.5	0	456.75	0	913.5	0	913.5	0	456.75	0	152.25
Automne	Esclaves	Parablennius pilicornis	Chordata	2	0	3	1	2	1	2	3	2	1	1	0
Automne	Esclaves	Paracentrotus lividus	Echinodermata	3	6	1	4	0	0	2	10	6	5	6	10
Automne	Esclaves	Peltodoris atromaculata	Mollusca	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Automne	Esclaves	Plumularia setacea	Cnidaria	913.5	0	365.4	0	1278.9	0	304.5	0	609	0	426.3	0
Automne	Esclaves	Polycyathus muelleriae	Cnidaria	60.9	0	234.36	0	0	0	18.27	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Protula sp	Annelida	5	2	1	1	2	2	2	3	2	0	4	0
Automne	Esclaves	Rocellaria dubia	Mollusca	60.9	0	30.45	0	12.18	0	30.45	0	30.45	0	30.45	0
Automne	Esclaves	Salmacina dysteri	Annelida	18.27	0	6.09	456.75	30.45	0	1339.8	152.25	0	0	60.9	0
Automne	Esclaves	Scorpaena notata	Chordata	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Scorpaena porcus	Chordata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Automne	Esclaves	Serranus cabrilla	Chordata	1	0	0	0	1	0	2	1	1	0	1	0
Automne	Esclaves	Sphaerechinus granularis	Echinodermata	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
Automne	Esclaves	Sycon sp.	Porifera	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Automne	Ficoa	Aglaophenia sp.	Cnidaria	60.9	304.5	121.8	152.25	609	1370.3	243.6	456.75				
Automne	Ficoa	Aiptasia mutabilis	Cnidaria	0	2	0	1	0	3	0	0				
Automne	Ficoa	Alcyonium coralloides	Cnidaria	6.09	456.75	12.18	0	60.9	0	12.18	0				
Automne	Ficoa	Aplysina spp	Porifera	60.9	0	30.45	0	73.08	0	48.72	0				
Automne	Ficoa	Axinella damicornis	Porifera	0	152.25	0	152.25	0	0	0	304.5				
Automne	Ficoa	Axinella dissimilis	Porifera	0	0	0	0	0	0	6.09	0				
Automne	Ficoa	Balanophyllia regia	Cnidaria	0	0	0	0	0	0	1	0				
Automne	Ficoa	Bolma rugosa	Mollusca	2	0	0	5	3	6	0	4				
Automne	Ficoa	Botryllus schlosseri	Bryozoa	0	0	30.45	0	30.45	152.25	30.45	0				

Printemps	Aroka tikia	Sphaerechinus granularis	Echinodermata	2	0	1	0	0	1	0	1		
Printemps	Aroka tikia	Sycon sp.	Porifera	1	4	2	5	1	5	0	4		
Printemps	Aroka tikia	Trachurus spp.	Chordata	0	0	0	0	banc	0	0	0		
Printemps	Aroka tikia	Trapania hispelensis	Mollusca	0	0	0	0	0	0	2	0		
Printemps	Belhara	Aglaophenia sp.	Cnidaria	182.7	456.75	1096.2	1827	609	609	182.7	304.5	4567.5	2436
Printemps	Belhara	Aiptasia mutabilis	Cnidaria	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1
Printemps	Belhara	Alcyonium coralloides	Cnidaria	30.45	913.5	30.45	0	0	0	0	0	213.15	0
Printemps	Belhara	Alcyonium glomeratum	Cnidaria	0	0	6.09	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Belhara	Anemonia viridis	Cnidaria	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0
Printemps	Belhara	Annélides polychètes	Annelida	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0
Printemps	Belhara	Aplysia spp. + ponte	Mollusca	3	4	5	6	0	0	3	3	2	6
Printemps	Belhara	Aplysina spp.	Porifera	121.8	152.25	60.9	0	0	0	0	0	60.9	0
Printemps	Belhara	Axinella damicornis	Porifera	0	152.25	0	609	0	0	0	0	0	152.25
Printemps	Belhara	Axinella sp.	Porifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	304.5
Printemps	Belhara	Bispira volutacornis	Annelida	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Printemps	Belhara	Bryozoaire encroûtant	Bryozoa	182.7	0	0	0	0	0	0	0	243.6	0
Printemps	Belhara	Bugula sp.	Bryozoa	0	152.25	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Belhara	Calliostoma zizyphinum	Mollusca	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Printemps	Belhara	Caryophyllia sp	Cnidaria	0	0	0	1522.5	0	0	0	0	0	456.75
Printemps	Belhara	Cellepora sp.	Bryozoa	60.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Belhara	Cerithium spp.	Mollusca	abondant		abondant		abondant		abondant		moyen	
Printemps	Belhara	Chartella papyracea	Bryozoa	0	1065.8	0	2588.3	0	0	0	304.5	0	4567.5
Printemps	Belhara	Clathrina sp.	Porifera	0	0	121.8	913.5	182.7	0	0	0	60.9	0
Printemps	Belhara	Cliona celata	Porifera	0	609	60.9	913.5	0	152.25	0	0	182.7	456.75
Printemps	Belhara	Coris julis	Chordata	2	1	2	0	1	0	2	1	0	0
Printemps	Belhara	Corynactis viridis	Cnidaria	121.8	0	304.5	2131.5	0	304.5	0	0	913.5	609
Printemps	Belhara	Crisia sp.	Bryozoa	2253.3	0	913.5	0	0	0	0	0	3532.2	0
Printemps	Belhara	Diaphorodoris luteocincta	Mollusca	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Printemps	Belhara	Didemnidés indéterm.	Tunicata	60.9	152.25	0	152.25	0	152.25	0	0	0	304.5
Printemps	Belhara	Diplodus sargus	Chordata	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Printemps	Belhara	Diplodus vulgaris	Chordata	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Printemps	Belhara	Diplosoma spongiforme	Tunicata	0	0	0	761.25	0	0	0	0	60.9	0
Printemps	Belhara	Doriopsilla areolata	Mollusca	0	1	0	4	0	2	0	3	0	0

Printemps	Belhara	Dysidea fragilis	Porifera	182.7	0	60.9	0	0	0	0	0	60.9	0
Printemps	Belhara	Encroûtante bleu	Porifera	0	152.25	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Belhara	Encroûtante jaune	Porifera	0	609	0	913.5	0	152.25	0	0	0	152.25
Printemps	Belhara	Facelina auriculata	Mollusca	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Belhara	Felimare cantabrica	Mollusca	0	12	0	6	0	0	0	4	0	17
Printemps	Belhara	Felimare tricolor	Mollusca	6	1	3	1	1	0	1	1	7	0
Printemps	Belhara	Felimida luteorosea	Mollusca	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Printemps	Belhara	Flabellina pedata	Mollusca	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Belhara	Grantia compressa	Porifera	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Belhara	Gymnangium montagui	Cnidaria	60.9	0	60.9	0	0	0	0	0	60.9	0
Printemps	Belhara	Halecium sp.	Cnidaria	0	0	0	0	0	0	0	0	60.9	0
Printemps	Belhara	Halichondria panicea	Porifera	0	456.75	0	1827	0	0	0	152.25	0	913.5
Printemps	Belhara	Hydriaires indéterminés	Cnidaria	60.9	0	121.8	0	182.7	0	304.5	0	0	0
Printemps	Belhara	Ircinia sp	Porifera	0	1218	0	1218	0	456.75	0	304.5	0	913.5
Printemps	Belhara	Janolus cristatus	Mollusca	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Printemps	Belhara	Labrus bergylta	Chordata	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
Printemps	Belhara	Myxilla sp.	Porifera	0	913.5	0	2740.5	0	609	0	456.75	0	2436
Printemps	Belhara	Nemertesia antennina	Cnidaria	0	0	0	0	0	609	0	0	0	0
Printemps	Belhara	Obelia geniculata	Cnidaria	0	0	0	913.5	0	1827	0	456.75	0	0
Printemps	Belhara	Obelia sp.	Cnidaria	0	0	0	0	0	0	0	0	60.9	0
Printemps	Belhara	Ophiocomina nigra	Echinodermata	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Printemps	Belhara	Ophioderma longicauda	Echinodermata	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Printemps	Belhara	Ophiothrix fragilis	Echinodermata	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Printemps	Belhara	Orange encroutante	Porifera	182.7	913.5	1161	456.75	243.6	0	304.5	0	2131.5	609
Printemps	Belhara	Pachymatisma johnstoni	Porifera	0	0	0	304.5	0	152.25	0	0	0	913.5
Printemps	Belhara	Parablennius pilicornis	Chordata	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Belhara	Paracentrotus lividus	Echinodermata	0	0	1	0	1	0	2	1	0	1
Printemps	Belhara	Parazoanthus axinellae	Cnidaria	0	0	0	0	0	0	0	0	304.5	0
Printemps	Belhara	Peltodoris atromaculata	Mollusca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Printemps	Belhara	Polycera faeroensis	Mollusca	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Printemps	Belhara	Polycyathus muelleriae	Cnidaria	60.9	0	0	0	0	0	0	0	182.7	0
Printemps	Belhara	Protula sp	Annelida	4	4	5	0	1	4	2	5	3	12
Printemps	Belhara	Rocellaria dubia	Mollusca	moyen		moyen		moyen		moyen		moyen	

Printemps	Belhara	<i>Salmacina dysteri</i>	Annelida	182.7	0	0	609	0	0	30.45	0	365.4	913.5		
Printemps	Belhara	Serpulidae	Annelida	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0		
Printemps	Belhara	<i>Serranus cabrilla</i>	Chordata	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0		
Printemps	Belhara	<i>Sertularella gayi</i>	Cnidaria	0	0	0	0	0	0	0	0	60.9	0		
Printemps	Belhara	<i>Sertularella sp.</i>	Cnidaria	182.7	0	0	0	60.9	0	0	0	121.8	0		
Printemps	Belhara	<i>Smittina cervicornis</i>	Bryozoa	0	152.25	0	0	0	0	0	0	0	0		
Printemps	Belhara	<i>Sphaerechinus granularis</i>	Echinodermata	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0		
Printemps	Belhara	<i>Sycon sp.</i>	Porifera	2	9	3	8	0	1	0	3	5	7		
Printemps	Belhara	<i>Tamarisca tamarisca</i>	Cnidaria	0	2436	0	0	0	0	0	0	0	0		
Printemps	Esclaves	<i>Actinothoe sphyrodeta</i>	Cnidaria	0	152.25	0	6	0	152.25	0	0	0	0	0	6
Printemps	Esclaves	<i>Aglaophenia sp.</i>	Cnidaria	121.8	152.25	30.45	0	30.45	152.25	30.45	913.5	60.9	913.5	121.5	456.75
Printemps	Esclaves	<i>Aiptasia mutabilis</i>	Cnidaria	3	3	10	1	33	10	7	0	0	1	1	8
Printemps	Esclaves	<i>Aplysina spp</i>	Porifera	60.9	152.25	243.6	609	1339.8	304.5	0	0	60.9	456.75	243.6	0
Printemps	Esclaves	<i>Ascidies indeterm.</i>	Tunicata	12.18	0	0	0	60.9	0	60.9	0	60.9	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Autre calcisponge</i>	Porifera	0	0	60.9	0	0	0	304.5	0	30.45	0	30.45	0
Printemps	Esclaves	<i>Axinella damicornis</i>	Porifera	0	0	0	0	0	0	60.9	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Axinella sp.</i>	Porifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152.25	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Balanophyllia regia</i>	Cnidaria	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Botryllus schlosseri</i>	Tunicata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152.25
Printemps	Esclaves	Bryozoaire encroûtant	Bryozoa	60.9	0	30.45	0	30.45	0	30.45	0	60.9	0	30.45	0
Printemps	Esclaves	Bryozoaire indéterm.	Bryozoa	30.45	0	30.45	0	60.9	0	91.35	0	91.35	0	91.35	0
Printemps	Esclaves	<i>Bugula sp.</i>	Bryozoa	0	0	0	0	0	0	0	0	60.9	0	60.9	0
Printemps	Esclaves	<i>Calliostoma ziphyphium</i>	Mollusca	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Caryophyllia sp</i>	Cnidaria	0	0	0	0	0	456.75	0	609	0	456.75	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Cerithium spp.</i>	Mollusca	5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Chartella papyracea</i>	Bryozoa	0	0	0	0	60.9	0	60.9	0	121.8	609	0	1827
Printemps	Esclaves	<i>Clathrina sp.</i>	Porifera	60.9	0	121.8	0	60.9	0	60.9	0	121.8	0	182.7	0
Printemps	Esclaves	<i>Cliona celata</i>	Porifera	0	0	0	0	0	0	0	304.5	0	456.75	0	609
Printemps	Esclaves	<i>Coris julis</i>	Chordata	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
Printemps	Esclaves	<i>Corynactis viridis</i>	Cnidaria	30.45	0	30.45	0	30.45	152.25	365.4	152.25	243.6	1827	304.5	152.25
Printemps	Esclaves	<i>Crimora papillata</i>	Mollusca	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Crisia sp.</i>	Bryozoa	0	0	0	0	304.5	0	426.3	0	274.5	0	182.7	0
Printemps	Esclaves	<i>Ctenolabrus rupestris</i>	Chordata	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Printemps	Esclaves	<i>Diaphorodoris luteocincta</i>	Mollusca	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	Didemnidés indéterm.	Tunicata	0	0	0	152.25	0	0	91.35	152.25	0	456.75	0	913.5
Printemps	Esclaves	<i>Diplodus cervinus</i>	Chordata	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Diplodus vulgaris</i>	Chordata	0	banc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Diplosoma spongiforme</i>	Tunicata	0	0	0	0	60.9	0	0	0	182.7	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Doriopsilla areolata</i>	Mollusca	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Printemps	Esclaves	<i>Dysidea fragilis</i>	Porifera	0	0	60.9	0	0	0	121.8	0	60.9	0	213.15	0
Printemps	Esclaves	Eponge encroûtante	Porifera	60.9	304.5	121.8	609	304.5	456.75	274.05	913.3	121.8	1827	304.35	0
Printemps	Esclaves	<i>Facelina auriculata</i>	Mollusca	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Felimare cantabrica</i>	Mollusca	0	0	0	2	0	9	1	5	0	2	0	6
Printemps	Esclaves	<i>Felimare tricolor</i>	Mollusca	0	5	2	0	1	0	2	2	2	4	3	7
Printemps	Esclaves	<i>Felimida krohni</i>	Mollusca	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Felimida luteorosea</i>	Mollusca	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Flabellina pedata</i>	Mollusca	0	0	0	1	0	0	3	0	2	1	0	1
Printemps	Esclaves	<i>Halecium</i> sp.	Cnidaria	0	0	0	0	0	3045	0	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Halichondria panicea</i>	Porifera	0	456.75	0	152.25	0	15225	0	609	0	1218	0	913.5
Printemps	Esclaves	<i>Holothuria</i> sp.	Echinodermata	0	3	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Holothuria tubulosa</i>	Echinodermata	3	0	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	Hydriaires indéterminés	Cnidaria	609	304.5	304.5	0	334.95	0	60.9	0	60.9	0	60.9	0
Printemps	Esclaves	<i>Ircinia</i> sp.	Porifera	0	0	0	0	0	0	0	913.5	0	456.75	0	1522.5
Printemps	Esclaves	<i>Janolus cristatus</i>	Mollusca	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Marthasterias glacialis</i>	Echinodermata	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Myxilla</i> sp.	Porifera	0	0	0	0	0	1827	0	913.5	0	913.5	0	1827
Printemps	Esclaves	<i>Nassarius incrassatus</i>	Mollusca	0	3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Printemps	Esclaves	<i>Obelia</i> sp.	Cnidaria	0	0	60.9	0	60.9	0	60.9	0	60.9	304.5	60.9	913.5
Printemps	Esclaves	<i>Octopus vulgaris</i>	Mollusca	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Ophiocomina nigra</i>	Echinodermata	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Ophiothrix fragilis</i>	Echinodermata	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	Orange encroûtante	Porifera	60.9	152.25	60.9	304.5	240	1218	243.6	456.75	152.25	456.75	456.75	0
Printemps	Esclaves	<i>Pachymatisma johnstoni</i>	Porifera	0	152.25	121.8	609	0	913.5	0	1218	0	1218	0	609
Printemps	Esclaves	Paguridae	Crustacea	3	0	2	0	1	0	12	0	11	0	4	0
Printemps	Esclaves	<i>Parablennius gattorugine</i>	Chordata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Parablennius pilicornis</i>	Chordata	0	0	0	0	1	3	0	1	0	1	1	1

Printemps	Esclaves	<i>Paracentrotus lividus</i>	Echinodermata	2	3	0	0	0	0	5	10	6	6	3	0
Printemps	Esclaves	<i>Pentapora fascialis</i>	Bryozoa	0	0	152.25	0	60.9	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Plumularia setacea</i>	Cnidaria	0	0	0	0	0	0	0	0	30.45	0	30.45	0
Printemps	Esclaves	<i>Polycyathus muelleriae</i>	Cnidaria	0	0	10	0	1	0	0	0	5	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Protula sp</i>	Annelida	2	3	5	1	3	1	3	4	5	12	6	1
Printemps	Esclaves	<i>Rocellaria dubia</i>	Mollusca	Moyen		peu		Moyen		Moyen		Moyen		Moyen	
Printemps	Esclaves	<i>Sabella spallanzanii</i>	Annelida	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Salmacina dysteri</i>	Annelida	121.8	0	182.7	609	1278.9	1218	365.4	456.75	151.8	2436	426.3	2436
Printemps	Esclaves	<i>Scorpena notata</i>	Chordata	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Printemps	Esclaves	<i>Serpula vermicularis</i>	Annelida	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	Serpulidae	Annelida	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Printemps	Esclaves	<i>Serranus cabrilla</i>	Chordata	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0
Printemps	Esclaves	<i>Sertularella sp.</i>	Cnidaria	30.45	0	30.45	152.25	60.9	913.5	182.7	1827	60.9	0	60.9	0
Printemps	Esclaves	<i>Sphaerechinus granularis</i>	Echinodermata	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	3	1
Printemps	Esclaves	Spongiaires indéterm.	Porifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	609
Printemps	Esclaves	<i>Sycon sp.</i>	Porifera	1	1	2	0	11	26	1	2	1	8	3	2
Printemps	Esclaves	<i>Thyrosia guernei</i>	Porifera	0	0	0	0	10	0	0	913.5	10	913.5	20	0
Printemps	Ficoa	<i>Actinothoe sphyrodeta</i>	Cnidaria	0	0	0	0	0	6.09	456.75	0				
Printemps	Ficoa	<i>Aglaophenia sp.</i>	Cnidaria	609	182.7	913.5	2131.5	1522.5	1218	0	1218				
Printemps	Ficoa	<i>Alcyonium coralloides</i>	Cnidaria	0	0	60.9	121.8	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	<i>Alcyonium glomeratum</i>	Cnidaria	60.9	0	0	182.7	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	<i>Aplidium spp</i>	Tunicata	0	0	0	0	0	0	1	1				
Printemps	Ficoa	<i>Aplysina spp</i>	Porifera	0	0	0	60.9	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	<i>Ascidies indéterm.</i>	Tunicata	0	0	2	1	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	<i>Axinella damicornis</i>	Porifera	0	0	0	12.18	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	<i>Balanophyllia regia</i>	Cnidaria	0	1	1	0	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	<i>Balanus sp.</i>	Crustacea	0	2	0	0	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	<i>Berthellina edwardsii</i>	Mollusca	0	0	2	0	0	0	3	1				
Printemps	Ficoa	<i>Bolma rugosa</i>	Mollusca	2	3	1	2	1	2	4	2				
Printemps	Ficoa	<i>Botryllus schlosseri</i>	Tunicata	0	0	0	0	152.25	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Bryozoaire encroûtant	Bryozoa	60.9	0	60.9	60.9								
Printemps	Ficoa	<i>Bugula sp.</i>	Bryozoa	0	0	0	0	0	0	609	304.5				
Printemps	Ficoa	<i>Calliostoma zizyphinum</i>	Mollusca	0	0	0	0	2	0	1	0				

Printemps	Ficoa	Caryophyllia sp	Cnidaria	0	0	0	0	152.25	152.25	304.5	1522.5				
Printemps	Ficoa	Celleporella sp.	Bryozoa	0	0	615.09	121.8	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Chartella papyracea	Bryozoa	0	0	0	0	0	0	304.5	609				
Printemps	Ficoa	Clathrina sp.	Porifera	60.9	0	30.45	0	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Cliona celata	Porifera	60.9	121.8	60.9	121.8	609	152.25	609	304.5				
Printemps	Ficoa	Coris julis	Chordata	0	1	1	2	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Corynactis viridis	Cnidaria	60.9	60.9	182.7	365.4	152.25	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Crisia sp.	Bryozoa	0	0	426.3	243.6	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Ctenolabrus rupestris	Chordata	0	0	1	0	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Diazona violacea	Tunicata	0	0	0	182.7	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Doriopsilla areolata	Mollusca	0	0	1	2	0	1	0	0				
Printemps	Ficoa	Echinaster sepositus	Echinodermata	2	3	1	1	1	4	3	1				
Printemps	Ficoa	Encroûtante beige	Porifera	0	0	60.9	0	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Encroûtante jaune	Porifera	0	0	0	0	304.5	152.25	304.5	609				
Printemps	Ficoa	Felimare cantabrica	Mollusca	2	0	0	0	2	3	1	2				
Printemps	Ficoa	Felimare tricolor	Mollusca	0	1	4	5	0	2	3	0				
Printemps	Ficoa	Gymnangium montagui	Cnidaria	152.25	1096.2	548.1	1035.3	456.75	1827	2740.5	2436				
Printemps	Ficoa	Halichondria panicea	Porifera	0	0	0	0	609	304.5	304.5	304.5				
Printemps	Ficoa	Hydriaires indéterminés	Cnidaria	609	0	0	0	913.5	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Ircinia p	Porifera	0	0	0	0	0	0	304.5	304.5				
Printemps	Ficoa	Labrus mixtus	Chordata	0	0	2	0	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Leptogorgia sarmentosa	Cnidaria	1	0	0	0	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Myxilla sp.	Porifera	0	0	0	0	1218	1218	913.5	1218				
Printemps	Ficoa	Nemertesia antennina	Cnidaria	12.18	0	0	0	152.25	0	0	152.25				
Printemps	Ficoa	Obelia sp.	Cnidaria	1	0	0	0	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Omalosecosa ramulosa	Bryozoa	0	0	0	60.9	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Ophioderma longicauda	Echinodermata	0	0	0	0	0	1	0	1				
Printemps	Ficoa	Ophiothrix fragilis	Echinodermata	0	0	0	10	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Orange encroûtante	Porifera	182.7	852.6	243.6	243.6	152.25	0	1218	0				
Printemps	Ficoa	Paracentrotus lividus	Echinodermata	3	6	2	5	7	2	2	5				
Printemps	Ficoa	Peltodoris atromaculata	Mollusca	0	0	1	0	0	0	1	0				
Printemps	Ficoa	Pentapora fascialis	Bryozoa	0	0	0	1218	0	0	0	609				
Printemps	Ficoa	Polycyathus muelleriae	Cnidaria	0	60.9	60.9	0	0	0	0	152.25				

Printemps	Ficoa	Protula sp	Annelida	2	3	5	2	1	1	2	2				
Printemps	Ficoa	Rocellaria dubia	Mollusca	609	60.9	182.7	60.9	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Sabella spallanzanii	Annelida	0	0	0	0	1	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Salmacina dysteri	Annelida	0	0	365.4	60.9	0	0	152.25	609				
Printemps	Ficoa	Scorpaena notata	Chordata	0	0	0	0	0	0	1	0				
Printemps	Ficoa	Serranus cabrilla	Chordata	0	1	0	0	0	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Sertularella gayi	Cnidaria	0	0	0	30.45	456.75	0	0	0				
Printemps	Ficoa	Smittina cervicornis	Bryozoa	0	0	0	0	0	0	0	152.25				
Printemps	Ficoa	Sphaerechinus granularis	Echinodermata	0	1	0	2	0	3	0	0				
Printemps	Ficoa	Sycon sp.	Porifera	0	0	1	0	0	0	1	3				
Printemps	Ficoa	Thymosia guernei	Porifera	0	0	0	0	0	913.5	0	0				
Printemps	Ficoa	Tubularia sp.	Cnidaria	0	0	0	0	152.25	1522.5	0	0				

Annexe3- Exemple d'Images Ficoa

Traitement des surface de recouvrement de la faune visible sur photo avec Image J.

<p style="text-align: center;">2016-FI2906-INDICRECIF-Q2</p> 	<p style="text-align: center;">2016-FI2906-INDICRECIF-Q3</p> 
<p style="text-align: center;"><i>Leptogorgia sarmentosa</i> : 4 %</p>	<p style="text-align: center;"><i>Gymnangium montagui</i> 4,6 %</p>
<p style="text-align: center;">2016-FI2906-INDICRECIF-Q5</p> 	<p style="text-align: center;">2016-FI2906-INDICRECIF-Q6</p> 
<p style="text-align: center;">Demosponge orange 2 %</p>	<p style="text-align: center;"><i>Echinaster sepositus</i> : 2,5 %</p>

2016-FI2906-INDICRECIF-Q11	2016-FI2906-INDICRECIF-Q13
	
<p><i>Sphaerechinus granularis</i> : 10,2 %</p>	<p>Demosponge orange 7,5 % <i>Paracentrotus lividus</i> : 0,5 %</p>
2016-FI2906-INDICRECIF-Q14	2016-FI2906-INDICRECIF-Q15
	
<p><i>Gymnangium montagui</i> :33 % Demosponge orange 6 %</p>	<p><i>Bolma rugosa</i> : 2 %</p>