

Circareef / Circatax

Récifs circalittoraux : de la Méditerranée au sud du
golfe de Gascogne

Rapport final



Fiche documentaire

Titre du rapport : Circareef/Circatax Récifs circalittoraux : de la Méditerranée au sud du golfe de Gascogne	
Référence interne : ODE/LITTORAL/LERAR/22.003 Diffusion : <input checked="" type="checkbox"/> libre (internet) <input type="checkbox"/> restreinte (intranet) – date de levée d’embargo : AAA/MM/JJ <input type="checkbox"/> interdite (confidentielle) – date de levée de confidentialité : AAA/MM/JJ	Date de publication : 2022/12 Version : 1.0.0 Référence de l’illustration de couverture Source : B. Guillieux/Epoc/Biodiversité benthique et MN de Casamajor/Ifremer/récif circalittoral côte basque Langue(s) : Français
Résumé: Ce rapport présente un bilan des résultats obtenus à partir des données récoltées au cours des projets Circareef et Circatax sur les habitats circalittoraux d’intérêt de la zone Natura 2000 « côte basque rocheuse et extension au large ». Ces résultats montrent un intérêt écologique et biogéographique remarquable des sites prospectés avec des habitats abritant une biodiversité originale non connue. L’analyse des prélèvements réalisés et l’identification des taxons présents confortent ces observations. En parallèle, les résultats d’un indice basé sur une approche écosystémique Ecosystem-Based Quality Index (EBQI) sont présentés. À partir de ce bilan, des orientations sont déterminées pour approfondir la connaissance de ces habitats remarquables dans le contexte des directives européennes de conservation.	
Abstract: This report presents the results obtained from the data collected during the Circareef and Circatax projects on the circalittoral habitats of interest in the Natura 2000 zone "rocky Basque coast and offshore extension". These results show a remarkable ecological and biogeographical interest of the prospected sites with habitats sheltering an unknown original biodiversity. The analysis of the samples taken and the identification of the taxa collected confirm these observations. In parallel, calculations of an index based on an Ecosystem-Based Quality Index (EBQI) ecosystem approach are presented. From this report, orientations are determined to improve the knowledge of these remarkable habitats in the context of European directives of conservation.	
Mots clefs / Key words: Récifs circalittoraux, biodiversité, golfe de Gascogne, gorgones, grottes sous-marines	
Comment citer ce document : Casamajor (de) MN., Sartoretto S., Gouillieux B., Saint Germain A., Lissardy M., Ravel C., Bujan S., Devaux L., 2022. Circareef/Circatax Récifs circalittoraux : de la Méditerranée au sud du golfe de Gascogne. Rapport, ODE/LITTORAL/LERAR/22.023, 91 p.	
Disponibilité des données de la recherche :	
DOI :	

Commanditaire du rapport : DS Ifremer / Dreal NA	
Circareef / Circatax / 2020-VR-28 :	
<input type="checkbox"/> Rapport intermédiaire (ODE/LITTORAL/LERAR/21.003) <input checked="" type="checkbox"/> Rapport définitif (ODE/LITTORAL/LERAR/22.023)	
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) : APP LER / APP Suivis scientifiques Natura 2000	
Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
MN de Casamajor : marie.noelle.de.casamajor@ifremer.fr	PDG-ODE-LITTORAL-LERAR
S. Sartoretto : stephane.sartoretto@ifremer.fr	PDG-ODE-LITTORAL-LERPAC
B. Gouillieux : benoit.gouillieux@u-bordeaux.fr	UNIV.BORDEAUX/ EPOC – UMR 5805
A. Saint Germain : annaelle.saint.germain@ifremer.fr	PDG-ODE-LITTORAL-LERAR
M. Lissardy : muriel.lissardy@ifremer.fr	PDG-ODE-LITTORAL-LERAR
C. Ravel : christophe.ravel@ifremer.fr	PDG-ODE-LITTORAL-LERPAC
S. Bujan : stephane.bujan@u-bordeaux.fr	UNIV.BORDEAUX/ EPOC – UMR 5805
L. Devaux : ludovic.devaux@u-bordeaux.fr	UNIV.BORDEAUX/ EPOC – UMR 5805
Encadrement(s) :	
Destinataire : DS Ifremer et DREAL Nouvelle Aquitaine	
Validé par :	

Table des matières

Remerciements.....	7
1. Contexte général	8
1.1. La Directive Habitat Faune Flore et le réseau Natura 2000	9
1.2. Les habitats ciblés.....	10
1.3. Objectifs des programmes Circatax et Circareef.....	12
2. Matériels et Méthodes	13
2.1. Présentation des sites d'étude	13
2.1.1. Localisation au sein de la zone Natura 2000	13
2.1.2. Caractérisation des conditions environnementales.....	15
2.2. Caractérisation des peuplements benthiques.....	17
2.2.1. Échantillonnage des gorgones.....	19
2.2.2. Échantillonnage par grattages.....	21
2.2.3. Échantillonnage par suceuse à air	21
2.2.4. Échantillonnage par brossage	22
2.2.5. Récolte à vue	23
2.3. Approche écosystémique	23
2.3.1. Transects photo/vidéo.....	24
2.3.2. Analyse des images.....	25
2.3.3. Calcul de l'EBQI.....	25
3. Résultats	29
3.1. Caractérisation des conditions environnementales.....	29
3.1.1. Fluctuations de la température sur la période d'étude	29
3.1.2. Mise en relation des fluctuations de houle et de température	30
3.1.3. Prise en compte de la vitesse orbitale.....	31
3.2. Étude des peuplements de gorgones.....	32
3.2.1. Population à <i>Paramuricea grayi</i>	32
3.2.2. Population à <i>Leptogorgia sarmentosa</i>	34
3.2.3. Population à <i>Eunicella verrucosa</i>	35
3.3. Biodiversité des récifs circalittoraux	36
3.3.1. Biodiversité des récifs à gorgones <i>Paramuricea grayi</i>	38
3.3.2. Biodiversité des récifs circalittoraux sites Gruyère, Sec et Ficoa	38
3.3.3. Biodiversité des récifs infralittoraux de gorgones Iruuari et Txox	39
3.4. Approche écosystémique des récifs circalittoraux.....	40
3.4.1. Calcul des indices INDEX-COR et EBQI pour le récif à <i>P. grayi</i>	40

3.4.2.	Calcul de l'EBQI pour les grottes.....	41
4.	Discussion et perspectives	44
4.1.	Récifs à gorgones <i>P. grayi</i>	44
4.2.	Récifs de gorgones <i>E. verrucosa</i> et <i>L. sarmentosa</i>	46
4.3.	Approche écosystémique des grottes.....	47
4.4.	Une biodiversité originale.....	49
5.	Conclusion.....	53
6.	Références Bibliographiques.....	55
	Annexe 1- Décret no 2022-527 du 12 avril 2022	61
	Annexe 2- Biodiversité totale échantillonnée sur les 6 sites (562 taxons).	64
	Annexe 3. Liste des taxons recensés répondant aux critères ZNIEFF et non encore référéncés.	77
	Annexe 4. Liste des taxons inscrits sur les listes ZNIEFF Aquitaine (de Casamajor et al., 2013)	79
	Annexe 5. Listes des nouvelles espèces répertoriées pour la zone d'étude.	81
	Annexe 6. Photos quadrat pour calculer l'EBQI.....	82
	Annexe 7- Exemple de traitement d'images pour évaluer les % de recouvrement (compartiments 1 à 3).....	85
	Annexe 8. Détails du calcul de l'EBQI et de l'IDC par site.	86
	Annexe 9. Communication colloque	87
	Annexe 10. Communications grand public	89

Remerciements

Les auteurs remercient les personnes qui ont contribué aux échantillonnages et au bon déroulement de cette campagne.

Notamment l'union Sportive de Biarritz (USB) Mathieu LEBRUN et son équipe pour leur soutien logistique et leur contribution au bon déroulement des sorties en mer en 2020. Le Directeur de la Base Fédérale d'Hendaye (BFH) Philippe CONSTANTIN ainsi que Fred CHOUET et David CELABE, toujours bienveillants à terre comme en mer. Un grand merci à Patrick RAGOT pour son intérêt pour notre travail et pour nous avoir accompagnés, photographiés lors de nos plongées et la diffusion grand public d'un magnifique article de presse (Annexe 10).

Nous remercions s'adressent également à Florence SANCHEZ du LERAR pour sa relecture attentive de ce rapport. Les systématiciens qui ont apporté leur contribution à l'identification des individus récoltés au cours de la campagne Paolo G. ALBANO (Université de Vienne), Alvaro ALTUNA (Insub San Sebastián), Maria Aleksandra BITNER (Académie Polonaise des Sciences), Benny K.K. CHAN (Academia Sinica), Anne CHENUIL, Pierre CHEVALDONNE, Thierry PEREZ et Marie GRENIER (Aix-Marseille Université), Inmaculada FRUTOS (Université de Lodz) Serge GOFAS (Université de Malaga), Lise LATRY et Nicolas LAVESQUE (Université de Bordeaux), Paulo de OLIVEIRA BONIFACIO, Luigi ROMANI, Romain SABROUX (MNHN de Paris), Sabine STÖHR (Muséum Suédois d'Histoire Naturelle) et Alex VANHALEN (IRSNB de Belgique).

Cette étude a utilisé des résultats extraits de la base de données nationale de mesure de houle *in situ* CANDHIS. 06402 Anglet CEREMA / Université de Pau et 06403 Saint-Jean-de-Luz CEREMA / Département des Pyrénées Atlantiques (64). Nous remercions le laboratoire IVS/UPPA pour la transmission des données ainsi que Florian Ganthy du LER Arcachon pour ses conseils pour le traitement des données de houle.

Enfin, nous remercions nos financeurs pour leur confiance et sans qui ces connaissances n'auraient pas été acquises : la Direction Scientifique de l'Ifremer à travers un appel à projet LER et la DREAL Nouvelle Aquitaine dans le cadre de l'appel à projet « études et suivis scientifiques Natura 2000 ». Sans oublier le soutien des chargés de mission Natura 2000 : Inès Almandoz et Nicolas Susperregui.



De gauche à droite : L. Devaux, B. Gouillieux, MN de Casamajor, P. Ragot, S. Sartoretto, et C. Ravel.

1. Contexte général

Le domaine benthique constitue un intérêt majeur dans l'évaluation de l'état de conservation des écosystèmes en raison de la vulnérabilité particulière de la faune sessile benthique face aux modifications du milieu (dépôts de sédiments, contamination chimique et changements climatiques). Les aménagements physiques et les modifications physico-chimiques sont des sources de modification/destruction partielle ou totale de l'habitat et des communautés associées. Les biocénoses des récifs circalittoraux caractérisées par la présence de grandes espèces benthiques constituent un habitat fonctionnel remarquable : biodiversité diversifiée et espèces d'intérêt commercial : nurserie, protection, nourrissage...

Dans le contexte actuel de mise en œuvre des directives européennes, un déficit de connaissances (biodiversité, rôle fonctionnel...) sur les habitats circalittoraux benthiques a été identifié, notamment lors des synthèses réalisées pour caractériser l'état initial de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) (Derrien-Courtel et Le Gal, 2011) et de la mise en place des Zones de Protection Fortes (ZPF). Or, ces connaissances sont nécessaires pour permettre la prise de décision en matière de gestion des Aires Marines Protégées notamment, dans le cadre de la Directive Habitat Faune Flore (DHFF) et de l'extension en mer des zones Natura 2000. L'habitat circalittoral rocheux correspond à la zone où les macroalgues photophiles érigées ne se développent plus, notamment en raison du manque de lumière. Néanmoins, les algues encroûtantes sciaphiles subsistent et la faune se diversifie, la profondeur définissant cette étage fluctue d'une zone géographique à l'autre suivant les propriétés optiques de la colonne d'eau. Considérant que les protocoles d'échantillonnage constituent le socle de l'observation, les programmes Circareef et Circatax visent à combler les lacunes méthodologiques et taxinomiques identifiées sur les habitats circalittoraux rocheux de la côte basque : récif à gorgone et grotte sous-marine. Ce travail a été mené sur la base de protocoles existants et appliqués en Méditerranée en adaptant les indicateurs actuels aux contextes biogéographiques du golfe de Gascogne sur le plan biologique et écologique.

Pour répondre aux exigences de la DCSMM, il est important de travailler sur une approche écosystémique pour qualifier l'état du milieu marin face aux pressions anthropiques subies. Ainsi, la prise en compte des espèces ingénieures est primordiale car leur rôle est essentiel dans le fonctionnement de l'écosystème (Romero et al., 2014, Gimenez-Casalduero et al, 2018). La disparition ou la régression de ces espèces entraînent une dégradation profonde par effet cascade et des changements fonctionnels majeurs. Parmi les indicateurs existants, l'approche EBQI (Ecological Bases Quality Index) permet d'appréhender l'évaluation des différents compartiments fonctionnels qui composent l'écosystème et les relations existant entre les espèces et au sein même d'une espèce (intra et interspécifiques). La structure du réseau trophique se compose de groupes fonctionnels reliés entre eux par des flux de matières organiques. Il constitue une dynamique qui fluctue autour d'un état moyen (Ruitton et al., 2017). Parmi les écosystèmes méditerranéens majeurs sur lesquels la stratégie EBQI a été développée, deux d'entre eux présentent des analogies avec les habitats circalittoraux du golfe de Gascogne du point de vue de la biodiversité présente : le coralligène et les grottes sous-marines. Cette stratégie ainsi que le protocole Index-Cor (Sartoretto, 2019) ont été adoptés dans le cadre du projet Circareef mais nécessitent une bonne connaissance de la biodiversité qui compose les différents compartiments fonctionnels.

1.1. La Directive Habitat Faune Flore et le réseau Natura 2000

La Directive Européenne Habitat Faune Flore plus connue sous le nom de directive « Habitat » (92/43/CEE) constitue une base réglementaire pour la conservation des habitats et espèces d'intérêt communautaires listés sur la convention OSPAR. Cette directive s'appuie donc sur des zones où ces habitats et espèces listés dans OSPAR sont présents (appelé réseau Natura 2000), aussi bien sur le domaine continental que marin. Ce réseau contribue à la gestion d'espaces naturels sensibles à travers la mise en place d'un document d'objectif (Docob) qui veille à maintenir la biodiversité à travers un bon état de conservation des habitats (le Moigno et Duvauchelle, 2015).

Ainsi, en milieu marin les zones Natura 2000 constituent des Aires Marines Protégées. La zone Natura 2000 ciblée ici est la zone FR7200813 « Côte basque rocheuse et extension au large » (fig. 1) pour laquelle le document d'objectif a été validé en 2015. Afin de garantir l'atteinte des objectifs du Docob, mais aussi d'assurer le maintien des activités économiques en place, un espace de concertation est organisé pour une conciliation entre protection du milieu et activités anthropiques. Ainsi, à partir d'un ensemble de diagnostics sur le territoire et les enjeux de conservation, les objectifs du Docob ont été précisés. Ce document définit également le plan d'action pour atteindre ces objectifs de gestion et leur priorisation.

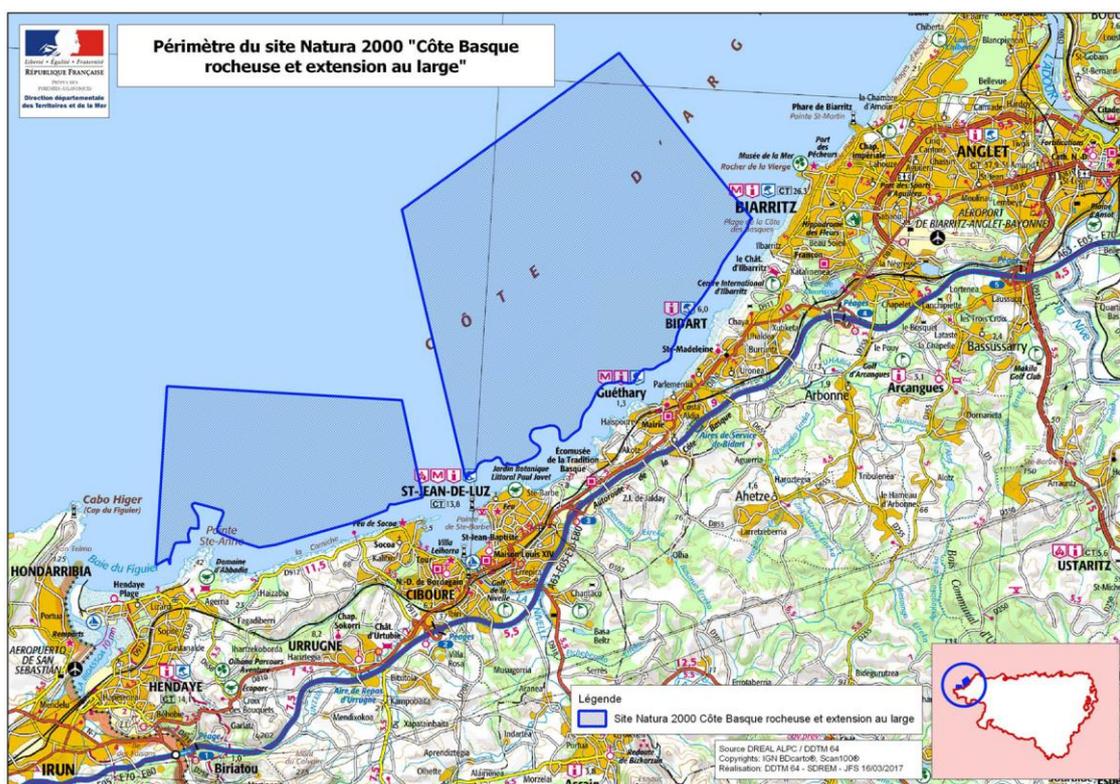


Figure 1. Localisation de la zone Natura 2000 « Côte basque rocheuse et extension au large » sur la côte basque. Source : <https://www.pyrenees-atlantiques.gouv.fr/>

Pour exemple, parmi les actions listées dans les objectifs de gestion, on peut citer la M10 : Améliorer les connaissances sur l'habitat d'intérêt communautaire Récifs et évaluer son état de conservation ; et la M11 : Réaliser un inventaire écologique des grottes semi-obscurtes et le suivi des peuplements (le Moigno et Duvauchelle, 2015). Ces actions font partie intégrantes des objectifs des projets Circareef et Circatx.

1.2. Les habitats ciblés

La côte basque est exposée aux vents dominants et reçoit la houle océanique venue du large sans qu'aucun obstacle (îles, hauts fonds...) ne freine sa propagation. Elle est donc soumise à une houle de grand fetch¹, très énergétique. Un découpage prononcé de la côte pourrait constituer un élément d'atténuation des effets de la houle, mais, dans la mesure où la côte basque est rectiligne, cela ne contribue pas à une diminution énergétique. Ainsi, elle est considérée comme une côte « très exposée » et à fort hydrodynamisme. Les régimes de houle fluctuent au cours de l'année et les mois d'été sont caractérisés par des houles moins énergétiques (Abadie et al., 2005). L'intensité de l'hydrodynamisme constitue un paramètre prépondérant sur les caractéristiques des peuplements qui le compose. La topographie du substrat est également un paramètre déterminant. Ainsi, les habitats étudiés tels que définis dans les cahiers d'habitats au sein de cette zone Natura 2000 sont l'habitat 1170 Récifs (1170-5 roche infralittorale en mode exposé) et 8330 grottes sous-marines (Bensettiti et al., 2000). En considérant la classification européenne EUNIS (EUropean Nature Information System) les habitats ciblés dans ce projet se déclinent de la façon suivante (Bajjouk et al., 2015) :

- A4. Roche et autres substrats durs circalittoraux
 - A4.1. Roche circalittorale de l'Atlantique et de la Méditerranée sous fort hydrodynamisme ; (1170 récif)
 - A4.7 Habitats rocheux circalittoraux particuliers
 - A4.71 Biocénoses circalittorales de grottes et de surplombs. (8330 Grottes sous-marines)

En complément, deux sites ont été échantillonnés dans la zone infralittorale A3.1, entre 15 et 20 m, dans la perspective d'un échantillonnage ciblé sur les peuplements de gorgones des genres *Eunicella* et *Leptogorgia*. La définition des habitats de cette zone Natura 2000 (Creocean-Ima, 2014) demeure peu précise et parfois peu adaptée au contexte local, compte tenu des spécificités biogéographiques de l'enclave que constitue le fond du golfe de Gascogne bordé par la France et l'Espagne. On note en particulier sur la cartographie existante la présence d'habitats qualifiés en « modérément exposés » alors qu'ils doivent être considérés comme « exposés » dans la mesure où la distance de propagation du fetch est supérieure à 25 km (Davies et al., 2004).

Les grottes, tombants et surplombs... constituent des habitats remarquables d'intérêt communautaire (DHFF 92/43/EEC) avec des topographies particulières des micro-habitats. Les grottes correspondent à l'habitat 8330 « grottes marines submergées ou semi-submergées » qui justifient en partie la désignation de sites Natura 2000 (Bensettiti et al., 2000). Ces habitats favorisent l'installation d'espèces sciaphiles, parmi lesquelles de nombreux cnidaires dont des octocoralliaires (*Alcyonium coralloides*, *Alcyonium glomeratum*...) des scléractiniaires (*Leptopsammia pruvoti*, *Polycyathus muelerae*, *Caryophyllia cf. inornata*, *Caryophyllia smitthi*...) et des zoanthaires comme *Parazoanthus axinellae* (Altuna, 1984 ; Galpasoro et al., 2008). La diversité spécifique des éponges est remarquable pour ce type d'habitat. Un approfondissement des connaissances sur ces écosystèmes particuliers permettrait certainement de mettre en évidence des espèces de grand intérêt écologique comme les Mysidacés cavernicoles (Chevaldonné et Lejeune, 2003). Comme en Méditerranée, elles sont souvent issues de la submersion marine des roches karstiques lors de la dernière transgression holocène, ce qui est le cas pour la côte basque. Leurs structures et leurs morphologies sont très variées allant de la simple petite anfractuosités (semi-obscur) à des grandes cavités (obscur). Il est difficile de comparer les grottes entre elles

¹ Grande distance sur la mer sur laquelle le vent souffle sans rencontrer d'obstacle jusqu'à la côte.

car elles présentent une importante variabilité de leur géomorphologie et de leur colonisation benthique. Cependant des caractères communs ont été largement décrits (Özalp, 2019). Les assemblages faunistiques diffèrent souvent entre l'intérieur et l'extérieur des grottes et une similitude des peuplements avec les zones profondes est souvent signalée dans la bibliographie. Elles constituent un habitat favorable aux espèces sensibles et peu résilientes. Les grottes présentent un gradient des conditions environnementales entre l'entrée et le fond : diminution de la lumière et de l'hydrodynamisme s'accompagnant d'une diminution des apports en éléments nutritifs. Ainsi on distingue les biocénoses des grottes semi-obscurées à celles des grottes obscures. Leur proportion fluctue suivant la configuration générale depuis l'entrée jusqu'à la partie totalement dépourvue de lumière. Dans le cadre de ce travail, face à l'absence de connaissances sur la colonisation de ces habitats, une priorité est donnée à l'échantillonnage des entrées de grottes. Les grottes sous-marines sont considérées comme fortement hétérogènes du point de vue de leur colonisation biologique. Cette hétérogénéité spatiale des biocénoses présentes est principalement liée aux spécificités topographiques et géomorphologiques de chaque grotte (Rastorgueff et al. 2011). Les travaux disponibles dans la littérature concernent principalement les grottes méditerranéennes (Rastorgueff et al., 2015) et les listes taxonomiques considérées dans l'EBQI sont à adapter aux grottes du sud du golfe de Gascogne.

Le coralligène est un écosystème méditerranéen d'origine biogène, il repose sur des algues calcaires (Corallinacées et Peyssonneliacées) se développant dans des conditions de faible éclairage. Des représentants de ces algues sont également présents sur la côte basque. Dans le bassin méditerranéen, leur répartition bathymétrique est généralement comprise entre 20 et 120 m de profondeur (Ruitton et al., 2017). La pénétration de la lumière dans la colonne d'eau étant le principal facteur régissant la répartition bathymétrique de cet écosystème, or les propriétés optiques de la colonne d'eau diffèrent entre la Méditerranée et l'Atlantique. D'autres paramètres interviennent également tels que l'hydrodynamisme, la salinité, les dépôts de sédiments et les interactions biologiques. Du fait de la multiplicité de ces facteurs, on considère que le coralligène est une mosaïque d'habitats (Laubier, 1966). Les apports de particules fines sur ces habitats se révèlent particulièrement néfastes du fait de la sensibilité des organismes qui y vivent : les Corallinacées du genre *Mesophyllum* spp., *Lithophyllum* spp. et la faune benthique associée (grands bryozoaires, spongiaires, annélides, mollusques, ...).

Les pressions identifiées sur les communautés qui colonisent ces habitats sont peu documentées dans la littérature. Le réchauffement des eaux et les épisodes d'anomalie de température ont été étudiés et apparaissent comme fortement impactant ces communautés (Parravicini et al., 2010 ; Chevaldonné et Lejeune, 2003). Dans une moindre mesure, le passage des plongeurs dans les grottes est également un facteur de perturbation notamment à travers le brassage des masses d'eau, de la sédimentation et des cloches d'air générées par les scaphandres en circuit ouvert (Di Franco et al., 2010 ; Guarnieri et al., 2012). Enfin, les rejets des stations d'épurations peuvent également avoir un effet sur les communautés mais uniquement quand les zones de rejets se localisent à proximité, sinon le facteur dilution est tel qu'il est considéré comme négligeable (Rastorgueff et al. 2011). Sur la côte basque, ce n'est jamais le cas, les zones de rejet étant localisés sur des petits fonds directement à la côte (de Casamajor et al., 2020).

Localement, peu de données sont disponibles sur la composition des communautés benthiques des habitats circalittoraux. Les seuls travaux existant concernent leur formation géologique (Vanara et al., 2007). Les travaux sont rares et l'échelle de temps insuffisante pour étudier les successions écologiques sur ces habitats. Les informations disponibles précisent que l'on est davantage sur un pas de temps au niveau de la décennie que de l'année (Denitto et al., 2007).

1.3. Objectifs des programmes Circatax et Circareef

Le manque de connaissance sur la structuration et le fonctionnement des habitats circalittoraux côtiers de la zone Natura 2000 côte basque rocheuse a conduit le laboratoire Environnement Ressources Arcachon / Anglet à proposer un projet d'acquisition de connaissances sur ces habitats. Les fonds rocheux circalittoraux (A4) sont caractérisés par des biocénoses dominées par le compartiment faunistique ce qui constitue la principale différence par rapport aux habitats de l'infralittoral où les biocénoses sont dominées par des algues. Le circalittoral se subdivise généralement en deux sous-zones : le circalittoral côtier où les algues rouges foliacées sont encore présentes mais non dominantes et le circalittoral du large où les algues rouges foliacées sont absentes. La profondeur de transition entre ces deux zones dépend directement de l'intensité de la lumière qui pénètre dans la colonne d'eau et donc de ses propriétés optiques. Contrairement aux zones plus côtières, les communautés du circalittoral sont souvent représentées par une mosaïque d'espèces plutôt que par une espèce dominante. C'est le cas pour les grottes sous-marines et la caractérisation des habitats est de ce fait plus complexe.

Dans ce contexte, deux projets complémentaires ont été élaborés pour optimiser l'acquisition de connaissances et dans un souci d'optimiser les coûts. Le projet Circareef est financé par la Direction Scientifique de l'Ifremer dans le but de valoriser des collaborations entre les Laboratoires Environnement Ressources, ici entre Arcachon/Anglet et Provence Alpes Côte d'Azur sur des thématiques d'intérêt commun : structuration et fonctionnement de l'habitat d'intérêt communautaire « récif ». Sur cette base, le projet Circatax est financé par la DREAL de Nouvelle Aquitaine sur un appel d'offre « Études et suivis scientifiques en site Natura 2000 ». Il a pour vocation de cibler l'acquisition de connaissances sur la biodiversité à partir d'un inventaire taxinomique le plus complet possible des habitats échantillonnés. Dans ce cadre la collaboration avec le laboratoire EPOC de l'Université de Bordeaux permet d'apporter une expertise taxinomique sur de nombreux embranchements et fournir ainsi des informations utiles pour le projet Circareef.

Ainsi, les résultats attendus de ces deux projets pourront alimenter les besoins identifiés pour la mise en œuvre des directives européennes pour la sous-région marine (SRM) « golfe de Gascogne » et de façon plus ciblée la définition des espèces composant les communautés présentes sur les habitats circalittoraux du site Natura 2000 côte basque rocheuse. Les connaissances acquises vont également contribuer à l'expertise pour aider les gestionnaires à la définition des ZPF telles que définies dans le Décret no 2022-527 du 12 avril 2022 (Annexe 1).

Ce rapport présente les résultats concernant l'acquisition de connaissances à partir d'une campagne d'échantillonnage ciblée sur la caractérisation de l'habitat et de la biodiversité associée. Pour cela, différentes techniques d'échantillonnages ont été mises en œuvre pour prélever les différents compartiments biologiques présents. L'assemblage des communautés d'espèces est sensible aux perturbations du milieu et dans l'optique dévaluer un état écologique de ces habitats un indice écologique est calculé en considérant la composition des groupes trophiques présents (adaptation de l'approche EBQI).

Dans de nombreux écosystèmes, qu'ils soient terrestres ou marins, sur les récifs de gorgones comme sur les grottes, on considère que les modifications identifiées face aux perturbations du milieu concernent en premier lieu les espèces érigées qui contribuent à la structuration en 3 dimensions des communautés puis dans un second temps ce sont les espèces encroûtantes qui subissent des modifications. La réponse des communautés de Mysidacés aux perturbations est également un facteur important dans les grottes (Rastorgueff et al., 2015).

2. Matériels et Méthodes

2.1. Présentation des sites d'étude

2.1.1. Localisation au sein de la zone Natura 2000

Le domaine marin du pays basque est marqué par une plateforme récifale constituée de deux entités côtières : (i) Une frange rocheuse dans le domaine infra et circalittoral et (ii) 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 (Augris et al., 2009). Ces récifs sont séparés du littoral par la présence d'une zone d'accumulation de sédiments de granulométrie variable. Ces zones de récifs occupent une superficie de 40 % de la surface connue (fig. 2) 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 » (fig. 1 & 3).

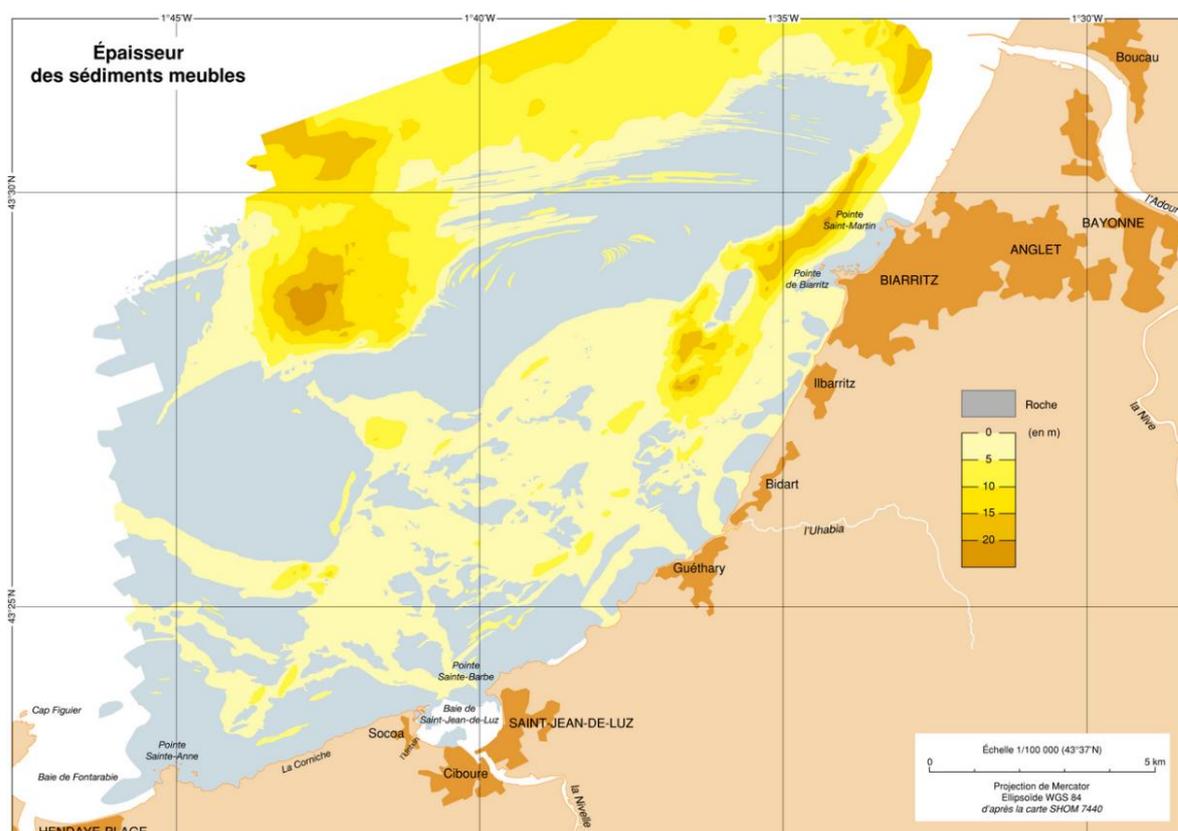


Figure 2. Emprise des zones rocheuses de la côte basque rocheuse.
(Source : Augris et al., 2009)

Au sein de cette configuration, les sites sélectionnés dans le cadre du projet Circareef/Circatax sont localisés au niveau du plateau de Saint Jean-de-Luz (fig. 3). Deux sites complémentaires sont sélectionnés devant la baie d'Hendaye pour caractériser en parallèle les peuplements de gorgones (fig. 5). Un site témoin a été échantillonné au nord sur un récif dépourvu de gorgones. La reconstitution paléogéographique du plateau d'Aroka-Tikia a été réalisée à partir des épisodes haut et bas niveau marin (Vanara et al., 2007). Ce lieu-dit constitue un plateau de 150 m de long

pour 100 m de large compris entre 17 m et 45 m de profondeur. La diversité des faciès y est caractéristique : plateaux, chenaux, salles souterraines, galeries, arches, pitons. Le plateau situé autour de 20 m de profondeur est relativement homogène à certains endroits et entaillé de sillons et chenaux sur d'autres. Les travaux antérieurs témoignent de la présence de 4 salles souterraines dont la plus haute, connue sous le nom de « grande grotte » avoisine les 7 m de haut, chacune d'entre elles possède des caractéristiques qui leur sont propres. L'analyse des microfossiles présents dans des échantillons de calcaire et de marne prélevés sur ce plateau témoigne d'un âge éocène (Vanara et al., 2007). De nos jours, la principale cause d'érosion identifiée comme source d'altération de cet habitat est l'érosion d'origine marine provenant principalement de l'action mécanique de la houle ainsi que, dans une moindre mesure de la bio-érosion. La fréquentation humaine liée à l'activité plongée principalement peut être considérée à ce jour, et en l'absence de travaux sur le sujet, comme un facteur secondaire (Guarnieri et al., 2012).

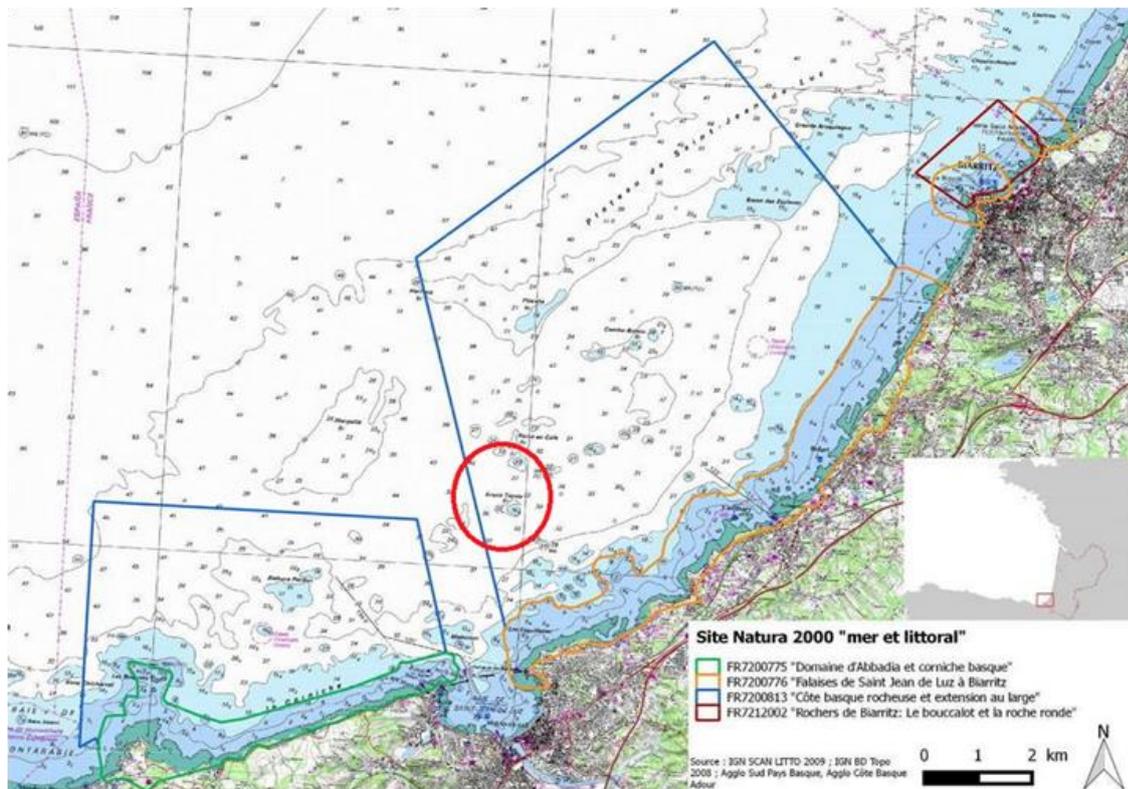


Figure 3. Localisation générale des sites d'étude au sein de la zone Natura 2000.

Sur ce plateau, la distance qui sépare les deux sites échantillonnés est de 315 m et la dénivellation est comprise entre 15 et 20 m (fig. 3). Son caractère géomorphologique remarquable ainsi que sa proximité au houlologue ont guidé le choix d'y concentrer les échantillonnages.

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. Par rapport à l'ensemble de la sous-région marine « golfe de Gascogne », la zone d'étude se singularise, par :

- de faibles courants de marée (+/- 15 cm.s⁻¹) et un régime mésotidal ;
- un régime de houle très énergétique (Hs : 2 m et P : 10 s) (Abadie et al., 2005) ;
- des températures des eaux côtières clémentes en surface et sur la colonne d'eau en général (12 °C en hiver 22 °C en été) ;

- des apports d'eau douce importants en raison d'un réseau hydrographique dense, de la proximité des Pyrénées (fonte des neiges) et d'un contexte climatique pluvieux.

2.1.2. Caractérisation des conditions environnementales

La courantologie complexe en fond de golfe contribue à une biodiversité propre à cette région qui se caractérise par la présence diversifiée d'espèces subtropicales et tempérées et d'espèces boréales plus faiblement représentées. Ainsi, dans une démarche écosystémique, différentes sources de données sont utilisées pour fournir une image la plus représentative possible des conditions environnementales qui règnent sur ces habitats. Une attention particulière est portée sur les conditions hydrodynamiques car elles constituent un paramètre prépondérant dans la classification d'habitat EUNIS et influencent fortement la colonisation benthique.

Hydrodynamisme - Les deux composantes qui conditionnent l'hydrodynamisme sont les marées et la houle. Les conditions de marées sur la côte basque sont qualifiées de mésotidales et semi-diurne (période 12h25). Le marnage le plus faible observé sur l'ensemble des côtes du golfe de Gascogne est un marnage en moyenne de 2,75 m (max 4,78 et min 0,88 m) pour la zone de Saint-Jean-de-Luz (Dodet et al., 2019). Les courants générés par la marée sont considérés comme faibles (Augris et al., 2009) et sont compris entre 2,5 à 7,5 cm.s⁻¹. Dans le cadre de la campagne d'échantillonnage, les prédictions de marées prises en compte sont celles fournies par le site du Shom (port de Saint-Jean-de-Luz) : <https://maree.shom.fr/harbor/SOCOA/>

Les données journalières collectées proviennent du houlographe Candhis (Centre d'Archivage National des Données de Houle In Situ) installé par 20 m de fond devant la baie de Saint-Jean-de-Luz à proximité des principaux sites échantillonnés. <https://candhis.cerema.fr/> →

Durant les périodes de défaillances du système, les données de la bouée localisée sur un fond de 50 m devant Biarritz (à une trentaine de kilomètres plus au nord cf image ci-dessous) sont utilisées pour compléter la série de données. ↓



Les conditions de houles sont en revanche fortement énergétiques. La hauteur significative moyenne annuelle est de 1,56 m avec une importante variabilité saisonnière (moyenne de 2 m en hiver et 1,14 m en été) (Dodet et al., 2019). Les données journalières collectées proviennent de l'houlgraphe installé devant la baie de Saint-Jean-de-Luz à proximité des sites échantillonnés <https://candhis.cerema.fr/>. Pour la programmation des journées d'échantillonnage les prévisions de houle sont relevées sur <https://old.windguru.cz/fr> site de Socoa. Ainsi, la caractérisation des conditions permet de décider de la faisabilité des sorties de terrain.

Pour caractériser les fluctuations des conditions thermiques sur le développement des communautés benthiques, l'impact de la houle est un facteur important conditionnant le brassage des eaux de surface. Ainsi, il est apparu opportun de considérer non seulement la hauteur de la houle (H) mais également l'ensemble des caractéristiques qui influencent sa propagation (Abadie et al., 2005) : la période moyenne (T), la profondeur de la sonde (h) et le nombre de vagues (k). La vitesse orbitale (Uw) regroupe ces éléments en une seule variable, et qualifie l'impact énergétique de la houle sur le fond et sur le brassage de la masse d'eau (Xiong et al., 2018). T et H sont des valeurs mesurées par l'houlgraphe tandis que Uw et k sont calculées (Soulsby, 1997).

Sachant que T = la période des vagues, H = la hauteur significative spectrale des vagues, h = la profondeur de la sonde et g = l'accélération liée à la gravité (soit 9,8 m/s), le calcul du nombre de vagues (k) et de la vitesse orbitale (Uw) s'écrit d'après Soulsby, (1997) :

- **Équation de k**

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Leftrightarrow \xi = \frac{\omega^2 h}{g} \Leftrightarrow \eta = \xi [1 + 0,2 \exp(2 - 2\xi)] \Leftrightarrow k = \frac{\eta}{h}$$

- **Équation de Uw en m/s :**

$$U_w = \frac{\pi H}{T \sinh(kh)}$$

Températures - Deux sondes Hobo Temp Pro V2 de Prosensor® ont été installées sur deux bathymétries différentes du plateau d'Aroka Tikia (fig. 3). Le choix de ce plateau a été guidé à la fois par la présence de la bouée Candhis à proximité et par la présence des deux principaux habitats remarquables ciblés dans ce travail (fig. 3). Ces sondes permettent l'enregistrement de la température en continue sur deux profondeurs bathymétriques différentes autour de - 25 m et - 35 m et ont été programmées pour enregistrer la température à un pas de temps d'une fois par heure à partir du 9 juillet 2020 (de Casamajor et al., 2021). Les données ont été traitées jusqu'au 9 octobre 2021 mais les sondes sont encore à ce jour en cours d'enregistrement pour alimenter la base de données et évaluer la variabilité inter-annuelle. Ces enregistrements permettront de caractériser à la fois ces fluctuations saisonnières et journalières, comme par exemple, l'apparition de phénomènes d'upwelling et/ou de stratification des masses d'eau en lien avec les conditions météorologiques. En parallèle, ces données pourront être comparées avec celles de température de surface, avec les sondes implantées sur le littoral de Guéthary sur la côte basque ou les données sont disponibles sur le site <https://www.infoclimat.fr/mer/bouees.php>.



Figure 4. Bateau utilisé pour les sorties et dispositif de fixation des sondes immergées sur les sites échantillonnés. Crédit : MN de Casamajor/Ifremer.fr

2.2. Caractérisation des peuplements benthiques

Les 12 jours de campagne se sont étalés entre l'automne 2020 et l'automne 2021 sur des créneaux de travail identifiés comme les plus favorables pour l'acquisition de données de qualité : agitation du milieu, visibilité... En raison des contraintes sanitaires liées au COVID en 2020 et d'une reprise très tardive de l'activité plongée, la campagne d'acquisition de données a été décalée dans le temps et fractionnée sur deux années. La campagne s'est déroulée sur 3 périodes du 7 au 11 septembre 2020, puis du 24 juin au 2 juillet et du 13 au 15 septembre 2021 afin de satisfaire la disponibilité des différents intervenants. Les sites échantillonnés correspondent à des habitats distincts (tab. 1 - fig. 5):



Figure 5. Localisation des sites échantillonnés au cours de la campagne Circareef/Circatux.

Tableau 1. Synthèse des sites et habitats échantillonnés.

Site/Habitat	Habitat 8330 (A4.7)	Habitat 1170 (A4.1)	Habitat 1170 (A3.1)
Gorgone	x	x	
Gruyère	x	x	
Sec		x	
Ficoa	x	x	
Txox			x
Irruari			x

- **Gorgone** deux principaux habitats sont échantillonnés ; un récif à *Paramuricea grayi* et une grotte sous-marine et tombant + installation d'une sonde température -35 m ;
- **Gruyère** l'échantillonnage se concentre sur l'habitat grotte sous-marine et tombant + installation d'une sonde température -25 m ;
- **Ficoa** échantillonnage sur l'habitat grotte sous-marine et tombant -25 m, la configuration est proche du site Gruyère permettant ainsi une comparaison ;
- **Sec** est un récif dépourvu de gorgones -35 m permet une comparaison des peuplements à -35 m avec Gorgone (colonisé et non colonisé par les gorgones) ;
- **Txotx** et **Irruari** sont deux sites complémentaires et caractérisés par la présence de récifs de gorgones dominés par *Leptogorgia sarmentosa* et *Eunicella verrucosa* à des niveaux bathymétriques différents, respectivement -20 m et -15 m (fig. 4).

Les plongées se sont déroulées au rythme de 2 par jour sauf contraintes logistiques (tab. 2). Les sites les plus profonds ont été systématiquement échantillonnés lors de la première plongée (le matin) pour des raisons de sécurité de travail en milieu hyperbare, la seconde se déroulant l'après-midi avec un intervalle de surface conséquent. Compte tenu de la profondeur des sites, le temps de travail au fond est limité en moyenne autour de 30 mn pour une durée de décompression équivalente (décompression à l'O₂ pur). La planification des échantillonnages à réaliser a été définie avant chaque plongée de manière à optimiser les données acquises pendant le temps au fond. Différents modes d'échantillonnage ont été retenus pour échantillonner les différents compartiments biologiques : quadrats et transects photos/vidéo, prélèvements à la suceuse à air, prélèvements à vue pour certains taxons ciblés, grattages et brossage.

Tableau 2. Planning d'échantillonnage lors de la campagne Circareef/Circatax.

PLANNING	MATIN	APRÈS MIDI	COEFF	PM	BM	HOULE H (M)	PÉRIODE T (S)
07/09/20	Gorgone	Gruyère	71	07h59	14h10	1	10
08/09/20	Gorgone	Gruyère	61	08h31	14h46	1	10
09/09/20	Gorgone	Gruyère	51	09h10	15h30	1	11
10/09/20	Gorgone	Gruyère	40	10h04	16h29	1	9
11/09/20	Sec		31	11h26	17h52	0.9	9
24/06/21	Gruyère		92	17h02	10h44	1.2	8
25/06/21	Gorgone	Gruyère	95	17h51	11h34	0.5	8
30/06/21	Gorgone	Gruyère	65	09h40	15h39	0.5	9
01/07/21	Gorgone	Gruyère	55	10h34	16h34	0.8	8
02/07/21	Gorgone	Gruyère	47	11h35	17h35	0.6	8
13/09/21	Sec	Ficoa	66	09h39	15h48	0.5	8
14/09/21	Ficoa	Ficoa	51	10h51	17h03	0.8	8
15/09/21	TXOX	IRRUARI	42	12H25	18H38	0.7	8

Le protocole d'échantillonnage est identique sur les différents sites prospectés (Sartoretto, 2019). Pour les récifs colonisés par les gorgones un complément d'échantillonnage spécifique sur la base de quadrats est réalisé pour l'étude de ces populations.

2.2.1. Échantillonnage des gorgones

La répartition bathymétrique de *P. grayi* est donnée de 20 à 2 000 m mais les observations montrent qu'elle est rarement observée au-dessus de 30 m et il semblerait que la zone principale de colonisation se situe autour de 40/50 m (Altuna, 1991). Aux vues des premières observations et des densités élevées, homogènes à l'échelle du plateau et l'absence de répartition en « patchs », la taille des quadrats initialement prévue à 0,5 m de côté a été revue à la baisse à 0,25 m de côté (fig. 6) dans l'optique d'avoir un nombre de répliques suffisants sur la base d'un minimum de 20 quadrats de 0,0625 m² positionnés aléatoirement sur la zone de colonisation. Ainsi, sur les deux années de campagne 2020 et 2021, l'ensemble du plateau a été échantillonné (1 partie en 2020 et l'autre en 2021). Sur chaque quadrat, toutes les gorgones présentes sont identifiées, comptées et mesurées (au cm près).



Figure 6. Réalisation d'un quadrat de mesures sur les récifs de gorgones.

Le pourcentage de nécroses est évalué sur chacune d'entre elles. Pour cela, une classification utilisée en Méditerranée (Pérez et al., 2000) sur *Paramuricea clavata* a été appliquée sur la côte basque. Elle comporte 6 classes de pourcentage de nécrose : 0 %, 0-10 %, 10-25 %, 25-50 %, 50-75 %, 75-99 % (fig. 7).

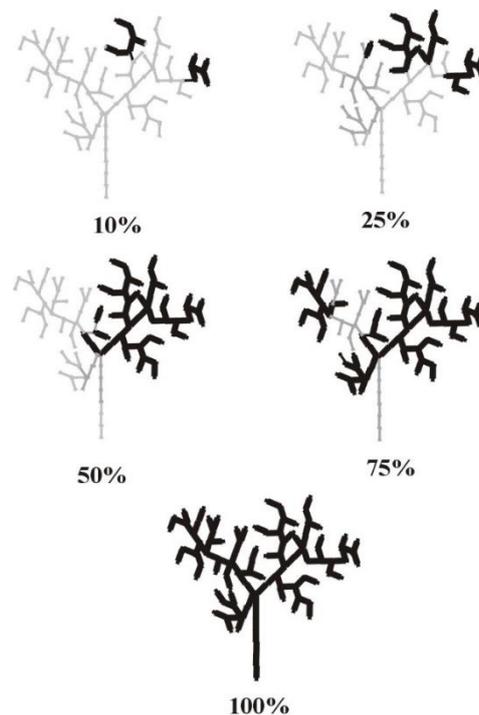


Figure 7. Gabarit utilisé pour classier le taux de nécroses sur les populations de gorgones. La partie noire correspondant à la partie nécrosée (d'après Pérez et al., 2000).

Les espèces associées sont également notées. Ces données permettront d'obtenir des informations sur les densités présentes, la part des différentes espèces de gorgones, les caractéristiques de la population ainsi que leur état de conservation.

Paramuricea grayi n'est présente que sur le site « gorgone ». *Eunicella verrucosa* et *E. gazella* et *Leptogorgia sarmentosa* sont également présentes mais avec de faibles effectifs. Pour caractériser les structures de population, deux sites colonisés par ces espèces ont été échantillonnés selon ce protocole : « Txotx » et « Irruari » (fig. 5). Chacune des espèces est étudiée séparément.

Dans le cadre d'une étude phylogéographique du genre *Paramuricea*, des prélèvements conservés dans l'alcool ont été réalisés sur les colonies de *P. grayi*. Au total, 15 fragments ont été prélevés. Cet échantillonnage a été complété par des prélèvements réalisés à des fins d'analyse génétique pour chacune des espèces de gorgonaire présente sur site.

Une première approche descriptive à partir de représentations graphiques (boîtes à moustaches et diagramme en barres) permet de caractériser les peuplements étudiés des 3 principales espèces présentes (hauteur et densité) : *P. grayi*, *E. verrucosa* et *L. sarmentosa*. Un test non paramétrique de Wilcoxon-Mann-Whitney (MW) (Nachar, 2008) et une analyse multivariée permutacionnelle de la variance (perMANOVA) (Anderson, 2017) ont été réalisés (au seuil $\alpha = 0,05$) compte tenu du caractère indépendant des données et de l'absence de normalité dans leur distribution. Ces analyses ont pour objectif de vérifier :

- Pour *P. grayi* : l'hypothèse selon laquelle il n'y a pas de différence significative des médianes de la densité ou de la hauteur entre les échantillonnages de 2020 et 2021² ;
- Pour *L. sarmentosa* et *E. verrucosa* l'hypothèse selon laquelle il n'y a pas de différence significative des médianes de la densité ou de la hauteur entre les deux sites Txotx et Irruari à des profondeurs différentes.

Le nombre d'individus d'*E. gazella* est trop faible pour envisager une approche statistique.

2.2.2. Échantillonnage par grattages

Des grattages aléatoires sur différents facies ont été réalisés pour caractériser la faune benthique sessile associée.



Crédit : Ifremer/de Casamajor

Figure 8. Filet utilisé pour réaliser les opérations de grattage.

Une surface de 25 cm² est grattée avec une truelle (fig. 8). Le benthos ainsi décroché du substrat est collecté à l'aide d'un filet de maille de 1 mm de côté. Dans sa partie terminale, le filet est muni d'un collecteur pour la récupération des organismes ainsi décrochés. En surface la récolte est fixée dans l'alcool (96 %). Au laboratoire, le tri des échantillons est fait sous loupe binoculaire par groupe biologique puis chaque groupe est envoyé au spécialiste référant pour identification.

2.2.3. Échantillonnage par suceuse à air

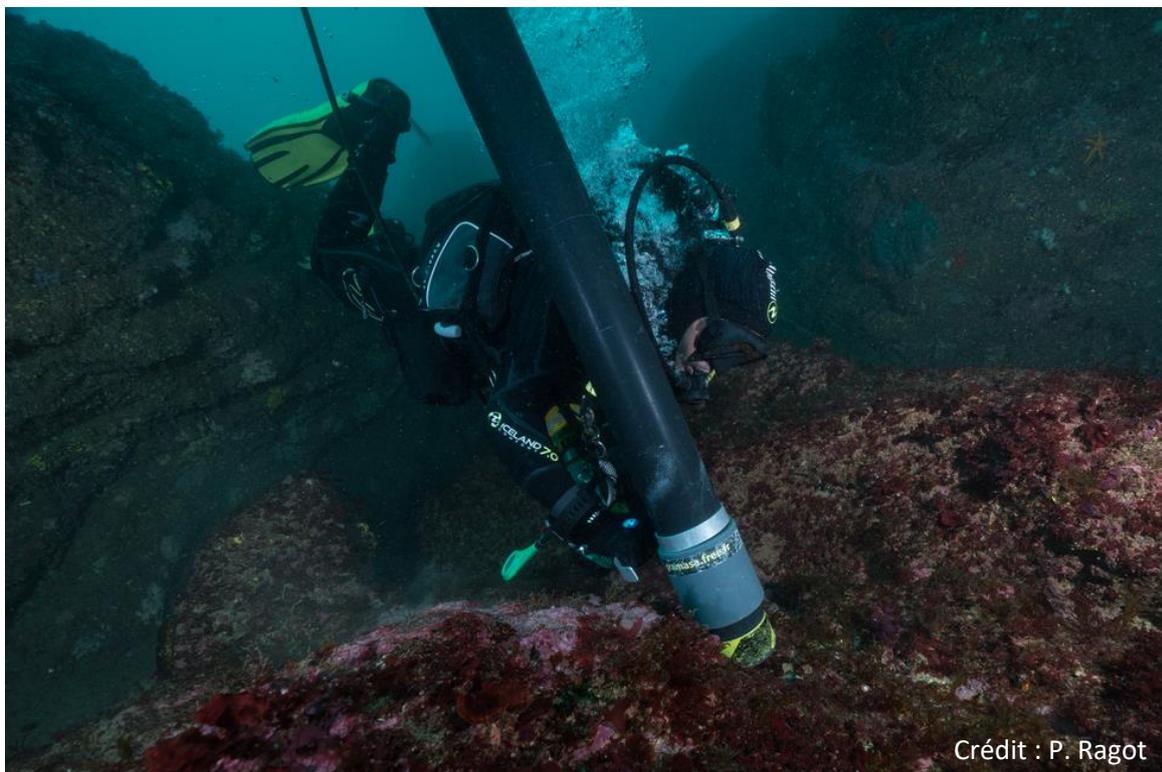
Des prélèvements à la suceuse à air permettent l'échantillonnage de la faune benthique vagile sur les substrats rocheux.

² Il s'agit ici davantage de tester l'effet secteur du plateau échantillonné que l'effet année. Initialement, l'ensemble du plateau devait être échantillonné la même année (cf. Covid). De plus, comme l'effectif des gorgones diffère entre les deux années, un tirage aléatoire annuel de l'effectif minimal échantillonné (157 individus) a été effectué.

La suceuse est composée d'un tuyau en PVC auquel est raccordé une bouteille de plongée à sa base et d'un filet, à son extrémité supérieure, de 1 mm de vide de maille qui permet de laisser passer les particules fines (vase, sable fin) et de collecter la macrofaune vagile (fig. 9).

Le temps de suçage correspond à l'utilisation d'une bouteille de plongée de 15 l, soit environ 10 min. La suceuse est utilisée aussi bien sur le plateau rocheux que dans les failles ou en retournant les cailloux. C'est une méthode de collecte uniquement qualitative car on ne rapporte pas cela à une superficie d'échantillonnage, et le temps de prélèvement est fonction de la profondeur de travail.

Le contenu du filet est conditionné dans des pots avec de l'alcool à 96 %. Le tri et l'identification s'effectuent ultérieurement en laboratoire sous loupe binoculaire. Certains taxons sont envoyés à des spécialistes pour confirmation de l'identification.

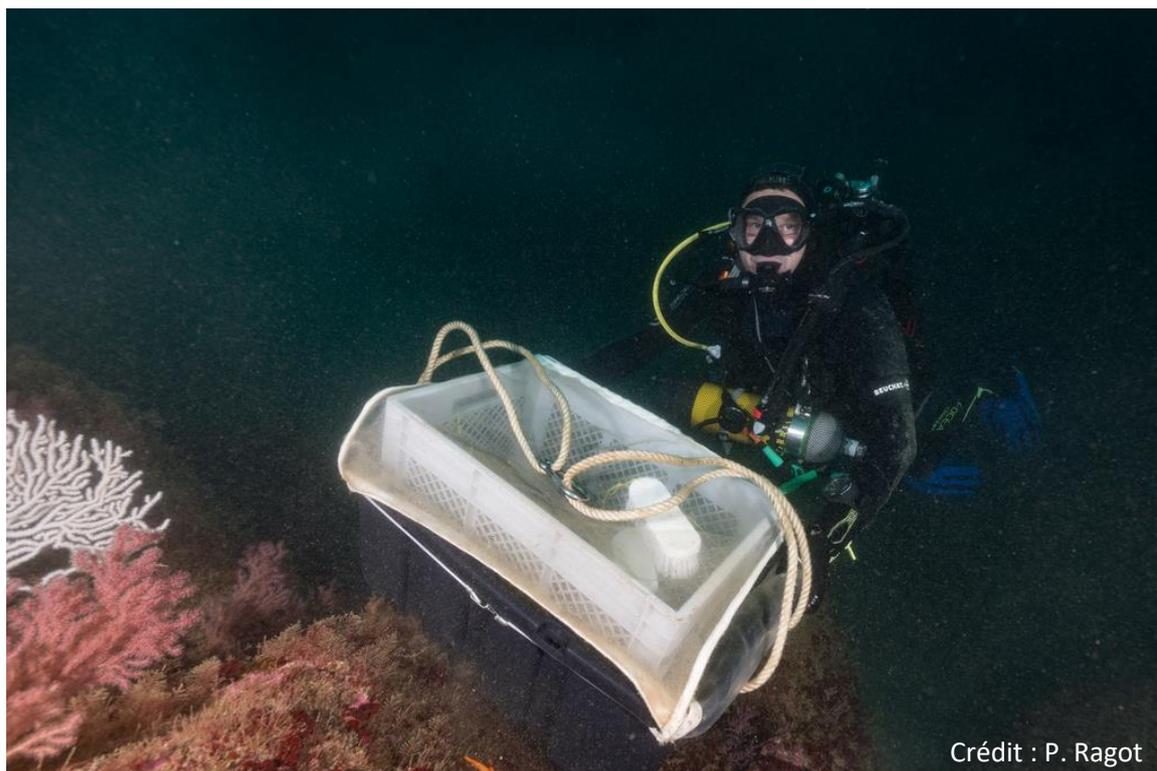


Crédit : P. Ragot

Figure 9. Photo illustrant l'utilisation de la suceuse à air sur substrat rocheux. Juillet 2021.

2.2.4. Échantillonnage par brossage

Le brossage est une technique de collecte de macrofaune consistant à broser des pierres, galets ... mais également les parois verticales rocheuses, surplombs ou plafonds des grottes. La technique s'effectue avec une caisse au-dessous de l'élément brosé et comportant un filet de 1 mm de vide de maille afin de récolter les spécimens (fig. 10). La macrofaune vagile et une partie de la sessile est retirée des pierres à l'aide d'une brosse et tombe dans le filet. Cette technique est particulièrement efficace pour des éléments tridimensionnels complexes, voir friable. Comme pour la suceuse à air, cette méthode permet d'avoir uniquement une approche qualitative de la macrofaune collectée. Le temps de collecte est fonction du temps de travail au fond. Les récoltes sont conditionnées, traitées et analysées de la même façon que celles issues de la suceuse à air.



Crédit : P. Ragot

Figure 10. Photo illustrant la méthode de collecte par brossage. Juillet 2021.

2.2.5. Récolte à vue

La récolte à vue est une méthode qualitative d'acquisition de données. Il s'agit de l'action de récolter à la main et de manière aléatoire des espèces de tailles remarquables que l'on n'arrive pas à capturer généralement via la suceuse à air ou au brossage. Cela peut concerner des crustacés logés dans des failles, des vers, des mollusques sous des roches ou sur les parois. Cette technique peut également servir à étudier la composition faunistique d'un habitat particulier. Les organismes fragiles sont aussi concernés par cette technique comme des hydrozoaires, des ophiures, des mollusques, ou des ascidies. Toutes les éponges identifiées dans le cadre de ce travail ont également été récoltées à la main.

2.3. Approche écosystémique

L'acquisition des données dans le cadre d'une approche EBQI s'appuie sur la combinaison de protocoles adaptés à chaque groupe trophique. La méthodologie définie à partir de travaux Méditerranéens sont décrits dans Ruitton et al., (2017) pour plusieurs types d'habitats. Dans le cadre de ce travail l'EBQI est appliqué sur les récifs de gorgones et sur deux grottes sous-marines.

Pour les grottes, l'EBQI est composé de 7 compartiments fonctionnels et de leurs interactions (Personnic et al., 2014). Chacun d'eux est composé d'espèces qu'il a fallu adapter au contexte biogéographique de la côte basque et pondérer (poids de 1 à 5) en fonction de leur importance dans le fonctionnement de l'habitat. Des paramètres sont déterminés pour évaluer l'état écologique des compartiments (tab. 3). Ils sont eux-mêmes estimés à partir d'une échelle semi-quantitative, de très mauvais (0) à très bon (4). Cette dernière permet de définir le statut du compartiment. Les statuts sont regroupés en un seul indice, l'EBQI.

Un indice de confiance (IDC) donne un aperçu de la fiabilité de chaque paramètre ainsi que de l'indice écosystémique (Rastorgueff et al., 2015).

Pour caractériser l'état de conservation du plateau karstique colonisé par le peuplement à *Paramuricea grayi*, nous nous sommes appuyés sur le schéma conceptuel défini pour l'habitat coralligène en Méditerranée (Ruitton et al., 2017). Ce schéma intègre la méthodologie développée pour le calcul de l'indice INDEX-COR (Sartoretto et al., 2017). Cet indice est composé de trois métriques prenant en compte (i) la sensibilité taxonomique vis-à-vis de l'apport en matière organique (métrique 1), (ii) la biodiversité observable (métrique 2) et (iii) la complexité structurale de l'habitat (métrique 3) (Sartoretto et al., 2017). Cet indice a été adapté au contexte des habitats rocheux circalittoraux de la côte basque. Il a été précédemment testé sur ces habitats (de Casamajor et al., 2018).

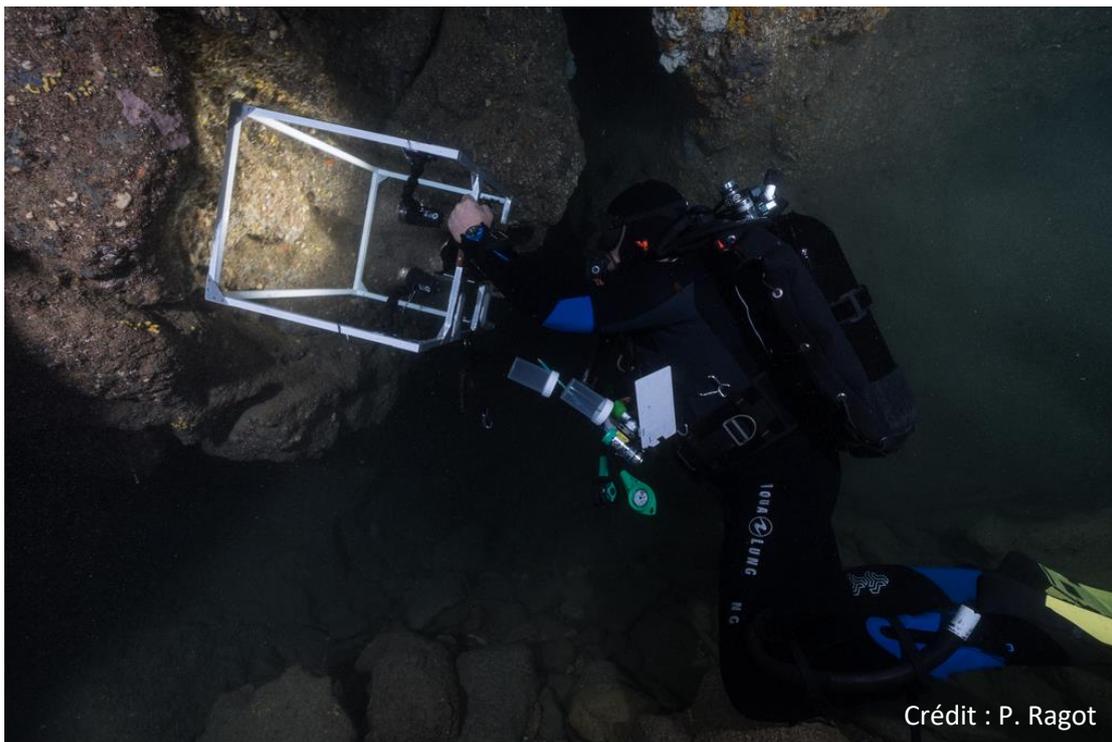
La caractérisation de l'état de conservation en fonction de l'indice INDEX-COR (IC) est défini comme suit :

IC ≤ 20	Mauvais état
20 < IC ≤ 40	État médiocre
40 < IC ≤ 60	État moyen
60 < IC ≤ 80	Bon état
IC > 80	Très bon état

Dans le cadre de l'application de l'indice EBQI pour le récif à gorgones *P. grayi*, nous avons retenu 8 compartiments (Ruitton et al., 2017). À l'instar de la méthode EBQI appliqué aux grottes karstiques, nous avons adapté, au contexte biogéographique de la côte basque, la liste d'espèces définie par Ruitton et al. (2017). Enfin, chaque compartiment est pondéré en considérant une valeur allant de 1 à 5. Le tableau 4 résume l'ensemble des paramètres retenus pour évaluer l'état écologique de chaque compartiment. Un indice de confiance est associé à chaque paramètre afin de préciser la fiabilité de la valeur calculée. L'ensemble de ces valeurs est regroupé en sein d'un indice global (EBQI) en reprenant la formule définie par Ruitton et al. (2017) (cf. paragraphe 2.3.3.).

2.3.1. Transects photo/vidéo

Cette technique permet de compléter les données issues des échantillonnages biologiques. La longueur et le nombre de transects ont été définis au cours des investigations du site. Sur ces transects, au moins 15 photos ont été réalisées à l'aide d'un quadrat photographique de 40x60 cm (surface d'échantillonnage : 0,24 cm²). La taille du quadrat est adaptée pour recevoir l'optique d'un caisson étanche d'un appareil Sony Alpha NEX-5 avec un objectif Sony 2.8-16 (fig. 11). La fixation de l'ensemble était adaptée à l'optique du dispositif. En complément, l'éclairage nécessaire à la prise de vue était fixé sur chacun des angles du quadrat (4 lampes SOLA 1200).



Crédit : P. Ragot

Figure 11. Quadrat photographique utilisé au cours de la campagne.

2.3.2. Analyse des images

Le premier travail consiste à définir la liste des espèces de référence à chaque compartiment trophique pour adapter le protocole au contexte biogéographique local et définir les listes d'espèces pour chaque compartiment correspondant aux taxons caractéristiques pour la côte basque. Ces listes, basées sur les échantillonnages de terrain et les identifications en laboratoire, concernent uniquement la mégafaune visible sur les quadrats photographiques. Ainsi, les taxons sont notés sur chacune des photos en pourcentage de recouvrement au niveau taxinomique le plus précis possible (ordre, famille, genre...).

2.3.3. Calcul de l'EBQI

Le calcul de l'EBQI résulte de la somme de tous les statuts pondérés des compartiments, divisée par la somme maximale réalisable. Le statut du compartiment multiplié par son poids respectif donne le statut pondéré du compartiment. Par convention, l'indice est converti en note sur 10 points (Ruitton et al., 2017). L'équation de l'EBQI pour les grottes à $n = 7$ compartiments et le récif à *P. grayi* à $n = 8$ compartiments est détaillée ci-dessous :

$$EBQI = \left[\sum_{i=1}^n (W_i \times S_i) \div \sum_{i=1}^n (W_i \times S_{max}) \right] \times 10$$

Avec i correspondant au numéro du compartiment noté n (de 1 à 7 ou 8), W_i qui représente le poids du compartiment i , S_i représente le statut du compartiment i et S_{max} est le statut maximal (= 4) pour un compartiment.

L'indice de confiance (IDC) allant de 0 à 2 est aussi attribué à chaque compartiment biologique pondéré par le poids respectif des compartiments.

Les notes de 0 à 3 sont attribuées dans la mesure où les compartiments sont renseignés à partir de dire d'expert et non de données de terrain.

Le caractère récent ou ancien conditionne la notation entre 0 et 2. Les notations 3 et 4 concernent des données acquises sur le terrain. Si le protocole est robuste et que la donnée est fiable, la notation maximale est attribuée :

IDC	Critères
4	Données de terrain récentes et fiables utilisant le protocole recommandé
3	Données de terrain récentes et complétées par du « dire d'expert »
2	Pas de données de terrain, mais un « dire d'expert » récent
1	Pas de données de terrain, mais un « dire d'expert » ancien
0	Pas de données de terrain ni de « dire d'expert »

Puis, l'indice est additionné aux IDC des autres compartiments. La somme des IDC est divisée par la somme totale maximale que l'on peut obtenir (100 % de confiance). Elle est ensuite multipliée par 4 selon les critères de Ruitton et al. (2017). L'équation de l'IDC de l'EBQI à n compartiments s'écrit de la façon suivante :

$$IDC_{EBQI} = \left[\sum_{i=1}^n (W_i \times IDC_i) \div \sum_{i=1}^n (W_i \times IDC_{max}) \right] \times 4$$

L' IDC_{EBQI} est compris entre 0 et 4 avec i le numéro du compartiment (de 1 à n), W_i le poids du compartiment i , IDC_i le statut du compartiment i , IDC_{max} l'indice de confiance maximal (= 4) pour un compartiment.

L'évaluation écosystémique de l'EBQI a pour objectif de classer l'état écologique des grottes sur la base des 5 niveaux de classification de mauvais à très bon (Ruitton et al. 2017).

Valeur EBQI	Qualification
≤ 2	Mauvais
]2 à 4]	Médiocre
]4 à 6]	Moyen
]4 à 8]	Bon
> 8	Très bon

Pour les grottes sont pris en compte 7 compartiments suivant les niveaux trophiques des taxons présents qui se basent sur les travaux de Rastorgueff et al., (2015). Ces différents groupes trophiques sont décrits dans le tableau 3 ci-après. La stratification verticale se base sur les trois premiers compartiments trophiques et sur le fait que cette stratification décroît vers l'intérieur des grottes avec la diminution de la courantologie et de la lumière disponible (Gerovasileiou et Bianchi, 2021). Le poids de chaque compartiment (W) correspond à leur importance au sein de l'écosystème. L'EBQI est également couplé à un indice de confiance (IDC) attribué aux données.

Tableau 3- Présentation des groupes trophiques pris en compte dans l'EBQI pour les grottes en fonction de leur rôle au sein de l'habitat d'après Rastorgueff et al., (2015).

Compartiment trophique		Groupe biologique	Paramètre	W	IDC	Statut 5 classes de 0 à 4
1	Filtreur passif	Cnidaire	Quadrat photo % de recouvrement	5	3	0 = absence 1 = [1 à 25] 2 = [26 à 50] 3 = [51 à 75] 4 > 75
2	Filtreur (grand organisme)	Éponge massive, grand bryozoaire		3	3	
3	Filtreur (petit organisme)	Éponge encroûtante, bryozoaire, annélide, brachiopode		2	3	
1 2 3	Stratification verticale	Suspensivore, filtreur		2	4	
4	Détritivore et omnivore	Téléostéen mollusque échinoderme crustacé décapode	Estimation visuelle Nombre d'espèces de détritivores et d'omnivores	3	2	0 ☞ n=0 1 ☞ n=1 2 ☞ n=2 3 ☞ n=3 à 5 4 ☞ n>5
5	Mysidacé	Mysida	Estimation visuelle Abondance semi-quantitative des mysidacés	4	3	0 = absence 2 = 1 à qqes ind. 4 = Essaim
6	Carnivore caractéristique	Téléostéen, mollusque	Estimation visuelle Nombre d'espèces de poissons et décapodes carnivores caractéristiques	3	3	0 ☞ n=0 1 ☞ n=1 2 ☞ n=2 3 ☞ n=3 4 ☞ n≥4
				2	2	
7	Carnivores associés	Tous les carnivores non exclusifs des grottes sous-marines	Estimation visuelle Nombre d'espèces de poissons et décapodes carnivores associés	1	2	0 ☞ n=0 1 ☞ n=1 3 ☞ n=2 4 ☞ n≥3
					2	0 ☞ n=0 2 ☞ n=1 4 ☞ n≥2
			Estimation visuelle Abondance des cérianthes		2	0 ☞ n=0 2 ☞ n=1 à 2 4 ☞ n≥2

Pour les fonds à *P. grayi*, 8 compartiments sont pris en compte suivant les niveaux trophiques des taxons présents. Ces différents groupes trophiques sont décrits dans le tableau ci-dessous. Nous avons adapté la classification appliquée pour le coralligène en reprenant la caractérisation de certains paramètres (Ichtyofaune) retenue pour les grottes. Le poids de chaque compartiment (W) correspond à leur importance au sein de l'écosystème. Le calcul de l'EBQI prend en compte également un indice de confiance (IDC) attribué aux données (tab.4).

Tableau 4- Présentation des groupes trophiques pris en compte dans l'EBQI pour les fonds à *Paramuricea grayi* en fonction de leur rôle au sein de l'habitat (d'après le schéma conceptuel pour le coralligène et le schéma conceptuel appliqué aux grottes (Ruitton et al., 2017)).

Compartiment trophique		Groupe biologique	Paramètre	W	IDC	Statut 5 classes de 0 à 4
1	Macrophytes	Algues	Quadrats photo % de recouvrement N = Nb d'espèce	3	4	0 : N ≤ 5 / 0 % 1 : N = 6 à 9 / 0-10 % 2 : N= 10 à 14 / 10-30 % 3 : N= 15-24 / 30-50 % 4 : N ≥ 25 / ≥ 50 %
2	Filtreurs suspensivores benthiques	Éponges, Bryozoaires, Cnidaires, Annélides, Bivalves, Ascidies		5	4	0 : N ≤ 5 espèces / 0 % 1 : N = 6 à 11 / 0-10 % 2 : N=12 à 19 / 10-30 % 3 : N=20-29 / 30-50 % 4 : N ≥ 30 / ≥ 50 %
3	Bio-érodeurs	Éponges, Bivalves, Echinodermes	Estimation visuelle Nb d'espèce	5	3	0 : ≥ 4 1 : 3 2 : 2 3 : 1 4 : 0
4	Racleurs et brouteurs	Gastéropodes, Nudibranches, Echinoderme	Quadrats photo Estimation visuelle N = Nb d'espèces	3	3	0 : N ≤ 1 1 : N 2 à 3 2 : N 4 à 6 3 : N 7 à 9 4 : N ≥ 10
5	Poissons planctonophages	Téléostéen	Estimation visuelle Nb d'espèces	2	3	0 : 0 1 : 1 2 : 2 3 : 3 4 : ≥ 4
6	Poissons omnivores	Téléostéen	Estimation visuelle Nb d'espèces	2	3	0 : 0 1 : 1 2 : 2 3 : 3 4 : ≥ 4
7	Poissons piscivores	Téléostéen	Estimation visuelle Nb d'espèces	4	3	0 : 0 1 : 1 2 : 2 3 : 3 4 : ≥ 4
8	Détritivores benthiques	Echiurien, Holothuries	Estimation visuelle Abondance % recouvrement	1	3	0 : > 75 % 1 : 50 à 75 % 2 : 25-50 % 3 : 10-25 % 4 : 0-10 %

3. Résultats

3.1. Caractérisation des conditions environnementales

3.1.1. Fluctuations de la température sur la période d'étude

Les sondes ont été mises en place le 9 juillet 2020 et sont toujours actuellement en cours d'acquisition de données. Les sondes ont été positionnées à l'abri des houles dominantes et d'éventuels engins de pêche, sous des surplombs et en entrée de grotte (fig. 12). La récupération des données a été réalisée au printemps et à l'automne.



Figure 12. Localisation de la sonde en entrée de grotte. Crédit : MN de Casamajor

Les données de températures à trois niveaux bathymétriques sont les premières données disponibles sur les récifs de la côte basque (fig. 13). Elles permettent de caractériser les fluctuations au cours du temps pendant les 15 premiers mois d'acquisition de données. Cette période étant trop courte et par manque de recul, il n'est pas encore possible de savoir si ces variations sont représentatives des conditions moyennes sur ces habitats compte tenu de probables fluctuations interannuelles.

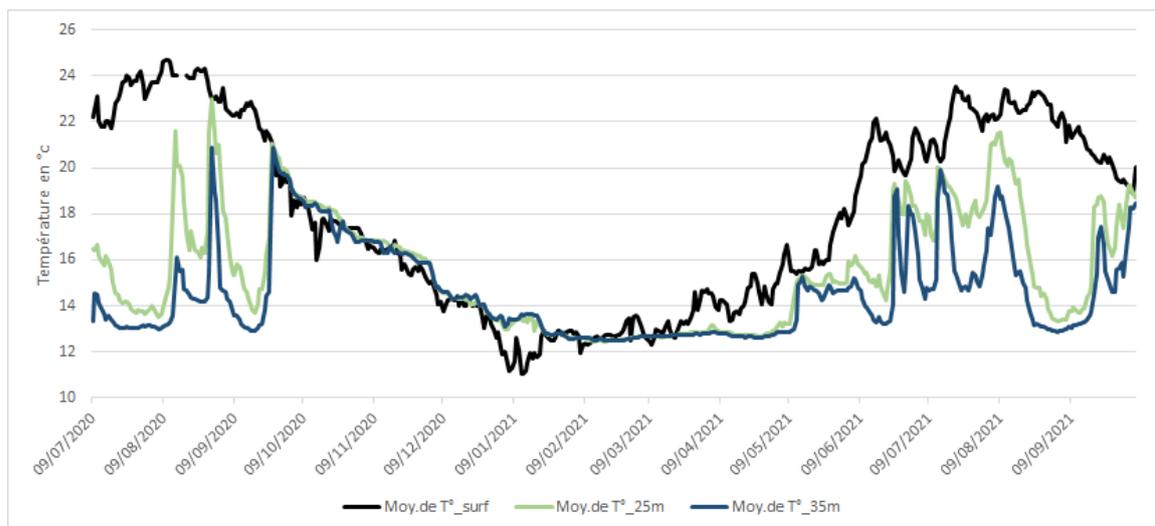


Figure 13. Fluctuation de la moyenne journalière de la température de l'eau en fonction de la profondeur entre juillet 2020 et octobre 2021.

Sur la période étudiée, soit 15 mois, la température des eaux fluctue de 11 et 25 °C en surface, de 12,5 °C à 23 °C à 25 m de profondeur et de 12,5 et 21 °C à 35 m (fig. 13). Ces premiers résultats montrent à travers la figure 13 trois périodes distinctes au cours de l'année :

- Une période de « stabilité hivernale » entre décembre et avril où les températures sont globalement homogènes dans toute la colonne d'eau. Quelques écarts de courte durée sont observés en novembre et janvier où les températures de surface sont plus froides (+/- 2 °C) que les températures au fond ;
- Une période de « décroissance automnale » entre la fin septembre/octobre et décembre. La température chute régulièrement sur l'ensemble de la période et ceci quelle que soit la profondeur d'enregistrement ;
- Une période qualifiée « d'agitation estivale » entre avril et octobre où la masse d'eau est stratifiée entre la surface et les deux profondeurs de référence. Au cours de cette période, on note l'apparition de périodes de stratification dans la colonne d'eau ainsi que des périodes de fluctuations rapides de la température en profondeur correspondant à des pics d'homogénéisation de la colonne d'eau. Ces pics apparaissent de façon simultanée et plus ou moins marquée aux deux profondeurs de référence.

3.1.2. Mise en relation des fluctuations de houle et de température

Pour étudier la stratification de la colonne d'eau, ces données de température ont été mises en relation avec la hauteur moyenne de la houle enregistrée sur l'houlographe de Saint-Jean-de-Luz (fig. 14). La synchronisation entre les pics de hauteur de houle et les pics de mélange observés pendant la période estivale n'est pas systématique sur la figure 14. Face au manque de visibilité, il a été décidé de considérer la vitesse orbitale.

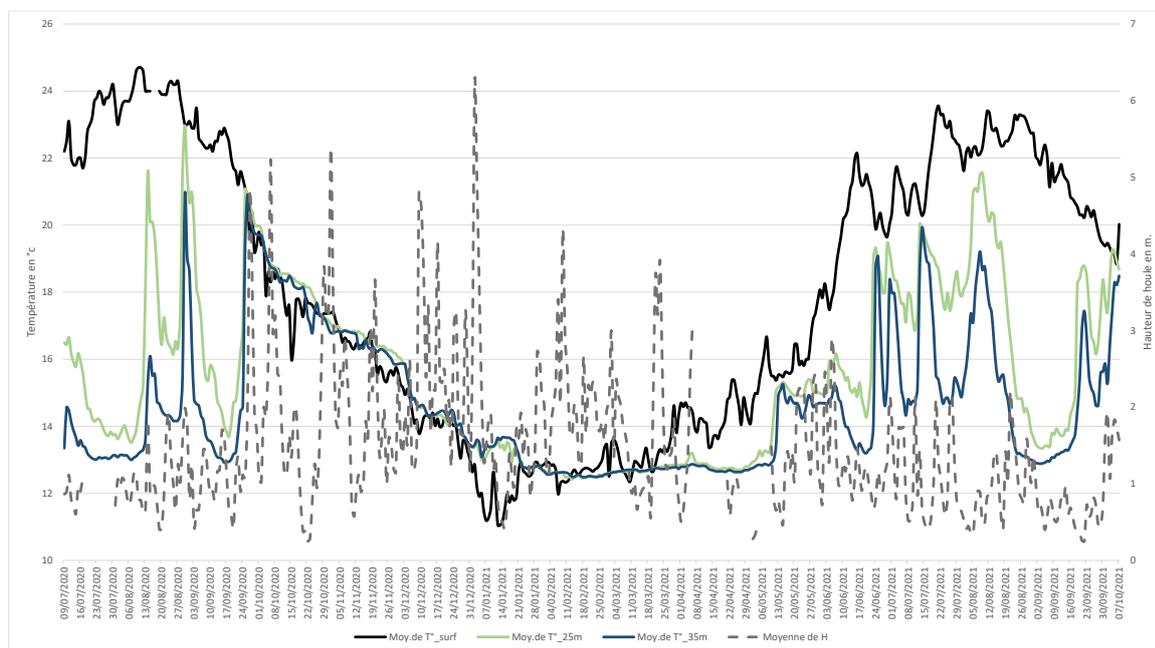


Figure 14. Moyenne journalière de la hauteur de houle en fonction des fluctuations de la température de l'eau et de la profondeur entre juillet 2020 et octobre 2021.

3.1.3. Prise en compte de la vitesse orbitale

À partir de ce constat, il a été décidé d'intégrer pour chaque bathymétrie un calcul de vitesse orbitale (fig. 15) pour obtenir une variable plus robuste et tenter de décrire les conditions de brassage des masses d'eau thermiquement stratifiées auxquels sont soumis les organismes benthiques. L'utilisation de cette métrique a pour objectif de décrire les conditions énergétiques auxquels les organismes étudiés sont soumis mais aussi d'évaluer l'effet de ces conditions sur le mélange des masses d'eau.

Au cours de la période d'étude, la valeur maximale de la vitesse orbitale calculée en surface est de l'ordre de 10 m.s^{-1} au cours des dépressions hivernales. Cette dernière diminue de façon significative avec la profondeur car elle ne dépasse pas $1,3 \text{ m.s}^{-1}$ à - 25 m de fond et 1 m.s^{-1} à - 35 m.

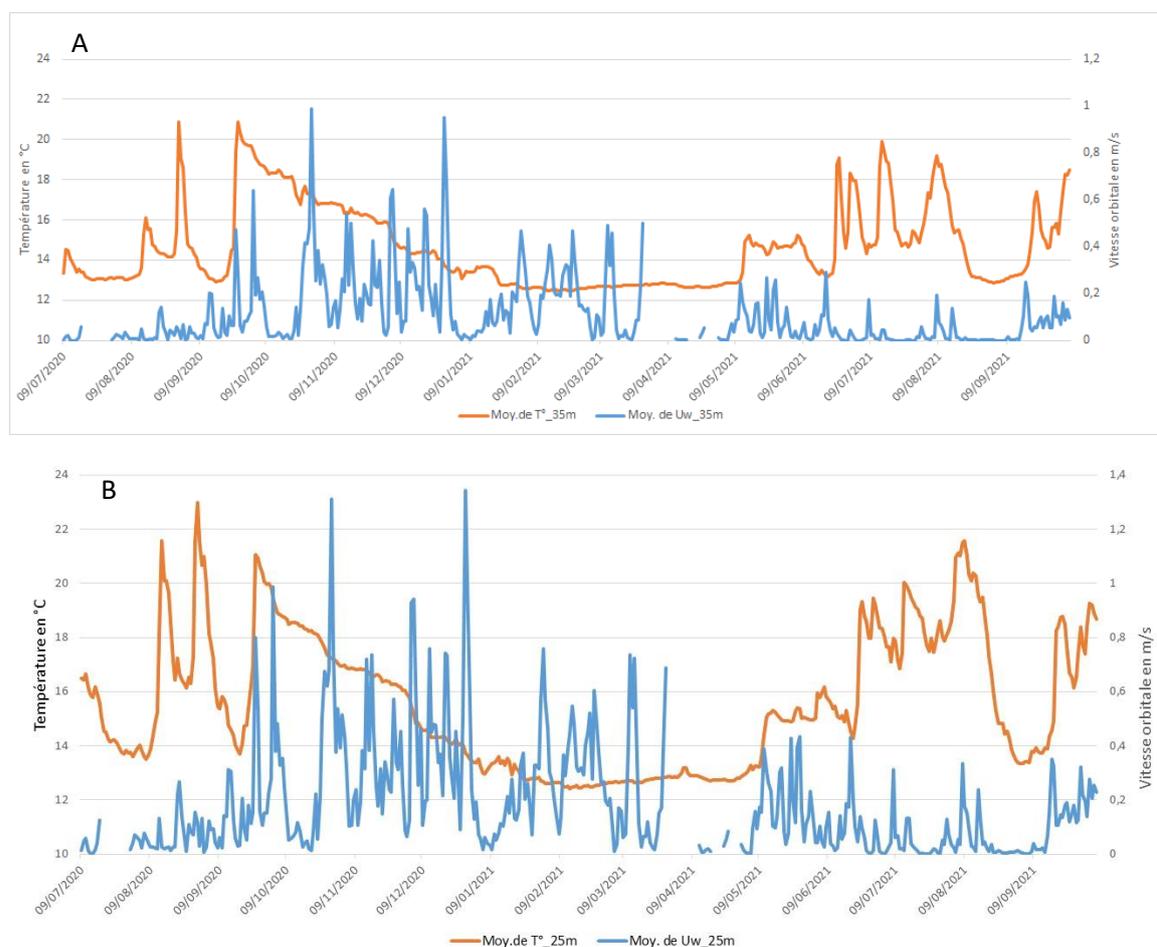


Figure 15. Fluctuations journalière entre juillet 2020 et octobre 2021 de la vitesse orbitale à -35 m (A) et - 25 m (B) en fonction de celle de la température de l'eau aux deux profondeurs ciblées.

Les épisodes les plus énergétiques se produisent en hiver, sur une période où la température est homogène entre la surface et le fond. Pendant la période estivale, les épisodes de houles, même de faible énergie ; contribuent aux brassages des eaux mais d'autres facteurs environnementaux interviennent (vents, marées...). En effet, différents signaux de brassage des eaux sont visibles mais ils ne sont pas toujours bien synchronisés avec un accroissement de la vitesse orbitale.

3.2. Étude des peuplements de gorgones

Parmi les 4 espèces de gorgones identifiées sur les sites prospectés seules trois d'entre elles ont fait l'objet d'une étude de leur population. La quatrième espèce *Eunicella gazella* n'a été observée que ponctuellement et en trop faible effectif (moins d'une dizaine d'individus sur l'ensemble des sites) pour effectuer une analyse plus approfondie. La taille des colonies varie entre 11 et 25 cm.

3.2.1. Population à *Paramuricea grayi*

Les premières observations révèlent que la majorité des individus de *Paramuricea grayi* sont de couleur rouge. Les colonies de coloration jaune sont peu abondantes et faiblement représentées dans les quadrats. Des 3 autres espèces de gorgones observées sur le site (*Eunicella verrucosa*, *E. gazella* et *Leptogorgia sarmentosa*), *Eunicella verrucosa* est la plus représentée. Les autres sont peu abondantes et isolées.

Le zoanthaire *Savalia savaglia* qui colonise les axes des *Paramuricea* et qui se comporte comme un « parasite » a également été prélevé dans une optique d'analyse biogéographique (fig. 16). Il colonise un morceau d'axe mis à nu et s'étend jusqu'à « étouffer » la colonie. L'intérêt de cet échantillonnage repose sur la comparaison génétique des populations de la côte basque avec celles du bassin méditerranéen et des côtes atlantiques d'Afrique du Nord.

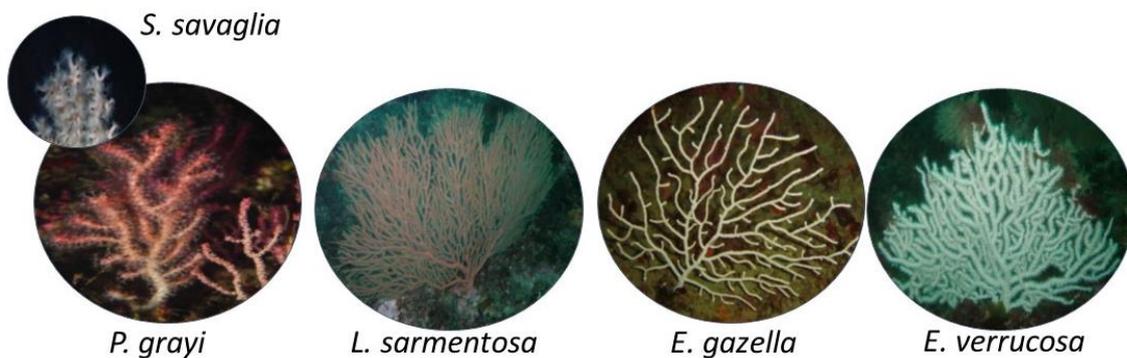


Figure 16- Prélèvements de gorgones à des fins génétiques et du zoanthaire *Savalia savaglia* sur *P. grayi*.

Sur l'ensemble de la campagne, 48 quadrats ont été réalisés sur le faciès à *Paramuricea grayi* ce qui représente 515 gorgones mesurées. En 2020, sur 21 quadrats réalisés 157 colonies ont été mesurées alors qu'en 2021 sur les 27 quadrats, les mesures concernent 358 colonies.

La hauteur des colonies de *P. grayi* fluctue entre 1 et 35 cm (Figure 17). Le nombre de gorgones de petite taille apparaît supérieur en 2021, cependant, les médianes ne sont pas significativement différentes entre les 2 années (permANOVA p-value = 0,071, $\alpha = 0,05$). Il n'y a donc pas de structuration spatiale dans la taille des colonies à l'échelle du plateau échantillonné (cf note 2 p 21.)

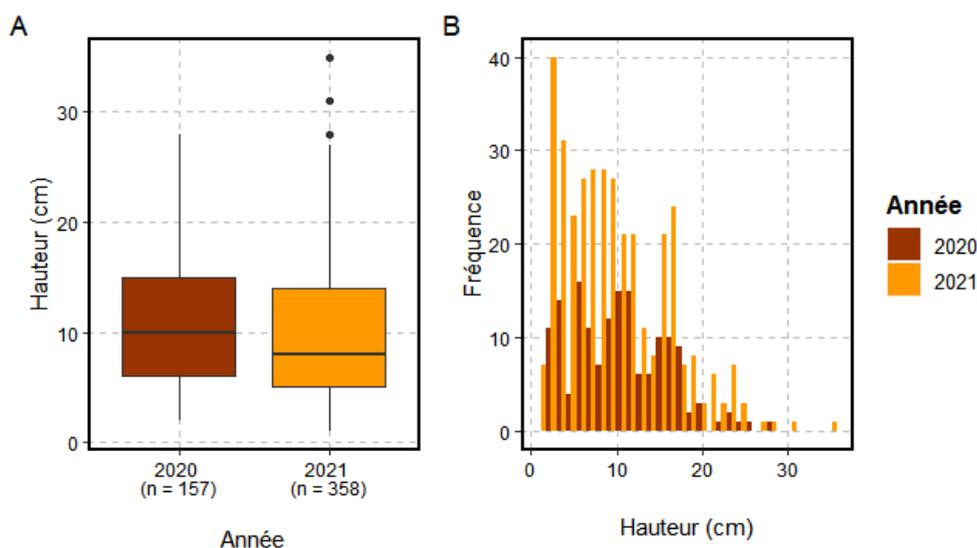


Figure 17. Boîtes à moustaches (A) et diagramme en barres (B) représentant la hauteur (cm) de *P. grayi* en 2020 et 2021.

La densité de *P. grayi* fluctue de 40 à 260 ind.m⁻² (+/- 150 ind.m⁻²) (fig. 18). Le diagramme en barre de la figure 18 montre que la fréquence des densités supérieures à 100 ind.m⁻² est importante. La médiane de densité de 2021 est significativement plus faible que celle de 2020 (permANOVA p-value = 0,002, $\alpha = 0,05$). Les médianes des densités sont donc significativement différentes entre 2020 et 2021 traduisant une probable répartition spatiale des densités à l'échelle du plateau.

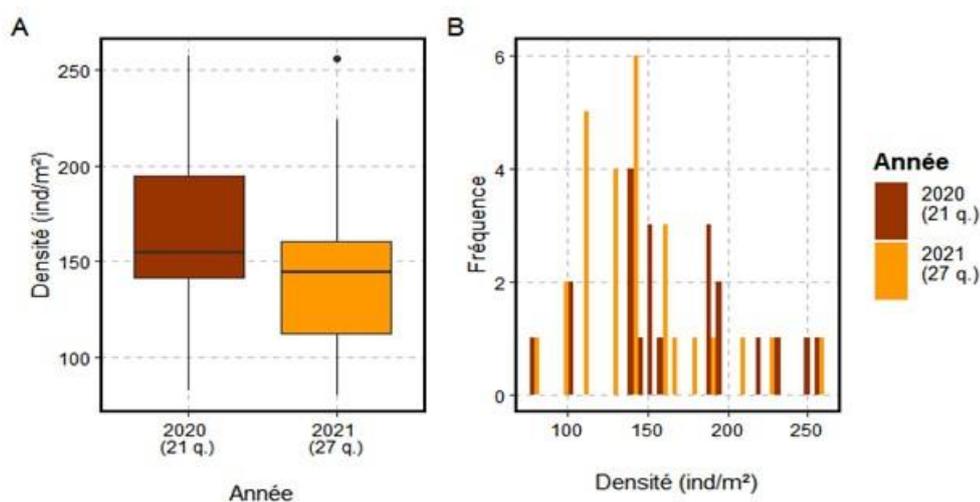


Figure 18. Boîtes à moustaches (A) et diagramme en barres (B) représentant la densité (ind.m⁻²) de *P. grayi* en 2020 et 2021.

À partir de ces premières données disponibles sur cette espèce, ces résultats montrent qu'il y a une zone préférentielle de colonisation à l'échelle du plateau du point de vue de la densité mais pas de la structure en taille. Ce résultat est à prendre en compte pour de futurs échantillonnages afin de compléter l'étude de cette population.

3.2.2. Population à *Leptogorgia sarmentosa*

L'effort d'échantillonnage de *L. sarmentosa* est de 33 quadrats réalisés et 144 colonies mesurées sur deux sites : 16 quadrats totalisant 98 colonies sur Txotx et 17 quadrats pour un total de 46 colonies sur Irruari.

La hauteur des colonies varie entre 11 et 70 cm (fig. 19). Les résultats montrent d'un point de vue statistique que les colonies sont plus grandes à Irruari qu'à Txotx : 67,3 % mesurent entre 30 et 70 cm contre 39,0 % (permANOVA p-value = 0,002, $\alpha = 0,05$).

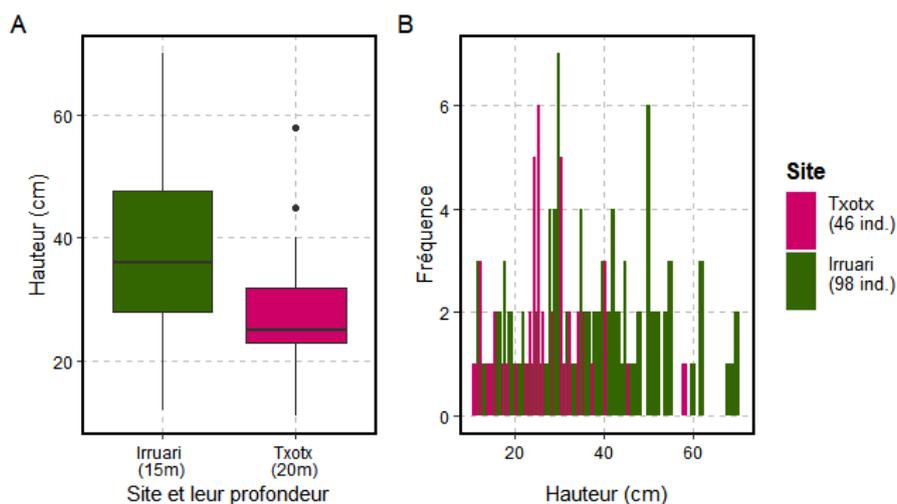


Figure 19. Boîtes à moustaches (A) et diagramme en barres (B) représentant la hauteur (cm) de *L. sarmentosa* sur Txotx et Irruari.

Les densités de *L. sarmentosa* varient entre 16 et 80 ind.m⁻² (fig. 20) avec une fréquence élevée sur les deux sites. La variabilité apparaît plus importante sur Irruari que sur Txotx, cependant la différence de densité entre les deux sites n'est pas significative (permANOVA p-value = 0,067, $\alpha = 0,05$).

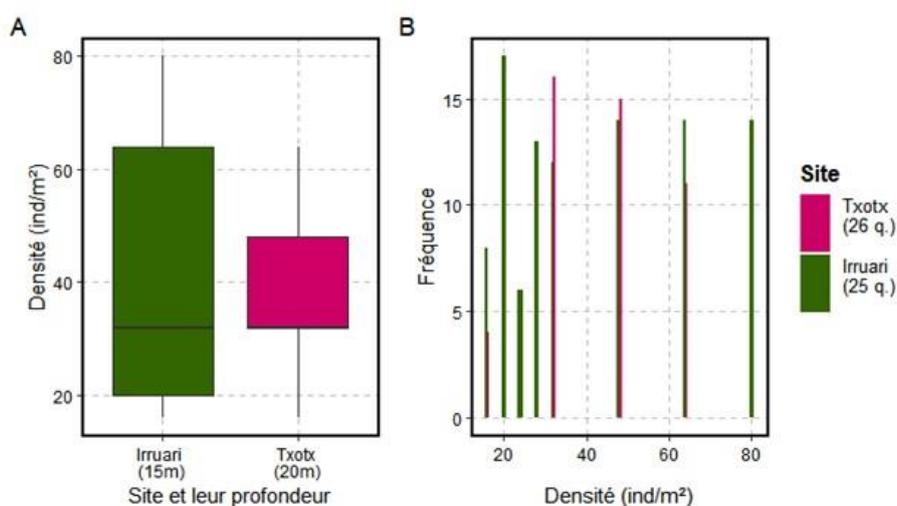


Figure 20. Boîtes à moustaches (A) et diagramme en barres (B) représentant la densité (ind.m⁻²) de *L. sarmentosa* sur Txotx et Irruari.

3.2.3. Population à *Eunicella verrucosa*

L'effort d'échantillonnage de *Eunicella verrucosa* est de 33 quadrats représentant 24 colonies dont 16 quadrats totalisant 16 colonies sur Txotx et 17 quadrats pour 8 colonies sur Irruari. Les densités sont beaucoup plus faibles sur cette espèce que pour les deux autres étudiées. On note que sur les quadrats, parmi les colonies, on observe 6 colonies d'*E. gazella* sur Txotx et 1 sur Irruari. La quasi-totalité des colonies appartiennent à l'espèce *E. verrucosa*.

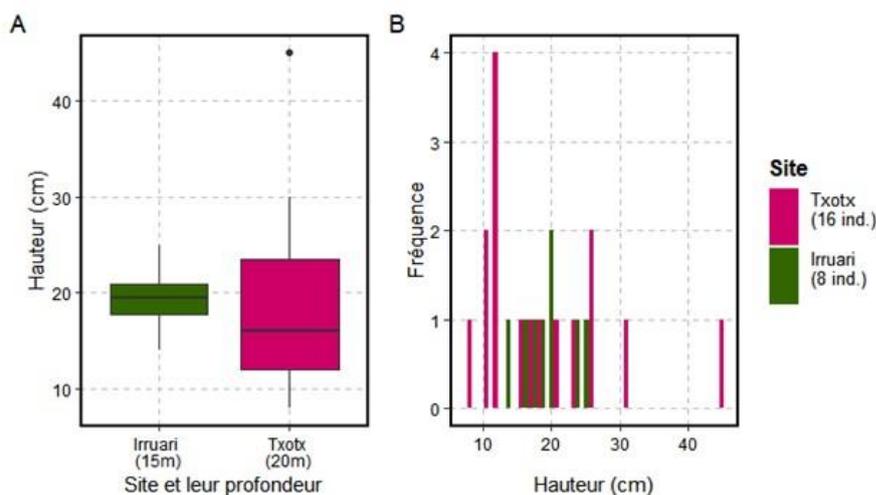


Figure 21. Boîtes à moustaches (A) et diagramme en barres (B) représentant la hauteur (cm) pour *E. verrucosa* sur Txotx et Irruari.

La hauteur des colonies diffère entre les deux sites : de 5 à 30 cm sur Txotx et de 15 à 25 cm sur Irruari (fig. 21). La fréquence maximale est de 12 cm de hauteur pour 4 individus à Txotx et de 20 cm pour 2 individus à Irruari. Cependant la hauteur des colonies n'est pas statistiquement différente entre les deux sites (perMANOVA p-value = 0,239, $\alpha = 0,05$).

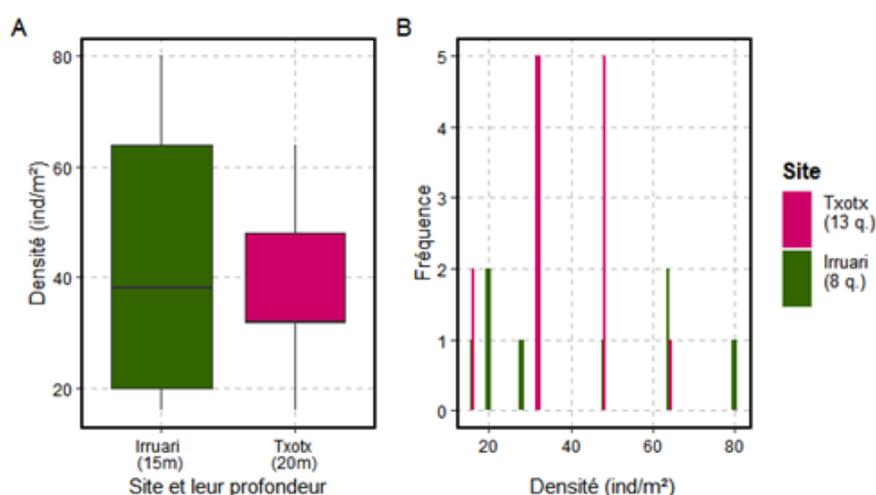


Figure 22. Boîtes à moustaches (A) et diagrammes en barres (B) représentant la densité (ind.m⁻²) de *E. verrucosa* sur Txotx et Irruari.

Du point de vue des densités d'*E. verrucosa*, elles ne sont pas statistiquement différentes entre les deux sites (permANOVA p-value = 0,673, $\alpha = 0,05$). Elles fluctuent de 15 à 80 ind.m⁻² avec des fréquences maximales plus élevées sur Txotx.

Conclusion L'ensemble de ces résultats permet de caractériser les communautés de gorgones suivant les espèces (tab. 5). Pour *P. grayi*, une structuration des densités à l'échelle du plateau apparaît. Pour les autres espèces, la comparaison des deux sites montre des densités homogènes d'un site à l'autre, mais pour *L. sarmentosa* les colonies sont de taille supérieure sur Irruari par rapport à Txotx. Enfin, sur l'ensemble des quadrats réalisés, il n'a pas été noté de dégradation (nécroses) des colonies sur les différentes espèces échantillonnées. En conséquence, et au vu des éléments disponibles, l'état de conservation des peuplements de gorgones apparaît plutôt bon pour les deux habitats : circalittoral (A4.1 *P. grayi*) et infralittoral (A3.1 *L. sarmentosa* et *E. verrucosa*). Enfin, en complément des transects et quadrats photographiques, des prélèvements de différentes espèces de gorgones et de zoanthaires (dont *Savalia savaglia*) ont été réalisés sur le plateau à des fins d'analyse génétique : 15 fragments de *Paramuricea grayi*, 5 fragments d'*Eunicella gazella* et d'*E. verrucosa*, 1 fragment de *Leptogorgia sarmentosa* et 1 fragment de *Savalia savaglia*. Les prélèvements ont été conservés dans l'alcool et ont été envoyés pour analyse. Les analyses sont toujours en cours actuellement et les résultats non encore disponibles à ce jour.

Tableau 5. Synthèse des résultats obtenus sur les gorgones étudiées.

(* NS : Non Significatif – S : Significatif)

	<i>Paramuricea grayi</i>		<i>Leptogorgia sarmentosa</i>		<i>Eunicella verrucosa</i>	
	2020	2021	2021		2021	
Site	Gorgone		Txotx	Irruari	Txotx	Irruari
Effort d'échantillonnage (n quadrats)	48		55		55	
Effort d'échantillonnage (n quadrats)	21	27	30	25	30	25
Effective gorgone (Nb. Ind.)	157	358	46	98	16	8
Médiane hauteur cm	10	8	25	36	16	19,5
Résultats sur hauteur*	NS		S		NS	
Médiane densité ind.m ⁻²	155	144	32	32	32	38
Résultats sur densité*	S		NS		NS	

3.3. Biodiversité des récifs circalittoraux

En premier lieu, il est important de noter que l'effort d'échantillonnage sur les communautés benthiques s'est principalement porté sur les sites de Gorgone et Gruyère (tab. 6) ciblés par le projet pour les habitats : grottes sous-marines et récif de gorgones. Ainsi, la diversité biologique recensée au cours de ce travail n'a pas pour objet de comparer les sites entre eux mais plutôt de donner une image la plus large possible de la biodiversité présente sur les récifs du large de la côte basque à travers l'opportunité d'échantillonner plusieurs sites représentant différents habitats.

Tableau 6 : Synthèse de l'effort d'échantillonnage réalisé au cours de la campagne sur les communautés associées aux habitats dont principalement la macrofaune benthique.

	Ficoa	Gorgone	Gruyère	Irruari	Sec	Txox
Nbre de plongées	3	8	9	1	2	1
Récolte à vue	2	3	6	1	2	1
Suceuse à air	1	2	4	1	2	1
Brossage	2	4	1	0	0	0
Grattage	1	1	2	0	0	0
Quadrats gorgone	0	48	0	38	0	32
Transects photo	2	4	2	2	3	1

La campagne d'échantillonnage a permis de réaliser 37 évènements de collecte, principalement de la macrofaune benthique (tab. 6) mais également de quelques algues. La mégafaune associée aux habitats, principalement des poissons mais également grands crustacés et échinodermes est notée, mais non prélevée pour fournir les informations nécessaires pour le calcul de l'EBQI.

Sur l'ensemble des échantillonnages réalisés au cours des 24 plongées, on comptabilise plus de 11 000 spécimens récoltés, représentant 562 taxons (fig. 23 annexe 2) identifiés au niveau taxonomique allant de la famille à l'espèce. Les Malacostracés (représentés par les amphipodes, isopodes, tanaidacés, décapodes, mysidacés et cumacés) représentent 31 % des taxons collectés et identifiés, suivi des annélides polychètes (19 %) et des gastéropodes (18 %). Parmi l'ensemble des taxons identifiés 63 taxons sont inscrits sur les listes ZNIEFF (Annexe 4), 54 taxons répondant à au moins un des critères ZNIEFF (Annexe 3) dont 45 nouvelles espèces pour la zone géographique³ (Annexe 5) plus 1 espèce pélagique et 13 potentielles nouvelles pour la science (1 gastéropode, 1 isopode, 5 annélides polychète et 6 amphipodes). Concernant les éponges certains taxons nécessitent des compléments d'analyse et restent potentiellement nouveaux pour la science comme *Aplysina sp.* et quelques *Spongiidae*. De nombreux taxons sont encore en cours d'identification et ces chiffres seront probablement à réactualiser dans les mois à venir.

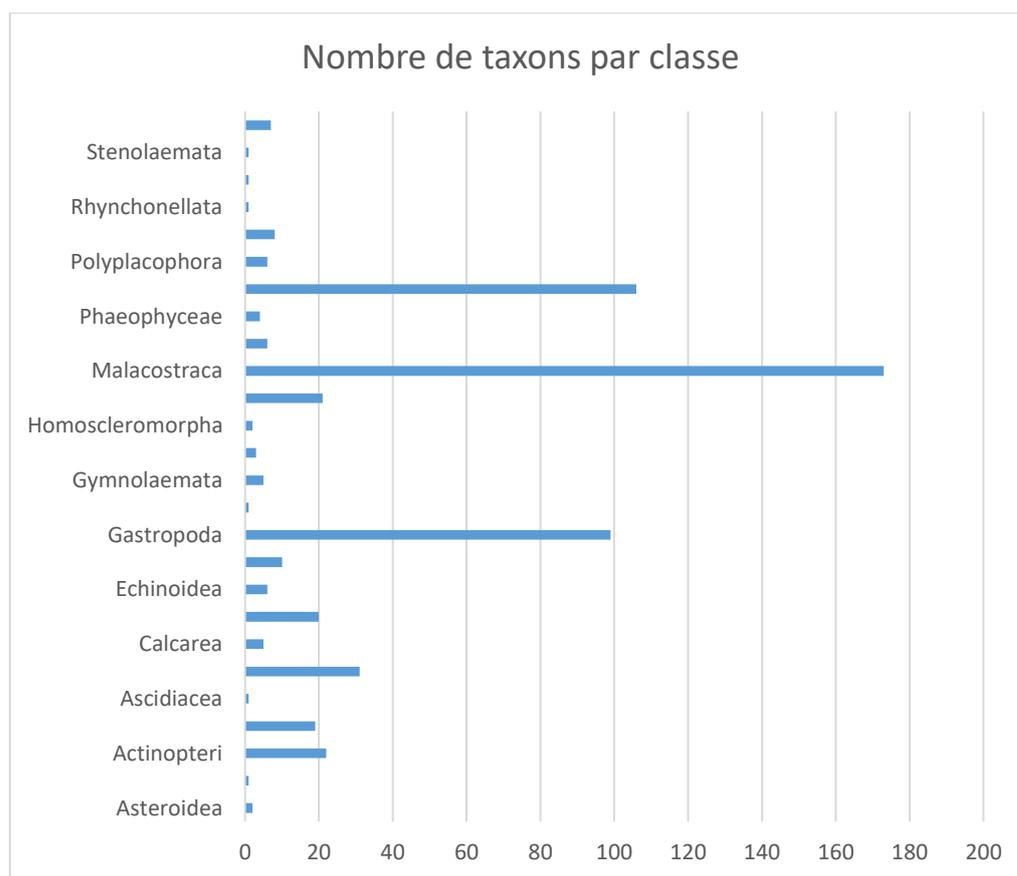


Figure 23 : Répartition par classe de l'ensemble des taxons identifiés au cours de la campagne.

² espèces présentes sur des zones plus au Nord et au Sud, mais dont la présence ne fut pas encore révélée sur la zone d'étude. Répartition géographique des espèces issues des sites internet WORMS, INPN et GBIF.

3.3.1. Biodiversité des récifs à gorgones *Paramuricea grayi*

La structure tridimensionnelle créée par la présence de gorgones sur un fond de substrat dur, constitue un intérêt écologique du point de vue de l'habitat qu'elles génèrent. De plus, la présence d'une espèce ingénieuse méridionale *Paramuricea grayi* non référencée sur la côte basque française constitue une originalité et une description nouvelle pour le sud du golfe de Gascogne. Ces peuplements de gorgones sont isolés sur le haut du plateau, entre 35 et 40 m de profondeur. Parmi les 365 taxons identifiés pour ce site, 14 sont spécifiques à cet habitat (non retrouvé sur les autres sites) et 13 sont à la fois spécifiques à cet habitat et non répertoriés sur la zone géographique (tab. 7). Ces éléments constituent un intérêt biogéographique exceptionnel. Les autres taxons sont caractéristiques du golfe de Gascogne et possèdent une large aire de répartition. Ces premiers éléments témoignent d'un intérêt particulier de la zone d'un point de vue de sa biodiversité.

Tableau 7. Liste des espèces identifiées uniquement sur le site à *P. grayi* spécifiques à l'habitat.

GROUPE	ESPECE	Autorité
ANNELIDA	<i>Haplosyllis chamaeleon</i>	Laubier, 1960
ANNELIDA	<i>Micromaldane ornithochaeta</i>	Mesnil, 1897
ANNELIDA	<i>Scoletoma funchalensis</i>	Kinberg, 1865)
ANNELIDA	<i>Subadyte pellucida</i>	(Ehlers, 1864)
CNIDARIA	<i>Eunicella gazella</i>	Studer, 1901
CNIDARIA	<i>Savalia savaglia</i>	(Bertoloni, 1819)
CNIDARIA	<i>Paramuricea grayi</i>	(Johnson, 1861)
CNIDARIA	<i>Sertularelloides cylindritheca</i>	(Allman, 1888)
AMPHIPODA	<i>Autonoe denticarpus</i>	(Myers & McGrath, 1978)
MOLLUSCA	<i>Emarginula adriatica</i>	O. G. Costa, 1830
MOLLUSCA	<i>Marionia gemmii</i>	Pérez & Caballer, 2018
MOLLUSCA	<i>Orania fusulus</i>	(Brocchi, 1814)
MOLLUSCA	<i>Raphitoma contigua</i>	(Monterosato, 1884)

3.3.2. Biodiversité des récifs circalittoraux sites Gruyère, Sec et Ficoa

Les sites Gruyères, Sec et Ficoa sont représentés par des habitats rocheux circalittoraux, de profondeurs équivalentes et avec une absence de champs de gorgones (quelques individus isolés observés seulement). Les habitats étant comparables les résultats des prélèvements sont regroupés. Parmi les 352 taxons identifiés sur ces 3 sites, 48 sont spécifiques à cet habitat (absents sur les autres sites) et 11 sont à la fois spécifiques et non répertoriés sur la zone géographique (tab. 8 et annexe 2).

Tableau 8. Liste des espèces identifiées uniquement sur les sites « Ficoa », « Gruyère » et « Sec ».

GROUPE	Espèce & autorité	Ficoa	Gruyère	Sec
MOLLUSCA	<i>Isara cornea</i> Lamarck, 1811		X	
AMPHIPODA	<i>Gammaropsis palmata</i> (Stebbing & Robertson, 1891)	X		
ANNELIDA	<i>Eulalia aurea</i> Gravier, 1896		X	
ANNELIDA	<i>Eunice roussaei</i> Quatrefages, 1866	X	X	
ANNELIDA	<i>Goniada emerita</i> Audouin & H Milne Edwards, 1833			X
ANNELIDA	<i>Paradexiospira (Spirorbides) vitrea</i> (Fabricius, 1780)	X	X	
ANNELIDA	<i>Petta pusilla</i> Malmgren, 1866		X	
ANNELIDA	<i>Prionospio fallax</i> Söderström, 1920		X	
ANNELIDA	<i>Protolaeospira (Protolaeospira) striata</i> (Quiévreux, 1963)		X	
ANNELIDA	<i>Sphaerodorum gracilis</i> (Rathke, 1843)	X		
PYCNOGONIDA	<i>Endeis charybdaea</i> (Dohrn, 1881)		X	X

Concernant le groupe des éponges, les prélèvements n'ont pas été systématiques sur tous les sites car on retrouve des individus aux aspects morphologiques similaires. Cependant, certains taxons apparaissent principalement sur les sites présentant l'habitat grottes et surplombs (tab.9).

Tableau 9. Taxons particulièrement inféodés à l'habitat A4.71 grottes et surplombs : Ficoa et Gruyère.

Classe	Ordre	Famille	Taxon & autorité
Calcarea	Leucosolenida	Grantiidae	<i>Ute glabra</i> Schmidt, 1864
Calcarea	Leucosolenida	Sycettidae	<i>Sycon</i> Risso, 1827
Calcarea	Clathrinida	Leucaltidae	<i>Ascandra</i> Haeckel, 1872
Calcarea	Leucosolenida	Leucosoleniidae	<i>Leucosolenia</i> Bowerbank, 1864
Demospongiae	Suberitida	Halichondriidae	<i>Hymeniacidon perlevis</i> (Montagu, 1814)
Demospongiae	Bubarida	Dictyonellidae	<i>Acanthella acuta</i> Schmidt, 1862
Demospongiae	Dictyoceratida	Spongiidae	Gray, 1867
Demospongiae	Verongiida	Ianthellidae	<i>Hexadella racovitzai</i> Topsent, 1896
Demospongiae	Verongiida	Ianthellidae	<i>Hexadella sp</i> Topsent, 1896
Demospongiae	Chondrillida	Chondrillidae	<i>Thymosiopsis</i> Vacelet & Pérez, 1998
Demospongiae	Tethyida	Tethyidae	<i>Tethya citrina</i> Sarà & Melone, 1965
Demospongiae	Poecilosclerida	Hymedesmiidae	<i>Phorbas</i> Duchassaing & Michelotti, 1864
Demospongiae	Poecilosclerida	Esperiopsidae	<i>Esperiopsis</i> Carter, 1882
Demospongiae	Haplosclerida	Chalinidae	<i>Haliclona mucosa</i> (Griessinger, 1971)
Homoscleromorpha	Homoclerophorida	Plakinidae	<i>Plakortis af. simplex</i> Schulze, 1880
Homoscleromorpha	Homoclerophorida	Plakinidae	<i>Corticium candelabrum</i> Schmidt, 1862

3.3.3. Biodiversité des récifs infralittoraux de gorgones Irruari et Txox

Les sites Irruari et Txox sont représentés par des habitats rocheux moins profonds avec présence de gorgones et une couverture algale plus importante. L'effort d'échantillonnage est faible sur ce site par rapport aux autres, 1 seule plongée est réalisée sur chaque site en fin de campagne afin d'apporter de la connaissance sur les caractéristiques des gorgones plus communes sur la zone et la biodiversité associée. Les habitats de ces 2 sites étant similaires (A3.1), les résultats des prélèvements sont regroupés. Parmi les 218 taxons identifiés, 23 sont spécifiques à cet habitat (non retrouvé sur les autres sites) et 3 sont à la fois spécifiques à cet habitat et non répertoriés sur la zone géographique (tab.10).

Tableau 10. Liste des espèces identifiées sur les sites « Irruari » et « Txox » spécifiques à l'habitat et non répertoriées sur la zone.

GROUPE	ESPECE	Autorité	IRRUARI	TXOX
MOLLUSCA	<i>Ringicula conformis</i>	Monterosato, 1877	X	
AMPHIPODA	<i>Pereionotus testudo</i>	(Montagu, 1808)		X
ANNELIDA	<i>Pterocirrus macroceros</i>	(Grube, 1860)	X	

3.4. Approche écosystémique des récifs circalittoraux

3.4.1. Calcul des indices INDEX-COR et EBQI pour le récif à *P. grayi*

Durant la campagne 2020, 4 transects vidéo (30 m² - 15 m de long sur 1 m de large de part et d'autre) ont été réalisés pour évaluer la densité des espèces de gorgone autre que *Paramuricea grayi*, sur les mêmes stations que pour l'évaluation de la méthode INDEX-COR (Sartoretto et al., 2017). Cet indice développé pour définir l'état de conservation des fonds coralligène de Méditerranée (Sartoretto et al., 2017) a été testé une première fois en 2018 sur deux sites sur les plateaux karstiques a montré l'intérêt de cette méthode pour le suivi des communautés benthiques associées (de Casamajor et al., 2018).

La réalisation de quadrats photographiques à différentes profondeurs avait pour objectif de compléter ces transects afin de calculer l'indice INDEX-COR et l'indice EBQI intégrant en partie la méthode INDEX-COR au niveau des habitats circalittoraux de substrat dur de la Côte Basque.

A- Indice INDEX-COR

Les résultats obtenus pour la caractérisation de l'état de conservation du récif à *P. grayi* et la zone d'éboulis du plateau karstique sont synthétisés dans le tableau 11. La formule globale pour le calcul de l'indice INDEX-COR (IC) est celle définie par Sartoretto et al. (2017) pour l'état de conservation de l'habitat coralligène en région Provence Côte d'Azur :

$$\Rightarrow IC = 0,62 \times M1 + 0,6 \times M2 + 1,7 \times M3$$

Selon la classification de l'état de conservation appliqué en Méditerranée (coralligène), les récifs à *P. grayi* sont caractérisés par un bon état de conservation (IC : 69,05). Concernant la zone d'éboulis, la valeur de l'indice donne un état de conservation moyen de l'habitat (IC : 56,53) en raison notamment d'une faible valeur de la métrique 1 (abondance des espèces tolérantes aux apports en matière organique).

Tableau 11. Synthèse du calcul des métriques et de l'indice INDEX-COR appliqués au plateau karstique colonisé par les peuplements *P. grayi*. M1 : sensibilité taxonomique (apport de matière organique), M2 : Richesse taxonomique observable, M3 : Complexité structurale, IC : indice INDEX-COR.

Station	Métrique	Valeur
Récif à <i>Paramuricea grayi</i>	M1	63,8
	M2	44
	M3	2,09
	IC	69,5
Zone d'éboulis	M1	18,25
	M2	67
	M3	2,95
	IC	56,53

B- Indice EBQI

Le tableau 12 synthétise l'ensemble des résultats obtenus pour chaque paramètre à partir des quadrats photographiques et des transects réalisés sur le plateau karstique à *Paramuricea grayi*.

Tableau 12. Bilan de l'analyse des résultats obtenus pour les différents compartiments constituant l'indice EBQI caractérisant l'état de conservation des récifs à *P. grayi*.

N°	Compartiment	Poids (W)	IDC	Paramètres	Statut				
					0	1	2	3	4
1	Macrophytes	3	4	Recouvrement %		x			
2	Filtreurs suspensivores benthiques	5	4	Recouvrement %					x
3	Bio-érodeurs	3	3	Nb d'espèces			x		
4	Racleurs et brouteurs	4	3	Nb d'espèces			x		
5	Poissons planctonophages	3	3	Nb d'espèces			x		
6	Poissons omnivores	2	3	Nb d'espèces					x
7	Poissons piscivores	3	3	Nb d'espèces	x				
8	Détritivores benthiques	1	3	Nb d'espèces					x

L'EBQI calculé pour le plateau karstique colonisé par les peuplements à *Paramuricea grayi* s'appuie sur la classification des paramètres, le poids de chacun d'eux et l'indice de confiance (IDC) correspondant. La valeur obtenue s'appuie sur la formule définie précédemment (paragraphe 2.3.3) et donne le résultat suivant : EBQI = 6,56. Le calcul de l'IDC de l'EBQI permet d'avoir confiance dans l'évaluation réalisée ($IDC_{EBQI} = 3,33/4$).

À l'instar de l'indice INDEX-COR, la classification des récifs à *Paramuricea grayi* par la méthode EBQI donne un bon état de conservation selon la classification définie par Ruitton et al. (2017).

3.4.2. Calcul de l'EBQI pour les grottes

Le tableau 13 présente le bilan des résultats obtenus à partir du traitement des quadrats-photos collectés pendant la campagne d'échantillonnage soit : 33 quadrats-photos sur la grotte de Gruyère et 25 sur la grotte de Ficoa (Annexe 6 et 7).

Tableau 13. Bilan de l'analyse des quadrats-photos pour les deux grottes étudiées.
(L'attribution du statut correspond aux cellules en jaune)

GRUYERE									
Compartiments	Poids (W)	IDC	Paramètres	Statut (S)					
				0	1	2	3	4	
1	Suspensivores	5	4	Recouvrement (%)	0	[1 - 25]	[26 - 50]	[51 - 75]	> 75
2	Grands filtreurs	3	4	Recouvrement (%)	0	[1 - 25]	[26 - 50]	[51 - 75]	> 75
3	Petits filtreurs	2	4	Recouvrement (%)	0	[1 - 25]	[26 - 50]	[51 - 75]	> 75
1, 2, 3	Suspensivores et filtreurs	2	4	Nombre de strates*	0	1	-	2	3
4	Détritivores et omnivores	3	2	Nbe sp. détritivores et omnivores	0	1	2	3 à 5	> 5
5	Mysidacés	4	3	Abondance semi-quantitative des mysidacés	0	-	1 à quelques individus	-	Essaim (s)
6	Carnivores caractéristiques	3	3	Nbe sp. poissons carnivores caractéristiques	0	1	2	3	≥ 4
			2	Nbe sp. décapodes carnivores caractéristiques	0	1	2	3	≥ 4
7	Carnivores associés	1	2	Nbe sp. décapodes carnivores associés	0	1	-	2	≥ 3
			2	Nbe sp. poissons carnivores associés	0	-	1	-	≥ 2
			2	Abondance cérianthes	0	-	1 à 2	-	> 2

FICOA									
Compartiments	Poids (W)	IDC	Paramètres	Statut (S)					
				0	1	2	3	4	
1	Suspensivores	5	4	Recouvrement (%)	0	[1 - 25]	[26 - 50]	[51 - 75]	> 75
2	Grands filtreurs	3	4	Recouvrement (%)	0	[1 - 25]	[26 - 50]	[51 - 75]	> 75
3	Petits filtreurs	2	4	Recouvrement (%)	0	[1 - 25]	[26 - 50]	[51 - 75]	> 75
1, 2, 3	Suspensivores et filtreurs	2	4	Nombre de strates*	0	1	-	2	3
4	Détritivores et omnivores	3	2	Nbe sp. détritivores et omnivores	0	1	2	3 à 5	> 5
5	Mysidacés	4	3	Abondance semi-quantitative des mysidacés	0	-	1 à quelques individus	-	Essaim (s)
6	Carnivores caractéristiques	3	3	Nbe sp. poissons carnivores caractéristiques	0	1	2	3	≥ 4
			2	Nbe sp. décapodes carnivores caractéristiques	0	1	2	3	≥ 4
7	Carnivores associés	1	2	Nbe sp. décapodes carnivores associés	0	1	-	2	≥ 3
			2	Nbe sp. poissons carnivores associés	0	-	1	-	≥ 2
			2	Abondance cérianthes	0	-	1 à 2	-	> 2

*0 = pas de strate, 1 = organisme de taille millimétrique, 2 = organisme de taille centimétrique, 3 = organisme de taille décimétrique

À partir de ces éléments, les statuts ont été définis pour parvenir au calculs de l'EBQI (tab. 13 & 14). Les statuts diffèrent relativement peu entre les deux grottes sur les pourcentages de recouvrement (compartiments 1 à 3) alors que les résultats sont plus variables pour la faune mobile (compartiments 5 à 7).

Tableau 14 Récapitulatif du poids (W), des statuts et de l'indice de confiance (IDC) de la grotte de Gruyère et de Ficoa.

Compartment	W		Statut		Statut _{max}		IDC		IDC _{max}	
	Gruyère	Ficoa	Gruyère	Ficoa	Gruyère	Ficoa	Gruyère	Ficoa	Gruyère	Ficoa
1-Suspensivores	5	5	4	4	4	4	3	3	4	4
2-Grands filtreurs	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4
3-Petites filtreurs	2	2	4	4	4	4	3	3	4	4
1,2,3-stratification	2	2	3	1	4	4	4	4	4	4
4-Détritivores et omnivores	3	3	3	2	4	4	2	2	4	4
5-Mysidacés	4	4	2	2	4	4	3	3	4	4
6-Carnivores caractéristiques	3	3	2,5	2	4	4	2,5	2,5	4	4
7-Carnivores associés	1	1	1	4	4	4	2	2	4	4

L'EBQI de la grotte de Gruyère et de Ficoa est calculé à partir des statuts de chaque compartiment. Le tableau 14 synthétise le poids (W) et l'IDC attribué à chaque compartiment. Les calculs de l'EBQI et de l'IDC pour chacune des grottes sont détaillés en Annexe 8. À partir de ces éléments les statuts ont été définis pour parvenir aux calculs de l'EBQI. Ces derniers diffèrent relativement peu entre les deux grottes sur les pourcentages de recouvrement (compartiments 1 à 3) alors que les résultats sont plus variables pour la faune mobile (compartiments 5 à 7).

L'application des formules EBQI et IDC (cf paragraphe 2.3.3) donne les résultats suivants :

- Grotte de Gruyère : EBQI = 7,7 – IDC = 2,85;
- Grotte de Ficoa : EBQI = 6.7 – IDC = 2.85.

Sur la base des 5 classes, l'état écologique de ces deux grottes se situe en :

]4 à 8]	Bon
---------	-----

Les détails de ces calculs pour l'obtention de ces résultats sont donnés en Annexe 8. Le résultat de l'IDC pour les deux grottes est moyen (2,85/4) ce qui permet d'avoir confiance dans l'évaluation.

4. Discussion et perspectives

Les résultats de ces travaux fournissent un premier état des lieux de la colonisation des récifs circalittoraux sur la côte basque. Ils serviront de base pour les futurs travaux et suivre l'évolution de ces habitats. Un état initial ou de référence n'étant pas disponible en l'absence de travaux antérieurs, ce qui signifie qu'en l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible de définir un état de conservation, que ce soit pour les récifs de gorgones ou les grottes sous-marines. Face à son originalité et son caractère unique, les résultats de ce travail constituent un apport de connaissances important pour la gestion du site Natura 2000 et au-delà au niveau national à la fois sur la connaissance de la biodiversité et des habitats présents dans le sud de la façade du golfe de Gascogne.

D'un point de vue global, parmi les 562 taxons inventoriés sur l'ensemble des habitats échantillonnés au cours de la campagne de prélèvement de ce projet on dénombre 46 espèces nouvelles pour la zone géographique permettant d'apporter des extensions géographiques (nord ou sud) aux connaissances actuelles. Ce sont des espèces qui n'étaient pas connues pour la zone. Au-delà, une quinzaine de nouvelles espèces potentielles pour la science ont été isolées. Un travail de description reste à faire pour les spécialistes des groupes concernés. Ce travail est beaucoup plus long et ne peut être réalisé à l'échelle d'un projet. Ceci signifie que les listes taxinomiques restent incomplètes, du travail reste à faire et permettra dans les mois et années qui viennent d'enrichir un peu plus les connaissances en matière de biodiversité sur la zone.

4.1. Récifs à gorgones *P. grayi*

Parmi les 4 espèces de gorgones qui ont été identifiées au cours des échantillonnages, 2 présentent un intérêt biogéographique, *P. grayi* et *E. gazella* (Altuna, 1991, de Casamajor et Lalanne, 2016). En tant qu'espèce ingénieure, la première constitue un habitat du fait de sa densité, tandis que des individus isolés sont signalés pour la seconde. Les données disponibles sur ces espèces sont peu nombreuses. Cependant, des individus peuvent être observés ponctuellement à des profondeurs inférieures globalement entre 25 et 30 m. La présence *P. grayi* est signalée depuis longtemps sur la côte basque espagnole (Altuna, 1991) mais également sur les zones profondes du Canyon de Capbreton (Altuna, 2015). Ces peuplements n'ont jamais été référencés et étudiés sur la côte basque française. Ce travail est donc unique sur le littoral français.

Peu d'éléments sont disponibles dans la littérature sur la biologie et la structure des populations de *P. grayi*. Les informations collectées pour ce genre concernent principalement *P. clavata* en Méditerranée (tab. 15). Ainsi, l'interprétation des résultats est à relativiser compte tenu d'une variabilité interspécifique possible au sein de ce genre.

Ce qu'il ressort quand on compare la population de *P. grayi* à la bibliographie sur *P. clavata*, c'est que les colonies échantillonnées sont globalement de petite taille et que les densités sont très élevées. Concernant la taille limitée, ce résultat pourrait refléter une adaptation morphologique pour résister à l'énergie de la houle ainsi qu'à la richesse des nutriments dans la colonne d'eau et donc des apports trophiques. Agell et al., (2009) ont montré, pour le genre *Paramuricea*, une influence des conditions hydrodynamiques sur la structure morphologique. Plus précisément, le diamètre des branches et la longueur des spicules sont influencés par la dynamique des masses d'eau (Grigg, 1972).

Tableau 15. Synthèse des connaissances sur la biologie des gorgones.

Taxon	<i>Paramuricea spp. (P. clavata)</i> d'après Coma et al., 1994 ; Linares et al., 2007 ; Sartoretto et Francour, 2012		<i>Leptogorgia sarmentosa</i> d'après Dumas et al., 2017 ; Rossi et Gili, 2009		<i>Eunicella verrucosa</i> d'après Canessa et al., 2022 ; Coz et al., 2012 ; Chimienti, G., 2020 ; Sartoretto et Francour, 2012		<i>Eunicella gazella</i> Abou Oualid et al., 2016 ; Diaz et al., 2015 ; Curdia et al., 2013	
	Source	Littérature	Circareef	Littérature	Circareef	Littérature	Circareef	Littérature
Hauteur moy. (cm)	30 à 100	1 à 35	20 à 60	1 à 65	30 à 80	5 à 45	9 à 18	11 à 25
Extention bathy (m)	7 à 110	35 à 40	10 à 250	15 à 40	10 à 100	15 à 40	5 à 30	15 à 40
Densité (ind/m²)	32 à 36	40 à 260	10 à 20	16 à 80	7 à 10	15 à 80	3 à 6	20 à 48
Taille de maturité sexuelle	De 8 cm à 30 cm	?	à partir de 12 cm	?	à partir de 11 cm	?	à partir de 11 cm	?
Période de reproduction	De juin à juillet	?	De juin à août	?	De juin à juillet	?	De fin juin à fin août	?
Répartition géographique	Méditerranée occidentale et Atlantique Sud (LN en Galice)		Méditerranée occidentale et Atlantique golfe de Gascogne		Atlantique (côtes françaises), côtes méditerranéennes et africaines		Méditerranée française et Atlantique (côtes françaises)	
Vitesse de Croissance	1 à 3 cm/an taille max. entre 10 et 15 ans	?	2 à 5 cm/an	?	de 3,33 cm/an (< 15 cm) à 0,62 cm (>	?	1 à 5 cm/an	?

Concernant la densité, elle est très élevée sur l'ensemble du plateau mais avec certainement une structuration spatiale comme en témoigne les différences obtenues entre 2020 et 2021. Les densités observées sur la côte basque dépassent toutes les données disponibles dans la bibliographie (tab. 15). La vitesse et l'orientation des courants locaux pourraient être à l'origine d'une structuration spatiale et une analyse courantologique plus fine à l'échelle du plateau permettrait d'approfondir les connaissances et la compréhension des zones préférentielles de colonisation. Les gorgones sont des organismes filtreurs sessiles, le déplacement des masses d'eau et les nutriments présents conditionnent le développement et la croissance des colonies. Les données de température nous informent sur les conditions auxquelles sont soumises les gorgones au cours de l'année avec une amplitude de 12 à 21 °C, avec des variations parfois brutales de plusieurs degrés, sans pour autant avoir une visibilité à ce stade sur les variabilités interannuelles. Toutefois, ce paramètre est important et à surveiller car le pic de température estival est identifié comme un facteur de déclenchement de la ponte (Coma et al., 1994 et 1995). De même, en cas d'anomalies de températures, elles pourraient être impactées par des nécroses voire des mortalités comme cela est le cas en Méditerranée (Iborra et al., 2022 ; Garrabou et al., 2022).

La classification de l'état de conservation de cet habitat par les méthodes INDEX-COR et EBQI montre un bon état actuel. Ceci dit, concernant la méthode EBQI, le schéma conceptuel défini dans ce travail à « dire d'expert » demanderait d'être revu plus en détail. La difficulté serait de pouvoir trouver d'autres sites présentant ce type de peuplement.

L'intérêt patrimonial du site étant lié à la présence d'un peuplement de gorgonaire dense (*P. grayi* en mélange avec d'autres espèces), un suivi spécifique des caractéristiques des colonies serait intéressant pour estimer l'état de conservation de l'habitat.

4.2. Récifs de gorgones *E. verrucosa* et *L. sarmentosa*

Les résultats de ce travail montrent que les colonies d'*E. verrucosa* étudiées sur la côte basque sont homogènes sur les deux sites échantillonnés aussi bien en terme de hauteur que de densité. Leur taille est inférieure si on les compare à celles de Méditerranée et du golfe du Morbihan (tab. 15). En Atlantique, les travaux de Coz et al. (2012) présentent des données de densité, de croissance et d'évolution démographique d'*E. verrucosa* mais ils n'apportent pas d'informations sur les hauteurs car la croissance est décrite en surface. Dans les travaux futurs, il pourrait être intéressant de compléter les données de hauteur avec des données de surface. Cela permettrait de mieux caractériser la structure morphologique des colonies face aux conditions hydrodynamiques propres à ce secteur du golfe de Gascogne. Pour la Méditerranée, l'article de Chimienti (2020) rapporte des densités toujours moins élevées que celles observées sur la côte basque mais les hauteurs sont supérieures. Ainsi, on retrouve les mêmes tendances que pour *P. grayi*. L'hybridation est une hypothèse décrite dans la littérature pour le genre *Eunicella* et plus particulièrement en méditerranée entre *E. cavolini* et *E. singularis* (Aurelle et al., 2017). La question se pose alors sur la côte basque d'une possibilité d'hybridation entre *E. verrucosa* et *E. gazella*. Si cette hypothèse est vérifiée, cela suggère qu'il serait préférable de travailler au niveau du genre plutôt que de l'espèce. Dans les mois qui viennent, les prélèvements réalisés à des fins génétiques pourront peut-être apporter des informations complémentaires concernant cet aspect.

Concernant *L. sarmentosa*, cette espèce ne présente pas de différence de densité significative entre les deux sites Iruuari et Txotx. Par contre, les hauteurs sont significativement différentes ; les colonies sont plus grandes sur Iruuari. Cette espèce a une vitesse de croissance supérieure aux autres espèces (tab. 15) en lien avec ses fortes capacités de filtration et ses facultés à coloniser des milieux chargés (Rossi et al., 2011). Le rôle de la pénétration de la lumière pourrait expliquer le fait que les colonies sont plus grandes sur Iruuari autour de 16 m que sur Txotx autour de 22 m de profondeur. La croissance de *L. sarmentosa* s'adapte aux contraintes environnementales particulières (Rossi et Gili, 2009). Les facteurs identifiés comme limitant la croissance de cette gorgone sont par exemple : la vitesse et la direction des courants dominants, la prédation, la compétition spécifique et la température (Rossi et al., 2011). Il semblerait que les conditions présentes dans la baie d'Hendaye soient favorables à la croissance des gorgones : courantologie, température, nutriments...

Pour *E. verrucosa* et *L. sarmentosa*, il s'agit localement des premières données disponibles sur ces populations et il n'est pas possible d'avoir une antériorité des données. Comme pour *P. grayi*, il est important de compléter les informations disponibles sur la dynamique de population de ces espèces structurantes de l'habitat pour la côte basque. Ces peuplements se développent entre 15 et 25 m de profondeur et sont soumis à une amplitude thermique importante au cours de l'année entre 11 à 24 °C. Cependant, leur localisation relativement protégée de la houle mais dans un secteur d'interface entre le milieu strictement marin et les débits du fleuve Bidassoa, limite certainement la stratification des masses d'eau (thermocline) grâce à leur brassage régulier. La courantologie est un facteur déterminant influant sur la répartition spatiale des gorgones (Goni et al., 2010).

En effet, ces deux sites sont localisés dans la baie d'Hendaye dans un secteur où les apports continentaux sont importants et riches en nutriments (embouchure de la Bidassoa) et

relativement protégé des fortes houles grâce au cap du Figuier (fig. 5). Ceci explique que les gorgones trouvent des conditions favorables pour se développer (Rossi et Gili, 2009).

Perspectives Ce travail constitue une première approche de l'étude de cette population originale sur le plan biogéographique et peu documentée dans la littérature. Il serait intéressant de poursuivre l'acquisition de connaissances sur la dynamique de population de cette espèce ingénieuse. Quelques paramètres démographiques font actuellement défaut comme cela est identifié dans le tableau 15 : la période de reproduction, la taille de maturité sexuelle et le sex-ratio, et la vitesse de croissance en particulier. Un marquage physique de quelques colonies permettrait de suivre le développement et la croissance sur du long terme (Mistri et Ceccherelli, 1994) sachant que les colonies se développent lentement. Ainsi, il est envisagé de poursuivre les travaux initiés à travers l'instrumentation du site et la mise en place de quadrats permanents (fixes). Ces quadrats permettraient de suivre la croissance (hauteur, largeur, nombre de ramifications...) et la maturation sexuelle des individus au cours de la période ciblée soit de juin à septembre, si on se réfère aux informations disponibles dans la littérature avec une ponte synchronisée sur le cycle lunaire. Des informations complémentaires sur les conditions environnementales sont indispensables pour évaluer sur le plan physique la dynamique des masses d'eau à l'échelle du plateau et sur le plan biologique les disponibilités trophiques. Cela passe nécessairement par une instrumentation des sites d'étude. L'absence de nécroses est un signal positif qu'il sera nécessaire de continuer à suivre dans le cadre d'une évaluation de l'état de conservation.

4.3. Approche écosystémique des grottes

Les récifs de gorgones comme les grottes d'origine karstique sur la côte basque n'ont jamais fait l'objet d'inventaire alors que ces habitats sont considérés comme prioritaires du point de vue de la conservation. Les travaux menés en Méditerranée montrent leur intérêt écologique particulier en fonction des conditions environnementales qui y règnent et elles constituent un mésocosme des grands fonds et un réservoir de biodiversité (Boury-Esnault et al., 2001 ; Gerovasileiou et Bianchi, 2021). Différentes méthodes d'échantillonnage sont déployées afin de procéder à un inventaire, le plus complet possible, reflétant au mieux la biodiversité présente, phase indispensable pour le calcul de l'EBQI.

Cet habitat est présent sur trois sites échantillonnés à deux bathymétries différentes : sur « gorgone » à - 39 m, sur le site « gruyère » et « Ficoa » entre 25 et 28 m de profondeur. Une approche écosystémique (Personnic et al., 2014 ; Ruitton et al., 2017) a été adaptée au contexte local sur ces deux dernières grottes. Les résultats de l'EBQI sont globalement similaires et classent ces 2 grottes en « Bon » état de conservation, ceci sans avoir de recul et de référence antérieure. Les trois premiers compartiments influencent les résultats de l'indice et sur la côte basque les suspensivores et les filtreurs obtiennent le statut maximal. La méthode EBQI s'appuie sur des concepts théoriques intégrant dans la méthode d'évaluation le dire d'expert (Personnic et al., 2014 ; Rastorgueff et al., 2015 ; Ruitton et al., 2017). L'EBQI a été testé et calculé pour des grottes en Méditerranée et montre une variabilité importante en fonction des caractéristiques de la grotte, plus particulièrement en terme de pénétration de la lumière (Dziegala, 2021). C'est pourquoi, le découpage en classe des descripteurs et des indicateurs, basés sur l'écosystème méditerranéen, sont discutables.

Les forçages environnementaux sur la côte basque sont structurés par des facteurs spécifiques par rapport à ceux de la Méditerranée mais aussi du reste de la façade du golfe de Gascogne : turbidité, houle, marée, bathymétrie, lumière, hydrodynamisme... Ce travail témoigne de la nécessité de poursuivre les investigations pour une intégration plus fine des données et justifier au mieux le poids des compartiments considérés.

Les grottes sous-marines de Ficoa et Gruyère sont situées dans un environnement compris entre 25 et 30 m de profondeur. Comme le montre le calcul de la vitesse orbitale, ces grottes sont exposées à un régime hydrodynamique soumis à l'action des vagues surtout en période hivernale. Or l'hydrodynamisme est un paramètre important dans le fonctionnement des communautés benthiques des grottes, tout comme la température qui peut affecter la structure des communautés principalement basée sur les suspensivores et les filtreurs (Digenis et al., 2022). Les sondes de température témoignent d'une forte amplitude thermique au cours de l'année, particulièrement pendant la saison estivale avec l'alternance de couches d'eau froide et de couches d'eau chaude en lien avec le brassage des masses d'eau. Parravicini et al., (2010) ont montré en Méditerranée une vulnérabilité des organismes benthiques qui vivent dans les grottes face aux modifications de température, particulièrement pendant les épisodes de canicules quand les variations thermiques sont supérieures à 4 °C par rapport à la moyenne. Ceux localisés en entrée de grotte sont les plus exposés soit les organismes érigés ainsi que les espèces massives. L'intensité de la lumière permet de comprendre la répartition des organismes benthiques au sein de la grotte, il est donc important de caractériser la structure de chacune des grottes étudiées pour permettre d'établir un gradient de colonisation (fig. 24).

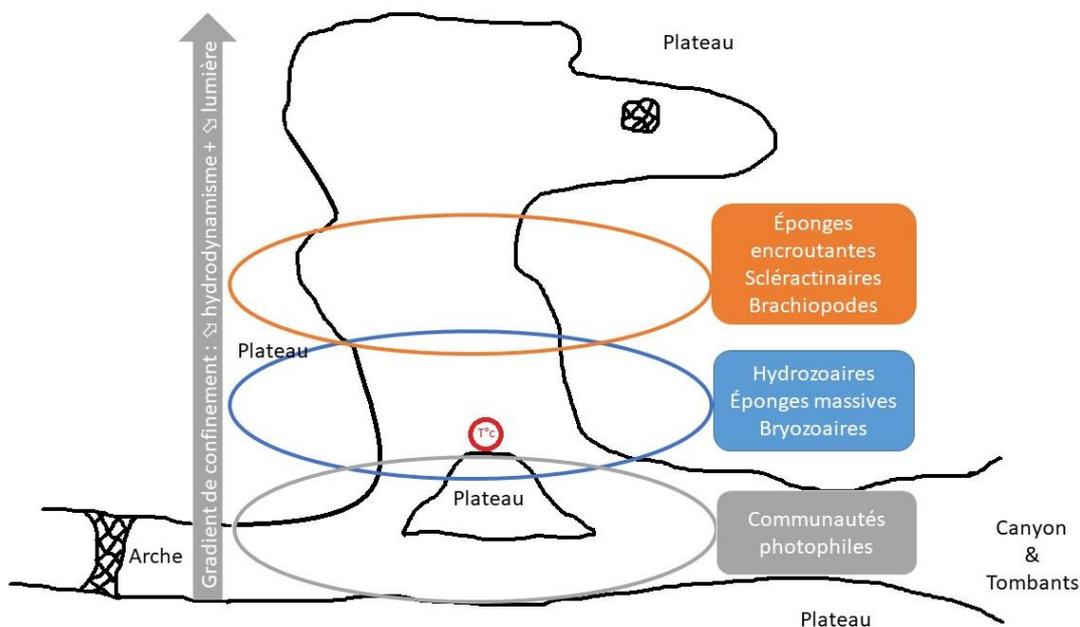


Figure 24. Exemple de structuration de la faune benthique sur la grotte de Gruyère.

Les grottes sous-marines ont, par définition, un relief et une géomorphologie hétérogènes (Navarro-Barranco et al., 2013). Ainsi ces gradients environnementaux varient suivant la configuration des grottes. Ils génèrent une zonation caractéristique des communautés benthiques mais les éponges sont les organismes qui dominent dans la colonisation des parois. (Gerovasileiou et Bianchi, 2021). Les suspensivores sont plutôt localisés dans la partie semi-obscur de la grotte (Balduzzi et al., 1989), tandis que les filtreurs sont situés dans la partie obscure (Sánchez et al., 2016).

Ainsi, la stratégie d'échantillonnage reposant sur les quadrats-photos doit être définie en fonction de l'hétérogénéité spatiale de la grotte afin que les communautés benthiques soient bien représentées à l'échelle des différentes zones de la grotte et obtenir un pourcentage de recouvrement significatif de chacune d'entre elles (fig. 16). De même, le temps de comptage pour le compartiment des détritivores ou des omnivores devrait être adapté à la superficie de la grotte. Dans le cadre de ce travail, la zone totalement obscure n'a pas été échantillonnée.

Cet habitat est aussi considéré comme ayant un faible niveau de résilience (Harmelin et al., 1985) et l'effet des pressions sur cet habitat est peu décrit (Guarnieri et al., 2012) et les principales pressions identifiées pour cet habitat source de vulnérabilité sont l'augmentation de la température de l'eau (changement global), les activités anthropiques dont les pressions mécaniques (activité plongée par exemple) et chimique (qualité du milieu) ainsi que l'introduction d'espèces exogènes (Gerovasileiou et Bianchi, 2021). La pêche n'est pas une activité connue comme source de vulnérabilité.

Perspectives Au vu des premiers résultats, un certain nombre de travaux complémentaires s'avèrent nécessaires pour poursuivre cette démarche d'approche écosystémique et de connaissance de la biodiversité sur cet habitat. En premier lieu, il est important de compléter les informations physiques (géomorphologiques) pour caractériser la grotte d'un point de vue structurel et environnemental. Une approche numérique par photogrammétrie pourrait être intéressante à mettre en œuvre pour une approche 3D de la grotte. Il apparaît indispensable d'instrumenter la grotte d'un certain nombre de capteurs pour évaluer le niveau de confinement entre l'entrée et le fond de la grotte (capteur de lumière, courantomètre...) pour mieux comprendre la répartition des assemblages des communautés benthiques. De plus, mesurer les disponibilités trophiques selon ce gradient serait également un complément d'informations intéressant. À partir de ces éléments, l'EBQI pourrait être appliqué à une dizaine de grottes de la zone Natura 2000 pour évaluer leurs intérêts en terme de biodiversité en considérant leurs caractéristiques géomorphologiques. Ces informations seraient une source de données utiles aux gestionnaires dans la perspective de mise en place de ZPF par exemple. Dans un second temps, une utilisation de l'EBQI sur une ou deux grottes ciblées pourrait être utile pour suivre l'évolution en terme de conservation. Cet indice viendrait en complément d'indices déjà calculé sur d'autres habitats de la zone Natura 2000 (dans un cadrage DCE/DCSMM) dans les étages intertidal et infralittoral. Le potentiel de résilience des habitats circalittoraux est fortement influencée par la biologie et l'écologie des espèces qui les composent. Les composantes identifiées comme pertinentes pour évaluer les capacités de résilience d'un écosystème concernent la complexité structurelle, la distribution spatiale, les traits de vie, la connectivité des populations, ainsi que l'adaptabilité face au changement de régime environnemental. Ces caractéristiques contribuent à leurs capacités à s'adapter aux pressions qui s'exercent sur les habitats (Bekkby et al., 2020).

4.4. Une biodiversité originale

La littérature actuelle ne montre que peu de données sur la macrofaune benthique des substrats rocheux de la côte basque. Les principales sources de données existantes proviennent de la partie espagnole de la côte basque entre 1984 et 1988 (Aguirrezabalaga et al., 1984-1988 ; Borja et Collins, 2004).

Sur la côte basque française les travaux datent de l'époque où le Musée de la mer de Biarritz était une antenne du MNHN et les chercheurs venaient de Paris pour échantillonner la flore et la faune mais cela concernait principalement les habitats intertidaux ou les habitats subtidaux accessibles aux engins de prélèvements (Bouchet et Tardy, 1976 ; d'Hondt, 1987) ; la plongée scientifique en scaphandre autonome était encore à ses balbutiements. De ce fait, par exemple, les grottes sous-marines n'ont jamais fait l'objet d'échantillonnages ciblés. De plus, les données anciennes disponibles sont très différentes suivant les groupes zoologiques surtout fonction des spécialités des chercheurs qui venaient en villégiature sur la côte basque. Le manque de systématiseurs locaux a toujours constitué un frein dans l'acquisition de connaissances sur la côte basque. Plus récemment, les suivis initiés dans le cadre des directives européennes ciblent principalement les habitats infralittoraux comme par exemple les suivis DCE/DCSMM (de Casamajor et al., 2021) ou des études ponctuelles (Galpasoro et al., 2008). Dans ce contexte, et avec la mise en œuvre de Natura 2000 en mer et la définition de zones d'intérêt, les résultats de ce travail constituent la première source de données sur les espèces présentes sur les habitats circalittoraux rocheux de la côte basque et en particulier sur l'habitat A4.71 Biocénoses circalittorales de grottes et de surplombs. (8330 Grottes sous-marines et C-9 Grottes marines, surplombs et autres microhabitat à biocénose sciaphile du circalittoral côtier (Michez et al., 2019 ; La Rivière et al., 2016).

Ces premiers résultats, *via* les nouvelles espèces à décrire ainsi que les espèces pour la première fois signalées (augmentation de l'aire géographique ou première signalisation au niveau de la côte basque – exemple fig. 25 *Acasta spongites* (Poli, 1791), montrent l'importance et l'utilité de ce type d'étude pour mieux comprendre la biodiversité et le fonctionnement des habitats marins. Ils confirment et mettent en lumière à travers un échantillonnage de grande ampleur, l'intérêt biogéographique de la côte basque, comme signalé par le passé (de Folin, 1903) quel que soit le groupe zoologique échantillonné.



Figure 25. *Acasta spongites* (Poli, 1791), carte de répartition issue de GBIF. Crédit : B. Gouillieux

Du point de vue de la biodiversité, les résultats de ce travail constituent un apport de connaissances utile pour compléter et enrichir les listes ZNIEFF dans un secteur en déficit de connaissances. De plus, il apporte les éléments utiles au gestionnaire en matière de gestion des espaces naturels à l'échelle de la zone Natura 2000 et notamment dans la perspective de mise en place de zones de protection forte (Annexe 9 et 10).

Les résultats provenant des sites circalittoraux Gruyère, Sec et Ficoa montrent la plus grande diversité taxinomique, avec le plus important nombre de taxons spécifiques à l'habitat comparé au site Gorgone qui présente une bathymétrie comparable.

Cette différence peut être expliquée par un effort d'échantillonnage beaucoup plus important (20 évènements de collecte contre 9 pour le site Gorgone). En revanche, le site Gorgone, malgré un effort d'échantillonnage moins important, montre le plus de taxons étant en même temps spécifique à l'habitat et non encore référencé sur la zone. Concernant l'habitat infralittoral échantillonné sur les sites Irruari et Txox, ils présentent un grand nombre de taxons spécifiques à l'habitat infralittoral principalement en raison des communautés algales érigées encore présentes à ce niveau bathymétrique inférieur. En effet, les espèces peuvent être souvent discriminées par la bathymétrie. Le nombre d'espèces non encore référencées sur la zone est bien moins important car des prélèvements historiques avaient déjà été réalisées sur la zone de Saint-Jean-de-Luz.

Perspectives La description en cours de différentes nouvelles espèces échantillonnées au cours de ce projet donneront lieu à des publications. Cela concerne différents groupes taxonomiques comme les amphipodes, les mollusques ou les annélides polychètes... Parmi les taxons identifiés, sur l'ensemble des sites, nous pouvons citer particulièrement des taxons qui justifient à la fois un intérêt pour la conservation et une valorisation scientifique :

- * la présence de *Sabellaria spinulosa* (Leuckart, 1849) qui est une espèce citée comme menacée et/ou en déclin dans les régions OSPAR II et III (Ospar 2008a et b) ;

- * les annélides polychètes *Eunice roussaei* Quatrefages, 1866 et *Eunice torquata* Quatrefages, 1866 qui sont originellement décrits de la zone Saint-Jean-de-Luz font l'objet d'une étude génétique afin de déterminer si ce sont 2 espèces différentes ou une seule et même espèce, les résultats feront l'objet d'une publication ;

- * l'échinoderme *Ophioderma longicaudum* (Bruzelius, 1805) : de récents travaux ont montré l'existence d'un complexe d'espèces, les analyses génétiques en cours montreront s'il y a une ou plusieurs espèces présentes sur la côte basque et feront l'objet d'une publication ;

- * l'huître *Neopycnodonte cochlear* (Poli, 1795) est habituellement retrouvée de 50 à 300 m de profondeur. Elle a été échantillonnée à une profondeur inférieure à l'intérieur des grottes, au niveau des plafonds, un habitat offrant une gamme de luminosité semblable à ce qui peut être retrouvée plus profond et expliquant ainsi de retrouver l'espèce sur une bathymétrie plus faible ;

- * le mysidacé *Hemimysis sophiae* Ledoyer, 1989 : il fut échantillonné en grande quantité dans les grottes. Sa présence au niveau de Saint-Jean-de-Luz représente la signalisation la plus nordique, et une collaboration avec des chercheurs de la Station Marine d'Endoume (Marseille) est en cours pour la réalisation d'un article sur les mysidacés des grottes ;

- * l'annélide polychète *Haplosyllis chamaeleon* Laubier, 1960 qui est une espèce décrite de Méditerranée et commensale de *Paramuricea clavata* (Risso, 1827) a été échantillonnée sur le site Gorgone, toujours en lien avec la présence de *Paramuricea grayi* ;

- * la description d'un nouvel habitat pour le sud du golfe de Gascogne avec pour espèce structurante de l'habitat *Paramuricea grayi* et son cortège d'espèces spécifique rencontrées sur aucun des autres habitats échantillonnés. Dans ce cadre une publication est envisagée dans l'objectif de décrire ce nouvel habitat à *P. grayi* ; des notes spécifiques seront également publiées en particulier sur la présence de *Savalia savaglia* et de *Marionia gemmii* ;

* une synthèse sur les communautés d'éponges de la côte basque pourra également être publiée au vu de l'absence totale de travaux sur le sujet dans ce secteur, avec la présence de nouvelles espèces potentielles ;

* l'observation de *Rhizostoma luteum* : bien que ne faisant pas parti de la macrofaune benthique, durant les plongées, représente la signalisation la plus nordique pour cette espèce dans les eaux Européennes. Un article est en cours de réalisation pour la signaler.

Certains taxons restent encore à ce jour non identifiés au niveau de la famille ou du genre, et nécessitent des études morphologiques / génétiques plus approfondies afin de permettre de déterminer si ce sont des espèces déjà décrites ou nouvelles pour la science. C'est le cas pour certains taxons qui furent identifiés à l'espèce, mais en raison de leur aire géographique de description / distribution, il est probable que ce soit des complexes d'espèces comme l'annélide polychète *Bhawania goodei* Webster, 1884 qui fut décrit des Bermudes, signalé en Afrique du Sud et qui fut prélevé durant cette étude. Dans certains cas, principalement concernant les annélides polychètes, de nouveaux spécimens devront être collectés afin de pouvoir faire la description en raison de leur état de conservation.

Le travail d'échantillonnage de la biodiversité mérite d'être poursuivi pour compléter ces listes qui demeurent partielles dans le cadre de la suite qui sera donnée à ce travail et de l'acquisition de connaissances de cette zone Natura 2000. En parallèle les listes taxinomiques répondant aux critères ZNIEFF pourront être proposées dans le cadre de l'actualisation des listes existantes ainsi que de l'harmonisation initiée dans le cadre de la région Nouvelle Aquitaine englobant l'ex-Aquitaine et le littoral de Charentes Maritimes.

5. Conclusion

Ces deux projets complémentaires Circareef et Circatax ont permis d'échantillonner les habitats circalittoraux de la zone Natura 2000 « côte basque rocheuse et extension au large » pour la première fois sur ce secteur du golfe de Gascogne. Un complément est apporté sur l'habitat infralittoral colonisé par les gorgones et non suivi dans le cadre de la DCE/DCSMM. Les habitats ciblés au cours de ce travail sont des habitats remarquables du point de vue écologique et fonctionnel : les grottes sous-marines et les récifs à gorgones. Sur le plan physique et les connaissances environnementales, ce projet a permis à travers l'instrumentation de sondes de température sur deux stations d'acquérir des informations sur la stratification de la température dans la colonne d'eau au cours de l'année. Sur le plan biologique, les résultats de ce projet ont permis d'acquérir des connaissances sur la biodiversité présente et de fournir des éléments pour tester le calcul d'un indicateur déjà éprouvé en Méditerranée. Cette première approche a montré d'une part un intérêt biogéographique en terme de biodiversité mais aussi la possibilité d'adapter une approche écosystémique au contexte local. Toutefois, le niveau de significativité et de reproductibilité d'un tel indice reste à valider à ce stade. La perspective d'une application à plus grande échelle constitue la suite logique de ce travail préliminaire afin de tester la robustesse de la méthode mais aussi de compléter les informations collectées dans le domaine de la biodiversité.

Le caractère original du récif de gorgone justifie de poursuivre les travaux dans le but d'approfondir nos connaissances sur les gorgones, et en particulier sur l'habitat remarquable à *P. grayi*. Il pourrait être envisagé de marquer quelques colonies pour évaluer leur vitesse de croissance. La mise en place de quadrats permanents permettrait également le suivi du recrutement de nouvelles colonies. Il serait enfin intéressant, sur un cycle annuel, de connaître l'évolution de la maturité sexuelle des colonies mâles et femelles.

Il apparaît d'ores et déjà intéressant de pouvoir laisser les sondes en place à l'issue de la campagne pour poursuivre l'acquisition des données sur du long terme et permettre l'enregistrement d'évènements particuliers sur plusieurs années. Ces données constituent un outil de surveillance du changement global.

Compte tenu de la taille des plateaux karstiques présents au sein du site Natura 2000 de la Côte Basque et compte tenu de ces premiers résultats, il est intéressant de prospecter d'autres sites pour évaluer l'intérêt écologique global de ces substrats durs d'intérêt communautaire. Il est notamment envisagé de visiter un site similaire d'un point de vue géomorphologique et bathymétrique, plus éloigné, dans le but de pouvoir comparer les compositions faunistiques et floristiques. Ceci permettrait de caractériser la variabilité au sein des communautés benthiques à l'échelle de la zone Natura 2000. Par exemple, un site au droit de la commune d'Hendaye, sous influence de la Bidassoa, ou au droit de la commune de Guéthary sous influence de l'Adour pourrait montrer s'il y a une incidence et ainsi orienter les gestionnaires du Natura 2000 pour cibler la zone d'intérêt à privilégier dans un souci de conservation.

L'étude de la macrofaune benthique des substrats rocheux circalittoraux de la côte basque et en particulier des habitats d'intérêt communautaire a donc permis de mettre en évidence une biodiversité riche, nouvelle, et originale. Ces habitats n'avaient jamais été échantillonnés par le passé et cette étude préliminaire permet de dresser un premier état des lieux. Elle montre la nécessité de réaliser des investigations complémentaires afin d'approfondir et d'affiner la connaissance de ces habitats riches et en partie encore inconnue.

Un échantillonnage spécifique et ciblé sur une sélection de grottes permettrait également de caractériser les peuplements et la variabilité entre différentes grottes que présente ce site Natura 2000. Du point de vue de la gestion, ce travail permettrait aux gestionnaires d'une part d'orienter spatialement la définition de zones de protection forte à l'échelle de la zone Natura 2000 et d'autre part de compléter les listes d'espèces d'intérêt pour la conservation.

6. Références Bibliographiques

Abadie S., Butel R., Dupuis H., Brière C., 2005. Statistical parameters of waves on the South Aquitaine Coast, C.R. Geoscience, 337(8) 769-776. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2005.03.012>

Abou Oualid J., López-González P. J., Ait Alla A., Moukrim A., 2016. Geographical distribution of *Eunicella gazella* (Studer, 1878) (Alcyonacea: Octocorallia: Anthozoa:Cnidaria) in Atlantic West Africa: First record in Moroccan Atlantic coasts. J. Mater. Environ. Sci. 7 (11): 4262-4268.

Agell, G., Rius, M., Pascual, M., 2009. Isolation and characterization of eight polymorphic microsatellite loci for the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. Conserv. Genet. 10, 2025–2027. <https://doi.org/10.1007/s10592-009-9885-1>

Aguirrezabalaga, F., A. Altuna, M.D. Arraras, I. Miguel, M.J. Ruiz de Ocenda, C. San Vicente & M. Ibañez. 1986. Contribución al conocimiento de la fauna marina de la Costa Vasca IV. *Lurralde*, 9: 133-158.

Aguirrezabalaga, F., A. Altuna, A. Borja, J. Feliu, A.M. Garcia-Carrascosa, A. Romero, C. San Vicente, J.A. Torres, M. Zabala & M. Ibañez. 1984. Contribución al conocimiento de la fauna marina de la Costa Vasca II. *Lurralde*, 7: 83-133.

Aguirrezabalaga, F., A. Altuna, J. Marruedo, A. Miner, J. Peña, A. Romero, R. San Juan, C. San Vicente, A. Serrano & M. Ibañez. 1988. Contribución al conocimiento de la fauna marina de la costa vasca. *Lurralde*, 11: 217-265.

Aguirrezabalaga, F. A. Altuna, A. Martinez DE Murguia, A. Romero, K. Zabala & M. Ibañez. 1987. Contribución al conocimiento de la fauna marina de la costa vasca V. *Lurralde*, 10: 109-128.

Aguirrezabalaga, F., M.D. Arraras, I. Arteche E, A. Romero, M.J. Ruiz de Ocenda, J.A. Torres, M.J. Uriz, M. Zabala & M. Ibañez. 1985. Contribución al conocimiento de la fauna marina de la Costa Vasca III. *Lurralde*, 8: 121-140.

Altuna, A., 1984. *Polycyathus muelleriae* (Abel, 1959) (Scleractinia :Cnidaria) en la costa vasca, con ampliacion de su distribucion geographica, *Lurralde*, Donostia, 145-149.

Altuna, A. 2015.- Listado de los cnidarios bentonicos del Golfo de Vizcaya y zonas proximas (42°N a 48°30'N y 10°W). Lista de especies, batimetría y anotaciones. Proyecto Fauna Ibérica, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, 43 p.

Altuna, A. 1991.- Nota sobre la presencia de *Paramuricea grayi* (Johnson, 1861) (Cnidaria, Anthozoa), en la costa vasca.- *Munibe*, 43, 85-90.

Anderson, M.J., 2017. Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA), in: Wiley StatsRef: Statistics Reference Online. John Wiley & Sons, Ltd, pp. 1–15. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat07841>

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, 127p.

Aurelle, D., Pivotto, I.D., Malfant, M., Topcu, N.E., Masmoudi, M.B., Chaoui, L., Kara, H.M., Coelho, M.A.G., Castilho, R., Haguenaer, A., 2017. Fuzzy species limits in Mediterranean gorgonians (Cnidaria, Octocorallia): inferences on speciation processes. *Zool. Scr.* 46, 767–778. <https://doi.org/10.1111/zsc.12245>

Balduzzi, A., Bianchi, C., Boero, F., Vietti, R.C., Pansini, M., Sará, M., 1989. The suspension feeder communities of a Mediterranean sea cave. *Sci. Mar.* 53, 387–395.

Bekkby T, Papadopoulou N, Fiorentino D, McOwen CJ, Rinde E, Boström C, Carreiro-Silva M, Linares C, Andersen GS, Bengil EGT, Bilan M, Cebrian E, Cerrano C, Danovaro R, Fagerli CW, Frascchetti S, Gagnon K, Gambi C, Gundersen H, Kipson S, Kotta J, Morato T, Ojaveer H, Ramirez-Llodra E, Smith CJ. 2020. Habitat Features and Their Influence on the Restoration, Potential of Marine Habitats in Europe. *Front. Mar. Sci.* 7:184. doi: 10.3389/fmars.2020.00184.

Bajjouk, T., Guillaumont, B., Michez, N., Thouin, B., Croguennec, C., Populus, J., Louvel-Glaser, J., Gaudillat, V., Chevalier, C., Tourolle, J., Hamon, D., 2015. Classification EUNIS, Système d'information européen sur la nature : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée. Vol. 2. Habitats subtidaux & complexes d'habitats. Ifremer, MNHN, Tetracom Inc, Hocer, Brest, Paris.

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.

Borja A., Collins M., 2004. Oceanography and marine environment of the basque country. 616 p. Elsevier Oceanography Series, 70, 616p.

Bouchet P., Tardy J., 1976. Faunistique et biogéographie des nudibranches des côtes françaises de l'atlantique et de la manche.- *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris : 52 (2) : 205-213.

Boury-Esnault N., Harmelin J.-G., Ledoyer M., Saldanha L. et H. Zibrowius., 2001. Peuplement benthique des grottes sous-marines de Sagres (Portugal, Atlantique nord-oriental). *Bol. Mus. Mun. Funshal. Sup.* 6 :15-38.

Canessa, M., Bavestrello, G., Bo, M., Enrichetti, F., Trainito, E., 2022. Filling a Gap: A Population of *Eunicella verrucosa* (Pallas, 1766) (Anthozoa, Alcyonacea) in the Tavolara- Punta Coda Cavallo Marine Protected Area (NE Sardinia, Italy). *Diversity* 14, 405. <https://doi.org/10.3390/d14050405>

Casamajor M.N., Lalanne Y., 2016. Intérêt biogéographique de la côte basque rocheuse. *Bull. Soc. Zool. Fr.* 141(1) : 3-13.

Casamajor M.N., Lalanne Y., Sartoretto S., Huguenin L., Mourguiart B., Bru N., Lissardy M., 2018. Why not monitoring circalittoral reef habitat of the south of the Bay of Biscay with INDEX-COR approach? Conference ISOBAY 16 – XVIIth Intern. Symp. of Ocean. of the Bay of Biscay.

Casamajor (de) M.-N., Popovsky J., Soulier L. 2013. Mise en place des zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique en mer - Région Aquitaine. Liste floristique et faunistique. RBE/HGS/LRHAQ 2013-001.

Casamajor (de) M.-N., Huguenin L., Lalanne Y., Lissardy M. 2020. Échantillonnage des émissaires en mer au large de la Côte Basque. Application du protocole DCE/DCSMM. Année 2019 et Synthèse. ODE\UL\LER\AR\20-001.

Casamajor (de), M.-N., Sartoretto, S., Gouillieux, B., Ravel, C., Bujan, S., Devaux, L., Lissardy, M., 2021. Circareef/Circatax. Récifs circalittoraux : de la Méditerranée au sud du golfe de Gascogne. Rapport de campagne 2020. ODE/LITTORAL/LERAR/21.003. Ifremer.

Chevaldonné P, Lejeusne C., 2003. Regional warming-induced species shift in north-west Mediterranean marine caves. *Ecology Letters*, 6: 371-379.

Chimienti, G., 2020. Vulnerable Forests of the Pink Sea Fan *Eunicella verrucosa* in the Mediterranean Sea. *Diversity* 12, 176. <https://doi.org/10.3390/d12050176>

Coz, R., Ouisse, V., Artero, C., Carpentier, A., Crave, A., Feunteun, E., Olivier, J.-M., Perrin, B., Ysnel, F., 2012. Development of a new standardised method for sustainable monitoring of the vulnerable pink sea fan *Eunicella verrucosa*. *Mar. Biol.* 159, 1375–1388. <https://doi.org/10.1007/s00227-012-1908-7>

Coma, R., Ribes, M., Zabala, M., Giti, J.-M., 1995. Reproduction and cycle of gonadal development in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 117, 173–183. <https://doi.org/10.3354/meps117173>

Coma, R., Zabala, M., Gili, J.-M., 1994. Sexual reproductive effort in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 117, 185–192. <https://doi.org/10.3354/meps117185>

Cúrdia J., Monteiro P., Alfonso C.M.L., Santos M.N., Cunha M.R; Gonçalves J.M.S., 2013. *Helgoland Marine Research*; Heidelberg Vol. 67(3) : 521-534. DOI:10.1007/s10152-012-0340-1.

Creocean-Ima, 2014. Natura 2000 en mer – Lot 4 Aquitaine côte basque. Cartographie et évaluation des habitats marins phase 2. Rapport projet Cartham 2-10007-S Agence Nationale des Aires Marines Protégées, 145 p.

Davies C., Moss D., O’Hill M., 2004. Eunis 20004, Eunis habitat classification revised, 310 p.

Denitto F., Terlizzi A., Belmonte G., 2007. Settlement and primary succession in a shallow submarine cave: spatial and temporal benthic assemblage distinctness *Mar. Ecol.*, 28, 35–46.

Derrien-Courtel S. et Le Gal A. 2011. Biocénoses des fonds durs du circalittoral / SRM GDG. Doc synthèse de l’état initial

Dias, I.M.; Curdia, J.; Cunha, M.R.; Santos, M.N.; Carvalho,S., 2015. Temporal variability in epifaunal assemblages associated with temperate gorgonian gardens. *Marine Environmental Research*, <http://hdl.handle.net/10754/581500>

Di Franco, A., Ferruzza, G., Baiata, P., Chemello, R., and Milazzo, M. 2010. Can recreational scuba divers alter natural gross sedimentation rate? A case study from a Mediterranean deep cave. – *ICES Journal of Marine Science*, 67: 871–874.

Digenis, M., Arvanitidis, C., Dailianis, T., Gerovasileiou, V., 2022. Comparative Study of Marine Cave Communities in a Protected Area of the South-Eastern Aegean Sea, Greece. *J. Mar. Sci. Eng.* 10, 660. <https://doi.org/10.3390/jmse10050660>

Dodet G., Bertin X., Bouchette F., Gravelle M., Testut L., Wöppelmann G., 2019. Characterization of sea-level variations along the metropolitan coasts of France: waves, tides, storm surges and long-term changes. *J. of Coastal Research*, 88:10-24.

Dziegala L.C., 2021. Inventaire et analyse écologique des grottes marines de la côte orientale du cap corse. Mémoire de Master Biodiversité, écologie et evolution, Créocan/Université des Antilles, 71p.

Folin (de), L. 1903. Pêches et chasses zoologiques. Éd. Petite bibliothèque scientifique, Paris, 332 p.

Galparsoro, I.; Chust G., de Casamajor M.N., Muxika I., del Campo A., d'Elbee J., Caill Millly N., Borja Á., Soulier L., Augris C., 2008. Elaboración de cartografía de hábitats marinos de la Bahía de Txingudi. Elaborado por AZTI-Tecnalia para Euskadi-Aquitania. 101pp. + Anexo

Garrabou, J., Gomez-Gras, D., Medrano, A., Cerrano, C., et al., 2022. Marine heatwaves drive recurrent mass mortalities in the Mediterranean Sea. *Glob. Chang. Biol.* 1, 1-18.

Gerovasileiou, V., Bianchi, C., 2021. Mediterranean marine caves: a synthesis of current knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol.* 59, 1–88.

Gimenez-Casaldueiro, F.; Gomariz-Castillo, F.; Canales, R., and Calvín J. C., 2018. Identifying the conservation state of marine rocky habitats along the western Mediterranean using focal species. *Journal of Coastal Research*, 34(5), 1176–1187. Coconut Creek (Florida), ISSN 0749-0208.

Gori A., Rossi S., Berganzo E., Pretus J.-L., Mark R. T. Dale M.R.T., Gili J.-M., 2010. Spatial distribution patterns of the gorgonians *Eunicella singularis*, *Paramuricea clavata*, and *Leptogorgia sarmentosa* (Cape of Creus, Northwestern Mediterranean Sea). *Mar. Biol.* (2011) 158:143–158. DOI 10.1007/s00227-010-1548-8

Grigg, R.W., 1972. Orientation and Growth Form of Sea Fans. *Limnol. Oceanogr.* 17, 185–192. <https://doi.org/10.4319/lo.1972.17.2.0185>

Guarnieri G., Terlizzi A., Bevilacqua S., S. Frascetti S., 2012. Increasing heterogeneity of sensitive assemblages as a consequence of human impact in submarine caves. *Mar. Biol.*, 159:1155–1164.

Harmelin, J.-G., Vacelet, J., Vasseur, P., 1985. Les grottes sous-marines obscures: Un milieu extrême et un remarquable biotope refuge. *Téthys* 11, 214–229.

Hondt (d') J.L., 1987- Bryozoaires littoraux de la côte basque française. *Bull Cent. Etud. Rech. Sci., Biarritz*, 15(1-2), 43-52.

Iborra, L., Leduc, M., Fullgrabe, L., Cuny, P., Gobert, S., 2022. Temporal trends of two iconic Mediterranean gorgonians (*Paramuricea clavata* and *Eunicella cavolini*) in the climate change context. *J. Sea Res.* JSR 186, 102241. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2022.102241>

La Rivière M., Michez M., Aish A., Bellan-Santini D., Bellan G., Chevaldonné P., Dauvin J.-C., Derrien-Courtel S., Grall J., Guérin L., Janson A.-L., Labrune C., Sartoretto S., Thibaut T., Thiébaud E. et Verlaque M., 2016. Évaluation de la sensibilité des habitats benthiques de Méditerranée aux pressions physiques. Rapport SPN, 2015-70. MNHN. Paris, 101 pp.

Laubier L., 1966. Le coralligène des Albères, monographie biocénotique. *Ann. Inst. Océanogr. Monaco*, 43 : 139-316.

Lavesque N., Daffe G., Londoño-Mesa M.H., Hutchings P. (2021). Revision of the French Terebellidae sensu stricto (Annelida, Terebelliformia), with descriptions of nine new species. *Zootaxa*. 5038(1): 1-63., <https://www.mapress.com/zt/article/view/zootaxa.5038.1>

Linares, C., Doak, D.F., Coma, R., Díaz, D., Zabala, M., 2007. Life history and viability of a long lived marine invertebrate: the octocoral *Paramuricea clavata*. *Ecology* 88, 918–928. <https://doi.org/10.1890/05-1931>

Michez N., Thiébaud E., Dubois S., Le Gall L., Dauvin J.C., Andersen A. C., Baffreau A., Bajjouk T., Blanchet H., de Bettignies T., de Casamajor M.-N., Derrien-Courtel S., Houbin C., Janson A.L., La Rivière M., Lévêque L., Menot L., Sauriau P.G., Simon N., Viard F., 2019. Typologie des habitats marins benthiques de la Manche, de la Mer du Nord et de l'Atlantique. Version 3. UMS PatriNat, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 52 p

Mistri, M., Ceccherelli, V., 1994. Growth and secondary production of the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 103, 291–296. <https://doi.org/10.3354/meps103291>

Moigno (le) G., Duvauchelle C., 2015. Docob N2000 : Documents d'objectifs Natura 2000, rapport de synthèse., DREAL Aquitaine et DDTM64, 202p.

Nachar, N., 2008. The Mann-Whitney U: A Test for Assessing Whether Two Independent Samples Come from the Same Distribution. Tutor. Quant. Methods Psychol. 4, 13-20. <https://doi.org/10.20982/tqmp.04.1.p013>

Navarro-Barranco, C., Guerra-García, J.M., Sánchez-Tocino, L., Jiménez-Prada, P., Cea, S., García-Gómez, J.C., 2013. Soft-bottom diversity patterns in marine caves; Lessons from crustacean community. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 446, 22–28. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.04.009>

Ospar, 2008a. Liste OSPAR des espèces et habitats menacés et/ou en déclin. Convention OSPAR pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Est., 2008-6, 5p

Ospar, 2008b. Description des habitats inscrits sur la liste OSPAR des espèces et des habitats menacés et/ou en déclin. Convention OSPAR pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Est., 2008-7, 10p.

Özalp, H.B., 2019. Biodiversity of marine caves and cave-like formations around the Northern Aegean islands of Turkey (Gökçeada and Bozcaada). In Öztürk B. (Ed.) 2019. Marine Caves of the Eastern Mediterranean Sea. Istanbul Pub. of Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) n°53: 166-185.

Parravicini V., Guidetti P., Morri C., Montefalcone M., Donato M., Bianchi C.N., 2010. Consequences of sea water temperature anomalies on a Mediterranean submarine cave ecosystem. Estuarine, Coastal and Shelf Science 86 (2010) 276–282. <https://doi.org/10.1016/ecss.2009.11.004>

Perez T., Garrabou J., Sartoretto S., Harmelin J.G., Francour P., Vacelet J., 2000. Mortalité massive d'invertébrés marins : un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. C. R. Acad. Sci., 323 : 853-865.

Personnic, S., Boudouresque, C.F., Astruch, P., Ballesteros, E., Blouet, S., Bellan-Santini, D., Bonhomme, P., Thibault-Botha, D., Feunteun, E., Harmelin-Vivien, M., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Pastor, J., Poggiale, J.-C., Renaud, F., Thibaut, T., Ruitton, S., 2014. An Ecosystem-Based Approach to Assess the Status of a Mediterranean Ecosystem, the *Posidonia oceanica* Seagrass Meadow. PLOS ONE 9, 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098994>

Rastorgueff, P., Harmelin-Vivien, M.L., Richard, P., Chevaldonne, P., 2011. Feeding strategies and resource partitioning mitigate the effects of oligotrophy for marine cave mysids. Mar. Ecol. Prog. Ser. 440, 163–176. <https://doi.org/10.3354/meps09347>

Rastorgueff P.A., Bellan-Santini D., Bianchi C.N., Bussotti S., Chevaldonné P., Guidetti P., Harmelin J.G., Montefalcone M., Morri C., Perez T., Ruitton S., Vacelet J., Personnic S., 2015. An exosystem-based approach to evaluate the ecological quality of Mediterranean undersea caves. *Ecol. Ind.*, 54: 137-152. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.02.014>

Romero G.Q., Gonçalves-Souza T., Vieira C., Koricheva J., 2014. Ecosystem engineering effects on species diversity across ecosystems: a meta-analysis. *Biol. Rev.* (2014), 15 p. Cambridge Philosophical Society, doi: 10.1111/brv.12138

Rossi, S., Gili, J.-M., 2009. Reproductive features and gonad development cycle of the soft bottom-gravel gorgonian *Leptogorgia sarmentosa* (Esper, 1791) in the NW Mediterranean Sea. *Invertebr. Reprod. Dev.* 53, 175–190. <https://doi.org/10.1080/07924259.2009.9652304>

Rossi, S., Gili, J.-M., Garrofé, X., 2011. Net negative growth detected in a population of *Leptogorgia sarmentosa*: Quantifying the biomass loss in a benthic soft bottom-gravel gorgonian. *Mar. Biol.* 158, 1631–1643. <https://doi.org/10.1007/s00227-011-1675-x>

Ruitton S., Boudouresque C.F., Thibaut T., Rastorgueff P.A., Personnic S., Boissery P., Daniel B., 2017. Guide méthodologique pour l'évaluation écosystémique des habitats marins. *M.I.O publi.*, 161 p.

Sánchez, M.I., Paredes, I., Lebouvier, M., Green, A.J., 2016. Functional Role of Native and Invasive Filter-Feeders, and the Effect of Parasites: Learning from Hypersaline Ecosystems. *PLOS ONE* 11, e0161478. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161478>.

Sartoretto S., 2019. Étude de l'état de conservation du coralligène basée sur des indicateurs biologiques au sein de la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls. Campagne 2018. RST/ODE/UL/LER/LER-PAC/19-06, 33p.

Sartoretto, S., Francour, P., 2012. Bathymetric distribution and growth rates of *Eunicella verrucosa* (Cnidaria: Gorgoniidae) populations along the Marseilles coast (France). *Sci. Mar.* 76, 349–355. <https://doi.org/10.3989/scimar.03262.16>

Sartoretto S., Schohn T., Bianchi C.N., Morri C., Garrabou J., Ballesteros E., Ruitton S., Verlaque M., Daniel B., Charbonnel E., Blouet S., David R., Feral J.P., Gatti G., 2017. An integrated method to evaluate and monitor the conservation state of coralligenous habitats: The INDEX-COR approach. *Mar. Pollut. Bull.*, 120(1-2): 222-231. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.05.020>

Simian G., Horellou A., Vaudin A.C., Doré A., 2009. Guide méthodologique pour l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt écologique, Faunistique et Floristique en milieu marin, MNHN, Service du Patrimoine Naturel, Département des Milieux et Peuplements Aquatiques, Rapport SPN, 2008/13, 108p.

Soulsby, R., 1997. Dynamics of marine sands, in: *Dynamics of Marine Sands*. Thomas Telford Publishing, pp. i–xxi. <https://doi.org/10.1680/doms.25844.fm>

Vanara N., Perre A., Pernet M., Latapie S., Jaillet S., Martine O., 2007. Aroca (domaine marin côtier, Pays basque, France) : un karst continental ennoyé par les transgressions maritimes quaternaires., (49) : 43-55.

Xiong, J., Wang, Y.P., Gao, S., Du, J., Yang, Y., Tang, J., Gao, J., 2018. On estimation of coastal wave parameters and wave-induced shear stresses. *Limnol. Oceanogr. Methods* 16, 594–606. <https://doi.org/10.1002/lom3.10271>

Annexe 1- Décret no 2022-527 du 12 avril 2022

13 avril 2022

JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Texte 3 sur 98

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

Décret n° 2022-527 du 12 avril 2022 pris en application de l'article L. 110-4 du code de l'environnement et définissant la notion de protection forte et les modalités de la mise en œuvre de cette protection forte

NOR : TREL2134740D

Publics concernés : particuliers, associations, collectivités et professionnels.

Objet : définition et modalités de mise en œuvre de la protection forte au sens de la stratégie nationale des aires protégées.

Entrée en vigueur : le texte entre en vigueur le lendemain de sa publication.

Notice : l'article L. 110-4 du code de l'environnement inscrit dans la loi le principe d'une stratégie nationale des aires protégées qui vise à couvrir 30 % du territoire national par un réseau d'aires protégées et 10 % de ce même territoire sous protection forte. Le présent décret détermine les conditions de la reconnaissance des zones de protection forte pour les espaces terrestres et marins. Cette reconnaissance est automatique pour un certain nombre d'outils. Dans les autres cas, la reconnaissance intervient après un examen au cas par cas au regard de critères, à travers une procédure régionalisée et sur décision des ministres compétents. La liste des zones reconnues sous protection forte sera mise à jour régulièrement afin de suivre l'atteinte des cibles de la stratégie nationale des aires protégées.

Références : le présent décret peut être consulté sur le site Légifrance (<https://www.legifrance.gouv.fr>).

Le Premier ministre,

Sur le rapport de la ministre de la transition écologique,

Vu le code de l'environnement ;

Vu le code de l'urbanisme ;

Vu le code forestier ;

Vu le décret n° 2004-112 du 6 février 2004 relatif à l'organisation de l'action de l'Etat en mer ;

Vu le décret n° 2005-1514 du 6 décembre 2005 modifié relatif à l'organisation outre-mer de l'action de l'Etat en mer ;

Vu l'avis du Conseil national de la protection de la nature en date du 27 janvier 2022 ;

Vu l'avis du Comité national de la biodiversité en date du 3 février 2022 ;

Vu l'avis du Conseil national de la mer et des littoraux en date du 7 février 2022 ;

Vu l'avis du Conseil national de l'évaluation des normes en date du 7 février 2022 ;

Vu les observations formulées lors de la consultation du public réalisée du 14 janvier 2022 au 5 février 2022 inclus en application de l'article L. 123-19-1 du code de l'environnement,

Décrète :

Art. 1^{er}. – Est reconnue comme zone de protection forte une zone géographique dans laquelle les pressions engendrées par les activités humaines susceptibles de compromettre la conservation des enjeux écologiques sont absentes, évitées, supprimées ou fortement limitées, et ce de manière pérenne, grâce à la mise en œuvre d'une protection foncière ou d'une réglementation adaptée, associée à un contrôle effectif des activités concernées.

Les zones reconnues comme protection forte sont celles mentionnées aux articles 2 et 3. Elles doivent répondre aux conditions fixées par le présent décret.

Art. 2. – I. – Sont reconnus comme des zones de protection forte les espaces terrestres compris dans :

- les cœurs de parcs nationaux prévus à l'article L. 331-1 du code de l'environnement ;
- les réserves naturelles prévues à l'article L. 332-1 du même code ;
- les arrêtés de protection pris en application des articles L. 411-1 et L. 411-2 du même code ;
- les réserves biologiques prévues à l'article L. 212-2-1 du code forestier.

II. – Peuvent être reconnus comme zones de protection forte sur la base d'une analyse au cas par cas établie selon les modalités définies aux articles 4 et 5 les espaces terrestres présentant des enjeux écologiques d'importance, compris dans :

- des sites bénéficiant d'une obligation réelle environnementale prévus par l'article L. 132-3 du code de l'environnement ;
- des zones humides d'intérêt environnemental particulier définies par le a du 4° du II de l'article L. 211-3 du même code ;
- des cours d'eau définis au 1° du I de l'article L. 214-17 du même code ;
- des sites relevant du domaine du conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres au sens de l'article L. 322-9 du même code ;
- des périmètres de protection des réserves naturelles prévus par l'article L. 332-16 du même code ;
- des sites classés prévus par l'article L. 341-1 du même code ;
- des sites prévus par l'article L. 414-11 du même code sur lesquels un conservatoire d'espaces naturels détient une maîtrise foncière ou d'usage ;
- des réserves nationales de chasse et de faune sauvage prévues par l'article L. 422-27 du même code ;
- des espaces naturels sensibles prévus par l'article L. 113-8 du code de l'urbanisme ;
- la bande littorale prévue à l'article L. 121-16 du même code ;
- des espaces remarquables du littoral prévus par l'article L. 121-23 du même code ;
- des forêts de protection prévues par l'article L. 141-1 et suivants du code forestier, notamment celles désignées pour des raisons écologiques ;
- des sites du domaine foncier de l'Etat.

Art. 3. – I. – Sont reconnus comme des zones de protection forte les espaces maritimes compris dans les aires protégées listées ci-après, créées postérieurement à la date d'entrée en vigueur du présent décret :

- les cœurs de parcs nationaux prévus à l'article L. 331-1 du code de l'environnement ;
- les zones de protection renforcée et les zones de protection intégrale créées par les actes de classement en réserve naturelle pris en application des articles L. 332-1 à L. 332-27 du même code ;
- les zones couvertes par un arrêté de protection pris en application des articles L. 411-1 et L. 411-2 du même code.

II. – Les espaces maritimes, compris dans les aires protégées listées au I, créées antérieurement à la date d'entrée en vigueur du présent décret remplissent sous 24 mois les critères de l'article 4 et sont reconnus comme zones de protection forte au plus tard à cette échéance.

III. – D'autres espaces maritimes présentant des enjeux écologiques d'importance, prioritairement situés à l'intérieur d'aires marines protégées figurant à l'article L. 334-1 du code de l'environnement peuvent être reconnus comme zones de protection forte, sur la base d'une analyse au cas par cas établie selon les modalités définies aux articles 4 et 6.

Art. 4. – Les analyses au cas par cas prévues au II de l'article 2 et au III de l'article 3 permettent de s'assurer que les espaces concernés répondent aux trois critères suivants :

1. Soit ne font pas l'objet d'activités humaines pouvant engendrer des pressions sur les enjeux écologiques notamment de conservation d'espèces ou d'habitats naturels, soit disposent de mesures de gestion ou d'une réglementation spécifique des activités ou encore d'une protection foncière visant à éviter, diminuer significativement ou à supprimer, de manière pérenne, les principales pressions sur les enjeux écologiques justifiant la protection forte, sur une zone ayant une cohérence écologique par rapport à ces enjeux ;
2. Disposent d'objectifs de protection, en priorité à travers un document de gestion ;
3. Bénéficient d'un dispositif opérationnel de contrôle des réglementations ou des mesures de gestion.

L'analyse évalue le caractère pérenne de ces critères et les pressions à venir qui sont connues, notamment en conséquence des projets ou aménagements prévus.

Art. 5. – I. – Les propositions de reconnaissance de zones de protection forte pour les espaces terrestres sont formulées par les préfets de région, sur demande :

- du propriétaire des biens inclus dans les zones concernées ou du gestionnaire des zones concernées ;
- du service ou de l'établissement utilisateur, pour les immeubles qui appartiennent à l'Etat.

Le préfet de région soumet ses propositions à l'avis des conseils scientifiques régionaux du patrimoine naturel, de la région et des communes concernées. L'avis de la région ou de la commune est réputé favorable si aucune réponse n'est apportée dans un délai de trois mois suivant la réception de la demande.

II. – Les compétences confiées au I :

- au préfet de région, sont exercées par le représentant de l'Etat en Guyane, en Martinique, à Mayotte, à Saint-Martin et à Saint-Pierre-et-Miquelon, par l'administrateur supérieur des Terres australes et antarctiques françaises pour les Terres australes et antarctiques françaises et par le ministre des outre-mer pour Clipperton ;
- aux conseils scientifiques régionaux du patrimoine naturels, sont exercées par le Conseil scientifique de la protection de la nature à Mayotte, les conseils de gestion et conseils scientifiques des aires protégées des Terres australes et antarctiques françaises pour les Terres australes et antarctiques françaises, le Conseil

scientifique territorial du patrimoine naturel à Saint-Martin et Saint-Pierre-et-Miquelon et le Conseil national de la protection de la nature à Clipperton.

Art. 6. – I. – En métropole, les propositions de reconnaissance de zones de protection forte pour les espaces maritimes sont formulées par les préfets maritimes après recommandations des conseils maritimes de façades sur la base de leurs attributions prévues par l'article L. 219-6-1 du code de l'environnement. Elles s'appuient sur le processus d'identification de ces zones en mer prévu dans les documents stratégiques de façades maritimes, notamment leur évaluation environnementale.

II. – En outre-mer, les propositions de reconnaissance de zones maritimes de protection fortes sont formulées par les délégués du Gouvernement pour l'action de l'État en mer après recommandations des conseils maritimes de bassins ultra-marins prévus par l'article R. 219-1-15 du code de l'environnement. Elles s'appuient sur les processus d'identification de ces zones en mer prévus dans les documents stratégiques de bassins ultra-marins, notamment leur évaluation environnementale. Pour Clipperton, la procédure, dont notamment le processus d'identification, est confiée au haut-commissaire de la République en Polynésie française.

III. – Pour les Terres australes et antarctiques françaises, les propositions de reconnaissance de zones maritimes de protection fortes sont formulées par l'administrateur supérieur des Terres australes et antarctiques françaises, après avis, le cas échéant, des comités consultatifs et des conseils scientifiques des réserves naturelles nationales dans lesquelles sont compris les espaces concernées, et après accord du délégué du Gouvernement pour l'action de l'État en mer.

Art. 7. – La liste des espaces terrestres et maritimes reconnus comme zone de protection forte après l'analyse au cas par cas est établie par décision du ministre en charge de la protection de la nature, conjointement avec le ministre chargé de la mer pour les espaces maritimes.

Les zones de protection forte reconnues au titre du présent décret sont publiées avec des indications cartographiques sur le site de l'inventaire national du patrimoine naturel (INPN).

Un point de situation sur l'évolution des zones de protection fortes est réalisé annuellement auprès du conseil national de protection de la nature.

Art. 8. – La reconnaissance comme zone de protection forte peut être retirée aux espaces reconnus après analyse au cas par cas, par le ministre en charge de la protection de la nature, conjointement avec le ministre chargé de la mer pour les espaces maritimes, notamment sur proposition des autorités chargées des propositions de reconnaissance visées aux articles 5 et 6, ou sur demande du propriétaire ou du service ou de l'établissement utilisateur des terrains concernés, lorsqu'il est constaté que les critères prévus à l'article 4 ne sont plus respectés.

Art. 9. – Le présent décret est applicable dans les Terres australes et antarctiques françaises sauf en ce qui concerne :

1° Les réserves nationales de chasse et de faune sauvage prévues par l'article L. 422-27 du code de l'environnement ;

2° Les sites prévus par les articles L. 132-3 et L. 341-1 du même code ;

3° Les espaces remarquables du littoral prévus par l'article L. 121-23 du code de l'urbanisme ;

4° La bande littorale prévue à l'article L. 121-16 du même code ;

5° Sous réserve des dispositions prévues par l'article L. 179-1 du code forestier pour les îles Bassas da India, Europa, Glorieuses, Juan da Nova et Tromelin, les réserves biologiques prévues à l'article L. 212-2-1 du code forestier et les forêts de protection prévues par l'article L. 141-1 et suivants du code forestier.

Art. 10. – La ministre de la transition écologique, le ministre des outre-mer, la ministre de la mer et la secrétaire d'État auprès de la ministre de la transition écologique, chargée de la biodiversité, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 12 avril 2022.

JEAN CASTEX

Par le Premier ministre :

La ministre de la transition écologique,
BARBARA POMPILI

Le ministre des outre-mer,
SÉBASTIEN LECORNU

La ministre de la mer,
ANNICK GIRARDIN

*La secrétaire d'État
auprès de la ministre de la transition écologique,
chargée de la biodiversité,*
BÉRANGÈRE ABBA

Annexe 2- Biodiversité totale échantillonnée sur les 6 sites (562 taxons).

Nom latin	Référence	Ficoa	Gorgone	Gruyère	Irruari	Sec	Txox
Asteroidea							
<i>Echinaster (Echinaster) sepositus</i>	(Retzius, 1783)	X	X	X	X	X	X
<i>Marthasterias glacialis</i>	(Linnaeus, 1758)			X	X		
Stenolaemata							
<i>Plagioecia patina</i>	(Lamarck, 1816)		X	X		X	
Actinopteri							
<i>Coris julis</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X		X	
<i>Ctenolabrus rupestris</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X		X	
<i>Labrus mixtus</i>	Linnaeus, 1758		X	X		X	
<i>Serranus cabrilla</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X		X	
<i>Diplodus vulgaris</i>	(Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)		X	X		X	
<i>Diplodus cadenati</i>	de la Paz, Bauchot & Daget, 1974		X	X		X	
<i>Diplodus cervinus</i>	(Lowe, 1838)		X	X		X	
<i>Boops boops</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X		X	
<i>Spondylisoma cantharus</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X		X	
<i>Trachurus sp</i>	Rafinesque, 1810		X	X		X	
<i>Trisopterus luscus</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X		X	
<i>Scorpaena notata</i>	Rafinesque, 1810		X	X		X	
<i>Symphodus bailloni</i>	(Valenciennes, 1839)		X	X		X	
<i>Labrus bergylta</i>	Ascanius, 1767		X	X			
<i>Centrolabrus exoletus</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X			
<i>Parablennius pilicornis</i>	(Cuvier, 1829)		X	X		X	
<i>Parablennius gattorugine</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X			
<i>Gobius xanthocephalus</i>	Heymer & Zander, 1992		X	X		X	
<i>Thorogobius ephippiatus</i>	(Lowe, 1839)			X			
<i>Conger conger</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X			
<i>Scorpaena porcus</i>	Linnaeus, 1758		X	X		X	
<i>Mola mola</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X			
Anthozoa							
<i>Hoplatria durotrix</i>	Gosse, 1860	X	X	X		X	
<i>Polycyathus muelleriae</i>	(Abel, 1959)	X	X	X	X	X	X
<i>Caryophyllia (Caryophyllia) smithi</i>	Stokes & Broderip, 1828	X	X	X		X	
<i>Balanophyllia (Balanophyllia) rotunda</i>	Gosse, 1853	X	X	X	X	X	X
<i>Savalia savaglia</i>	(Bertoloni, 1819)		X				
<i>Cribrinopsis crassa</i>	(Andrès, 1881)			X			
<i>Corynactis viridis</i>	Allman, 1846	X	X	X	X	X	X
<i>Leptopsammia pruvoti</i>	Lacaze-Duthiers, 1897	X	X	X	X	X	X
<i>Parazoanthus axinellae</i>	(Schmidt, 1862)	X	X	X	X	X	X
<i>Eunicella verrucosa</i>	(Pallas, 1766)	X	X	X	X	X	X
<i>Eunicella gazella</i>	Studer, 1901	X	X	X	X	X	X
<i>Leptogorgia sarmentosa</i>	(Esper, 1791)	X	X	X	X	X	X
<i>Alcyonium glomeratum</i>	(Hassall, 1843)	X	X	X		X	
<i>Alcyonium coralloides</i>	(Pallas, 1766)	X	X	X		X	
<i>Paramuricea grayi</i>	(Johnson, 1861)		X				
<i>Epizoanthus couchii</i>	(Johnston in Couch, 1844)		X	X			
<i>Parazoanthus anguicomus</i>	(Norman, 1869)		X				
<i>Aiptasia</i>	Gosse, 1858	X	X	X	X	X	X

<i>Paralcyonium spinulosum</i>	(Delle Chiaje, 1822)			X			X
Ascidacea							
<i>Diazona violacea</i>	Savigny, 1816		X	X		X	
Bivalvia							
<i>Abra alba</i>	(W. Wood, 1802)	X	X	X	X	X	X
<i>Anomia ephippium</i>	Linnaeus, 1758	X	X	X	X	X	X
<i>Cardiidae</i>	Lamarck, 1809		X			X	
<i>Coralliophaga lithophagella</i>	(Lamarck, 1819)	X	X	X	X	X	X
<i>Galeomma turtoni</i>	W. Turton, 1825	X	X				X
<i>Gastrochaena dubia</i>	(Pennant, 1777)	X	X	X	X	X	X
<i>Gouldia minima</i>	(Montagu, 1803)		X	X		X	X
<i>Gregariella semigranata</i>	(Reeve, 1858)	X	X	X	X	X	X
<i>Heteranomia squamula</i>	(Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	
<i>Hiatella arctica</i>	(Linnaeus, 1767)	X	X	X	X	X	X
<i>Irus irus</i>	(Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	
<i>Kellia suborbicularis</i>	(Montagu, 1803)	X	X	X		X	X
<i>Kurtiella bidentata</i>	(Montagu, 1803)			X			
<i>Limaria hians</i>	(Gmelin, 1791)	X	X	X	X	X	X
<i>Manupecten pesfelis</i>	(Linnaeus, 1758)						X
<i>Modiolus barbatus</i>	(Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	X
<i>Musculus costulatus</i>	(Risso, 1826)	X	X	X	X	X	X
<i>Musculus subpictus</i>	(Cantraine, 1835)			X			
<i>Neopycnodonte cochlear</i>	(Poli, 1795)	X	X	X			
<i>Nucula</i>	Lamarck, 1799	X	X	X	X	X	X
<i>Nucula nitidosa</i>	Winckworth, 1930		X				
<i>Palliolium incomparabile</i>	(Risso, 1826)	X	X			X	X
<i>Papillicardium papillosum</i>	(Poli, 1791)		X	X	X	X	
<i>Pododesmus patelliformis</i>	(Linnaeus, 1761)		X	X	X		
<i>Pteria hirundo</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X		X	
<i>Rocellaria dubia</i>	(Pennant, 1777)	X	X	X	X	X	X
<i>Striarca lactea</i>	(Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	X
<i>Talochlamys multistriata</i>	(Poli, 1795)	X	X	X	X	X	X
<i>Thracia distorta</i>	(Montagu, 1803)		X	X			
<i>Tetrarca tetragona</i>	(Poli, 1795)	X	X	X		X	
<i>Veneridae</i>	Rafinesque, 1815	X			X		
Calcarea							
<i>Sycon</i>	Risso, 1827	X	X	X	X	X	X
<i>Clathrina</i>	Gray, 1867	X	X	X	X	X	X
<i>Ute glabra</i>	Schmidt, 1864	X		X		X	
<i>Ascandra</i>	Haeckel, 1872			X	X	X	X
<i>Leucosolenia</i>	Bowerbank, 1864	X		X	X	X	X
Demospongiae							
<i>Haliclona</i>	Grant, 1841	X		X	X	X	X
<i>Axinella</i>	Schmidt, 1862	X	X	X		X	
<i>Terpios</i>	uchassaing & Michelotti, 1866	X	X	X		X	
<i>Halichondria (Halichondria) panicea</i>	(Pallas, 1766)			X	X		X
<i>Cliona celata</i>	Grant, 1826	X	X	X	X	X	X
<i>Crambe af crambe</i>	(Schmidt, 1862)	X	X	X	X	X	X

<i>Axinella damicornis</i>	(Esper, 1794)	X	X	X	X	X	X
<i>Ircinidae</i>	Gray, 1867	X	X	X	X	X	X
<i>Scalarispongia scalaris</i>	(Schmidt, 1862)	X	X	X	X	X	X
<i>Ircinia</i>	Nardo, 1833	X	X	X	X	X	X
<i>Aplysina</i>	Nardo, 1834	X	X	X	X	X	X
<i>Thymosia guernei</i>	Topsent, 1895	X	X	X		X	
<i>Pachymatisma johnstonia</i>	Bowerbank in Johnston, 1842	X	X	X		X	
<i>Hymeniacion perlevis</i>	(Montagu, 1814)	X	X	X		X	
<i>Acanthella acuta</i>	Schmidt, 1862	X	X	X		X	
<i>Hexadella racovitzai</i>	Topsent, 1896	X	X	X			
<i>Hexadella</i>	Topsent, 1896	X	X	X			
<i>Thymosiopsis</i>	Vacelet & Pérez, 1998	X	X	X		X	
<i>Tethya citrina</i>	Sarà & Melone, 1965				X	X	X
<i>Haliclona (Soestella) mucosa</i>	(Griessinger, 1971)	X	X	X		X	
<i>Spongiidae</i>	Gray, 1867	X		X		X	
Echinoidea							
<i>Echinocyamus pusillus</i>	(O.F. Müller, 1776)		X	X	X		X
<i>Echinoidea</i>	Schumacher, 1817				X		
<i>Paracentrotus lividus</i>	(Lamarck, 1816)	X	X	X	X	X	X
<i>Spatangus purpureus</i>	O.F. Müller, 1776						X
<i>Sphaerechinus granularis</i>	(Lamarck, 1816)	X	X	X	X	X	X
<i>Echinus esculentus</i>	Linnaeus, 1758		X				
Florideophyceae							
<i>Peyssonnelia</i>	Decaisne, 1841		X	X			
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	(J.Ellis) Me.Lemoine, 1928		X	X			
<i>Lithophyllum incrustans</i>	Philippi, 1837		X	X			
<i>Phyllophora crispa</i>	(Hudson) P.S.Dixon, 1964		X	X			
<i>Rhodomenia holmesii</i>	Ardissone, 1893			X			
<i>Chrysymenia ventricosa</i>	(J.V.Lamouroux) J.Agardh, 1842			X			
<i>Polysiphonia</i>	Greville, 1823			X			
<i>Acrosorium</i>	Zanardini ex Kützing, 1869			X			
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	(Woodward) C.Agardh, 1822			X			
<i>Plocamium</i>	J.V.Lamouroux, 1813			X			
Gastropoda							
<i>Acteon</i>	Montfort, 1810						X
<i>Alvania</i>	Risso, 1826			X			
<i>Alvania beanii</i>	(Hanley, 1844)	X	X	X	X	X	X
<i>Alvania cancellata</i>	(da Costa, 1778)	X	X	X	X	X	X
<i>Alvania carinata</i>	(da Costa, 1778)			X	X		
<i>Alvania punctura</i>	(Montagu, 1803)	X	X	X	X	X	X
<i>Aplysia punctata</i>	(Cuvier, 1803)	X			X	X	X
<i>Barleeia unifasciata</i>	(Montagu, 1803)			X	X		
<i>Berghia verrucicornis</i>	(A. Costa, 1867)					X	
<i>Berthellina</i>	Gardiner, 1936			X			
<i>Berthellina edwardsii</i>	(Vayssière, 1897)		X				
<i>Bittium latreillii</i>	(Payraudeau, 1826)	X	X	X	X	X	X
<i>Bittium reticulatum</i>	(da Costa, 1778)	X	X	X	X	X	X
<i>Bolma rugosa</i>	(Linnaeus, 1767)	X	X	X	X		X

<i>Buccinidae</i>	Rafinesque, 1815	X					
<i>Calliostoma conulus</i>	(Linnaeus, 1758)	X		X	X	X	
<i>Carinorbis clathrata</i>	(Philippi, 1844)	X	X	X			
<i>Cerithiopsis diadema</i>	Monterosato, 1874		X	X		X	
<i>Cerithiopsis scalaris</i>	Locard, 1891		X	X		X	
<i>Chrysallida</i>	P. P. Carpenter, 1856			X	X		X
<i>Crassopleura maravignae</i>	(Ant. Bivona, 1838)	X					X
<i>Crimora papillata</i>	Alder & Hancock, 1862			X	X		
<i>Crisilla semistriata</i>	(Montagu, 1808)	X	X	X	X	X	X
<i>Cyrtilla linearis</i>	(Montagu, 1803)	X	X	X	X	X	X
<i>Danilia</i>	Brusina, 1865		X	X			
<i>Danilia tinei</i>	(Calcara, 1839)		X				
<i>Diodora gibberula</i>	(Lamarck, 1822)	X	X	X	X	X	X
<i>Diodora graeca</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X		X	
<i>Discodoris</i>	Bergh, 1877		X	X			
<i>Doriopsilla pelseneeri</i>	d'Oliveira, 1895		X	X			
<i>Duvaucelia odhneri</i>	J. Tardy, 1963		X		X		X
<i>Edmundsella pedata</i>	(Montagu, 1816)		X	X	X		X
<i>Emarginula adriatica</i>	O. G. Costa, 1830		X				
<i>Emarginula rosea</i>	Bell, 1824	X	X	X	X	X	X
<i>Emarginula tenera</i>	Locard, 1891	X	X	X	X		X
<i>Epitonium clathrus</i>	(Linnaeus, 1758)			X	X		X
<i>Erato voluta</i>	(Montagu, 1803)			X			
<i>Euspira nitida</i>	(Donovan, 1803)		X	X	X		X
<i>Felimare tricolor</i>	(Cantraine, 1835)		X				
<i>Flabellina affinis</i>	(Gmelin, 1791)				X		
<i>Folinella excavata</i>	(Philippi, 1836)	X	X	X	X		
<i>Haedropleura septangularis</i>	(Montagu, 1803)	X	X	X	X		X
<i>Haliotis tuberculata</i>	Linnaeus, 1758	X		X	X		X
<i>Haminoeidae</i>	Pilsbry, 1895						X
<i>Heterobranchia</i>	Burmeister, 1837		X	X	X	X	
<i>Isara cornea</i>	(Lamarck, 1811)			X			
<i>Jujubinus exasperatus</i>	(Pennant, 1777)	X	X	X	X	X	X
<i>Leufroyia leufroyi</i>	(Michaud, 1828)	X	X	X			
<i>Mangelia costata</i>	(Pennant, 1777)	X	X	X	X		X
<i>Mangelia costulata</i>	Risso, 1826		X	X			
<i>Mangelia unifasciata</i>	(Deshayes, 1835)		X	X	X		X
<i>Manzonina crassa</i>	(Kanmacher, 1798)	X	X	X	X	X	X
<i>Marionina gemmii</i>	Pérez & Caballer, 2018		X				
<i>Marshallora adversa</i>	(Montagu, 1803)		X	X			
<i>Metaxia</i>	Monterosato, 1884		X	X			
<i>Muricidae</i>	Rafinesque, 1815			X			
<i>Nemesignis banyulensis</i>	Portmann & Sandmeier, 1960)				X		
<i>Ocenebra erinaceus</i>	(Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	X
<i>Ocenebrina aciculata</i>	(Lamarck, 1822)	X	X	X	X	X	X
<i>Odostomia</i>	J. Fleming, 1813		X	X			
<i>Odostomia unidentata</i>	(Montagu, 1803)	X				X	X
<i>Onchidoris bilamellata</i>	(Linnaeus, 1767)					X	

<i>Ondina diaphana</i>	(Jeffreys, 1848)	X		X	X	X	X
<i>Ondina warreni</i>	(W. Thompson, 1845)	X	X	X			X
<i>Onoba semicostata</i>	(Montagu, 1803)	X		X			X
<i>Orania fusulus</i>	(Brocchi, 1814)		X				
<i>Peltodoris atromaculata</i>	Bergh, 1880		X				
<i>Philine catena</i>	(Montagu, 1803)		X	X	X		X
<i>Philine punctata</i>	(J. Adams, 1800)	X	X	X	X		X
<i>Polycera quadrilineata</i>	(O. F. Müller, 1776)		X	X			
<i>Pusillina</i>	Monterosato, 1884	X	X	X	X		X
<i>Pusillina inconspicua</i>	(Alder, 1844)			X			
<i>Raphitoma</i>	Bellardi, 1847	X	X	X	X	X	X
<i>Raphitoma contigua</i>	(Monterosato, 1884)		X				
<i>Raphitoma echinata</i>	(Brocchi, 1814)		X	X			
<i>Retilaskeya horrida</i>	(Monterosato, 1874)	X	X	X		X	
<i>Retusa truncatula</i>	(Bruguère, 1792)		X	X	X	X	X
<i>Ringicula conformis</i>	Monterosato, 1877				X		
<i>Rissoa</i>	Desmarest, 1814	X			X		X
<i>Rissoa lilacina</i>	Récluz, 1843						X
<i>Rissoa parva</i>	(da Costa, 1778)	X	X	X	X	X	X
<i>Simnia spelta</i>	(Linnaeus, 1758)		X		X		X
<i>Steromphala umbilicalis</i>	(da Costa, 1778)		X				
<i>Talassia dagueneti</i>	(de Folin, 1873)	X	X				
<i>Tectura virginea</i>	(O. F. Müller, 1776)	X	X	X	X	X	X
<i>Tricolia pullus</i>	(Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	X
<i>Triphoridae</i>	Gray, 1847		X	X		X	
<i>Tritia incrassata</i>	(Strøm, 1768)	X	X	X	X	X	X
<i>Trivia arctica</i>	(Pulteney, 1799)			X			X
<i>Turbonilla</i>	Risso, 1826	X	X	X		X	X
<i>vitreolina</i>	Monterosato, 1884	X	X	X			X
<i>Vitreolina curva</i>	(Monterosato, 1874)		X				
<i>Vitreolina incurva</i>	(Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1883)					X	
<i>Vitreolina philippi</i>	(de Rayneval & Ponzi, 1854)	X			X		
<i>Diaphorodoris alba</i>	Portmann & Sandmeier, 1960		X	X			
<i>Doriopsilla areolata</i>	Bergh, 1880			X			
<i>Felimida luteorosea</i>	(Rapp, 1827)	X	X	X			
<i>Felimida krohni</i>	(Vérany, 1846)		X	X			
<i>Pruvotfolia pselliotes</i>	(Labbé, 1923)	X	X	X		X	
Globothalamea							
<i>Miniacina miniacea</i>	(Pallas, 1766)	X	X	X	X	X	X
Gymnolaemata							
<i>Pentapora foliacea</i>	(Ellis & Solander, 1786)		X	X		X	
<i>Chartella papyracea</i>	(Ellis & Solander, 1786)		X	X		X	
<i>Cellaria</i>	Ellis & Solander, 1786		X	X		X	
<i>Omalosecosa ramulosa</i>	(Linnaeus, 1767)		X	X		X	
<i>Turbicellepora</i>	Ryland, 1963		X	X		X	
Holothuroidea							
<i>Holothuria (Panningothuria) for</i>	Delle Chiaje, 1823		X	X			

<i>Holothuria (Holothuria) tubulosa</i>	Gmelin, 1791	X	X	X	X	X	X
<i>Holothuria (Roweothuria) poli</i>	Delle Chiaje, 1824			X			
Homoscleromorpha							
<i>Corticium candelabrum</i>	Schmidt, 1862	X	X	X		X	
<i>Plakortis af. simplex</i>	Schulze, 1880	X	X	X		X	
Hydrozoa							
<i>Diphasia rosacea</i>	(Linnaeus, 1758)	X					
<i>Sertularella gayi</i>	(Lamouroux, 1821)	X	X	X		X	
<i>Sertularella ellisii</i>	Shayes & Milne Edwards, 1836)		X			X	
<i>Sertularella</i>	Gray, 1848	X	X	X	X	X	X
<i>Gymnangium montagui</i>	(Billard, 1912)	X	X	X	X	X	X
<i>Amphisbetia operculata</i>	(Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	X
<i>Obelia bidentata</i>	Clark, 1875	X	X	X		X	
<i>Lafoea dumosa</i>	(Fleming, 1820)	X	X	X	X	X	X
<i>Aglaophenia tubulifera</i>	(Hincks, 1861)	X	X	X	X	X	X
<i>Aglaophenia kirchenpaueri</i>	(Heller, 1868)	X	X	X	X	X	X
<i>Aglaophenia sp (A. plumosa)</i>	Lamouroux, 1812	X	X	X	X	X	X
<i>Halecium halecinum</i>	(Linnaeus, 1758)	X	X	X		X	
<i>Nemertesia antennina</i>	(Linnaeus, 1758)	X	X	X			
<i>Lafoeina tenuis</i>	Sars, 1874	X	X	X			
<i>Clytia linearis</i>	(Thorneley, 1900)	X					
<i>Amphisbetia distans</i>	(Lamouroux, 1816)	X	X	X			
<i>Sertularelloides cylindritheca</i>	(Allman, 1888)		X				
<i>Anthohebella parasitica</i>	(Ciamician, 1880)		X				
<i>Filellum cf serratum</i>	(Clarke, 1879)		X				
<i>Eudendrium</i>	Ehrenberg, 1834					X	X
<i>Campanularia cf. hincksii</i>	Alder, 1856	X		X			
Malacostraca							
<i>Abludomelita gladiosa</i>	(Spence Bate, 1862)			X			X
<i>Achaeus cranchii</i>	Leach, 1817	X	X	X	X	X	X
<i>Alpheus dentipes</i>	Guérin, 1832			X	X	X	
<i>Alpheus macrocheles</i>	(Hailstone, 1835)	X		X	X		
<i>Ampelisca</i>	Krøyer, 1842			X			
<i>Ampelisca dalmatina</i>	Karaman, 1975	X		X	X		
<i>Ampelisca rubella</i>	A. Costa, 1864	X	X	X	X	X	
<i>Amphilochidae</i>	Boeck, 1871		X				
<i>Amphilochus</i>	Spence Bate, 1862	X		X		X	
<i>Amphilochus manudens</i>	Spence Bate, 1862	X	X	X		X	
<i>Ampithoe ramondi</i>	Audouin, 1826				X		
<i>Anapagurus hyndmanni</i>	(Bell, 1845)	X	X	X	X	X	X
<i>Anchialina agilis</i>	(G.O. Sars, 1877)	X	X	X		X	X
<i>Anthuridae</i>	Leach, 1814	X		X		X	
<i>Aora spinicornis</i>	Afonso, 1976	X	X	X	X	X	X
<i>Apherusa</i>	Walker, 1891	X	X	X		X	
<i>Apherusa bispinosa</i>	(Spence Bate, 1857)	X	X	X	X	X	X
<i>Apocorophium acutum</i>	(Chevreux, 1908)			X			
<i>Apolochus picadurus</i>	(J.L. Barnard, 1962)	X	X	X	X	X	
<i>Apseudes talpa</i>	(Montagu, 1808)	X	X	X	X	X	X

<i>Astacilla damnoniensis</i>	(Stebbing, 1874)	X	X	X		X	
<i>Athanas nitescens</i>	(Leach, 1814)	X	X	X	X	X	X
<i>Autonoe denticarpus</i>	Rafinesque, 1815		X				
<i>Bopyridae</i>	Rafinesque, 1815	X	X	X			
<i>Caprella acanthifera</i>	Leach, 1814	X		X	X		X
<i>Caprella penantis</i>	Leach, 1814	X	X	X		X	X
<i>Caprella tuberculata</i>	Guérin-Meneville, 1836		X				
<i>Cestopagurus timidus</i>	(Roux, 1830)	X	X	X	X	X	X
<i>Cheirocratus</i>	Norman, 1867		X	X			X
<i>Cirolana</i>	Leach, 1818			X			
<i>Cirolana cranchii</i>	Leach, 1818		X	X	X		
<i>Colomastix</i>	Grube, 1861	X					
<i>Colomastix pusilla</i>	Grube, 1861	X	X	X	X		X
<i>Coxischyrocerus inexpectatus</i>	(Ruffo, 1959)	X	X	X			
<i>Cressa dubia</i>	(Spence Bate, 1857)	X	X	X		X	
<i>Cymodoce</i>	Leach, 1814	X	X	X	X	X	X
<i>Deflexilodes subnudus</i>	(Norman, 1889)	X	X	X			
<i>Dexamine</i>	Leach, 1814	X	X	X	X	X	X
<i>Dexamine filiola</i>	Krapp-Schickel, 2013	X	X	X		X	
<i>Dexamine spinosa</i>	(Montagu, 1813)	X		X	X		
<i>Diastylidae</i>	Bate, 1856		X			X	X
<i>Diastylis lucifera</i>	(Krøyer, 1837)		X	X			
<i>Dromia personata</i>	(Linnaeus, 1758)			X		X	
<i>Dynamene</i>	Leach, 1814						X
<i>Ebalia granulosa</i>	H. Milne Edwards, 1837						X
<i>Eisothistos</i>	Haswell, 1884	X	X	X		X	
<i>Elasmopus</i>	Costa, 1853			X			
<i>Elasmopus thalyae</i>	Gouillieux & Sorbe, 2015	X	X	X	X		
<i>Erichthonius</i>	H. Milne Edwards, 1830		X			X	
<i>Erichthonius punctatus</i>	(Spence Bate, 1857)	X	X	X	X	X	X
<i>Eualus cranchii</i>	(Leach, 1817)	X	X	X	X	X	X
<i>Eualus occultus</i>	(Lebour, 1936)	X	X	X	X	X	X
<i>Eurydice inermis</i>	Hansen, 1890			X			
<i>Eurynome spinosa</i>	Hailstone, 1835			X		X	X
<i>Eusiroides</i>	Stebbing, 1888			X			
<i>Eusiroides dellavallei</i>	Chevreaux, 1899	X	X	X	X	X	X
<i>Eusirus</i>	Krøyer, 1845		X				
<i>Exosphaeroma</i>	Stebbing, 1900	X					
<i>Galathea squamifera</i>	Leach, 1814		X	X			
<i>Galathea strigosa</i>	(Linnaeus, 1761)		X		X		X
<i>Gammarella fucicola</i>	(Leach, 1814)			X	X		X
<i>Gammaropsis maculata</i>	(Johnston, 1828)	X	X	X	X	X	X
<i>Gammaropsis palmata</i>	(Stebbing & Robertson, 1904)	X					
<i>Gitana sarsi</i>	(G.O. Sars, 1877)	X	X	X		X	
<i>Gnathia</i>	Leach, 1814	X	X			X	X
<i>Gnathia maxillaris</i>	(Montagu, 1804)			X			
<i>Gnathia venusta</i>	Monod, 1925			X			
<i>Gnathiidae</i>	Leach, 1814	X	X	X	X		

<i>Haplostylus normani</i>	Meinert, 1890		X	X	X	X	X
<i>Harpinia antennaria</i>	Boeck, 1871			X			
<i>Harpinia crenulata</i>	(Boeck, 1871)		X		X		X
<i>Hemimysis sophiae</i>	Ledoyer, 1989	X	X	X			
<i>Herbstia condyliata</i>	(Fabricius, 1787)	X		X	X		
<i>Heteromysis (Heteromysis) microp</i>	(Murano, 1988)				X		
<i>Heterotanaïs oerstedii</i>	(G.O. Sars, 1877)				X		
<i>Hippolyte inermis</i>	Leach, 1816				X		X
<i>Hippolyte leptocerus</i>	(Heller, 1863)				X		
<i>Hippolyte varians</i>	Leach, 1814	X	X	X	X	X	X
<i>Hippolytidae</i>	Spence Bate, 1888			X			
<i>Hommarus gammarus</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X			
<i>Idotea</i>	Fabricius, 1798			X			
<i>Idunella picta</i>	(Norman, 1889)			X			
<i>Inachus leptochirus</i>	Leach, 1817	X		X	X	X	X
<i>Iphimedia</i>	Rathke, 1843	X	X	X		X	X
<i>Iphimedia eblanae</i>	Spence Bate, 1857	X	X	X		X	
<i>Iphimedia minuta</i>	G.O. Sars, 1883			X		X	
<i>Iphinoe tenella</i>	Sars, 1878						X
<i>Isaeidae</i>	Dana, 1852			X			
<i>Jaeropsidae</i>	Nordenstam, 1933	X		X			
<i>Janira maculosa</i>	Leach, 1814	X	X	X	X	X	X
<i>Janiridae</i>	G. O. Sars, 1897	X	X	X			
<i>Jassa herdmanni</i>	(Walker, 1893)	X	X	X			
<i>Lembos</i>	Spence Bate, 1857	X		X			
<i>Lembos websteri</i>	Spence Bate, 1857	X	X	X	X	X	X
<i>Lepideopcreum</i>	Spence Bate & Westwood, 1858	X	X	X	X	X	X
<i>Leptocheirus</i>	Zaddach, 1844			X			
<i>Leptocheirus bispinosus</i>	Norman, 1908		X	X		X	
<i>Leptocheirus pilosus</i>	Zaddach, 1844	X					
<i>Leptocheiliidae</i>	Lang, 1973			X			
<i>Leptomysis lingvura</i>	(G.O. Sars, 1866)		X	X			X
<i>Leucothoe</i>	Leach, 1814		X		X	X	X
<i>Leucothoe denticulata</i>	Costa, 1851	X	X				
<i>Leucothoe richardii</i>	Lessona, 1865	X	X		X		
<i>Liljeborgia pallida</i>	(Spence Bate, 1857)	X	X	X		X	X
<i>Limnoria</i>	Leach, 1814				X		
<i>Lysianassa ceratina</i>	(Walker, 1889)	X	X	X	X	X	X
<i>Lysianassidae</i>	Dana, 1849				X		
<i>Lysmata seticaudata</i>	(Risso, 1816)		X			X	X
<i>Macropodia deflexa</i>	Forest, 1978				X		X
<i>Macropodia linaresi</i>	Forest & Zariquely Alvarez, 1964				X		X
<i>Macropodia rostrata</i>	(Linnaeus, 1761)			X	X	X	X
<i>Macropodia tenuirostris</i>	(Leach, 1814)						X
<i>Maera grossimana</i>	(Montagu, 1808)		X				
<i>Maeridae</i>	Krapp-Schickel, 2008					X	
<i>Maja brachydactyla</i>	Balss, 1922						
<i>Malacanthura</i>	Barnard, 1925	X	X	X	X	X	

<i>Megamphopus</i>	Norman, 1869			X			
<i>Megamphopus cornutus</i>	Norman, 1869			X			
<i>Megamphopus longicornis</i>	Chevreux, 1911	X	X	X			
<i>Melphidippa</i>	Boeck, 1871	X	X	X		X	
<i>Melphidippidae</i>	Stebbing, 1899			X			
<i>Monocorophium sextonae</i>	(Crawford, 1937)				X		
<i>Monoculodes</i>	Stimpson, 1853				X		X
<i>Munna</i>	Krøyer, 1839	X	X	X		X	X
<i>Mysidacea</i>	Haworth, 1825		X				
<i>Mysidopsis gibbosa</i>	G.O. Sars, 1864		X	X			
<i>Nannastacidae</i>	Bate, 1866	X	X		X		X
<i>Natatolana</i>	Bruce, 1981		X				
<i>Natatolana borealis</i>	(Liljeborg, 1851)			X			
<i>Nototropis vedlomensis</i>	(Spence Bate & Westwood, 1862)			X	X		X
<i>Paguridae</i>	Latreille, 1802			X			
<i>Pagurus cuanensis</i>	Bell, 1845		X	X	X	X	X
<i>Pandalina brevisrostris</i>	(Rathke, 1843)	X	X	X		X	
<i>Parametopa kervillei</i>	Chevreux, 1901		X	X		X	X
<i>Paranthura</i>	Bate & Westwood, 1866	X		X			
<i>Paranthura japonica</i>	Richardson, 1909			X			
<i>Paranthura nigropunctata</i>	(Lucas, 1846)			X			
<i>Parthenopoides massena</i>	(Roux, 1830)				X	X	X
<i>Parunciola seurati</i>	Chevreux, 1911		X				
<i>Peltocoxa</i>	Catta, 1875		X				
<i>Pereionotus testudo</i>	(Montagu, 1808)						X
<i>Periclimenes sagittifer</i>	(Norman, 1861)			X	X	X	X
<i>Perioculodes aequimanus</i>	(Kossmann, 1880)		X		X		X
<i>Philocheras fasciatus</i>	(Risso, 1816)			X	X		X
<i>Phtisica marina</i>	Slabber, 1769	X	X	X	X	X	X
<i>Pilumnus hirtellus</i>	(Linnaeus, 1761)	X	X	X	X	X	X
<i>Pinnotheres pisum</i>	(Linnaeus, 1767)	X		X			
<i>Pisa</i>	Leach, 1814			X			
<i>Pisa armata</i>	(Latreille, 1803)			X			
<i>Pisa nodipes</i>	Leach, 1815	X		X		X	X
<i>Pisa tetraodon</i>	(Pennant, 1777)				X		X
<i>Pisidia longicornis</i>	(Linnaeus, 1767)	X	X	X	X	X	
<i>Polybius henslowii</i>	Leach, 1820					X	
<i>Pseudoparatanaïs batei</i>	(Sars, 1882)	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudoprotella phasma</i>	(Montagu, 1804)	X	X	X	X	X	X
<i>Scyllarus arctus</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X		X	
<i>Siriella armata</i>	(Milne Edwards, 1837)			X			
<i>Siriella clausii</i>	G.O. Sars, 1877				X	X	X
<i>Siriella gracilipes</i>	Nouvel, 1942	X	X	X	X	X	
<i>Socarnes erythrophthalmus</i>	Robertson, 1892					X	
<i>Sphaeromatidae</i>	Latreille, 1825	X				X	
<i>Stenothoe</i>	Dana, 1852	X	X	X		X	X
<i>Stenothoe marina</i>	(Spence Bate, 1857)					X	
<i>Stenothoe monoculoides</i>	(Montagu, 1813)					X	

<i>Tritaeta gibbosa</i>	(Spence Bate, 1862)	X	X				
<i>Tryphosella nanoides</i>	(Lilljeborg, 1865)			X			
<i>Tryphosella sarsi</i>	Bonnier, 1893	X	X	X	X		
<i>Urothoe elegans</i>	Spence Bate, 1857		X				
<i>Vaunthompsonia</i>	Bate, 1858	X	X	X			
<i>Vaunthompsonia cristata</i>	Bate, 1858		X	X			
<i>Xaiva biguttata</i>	(Risso, 1816)		X			X	
<i>Xantho</i>	Leach, 1814	X		X	X	X	X
<i>Xantho pilipes</i>	A. Milne-Edwards, 1867			X	X		
Ophiuroidea							
<i>Amphipholis squamata</i>	(Delle Chiaje, 1828)	X	X	X	X	X	X
<i>Ophiactis balli</i>	(W. Thompson, 1840)	X	X	X		X	
<i>Ophiocomina</i>	Koehler in Mortensen, 1920		X	X			
<i>Ophiocomina nigra</i>	(Abildgaard in O.F. Müller, 1790)	X	X	X	X	X	X
<i>Ophioderma longicaudum</i>	(Bruzellius, 1805)	X		X	X		X
<i>Ophiothrix fragilis</i>	(Abildgaard in O.F. Müller, 1790)	X	X	X	X	X	X
Phaeophyceae							
<i>Halopteris filicina</i>	(Grateloup) Kützing, 1843		X	X			
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	De Candolle J.V.Lamouroux, 1809		X	X			
<i>Phyllariopsis brevipes</i>	(Gardner) E.C.Henry & G.R.South, 1987			X			
<i>Dictyota dichotoma</i>	Hudson) J.V.Lamouroux, 1809		X	X			
Polychaeta							
<i>Adyte hyalina</i>	(G.O. Sars, 1873)	X	X	X	X	X	X
<i>Aphrodita aculeata</i>	Linnaeus, 1758		X				X
<i>Aphroditidae</i>	Malmgren, 1867			X			
<i>Bhawania goodei</i>	Webster, 1884			X			
<i>Bonellia viridis</i>	Rolando, 1822						
<i>Capitellidae</i>	Grube, 1862		X				
<i>Chaetopteridae</i>	Audouin & Milne Edwards, 1833				X		
<i>Chaetopterus</i>	Cuvier, 1830		X				
<i>Chrysopetalidae</i>	Ehlers, 1864	X	X			X	X
<i>Chrysopetalum debile</i>	(Grube, 1855)		X	X			
<i>Circeis spirillum</i>	(Linnaeus, 1758)	X	X				
<i>Cirratulidae</i>	Ryckholt, 1851		X				X
<i>Compositia</i>	Hartmann-Schröder, 1985		X				
<i>Dipolydora</i>	Verrill, 1881	X					
<i>Dodecaceria</i>	Ørsted, 1843			X			
<i>Dorvillea erucaeformis</i>	(Malmgren, 1865)	X	X	X	X	X	
<i>Dorvilleidae</i>	Chamberlin, 1919			X			
<i>Eulalia aurea</i>	Gravier, 1896			X			
<i>Eulalia mustela</i>	Pleijel, 1987		X				X
<i>Eumida</i>	Malmgren, 1865	X	X			X	
<i>Eumida bahusiensis</i>	Bergstrom, 1914		X				
<i>Eumida sanguinea</i>	(Ørsted, 1843)	X		X	X		X
<i>Eunice</i>	Cuvier, 1817		X	X		X	
<i>Eunice pennata</i>	(Müller, 1776)	X	X	X		X	X
<i>Eunice roussaei</i>	Quatrefages, 1866	X		X			
<i>Eunicidae</i>	Berthold, 1827		X				

<i>Euphrosine foliosa</i>	Audouin & Milne Edwards, 1822	X	X	X	X		X
<i>Eupolytnia</i>	Verrill, 1900	X	X	X		X	
<i>Eurysyllis tuberculata</i>	Ehlers, 1864			X			
<i>Eusyllis assimilis</i>	Marenzeller, 1875		X	X			
<i>Filograna implexa</i>	Berkeley, 1835			X			
<i>Glycera lapidum</i>	Quatrefages, 1866		X	X	X		
<i>Glycera tessellata</i>	Grube, 1863	X		X			
<i>Goniada emerita</i>	Audouin & Milne Edwards, 1822					X	
<i>Haplosyllis chamaeleon</i>	Laubier, 1960		X				
<i>Haplosyllis spongicola</i>	(Grube, 1855)			X			
<i>Harmothoe</i>	Kinberg, 1856	X	X	X		X	X
<i>Harmothoe areolata</i>	(Grube, 1860)			X			
<i>Harmothoe bellani</i>	Barnich & Fiege, 2000		X				
<i>Harmothoe clavigera</i>	(M. Sars, 1863)		X	X		X	
<i>Harmothoe extenuata</i>	(Grube, 1840)	X	X	X	X	X	X
<i>Harmothoe impar</i>	(Johnston, 1839)	X					
<i>Harmothoe serrata</i>	Day, 1963		X	X			X
<i>Harmothoe spinifera</i>	(Ehlers, 1864)	X		X	X		
<i>Harmothoe viridis</i>	Loshamn, 1981	X	X	X		X	X
<i>Hesione splendida</i>	Lamarck, 1818	X			X		X
<i>Hesionidae</i>	Grube, 1850			X	X		
<i>Leodice annulicornis</i>	(Johnston, 1865)	X		X	X	X	
<i>Leodice torquata</i>	(Quatrefages, 1866)		X	X		X	
<i>Lepidonotus clava</i>	(Montagu, 1808)			X	X	X	
<i>Lumbrineridae</i>	Schmarda, 1861			X			
<i>Lumbrineris latreilli</i>	Audouin & Milne Edwards, 1822	X	X	X		X	X
<i>Lysidice collaris</i>	Grube, 1870			X			
<i>Lysidice ninetta</i>	Audouin & Milne Edwards, 1822	X	X	X	X	X	X
<i>Lysidice unicornis</i>	(Grube, 1840)			X			
<i>Mediomastus</i>	Hartman, 1944			X			
<i>Metavermilium multicristata</i>	(Philippi, 1844)		X	X			
<i>Micromaldane ornithochaeta</i>	Mesnil, 1897		X				
<i>Myrianida</i>	Milne Edwards, 1845		X				
<i>Mystides</i>	Théel, 1879		X				
<i>Neanthes kerguelensis</i>	(McIntosh, 1885)			X			
<i>Nephtys</i>	Cuvier, 1817		X			X	
<i>Nereidae</i>	Blainville, 1818	X	X	X		X	
<i>Nereiphylla</i>	Blainville, 1828		X				
<i>Nicomache (Loxochona)</i>	Arwidsson, 1906				X		
<i>Paradexiospira (Spirorbides) vitrea</i>	(Fabricius, 1780)	X		X			
<i>Parapionosyllis</i>	Fauvel, 1923	X					
<i>Paucibranchia fallax</i>	(Marion & Bobretzky, 1875)				X	X	X
<i>Petta pusilla</i>	Malmgren, 1866			X			
<i>Phyllodoce</i>	Lamarck, 1818	X	X	X	X		X
<i>Phyllodoce madeirensis</i>	Langerhans, 1880	X	X	X			
<i>Phyllodoce mucosa</i>	Örsted, 1843			X			
<i>Phyllodocidae</i>	Örsted, 1843	X	X	X			
<i>Pista</i>	Malmgren, 1866		X	X			

<i>Placostegus</i>	Philippi, 1844		X				
<i>Platynereis</i>	Kinberg, 1865		X	X	X		X
<i>Polycirrus</i>	Grube, 1850				X		
<i>Polydora</i>	Bosc, 1802		X	X	X	X	X
<i>Polynoïdae</i>	Kinberg, 1856			X			
<i>Polyophthalmus pictus</i>	(Dujardin, 1839)	X	X	X	X	X	X
<i>Prionospio cirrifera</i>	Wirén, 1883				X		
<i>Prionospio fallax</i>	Söderström, 1920			X			
<i>Prionospio multibranchiata</i>	Berkeley, 1927			X			X
<i>Protolaeospira (Protolaeospira) st</i>	(Quiévreux, 1963)			X			
<i>Pterocirrus</i>	Claparède, 1868			X			
<i>Pterocirrus macroceros</i>	(Grube, 1860)				X		
<i>Sabellaria spinulosa</i>	(Leuckart, 1849)	X	X				
<i>Sabellidae</i>	Latreille, 1825	X	X		X	X	X
<i>Salmacina dysteri</i>	(Huxley, 1855)	X		X	X		X
<i>Scolecipis</i>	Blainville, 1828					X	
<i>Scoletoma funchalensis</i>	(Kinberg, 1865)		X				
<i>Serpula concharum</i>	Langerhans, 1880	X	X		X	X	
<i>Serpulidae</i>	Rafinesque, 1815		X	X		X	
<i>Sphaerodorum gracilis</i>	(Rathke, 1843)	X					
<i>Spirobranchus lamarcki</i>	(Quatrefages, 1866)	X	X	X	X	X	X
<i>Spirobranchus triqueter</i>	(Linnaeus, 1758)		X				
<i>Spirorbidae</i>	Chamberlin, 1919		X			X	
<i>Subadyte pellucida</i>	(Ehlers, 1864)		X				
<i>Syllidae</i>	Grube, 1850	X	X	X	X	X	X
<i>Syllidia armata</i>	Quatrefages, 1866			X			
<i>Syllis</i>	Lamarck, 1818		X	X			
<i>Syllis armillaris</i>	(O.F. Müller, 1776)		X				
<i>Syllis gracilis</i>	Grube, 1840		X	X			
<i>Syllis variegata</i>	Grube, 1860		X	X			
<i>Terebellidae</i>	Johnston, 1846		X	X			
<i>Trypanosyllis zebra</i>	(Grube, 1860)			X			
Polyplacophora							
<i>Acanthochitona</i>	Gray, 1821			X			
<i>Acanthochitona fascicularis</i>	(Linnaeus, 1767)	X	X	X	X	X	X
<i>Callochiton septemvalvis</i>	(Montagu, 1803)	X	X	X	X	X	X
<i>Lepidochitona</i>	Gray, 1821		X	X			
<i>Lepidopleurus cajetanus</i>	(Poli, 1791)			X			
<i>Leptochiton scabridus</i>	(Jeffreys, 1880)		X	X	X	X	
Pycnogonida							
<i>Achelia echinata</i>	Hodge, 1864	X	X	X	X	X	X
<i>Achelia vulgaris</i>	(Costa, 1861)	X	X				
<i>Ammothella gibraltarensis</i>	Munilla, 1993		X	X			
<i>Callipallene tiberii</i>	(Dohrn, 1881)	X	X			X	X
<i>Endeis charybdaea</i>	(Dohrn, 1881)			X		X	
<i>Endeis spinosa</i>	(Montagu, 1808)	X		X	X	X	X
<i>Rhynchothorax monnioti</i>	Arnaud, 1974		X	X			
<i>Tanystylum conirostre</i>	(Dohrn, 1881)	X	X	X		X	X

Rhynchonellata							
<i>Megerlia truncata</i>	(Linnaeus, 1767)	X	X	X			
Scyphozoa							
<i>Rhizostoma luteum</i>	(Quoy & Gaimard, 1827)	X					
Stenolae mata							
<i>Crisia</i>	Lamouroux, 1812		X	X		X	
Thecostraca							
<i>Acasta spongites</i>	(Poli, 1791)				X		
<i>Adna anglica</i>	Sowerby, 1823	X	X	X			
<i>Balanidae</i>	Leach, 1817			X			
<i>Balanus</i>	Costa, 1778	X	X			X	
<i>Balanus spongicola</i>	Brown, 1844		X	X	X		
<i>Chirona hameri</i>	(Ascanius, 1767)	X		X		X	
<i>Verruca stroemia</i>	(O.F. Müller, 1776)	X	X	X	X	X	

Annexe 3. Liste des taxons recensés répondant aux critères ZNIEFF et non encore référencés.

Critères ZNIEFF : 1 : espèce en danger et/ou menacée ; 2 : espèce peu commune présentant des faciès particulièrement développés ; 3 : statut « espèce protégée » ; 4 : espèce en marginalité écologique ; 5 : espèce autochtone rare ; 6 : espèce ingénieur, rôle d'indicateur d'importance permettant un habitat diversifié ; 7 : espèce en limite d'aire de répartition ; 8 : espèce à surveiller (régression / extension) ; 9 : espèce d'intérêt commercial ; 10 : espèces d'intérêt historique (liée à l'histoire des sciences naturelles) (Simian et al., 2009).

Classe	Nom latin	Référence	ZNIEFF	Ficoa	Gorgone	Gruyère	Irruari	Sec	Txox
Bivalvia	<i>Coralliophaga lithophagella</i>	(Lamarck, 1819)	5	X	X	X	X	X	X
Bivalvia	<i>Manupecten pesfelis</i>	(Linnaeus, 1758)	5						X
Bivalvia	<i>Neopycnodonte cochlear</i>	(Poli, 1795)	2	X	X	X			
Gastropoda	<i>Carinorbis clathrata</i>	(Philippi, 1844)	5	X	X	X			
Gastropoda	<i>Cerithiopsis diadema</i>	Monterosato, 1874	7		X	X		X	
Gastropoda	<i>Crassopleura maravignae</i>	(Ant. Bivona, 1838)	7	X					X
Gastropoda	<i>Danilia tinei</i>	(Calcara, 1839)	5		X				
Gastropoda	<i>Emarginula adriatica</i>	O. G. Costa, 1830	7		X				
Gastropoda	<i>Emarginula tenera</i>	Locard, 1891	5	X	X	X	X		X
Gastropoda	<i>Folinella excavata</i>	(Philippi, 1836)	5	X	X	X	X		
Gastropoda	<i>Haliotis tuberculata</i>	Linnaeus, 1758	1,5,9	X		X	X		X
Gastropoda	<i>Isara cornea</i>	(Lamarck, 1811)	7			X			
Gastropoda	<i>Mangelia unifasciata</i>	(Deshayes, 1835)	5		X	X	X		X
Gastropoda	<i>Metaxia</i>	Monterosato, 1884	5		X	X			
Gastropoda	<i>Ondina warreni</i>	(W. Thompson, 1845)	5	X	X	X			X
Gastropoda	<i>Orania fusulus</i>	(Brocchi, 1814)	7		X				
Gastropoda	<i>Raphitoma contigua</i>	(Monterosato, 1884)	7		X				
Gastropoda	<i>Retilaskeya horrida</i>	(Monterosato, 1874)	7	X	X	X		X	
Gastropoda	<i>Ringicula conformis</i>	Monterosato, 1877	7				X		
Gastropoda	<i>Talassia dagueneti</i>	(de Folin, 1873)	5	X	X				
Malacostraca	<i>Ampelisca dalmatina</i>	Karaman, 1975	5	X		X	X		
Malacostraca	<i>Ampelisca rubella</i>	A. Costa, 1864	5, 7	X	X	X	X	X	
Malacostraca	<i>Amphilocheus manudens</i>	Spence Bate, 1862	5	X	X	X		X	
Malacostraca	<i>Apolochus picadurus</i>	(J.L. Barnard, 1962)	7	X	X	X	X	X	
Malacostraca	<i>Coxischyrocerus inexpectatus</i>	(Ruffo, 1959)	5	X	X	X			
Malacostraca	<i>Dexamine filiola</i>	Krapp-Schickel, 2013	7	X	X	X		X	
Malacostraca	<i>Elasmopus thalyae</i>	Gouillieux & Sorbe, 2015	7	X	X	X	X		
Malacostraca	<i>Eusiroides dellavallei</i>	Chevreaux, 1899	7	X	X	X	X	X	X

Malacostraca	<i>Gammaropsis palmata</i>	(Stebbing & Robertson, 1891)	5	X					
Malacostraca	<i>Hemimysis sophiae</i>	Ledoyer, 1989	2, 7	X	X	X			
Malacostraca	<i>Megamphopus longicornis</i>	Chevreur, 1911	5	X	X	X			
Malacostraca	<i>Parametopa kervillei</i>	Chevreur, 1901	5		X	X		X	X
Polychaeta	<i>Circeis spirillum</i>	(Linnaeus, 1758)	7	X	X				
Polychaeta	<i>Dorvillea erucaeformis</i>	(Malmgren, 1865)	7	X	X	X	X	X	
Polychaeta	<i>Eumida bahusensis</i>	Bergstrom, 1914	5		X				
Polychaeta	<i>Eunice roussaei</i>	Quatrefages, 1866	7, 10	X		X			
Polychaeta	<i>Haplosyllis chamaeleon</i>	Laubier, 1960	7		X				
Polychaeta	<i>Leodice annulicornis</i>	(Johnston, 1865)	5	X		X	X	X	
Polychaeta	<i>Leodice torquata</i>	(Quatrefages, 1866)	10		X	X		X	
Polychaeta	<i>Paradexiospira (Spirorbides) vitrea</i>	(Fabricius, 1780)	7	X		X			
Polychaeta	<i>Sabellaria spinulosa</i>	(Leuckart, 1849)	6	X	X				
Polychaeta	<i>Sphaerodorum gracilis</i>	(Rathke, 1843)	7	X					
Polyplacophora	<i>Lepidopleurus cajetanus</i>	(Poli, 1791)	5			X			
Pycnogonida	<i>Ammothella gibraltarensis</i>	Munilla, 1993	5, 7		X	X			
Pycnogonida	<i>Rhynchothorax monnioti</i>	Arnaud, 1974	5, 7		X	X			
Pycnogonida	<i>Tanystylum conirostre</i>	(Dohrn, 1881)	5, 7	X	X	X		X	X
Rhynchonellata	<i>Megerlia truncata</i>	(Linnaeus, 1767)	4, 5	X	X	X			
Thecostraca	<i>Acasta spongites</i>	(Poli, 1791)	5				X		
Demospongiae	<i>Crambe af crambe</i>	(Schmidt, 1862)	7, 8	X	X	X	X	X	X
Demospongiae	<i>Scalarispongia scalaris</i>	(Schmidt, 1862)	7	X	X	X	X	X	X
Demospongiae	<i>Thymosia guernei</i>	Topsent, 1895	7	X	X	X		X	
Demospongiae	<i>Hexadella racovitzae</i>	Topsent, 1896	7	X	X	X			
Demospongiae	<i>Thymosiopsis</i>	Vacelet & Pérez, 1998	7	X	X	X		X	
Homoscleromorpha	<i>Plakortis af. simplex</i>	Schulze, 1880	5	X	X	X		X	

Annexe 4. Liste des taxons inscrits sur les listes ZNIEFF Aquitaine (de Casamajor et al., 2013)

Classe	Nom latin	Référence	Ficoa	Gorgone	Gruyère	Irruari	Sec	Txox
Bivalvia	<i>Hiatella arctica</i>	(Linnaeus, 1767)	X	X	X	X	X	X
Bivalvia	<i>Modiolus barbatus</i>	(Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X	X
Bivalvia	<i>Pteria hirundo</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X		X	
Bivalvia	<i>Rocellaria dubia</i>	(Pennant, 1777)	X	X	X	X	X	X
Echinoidea	<i>Paracentrotus lividus</i>	(Lamarck, 1816)	X	X	X	X	X	X
Echinoidea	<i>Sphaerechinus granularis</i>	(Lamarck, 1816)	X	X	X	X	X	X
Echinoidea	<i>Echinus esculentus</i>	Linnaeus, 1758		X				
Gastropoda	<i>Berthellina edwardsii</i>	(Vayssière, 1897)		X				
Gastropoda	<i>Bolma rugosa</i>	(Linnaeus, 1767)	X	X	X	X		X
Gastropoda	<i>Felimida luteorosea</i>	(Rapp, 1827)	X	X	X			
Gastropoda	<i>Felimare tricolor</i>	(Cantraine, 1835)		X				
Gastropoda	<i>Peltodoris atromaculata</i>	Bergh, 1880		X				
Gastropoda	<i>Pruvotfolia pselliotes</i>	(Labbé, 1923)	X	X	X		X	
Gastropoda	<i>Simnia spelta</i>	(Linnaeus, 1758)		X		X		X
Malacostraca	<i>Galathea squamifera</i>	Leach, 1814		X	X			
Malacostraca	<i>Galathea strigosa</i>	(Linnaeus, 1761)		X		X		X
Malacostraca	<i>Hommarus gammarus</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X			
Malacostraca	<i>Lysmata seticaudata</i>	(Risso, 1816)		X			X	X
Malacostraca	<i>Scyllarus arctus</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X		X	
Demospongiae	<i>Axinella</i>	Schmidt, 1862	X	X	X		X	
Demospongiae	<i>Halichondria (Halichondria) panicea</i>	(Pallas, 1766)			X	X		X
Demospongiae	<i>Axinella damicornis</i>	(Esper, 1794)	X	X	X	X	X	X
Demospongiae	<i>Ircinidae</i>	Gray, 1867	X	X	X	X	X	X
Demospongiae	<i>Ircinia</i>	Nardo, 1833	X	X	X	X	X	X
Demospongiae	<i>Aplysina</i>	Nardo, 1834	X	X	X	X	X	X
Demospongiae	<i>Pachymatisma johnstonia</i>	(Bowerbank in Johnston, 1842)	X	X	X		X	
Demospongiae	<i>Acanthella acuta</i>	Schmidt, 1862	X	X	X		X	

Demospongiae	<i>Tethya citrina</i>	Sarà & Melone, 1965				X	X	X
Anthozoa	<i>Hoplania durotrix</i>	Gosse, 1860	X	X	X		X	
Anthozoa	<i>Polycyathus muelleriae</i>	(Abel, 1959)	X	X	X	X	X	X
Anthozoa	<i>Caryophyllia (Caryophyllia) smithii</i>	Stokes & Broderip, 1828	X	X	X		X	
Anthozoa	<i>Balanophyllia (Balanophyllia) regia</i>	Gosse, 1853	X	X	X	X	X	X
Anthozoa	<i>Leptopsammia pruvoti</i>	Lacaze-Duthiers, 1897	X	X	X	X	X	X
Anthozoa	<i>Eunicella verrucosa</i>	(Pallas, 1766)	X	X	X	X	X	X
Anthozoa	<i>Leptogorgia sarmentosa</i>	(Esper, 1791)	X	X	X	X	X	X
Hydrozoa	<i>Sertularella gayi</i>	(Lamouroux, 1821)	X	X	X		X	
Hydrozoa	<i>Sertularella ellisii</i>	(Deshayes & Milne Edwards, 1836)		X			X	
Hydrozoa	<i>Sertularella</i>	Gray, 1848	X	X	X	X	X	X
Hydrozoa	<i>Obelia bidentata</i>	Clark, 1875	X	X	X		X	
Hydrozoa	<i>Aglaophenia tubulifera</i>	(Hincks, 1861)	X	X	X	X	X	X
Hydrozoa	<i>Aglaophenia kirchenpaueri</i>	(Heller, 1868)	X	X	X	X	X	X
Hydrozoa	<i>Aglaophenia sp (A. plumosa)</i>	Lamouroux, 1812	X	X	X	X	X	X
Hydrozoa	<i>Halecium halecinum</i>	(Linnaeus, 1758)	X	X	X		X	
Anthozoa	<i>Paralcyonium spinulosum</i>	(Delle Chiaje, 1822)				X		X
Gymnolaemata	<i>Pentapora foliacea</i>	(Ellis & Solander, 1786)		X	X		X	
Gymnolaemata	<i>Chartella papyracea</i>	(Ellis & Solander, 1786)		X	X		X	
Gymnolaemata	<i>Omalosecosa ramulosa</i>	(Linnaeus, 1767)		X	X		X	
Ascidacea	<i>Diazona violacea</i>	Savigny, 1816		X	X		X	
Actinopteri	<i>Serranus cabrilla</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X		X	
Actinopteri	<i>Diplodus vulgaris</i>	(Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)		X	X		X	
Actinopteri	<i>Diplodus cadenati</i>	de la Paz, Bauchot & Daget, 1974		X	X		X	
Actinopteri	<i>Diplodus cervinus</i>	(Lowe, 1838)		X	X		X	
Actinopteri	<i>Trachurus sp</i>	Rafinesque, 1810		X	X		X	
Actinopteri	<i>Centrolabrus exoletus</i>	(Linnaeus, 1758)		X	X			
Actinopteri	<i>Parablennius pilicornis</i>	(Cuvier, 1829)		X	X		X	
Actinopteri	<i>Gobius xanthocephalus</i>	Heymer & Zander, 1992		X	X		X	
Phaeophyceae	<i>Halopteris filicina</i>	(Grateloup) Kützing, 1843		X	X			
Phaeophyceae	<i>Dictyopteris polypodioides</i>	(A.P.De Candolle) J.V.Lamouroux, 1809		X	X			
Phaeophyceae	<i>Dictyota dichotoma</i>	(Hudson) J.V.Lamouroux, 1809		X	X			
Florideophyceae	<i>Peyssonnelia</i>	Decaisne, 1841		X	X			
Florideophyceae	<i>Mesophyllum lichenoides</i>	(J.Ellis) Me.Lemoine, 1928		X	X			
Florideophyceae	<i>Lithophyllum incrustans</i>	Philippi, 1837		X	X			
Florideophyceae	<i>Phyllophora crispa</i>	(Hudson) P.S.Dixon, 1964		X	X			

Annexe 5. Listes des nouvelles espèces répertoriées pour la zone d'étude.

Nom latin	Référence	Ficoa	Gorgone	Gruyère	Irruari	Sec	Txox
<i>Galeomma turtoni</i>	W. Turton, 1825	X	X				X
<i>Pododesmus patelliformis</i>	(Linnaeus, 1761)		X	X	X		
<i>Thracia distorta</i>	(Montagu, 1803)		X	X			
<i>Cyrtillia linearis</i>	(Montagu, 1803)	X	X	X	X	X	X
<i>Haedropleura septangularis</i>	(Montagu, 1803)	X	X	X	X		X
<i>Mangelia costata</i>	(Pennant, 1777)	X	X	X	X		X
<i>Marionia gemmii</i>	Pérez & Caballer, 2018		X				
<i>Odostomia unidentata</i>	(Montagu, 1803)	X				X	X
<i>Ondina diaphana</i>	(Jeffreys, 1848)	X		X	X	X	X
<i>Philine punctata</i>	(J. Adams, 1800)	X	X	X	X		X
<i>Raphitoma echinata</i>	(Brocchi, 1814)		X	X			
<i>Astacilla damnoniensis</i>	(Stebbing, 1874)	X	X	X		X	
<i>Deflexilodes subnudus</i>	(Norman, 1889)	X	X	X			
<i>Gitana sarsi</i>	(G.O. Sars, 1877)	X	X	X		X	
<i>Iphimedia minuta</i>	G.O. Sars, 1883			X		X	
<i>Leptocheirus bispinosus</i>	Norman, 1908		X	X		X	
<i>Leucothoe richiardii</i>	Lesson, 1865	X	X		X		
<i>Lysianassa ceratina</i>	(Walker, 1889)	X	X	X	X	X	X
<i>Pereionotus testudo</i>	(Montagu, 1808)						X
<i>Pseudoparatanaïs batei</i>	(Sars, 1882)	X	X	X	X	X	X
<i>Siriella gracilipes</i>	Nouvel, 1942	X	X	X	X	X	
<i>Tritaeta gibbosa</i>	(Spence Bate, 1862)	X	X				
<i>Tryphosella sarsi</i>	Bonnier, 1893	X	X	X	X		
<i>Eulalia aurea</i>	Gravier, 1896			X			
<i>Eulalia mustela</i>	Pleijel, 1987		X				X
<i>Eunice pennata</i>	(Müller, 1776)	X	X	X		X	X
<i>Euphrosine foliosa</i>	Audouin & H Milne Edwards, 1833	X	X	X	X		X
<i>Goniada emerita</i>	Audouin & H Milne Edwards, 1833					X	
<i>Lepidonotus clava</i>	(Montagu, 1808)			X	X	X	
<i>Micromaldane ornithochaeta</i>	Mesnil, 1897		X				
<i>Petta pusilla</i>	Malmgren, 1866			X			
<i>Phylloce madeirensis</i>	Langerhans, 1880	X	X	X			
<i>Prionospio fallax</i>	Söderström, 1920			X			
<i>Protolaeospira (Protolaeospira) striata</i>	(Quiévreux, 1963)			X			
<i>Pterocirrus macroceros</i>	(Grube, 1860)				X		
<i>Salmacina dysteri</i>	(Huxley, 1855)	X		X	X		X
<i>Scoletoma funchalensis</i>	(Kinberg, 1865)		X				
<i>Subadyte pellucida</i>	(Ehlers, 1864)		X				
<i>Endeis charybdaea</i>	(Dohrn, 1881)			X		X	
<i>Adna anglica</i>	Sowerby, 1823	X	X	X			
<i>Verruca stroemia</i>	(O.F. Müller, 1776)	X	X	X	X	X	
<i>Eumicella gazella</i>	Studer, 1901	X	X	X	X	X	X
<i>Savalia savaglia</i>	(Bertoloni, 1819)		X				
<i>Paramuricea grayi</i>	(Johnson, 1861)		X				
<i>Sertularelloides cylindritheca</i>	(Allman, 1888)		X				
<i>Rhizostoma luteum</i>	(Quoy & Gaimard, 1827)	X					

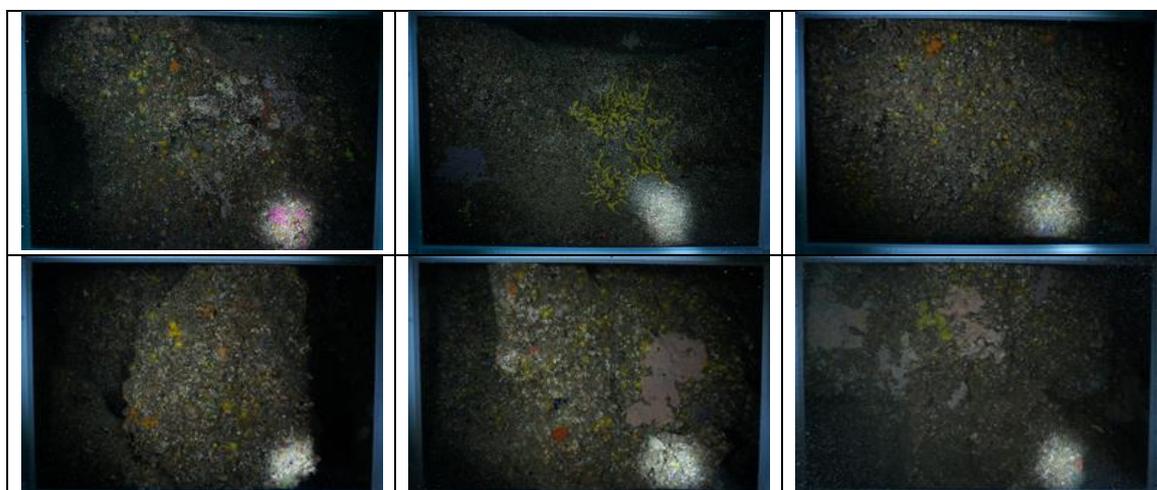
Annexe 6. Photos quadrat pour calculer l'EBQI.

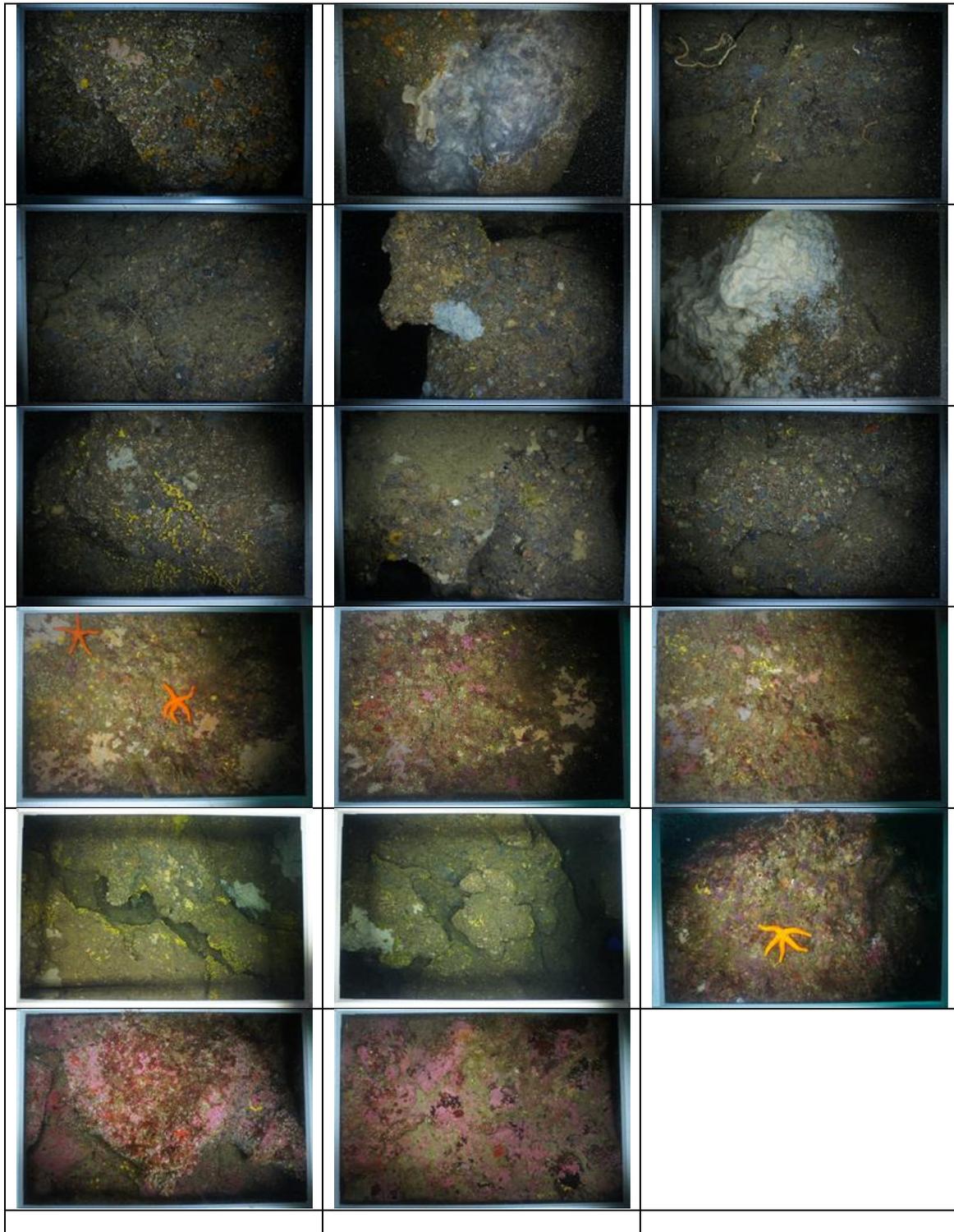
- 33 images de la grotte de Gruyère



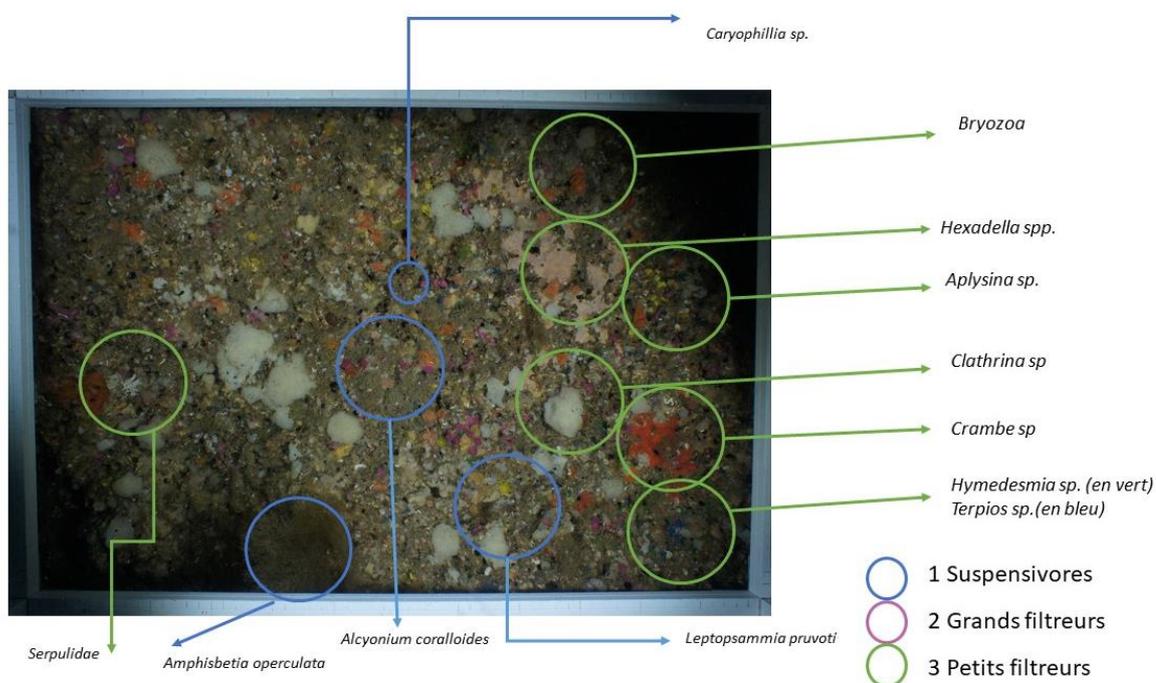


- 25 images pour la grotte de Ficoa





Annexe 7- Exemple de traitement d'images pour évaluer les % de recouvrement (compartiments 1 à 3)



Annexe 8. Détails du calcul de l'EBQI et de l'IDC par site.

Pour les grottes :

$$EBQI = \left[\sum_{i=1}^7 (W_i \times S_i) \div \sum_{i=1}^7 (W_i \times S_{max}) \right] \times 10$$

$$IDC_{EBQI} = \left[\sum_{i=1}^7 (W_i \times IDC_i) \div \sum_{i=1}^7 (W_i \times IDC_{max}) \right] \times 4$$

- **Grotte de Gruyère**

$$EBQI = \frac{[(5 * 4) + (3 * 4) + (2 * 4) + (2 * 3) + (3 * 3) + (4 * 2) + (3 * 2.5) + (1 * 1)]}{[(5 * 4) + (3 * 4) + (2 * 4) + (2 * 4) + (3 * 4) + (4 * 4) + (3 * 4) + (1 * 4)]} * 10$$

$$EBQI = \left[\frac{20 + 12 + 8 + 6 + 9 + 8 + 7.5 + 1}{20 + 12 + 8 + 8 + 12 + 16 + 12 + 4} \right] * 10$$

$$IDC = \frac{[(5 * 3) + (3 * 3) + (2 * 3) + (2 * 4) + (3 * 2) + (4 * 3) + (3 * 2.5) + (1 * 2)]}{[(5 * 4) + (3 * 4) + (2 * 4) + (2 * 4) + (3 * 4) + (4 * 4) + (3 * 4) + (1 * 4)]} * 4$$

$$IDC = \left[\frac{15 + 9 + 6 + 8 + 6 + 12 + 7.5 + 2}{20 + 12 + 8 + 8 + 12 + 16 + 12 + 4} \right] * 10$$

- **Grotte de Ficoa**

$$EBQI = \frac{[(5 * 4) + (3 * 4) + (2 * 4) + (2 * 1) + (3 * 2) + (4 * 2) + (3 * 2) + (1 * 0)]}{[(5 * 4) + (3 * 4) + (2 * 4) + (2 * 4) + (3 * 4) + (4 * 4) + (3 * 4) + (1 * 4)]} * 10$$

$$EBQI = \left[\frac{20 + 12 + 8 + 2 + 6 + 8 + 6 + 0}{20 + 12 + 8 + 8 + 12 + 16 + 12 + 4} \right] * 10$$

$$IDC = \frac{[(5 * 3) + (3 * 3) + (2 * 3) + (2 * 4) + (3 * 2) + (4 * 3) + (3 * 2.5) + (1 * 2)]}{[(5 * 4) + (3 * 4) + (2 * 4) + (2 * 4) + (3 * 4) + (4 * 4) + (3 * 4) + (1 * 4)]} * 4$$

$$IDC = \left[\frac{15 + 9 + 6 + 8 + 6 + 12 + 7.5 + 2}{20 + 12 + 8 + 8 + 12 + 16 + 12 + 4} \right] * 4$$

- **Récif à gorgones *P. grayi***

Annexe 9. Communication colloque

Circareef/Circatax project: Biodiversity and structure of rocky circalittoral habitats on the Basque coast (South of the Bay of Biscay)

MN de Casamajor (1), S. Sartoretto (2), B. Goullieux (3), C. Ravel (2), S. Bujan (3), L. Devaux (3) & M. Lissardy (1)

(1) Ifremer LERAR Anglet, 1 allée du parc Montaury 64600 Anglet, France
 (2) Ifremer LERPAC, Zone Portuaire de Bregailon, CS20 330, 83507 La Seyne-sur-Mer Cedex, France
 (3) UMR CNRS 5805 EPOC – OASU, Station Marine d'Arcachon, Université de Bordeaux, Place du Docteur Bertrand Peyneau, 33120 Arcachon Cedex France

Context & Objectives

The structural habitat of circalittoral "reefs" are constituted predominantly by faunistic biocenoses, where erect macroalgae are no longer present, in particular due to the lack of light. Nevertheless, the encrusting sciaphilic algae still occur and they host a diversified biodiversity, with numerous functional roles and ecosystem services: nursery, protection, feeding ground.

In the perspective of addressing European directives, in the marine sub-region "Bay of Biscay" and N2000 marine protected area "Rocky Basque coast and offshore extension" knowledge is lacking about local biodiversity and their functional role, in order to further management decision-making. Benthic community is of major interest in assessing the conservation status of ecosystems. The sessile component of the benthos is particularly vulnerable to changes in the environment: sediment deposits, chemical contamination and climate change. Physical and chemical modifications can cause total or partial destruction of habitat and their communities.

Considering sampling protocols as the basis of observation, Circareef / Circatax project aims to fill the methodological gaps identified on the rocky circalittoral habitats of the Basque coast. Based on the protocols applied in the Mediterranean habitats (coralligene, marine caves with EBQI Ecological Bases Quality Index approach), the challenge is to adapt current indicators to the biogeographical contexts of the Bay of Biscay. To understand biodiversity and allow the definition of a relevant lists of species, implementation of different sampling techniques done to collect the main biological compartments are needed, with the help of different taxonomic experts.

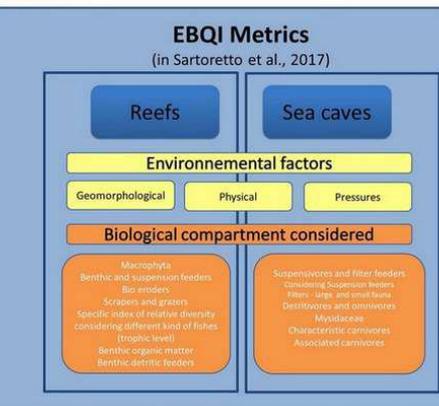
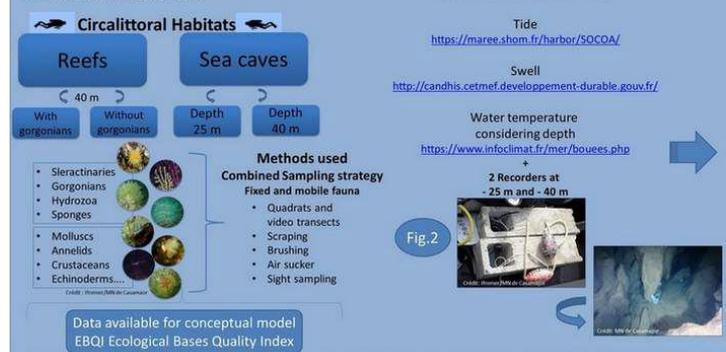
A first stage of the project consists in characterizing the specific biodiversity, which have never been sampled. In a second stage, the aim is to understand the functioning of this habitat and conceptualize its organization as a model according to an EBQI approach. These two projects are still in progress and the aim of this poster is to present:

- the strategies implemented to achieve the objectives set;
- the first results of the campaign carried out in 2020.



Fig.1 Sampling sites location between 1 to 2 miles from the coast and 20/40 m depth

Sampling design (autumn 2020 and spring 2021)



Results and discussion

1 Environmental conditions (Fig.3)

- During summer season 2020 (2 month)
- Effects of swells on fluctuations of water masses
- Installation conditions of thermocline

2 Demographic structure of *P. grayi* (Fig.4)

- Average height: 10.5 cm (+/- 2.95)
- Average density: 119 ind / m² (+/- 2.33)
- Absence of necrosis

3 Benthic Macrofauna Biodiversity (Fig.5)

Among these taxa first results show an original biodiversity with species outside their geographic range and possibly new species to describe

4 The first data from the probes after two months of immersion allow to characterize the environmental conditions of the thermocline installation (Fig.3). The next survey is scheduled for the end of June 2021. It will allow visualization of fluctuations over the one year (July 2020 to June 2021).
 ► Considering wind direction and speed could be an interesting factor.

2 These preliminary results show that the presence of a new habitat for the south of the Bay of Biscay that could be named "Circalittoral reef dominated by *Paramuricea grayi* and *Savalia savaglia* communities" (Fig.6). The characterization of this unknown habitat is in progress (Fig.4 & 5).
 ► The biodiversity of the communities is being identified (result for 2022)

3 These first taxonomic results confirm the interest of diversifying sampling techniques to optimize biodiversity knowledge for sessile and vagile fauna (Fig.5). Given the environmental conditions specific to this area, methodological adaptations are still needed to assess the conservation status in future works.
 ► The definition of the taxonomic lists can be established at the end of the project to inform the EBQI biological compartments.

Conclusion: Reef habitats are considered as priority habitat in conservation of N2000 Areas. EBQI approach to assess the conservation status in future works should be a relevant indicator considering adaptation necessary in the particular biogeographic area of the Basque coast of the south of the Bay of Biscay. The second part of the campaign in 2021 will make it possible to complete the data acquired and provide information needed to achieve the objectives set.

Main reference used:
 Buisson, A. (1992). Notice relative à la présence de *Paramuricea grayi* (Delile, 1881) (Cnidaria, Anthozoa), sur la côte de France, Nouvelle-Aquitaine.
 Buisson, A., M. Lissardy, et al. (2021). Circareef/Circatax: Biodiversity and structure of rocky circalittoral habitats on the Basque coast of the south of the Bay of Biscay.
 Buisson, A., M. Lissardy, et al. (2021). An ecosystem-based approach to evaluate the ecological quality of Mediterranean underwater caves.
 Buisson, A., et al. (2021). Guide méthodologique pour l'évaluation de l'état de conservation des habitats marins.
 Sartoretto, S., et al. (2017). An integrated method to evaluate and monitor the conservation state of coastal habitats: the BIODICOR approach.
 This work was supported by the Ifremer Scientific Division and the New Aquitainian DREAL.

- Séminaire OFB sur les habitats rocheux intertidaux et subtidaux du 16 au 18 novembre 2022, Brest

Récif circalittoral à gorgones *Paramuricea grayi* (Johnson, 1861) » golfe de Gascogne sud

université BORDEAUX

MN de Casamajor ⁽¹⁾, S. Sartoretto ⁽²⁾, A. Saint Germain ⁽³⁾, B. Guillaudeau ⁽³⁾

(1) Ifremer LERAP, allée d'Anglet, 1 allée du parc Montaury 64600 Anglet, France
 (2) Ifremer LERAPAC, Zone Portuaire de Brégallien, CS20 330, 82537 La Baye-sur-Mer Cedex, France
 (3) Univ. Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, EPOC, UMR 5805, F-33600 Pessac, France

Contexte & Objectifs

Le domaine marin du pays basque est marqué par la présence de récifs circalittoraux entre Biarritz et Hendaye. Ils forment un arc de cercle d'environ 3 km de large et sont bordés de falaises d'une hauteur pouvant atteindre 22 m (Augris et al., 2009). Ces récifs n'ont été que peu étudiés mais sont identifiés d'intérêt biogéographique pour la flore et la faune de France (de Casamajor et Lalanne, 2016). Ils sont classés en zone Nature 2000 FR7200813 « Côte basque rocheuse et extension au large » (Fig.1). Les projets Circareef et Circatax visent à étudier les communautés benthiques des récifs circalittoraux de cette zone, en ciblant deux habitats remarquables : les récifs à gorgones et les grottes. Parmi ces habitats et les 4 espèces de gorgones observées, ce poster se focalise sur un habitat particulier le récif à *Paramuricea grayi*. C'est une espèce à affinité méridionale, non encore référencée sur la côte basque française. La présence de colonies isolées a été seulement décrite sur la côte basque espagnole (Aituna, 1991). Ce travail présente les résultats de l'échantillonnage visant à décrire la structure de la population de cette espèce de gorgone considérée comme ingénier et la biodiversité associée. À terme, à partir d'une approche écosystémique et l'acquisition de données physiques et de biodiversité l'objectif est de tester le calcul d'un indice EBQI (Ecological Based Quality Index)(Ruitton et al., 2017).

Fig.1

Fig.1 Localisation de l'habitat récif circalittoral à *Paramuricea grayi* au sein de la zone N2000 (-35 m)

Stratégie d'échantillonnage

(voir les annexes relatives aux échantillonnages effectués en 2021 et 2022)

Combinaison de méthode d'échantillonnage
 Faune Benthique et mobile

Habitats circalittoraux

Grottes (15 et 45 m) + Récifs *P. grayi* (15 m)

Structure de la population de gorgones
 12 x 20 cm
 8 x 4 x 4 cm

Approche biodiversité
 Diversité taxonomique (Fig.3)
 - Taxons et qualité visuel
 - Échantillonnage
 - Échantillonnage
 - Surveys à air
 - Échantillonnage à main

Caractérisation physique de l'habitat
 Marée
<https://seamless.com/fr/fr/les-5000m/>
 Houle
<http://www.les-5000m.com/communes/5000m/>
 Température de la mer sur 3 bathythermes
 (1 unité bathytherme = 10 m de profondeur)
 Profondeur : 10 m (bathytherme)
 2 sondes Houle Temp-Profil2 Promoteur*
 Profondeur : -15 m et -45 m

Mise en route
 Juillet 2020
 Échantillonnage biologique
 04/2022

Données nécessaires pour une approche EBQI

Résultats & discussion

Structure démographique de *P. grayi*

Présence de 30 individus (30 colonies) sur la population étudiée sur 225 colonies échantillonnées. Parmi ces individus 11 autres espèces de gorgones ont été identifiées. Les gorgones échantillonnées sont classées en 4 groupes (Fig.4) : Gorgones isolées de 1 gramme isolées sur l'échantillon, Gorgones isolées de 1 gramme isolées sur l'échantillon, Gorgones isolées de 1 gramme isolées sur l'échantillon, Gorgones isolées de 1 gramme isolées sur l'échantillon.

Conditions environnementales sur le récif de gorgones
 Les données environnementales collectées sur le récif de gorgones sont présentées dans les graphiques suivants (Fig.5). Les données collectées sont présentées dans les graphiques suivants (Fig.5). Les données collectées sont présentées dans les graphiques suivants (Fig.5).

Biodiversité de la macrofaune benthique

La biodiversité de la macrofaune benthique est présentée dans le diagramme circulaire (Fig.6). Les données collectées sont présentées dans les graphiques suivants (Fig.6). Les données collectées sont présentées dans les graphiques suivants (Fig.6).

Conclusion : Ce travail présente les premières données biologiques et physiques collectées sur un récif circalittoral à *P. grayi* dans le sud du golfe de Gascogne. Cet habitat est remarquable du point de vue de sa fonctionnalité, mais aussi de la biodiversité associée à cette espèce structurante et des singularités biogéographiques qu'il présente. Un travail similaire mené sur les grottes sous-marines du secteur complète tout l'intérêt d'avoir classé cette zone en N2000 au titre de la directive Habitat Faune Flore. Ces premières données témoignent de l'intérêt de poursuivre les échantillonnages sur cette espèce ingénier et la biodiversité associée. Peu de données existent à l'heure actuelle et sont nécessaires pour comprendre la structure et le fonctionnement de cet habitat et évaluer ainsi sa vulnérabilité.

Ce travail a été financé par la direction scientifique de Ifremer et par la DRAC de Nouvelle Aquitaine.

Annexe 10. Communications grand public

- Présentation du projet en Copil Natura 2000 « Côte basque rocheuse et extension au large » – 28 avril 2021



université de BORDEAUX

EPOC

PRÉFÈTE DE LA RÉGION NOUVELLE-AQUITAINE
Liberté
Égalité
Fraternité

Ifremer

**CIRCAREEF
CIRCATAX**
Récifs circalittoraux
de la Méditerranée
au sud du golfe de
Gascogne
2020-2022

© Ifremer

MN DE CASAMAJOR – COPIL N 2000– 28 AVRIL 2021



RECHERCHE

- P. RAGOT -

La plongée scientifique se développe à grande vitesse ces dernières années pour répondre aux besoins d'acquisition de connaissances pour la recherche et du contrôle de l'état écologique des espaces maritimes. Même si elle est surtout menée par les scientifiques et universitaires, elle fait quelquefois appel aux plongeurs récréatifs à travers les séances participatives. Par Patrick Ragot. Photos de l'auteur.

Photos de l'auteur par les quotas

PLONGÉE SCIENTIFIQUE EN ATLANTIQUE

En Atlantique, de grands instituts de recherche publics français (CNRS, Ifremer, université de Pau et des Pays de l'Adour) collaborent avec des bureaux d'études privés (Capana, Creocosa, Invivo Environnement...). Nous avons eu la chance de participer à une campagne de récolte de données et de prélèvements d'échantillons biologiques pour l'Ifremer et l'université de Bordeaux (Laboratoire Epoc) sur la Côte basque au large de la baie de Saint-Jean-de-Luz dans la zone Natura 2000 « Côte basque rocheuse et extension au large ». Ces programmes sont financés par la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement et l'Ifremer (Drea).

Les chercheurs de l'Ifremer et de l'université sont enseignants, chercheurs, techniciens avec une formation scientifique de plusieurs années mais ils doivent également bénéficier d'une formation plongée professionnalisée à travers le CAH ou certificat d'aptitude à l'hyperbarie mention B¹¹ qui comporte une formation initiale et une formation continue (passée récemment à cinq ans avec entraînement et contrôle périodique). Ils bénéficient également d'une surveillance médicale annuelle par les médecins spécialistes, assortie d'examen complémentaires obligatoires. Les mêmes règles s'appliquent aux reporters vidéastes ou photographes qui voudraient participer à ces chantiers.

/// MÉTHODES DE PLONGÉE

Le matériel utilisé et les procédures de plongée sont extrêmement différents de la plongée loisir avec l'usage des tables de plongée du ministère du Travail baptisées Tables de référence. Des « conditions dégradées » de courant, houle, marée ou température limitent le temps de travail ou la profondeur et bien sûr l'océan Atlantique ne se prive jamais de jouer les trouble-fêtes. Les tables du ministère du Travail (MT 92) sont la référence mais selon les organismes, les méthodes diffèrent, notamment la possibilité de plonger en apnée ou l'usage d'un recycleur. Le fameux *Manuel de sécurité hyperbare* de l'entreprise ou de l'association doit préciser comme le choix des mélanges autorisés, les méthodes et le Plan d'organisation des secours.

Pour ces plongées avec l'Ifremer, nous avons utilisé ces tables (et du coup pensé à mettre notre ordinateur en mode chronomètre !) pour la gestion de la désaturation



L'équipe au complet.

avec notamment des paliers à - 6 mètres à l'oxygène pur, ce qui impose de s'adjoindre un petit bloc de décompression ou pony pour les paliers, en plus du bloc secours par binôme. Les temps et profondeurs planifiés doivent être strictement respectés. Notre chantier (c'est le terme) se situait dans la zone des 40 mètres pour 30 minutes au fond. La visibilité, bonne en juillet, s'est singulièrement dégradée en septembre en même temps que se réduisait la température descendue au fond à 13 °C (c'est long un palier à cette température...). Chaque chercheur plongeait donc avec son matériel, son pony et son équipement scientifique. Pour certains, descendre avec une suceuse à air autonome les rapproche des anciens pieds lourds.

Le support logistique de ces plongées a été réalisé par la base fédérale FFESSM d'Hendaye (BFH), base historique de plongée du comité subaquatique Nouvelle Aquitaine (CSNA), installée à Socca dans un premier temps puis à Hendaye depuis 1993. La BFH dispose de trois bateaux très bien équipés avec un gonflage à bord évitant le transport des blocs, d'installations modernes de gonflage oxygène et nitrox, de vestiaires et de salles de cours permettant, quelle que soit la saison, une confortable pratique de la plongée sportive ou professionnelle. Cette base forme tous les niveaux de plongeur du niveau I jusqu'aux brevets d'État (DJEPS et



Colonisation de gorgones.

BJEPS) et de nombreux organismes viennent s'y entraîner comme les membres de la SNSM et les sapeurs-pompiers. Un grand merci d'ailleurs à Fred, David et Axel pour leur gentillesse et leur professionnalisme et à Philippe Constantin pour son accueil toujours chaleureux de nos projets sur la base fédérale.

/// LE PROJET SCIENTIFIQUE

Il est en fait constitué de deux parties distinctes qui ciblent les habitats circalittoraux, nommés Circareef et Circatux et menées conjointement par Ifremer (Anglet et Toulon) et l'université de Bordeaux (laboratoire Epop). Le terme « circalittoral », en abrégé circa, désigne des habitats où la faune domine quand la diversité des algues diminue fortement en lien avec l'atténuation de la lumière. Ces programmes, financés par la Dreal Nouvelle Aquitaine et Ifremer, sont co-dirigés par Marie-Noëlle de Casamajor et Stéphane Sartoretto (habitats grottes et gorgones), et Benoît Gouilleux (macrofaune benthique). Ces projets de recherche visent à décrire la biodiversité présente sur ces récifs considérés comme habitat remarquable⁽¹⁾ pour permettre, à terme, de définir un état de conservation notamment sur les récifs de gorgones et les grottes et surplombs, ce qui explique le choix des sites de plongée d'Arcoa et Ficoa qui étaient particulièrement adaptés sur la zone Natura 2000 « Côte basque rocheuse et extension au large ». La description de ces habitats sera réalisée pour la première fois à partir des résultats de ces campagnes.

Lors de ces plongées (deux par jour), nous avons utilisé une suceuse à air comprimé et un panier de brosse pour récolter la macrofaune benthique, récupérer des sondes de température colonisées après un an au fond, réaliser un comptage des espèces par carroyage et photographier dans des guides Quadra standardisé de 0,25 mètre. Ces échantillons conservés dans l'alcool à 90° fourniront du travail aux laboratoires pour au moins un an. Ils seront identifiés, comptés, répertoriés et certains auront droit au séquençage ADN.

Des espèces nouvelles pour la science, ou inconnues dans la zone étudiée, peuvent être ainsi identifiées par les laboratoires de références souvent européens ou mondiaux. Nous avons (voir *Subaqua* 299, page 8) eu la chance de visualiser pour la première fois en Atlantique sud Française la grande méduse *Rhizostoma luteum* (certes hors étude mais bien intéressante...). L'objectif final est de permettre d'élaborer un modèle de fonctionnement de ces habitats à partir d'une

compilation de l'ensemble des données biologiques et physiques sur la base de l'expérience des travaux méditerranéens. Cette approche est indispensable aux gestionnaires dans le cadre de Natura 2000 pour contribuer à la définition de leur état de conservation.

/// LES MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGES BIOLOGIQUES

Pour la macrofaune (organismes d'au moins 01 mm), trois techniques qualitatives de prélèvements ont été mises en place :

- > l'aspiration benthique à la suceuse à air permettant de récupérer la macrofaune non fixée sur fond horizontal ;
- > le brossage, plus adapté aux parois verticales et aux plafonds ;
- > la récolte avec échantillons de flore et de faune en pot.

Les échantillons sont conditionnés immédiatement sur le bateau (tri sélectif, tamisage et conservation éthanol 95 %) afin de garantir les meilleures conditions d'analyses ultérieures.

Pour les récifs de gorgones et les grottes, des mesures ont été prises sur des quadrats⁽²⁾ afin d'évaluer la densité des pieds de gorgones et leur hauteur. La récolte s'est faite à la main et par grattage pour identifier les principales espèces associées aux champs de gorgones. Une couverture photographique et une documentation vidéo ont été réalisées. Des sondes de mesure de températures ont été déposées à deux profondeurs différentes pour caractériser les fluctuations de températures et de la thermocline au cours de l'année (sans oublier la récupération des sondes précédentes). L'ensemble des échantillons sera conservé à l'alcool, avec identification et traitement au laboratoire pendant six à douze mois. Le troisième temps sera consacré à la détermination et la publication des résultats. Ces derniers ne seront publiés que dans quelques mois mais il semble bien que des espèces inattendues ou inconnues aient été remontées et déjà identifiées.

Personnellement, je retiendrais la rigueur des protocoles de collecte et de stockage mais surtout la splendeur des champs de gorgones multicolores en pleine santé dans cet habitat. Les volumes, les couleurs et les espaces couverts par ces variétés toutes différentes m'ont stupéfié. Enfin, partager le quotidien des scientifiques et participer à leurs travaux de recherche aura été une aventure et une expérience enrichissantes. 🌊



Brossage vertical.

(1) Le certificat d'aptitude à l'hyperbarie des scientifiques est la mention B classe 1 (11m à - 30 m) ou classe 2 (jusqu'à - 60 m). Elle permet les interventions subaquatiques. Seule la mention A (scaphandriers) permet les travaux subaquatiques.

(2) Plus précisément, cela concerne les grottes marines et surplombs et autres micro-habitats à biocénose sclérophile du circalittoral côtier notamment ceux à *Parazoanthus anthalax* et *Lepidostomella pruvoti*.

(3) Cadre utilisé en écologie et biologie pour isoler une unité de surface standard pour l'étude de la distribution d'un élément sur une grande surface. Les quadrats modernes peuvent être rectangulaires, circulaires ou irréguliers.

PLONGER SUR LA CÔTE BASQUE

La Côte basque comporte de très nombreux sites de plongée, pour tous niveaux. L'Atlantique est très riche en faune et en flore avec une température d'eau et une colonimétrie différentes (l'eau est plus verte et quelquefois plus froide qu'en Méditerranée). Une particularité : l'étang de Hossegar et le canal de Capbreton sont des modèles de pouponnières de la biodiversité et des sites de reploi pour la plongée que certains préfèrent à la haute mer. Il existe de très nombreuses épaves entre trente et soixante mètres parmi lesquelles le *St Sunniva*, l'*Agilon*, le *Morutier* et le *Mayo*. De nombreuses structures associatives et professionnelles sont installées sur la côte basque, URPEAN, la base fédérale, Planet Océan à Hendaye, les Aquanauts à Capbreton, l'USB à Biarritz...