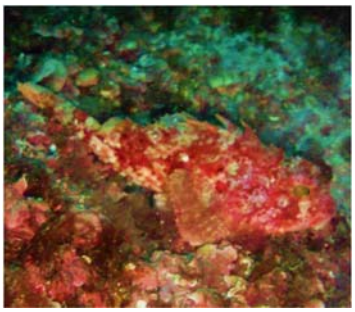


RECIFS DE LA COTE BASQUE

RESULTATS DE SUIVI (2008-2016)

Partenaires financiers

PYRENEES ATLANTIQUES LE DEPARTEMENT

RÉGION Nouvelle-Aquitaine

ima
Institut des Milieux Aquatiques

J. Popovský
2017

Ont participé aux travaux, et je les en remercie :

Laurent Soulier, directeur de l'IMA

Cécile Jadot, chargée de mission IMA

Marie-Noëlle de Casamajor, Ifremer

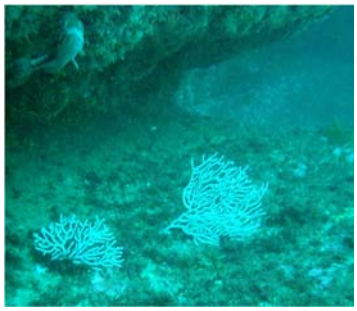


TABLE DES MATIERES

Liste des figures 3
Liste des tableaux 3

Contexte 4
Introduction 5
1. Présentation de la zone d'étude 5
2. Méthodologie d'étude 7
2.1 Moyens à la mer 7
2.2 Opérations en plongée 7
2.3 Observations 7
3. Résultats 8
3.1 Richesse spécifique 8
3.2 Richesse faunistique par site 9
3.3 Composition intersites 11
3.4 Test sur la saison d'observation 11
4 Commentaires 12
4.1 Difficultés 12
4.1.1 Difficultés liées au milieu 12
4.1.2 Difficultés liées à la plongée en scaphandre autonome 12
4.1.3 Difficultés liées à la méthode de comptage 12
4.1.4 Difficultés liées au traitement des données 13
4.2 Evolutions 13
5. Conclusion 14
..... 18
Bibliographie 18

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Profondeurs moyennes de travail par site 6
Figure 2 : Localisation des récifs suivis 6
Figure 3 : Peltodoris atromaculata se nourrissant d'éponge, entouré de Cnidaires du genre Aglaophenia 8
Figure 4 : Densités relatives des diverses classes observées 9
Figure 5 : Abondances relatives des diverses classes observées 9
Figure 6 : Aplysia punctata 11

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Présentation géographique des sites (source : Carte SHOM 6558S) 5
Tableau 2 : Evaluation de la richesse spécifique 8
Tableau 3 : Evolution du nombre de taxons recensés sur chaque site en début, milieu et fin de programme 10
Tableau 4 : Liste des principales espèces ou genres observés 10
Tableau 5 : Dénombrement des taxons observés sur chaque site entre 2008 et 2016 11
Tableau 6 : Approche de la définition de l'état de conservation d'un habitat, méthodes utilisées (d'après Lepareur, 2011) 14

CONTEXTE

Situé au fond du golfe de Gascogne, après quelques centaines de kilomètres de côte sableuse, le littoral basque se dresse sur des falaises rocheuses, entrecoupées de plages de sables et graviers, de quelques champs de blocs également. Ce littoral classé au titre de la Directive Européenne 92/43/CEE relative à la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore (site *Natura 2000* FR7200775 Domaine d'Abbadia et corniche basque, site *Natura 2000* FR7200776 Falaises de Saint-Jean de Luz à Biarritz) est prolongé en mer par un site dont le classement repose notamment sur la présence de grottes et de tombants (site FR7200813 Côte basque et extension au large, habitat 8330 « grottes marines submergées ou semi-submergées »). Ce dernier classement fait donc le lien avec l'habitat 1170-5 « roche infralittorale en mode exposé (façade atlantique) », qui caractérise les fonds marins de cette partie du Golfe. En effet, des remontés rocheuses sont accessibles entre 15 et 50 m de fond, séparées par des étendues sableuses et/ou caillouteuses (CartHam, 2014)…

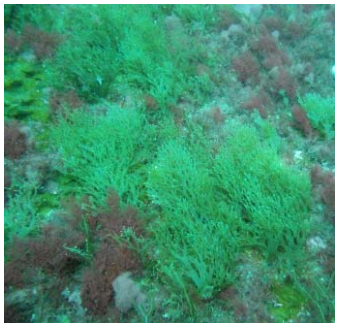
Par ailleurs, cette zone est caractérisée par un contexte biogéographique méridional et un hydrodynamisme particulier, différents de ceux observés dans le reste du Golfe, comme le soulignent les travaux menés au sein du programme CartHam et qui ont abouti notamment à la demande de requalification de certains habitats :

- 1170_5 Roche infralittorale en mode exposé, proposé comme Roche **médio**littorale en mode exposé
- 1170_2 Roche **infra**littorale en mode **abrité**, proposé comme Roche **médio**littorale en mode **battu**
- 1170_13 Roche infralittorale à algues photophiles **(Méditerranée)**, proposé comme Roche infralittorale à algues photophiles en mode **battu (Atlantique)**
- 8330_3 Biocénoses des grottes semi obscures (Méditerranée), présenté en zone **circa**littorale mais présent plutôt en **infra**littoral et proposé ainsi.

D'autres demandes ont été portées au cours de ce programme auprès du référent national pour notre zone qu'est Ifremer Brest : la création de l'habitat à *Gelidium*, la création d'un faciès à *Alcyonium spp.* Des demandes, plus récentes, faites par l'antenne angloye de l'Ifremer sont en cours. Elles concernent la requalification d'habitats de l'étage infralittoral à circalittoral sachant que les difficultés liées à la délimitation des étages est importante. Elles portent également sur les niveaux d'énergies dans lesquels certaines espèces sont décrites mais qui ne correspondent pas à la réalité de leur milieu de vie local.

Afin de caractériser ces habitats d'intérêt communautaire, diverses études ont été menées avec notamment les travaux réalisés en partenariat entre Créocéan et l'Institut des Milieux Aquatiques en 2004, puis au cours du programme CartHam en 2014 (Créocéan et IMA, 2010) issu des travaux cartographiques du programme européen MeshAtlantic (Gonçalves *et al*, 2013 et Monteiro *et al.*, 2013).

L'IMA a focalisé ses travaux sur l'habitat récif dès la fin des années 2000, par le biais de travaux menés dans le cadre de l'Observatoire de la côte aquitaine au sein du programme ERMMA (Environnement et Ressources des Milieux Marins Aquitains). La caractérisation des communautés benthiques et le suivi de l'évolution de l'habitat se font par le suivi de 4 récifs choisis selon trois 3 critères majeurs : l'éloignement à la côte et la profondeur, la géomorphologie et la saison.



Programme ERMMA (Environnement et Ressources des Milieux Marins Aquitains) :

- Programme soutenu par les Conseils départementaux des Landes et des Pyrénées-Atlantiques, et le Conseil Régional de Nouvelle Aquitaine
- C'est un outil global de connaissances scientifiques et d'expertises pluridisciplinaires et inter organismes spécialisés sur l'évolution de la biodiversité marine en Aquitaine
- Il permet les interactions entre les scientifiques et les Institutions en charge de la gestion durable du milieu marin et de la communication vers un large public.

INTRODUCTION

Quatre récifs au large de la côte basque sont suivis depuis 2008 : Basse des Esclaves, Ficoa en Cala, Aroca Tiquia et Belharra Perdun. En début de mission, d'autres brisants ont été explorés mais n'ont pas été retenus par la suite pour des raisons d'ensablement, de décapage, de profondeur trop différente ou de proximité de la côte : Les Briquets, Cambo Banco ou encore Chouroubiague.

Le protocole de suivi mis en place a pour objectifs **d'approcher l'évolution de la faune benthique récifale** dans le cadre du programme de l'Observatoire de la Côte Aquitaine au travers **d'espèces caractéristiques**.

Deux premières analyses des données au bout de deux années de suivis (Soulier *et al.*, 2009) puis sur les 3 premières (Becheler, 2011a), ont été faites et sont venues confirmer les gradients de répartition pressentis des espèces.

Le présent document vise à faire un point sur **les informations apportées par ce suivi**, mais aussi un état des **connaissances sur les protocoles développés** depuis la mise en place de ce travail sur la Côte Basque afin de faire évoluer nos travaux si nécessaire.

Le protocole en lui-même et les données sont analysés afin d'apporter des informations objectives dans cette réflexion.

1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Les zones rocheuses subtidales sont constituées de plateaux, remontées récifales, grottes et tombants, séparées par des zones de sable, de graviers, de fonds meubles d'une manière générale. Ces substrats rocheux présentent des conformations diverses : éboulis, strates, blocs, pitons… Parmi les sites possibles, quatre ont été retenus pour établir les gradients décrits précédemment (l'éloignement à la côte et la profondeur, la géomorphologie). Ces sites, bien que non uniformes dans leur conformation, permettent d'accéder à des plateaux, plus ou moins étendus, ce qui limite les paramètres de variabilité.

Les 4 sites retenus sont des remontés récifales plus ou moins étendues : les Esclaves et Belhara sont larges alors que Ficoa et Aroca sont bien plus étroits (CartHam étude biblio d'après Augris, 2010). Le choix de ces sites aux profondeurs diverses 2 à 2, permet également de tester l'effet de la profondeur sur les peuplements et associations d'espèces.

Les sites des Esclaves et de Belhara descendent en pente plus douce vers le large que vers la côte.

Tableau 1 : Présentation géographique des sites (source : Carte SHOM 6558S)

Récif	Distance à la côte	Profondeur minimale	Profondeur maximale	Profondeur tombant intérieur
Basse des Esclaves	3.5 km	10 m	23 m	30 m
Ficoa en Cala (brisant)	3.5 km	20 m	27 m	35 m
Aroca Tiquia (brisant)	2.5 km	16 m	22 m	34 m
Belhara Perdun (brisant)	2.5 km	15 m	25 m	36 m

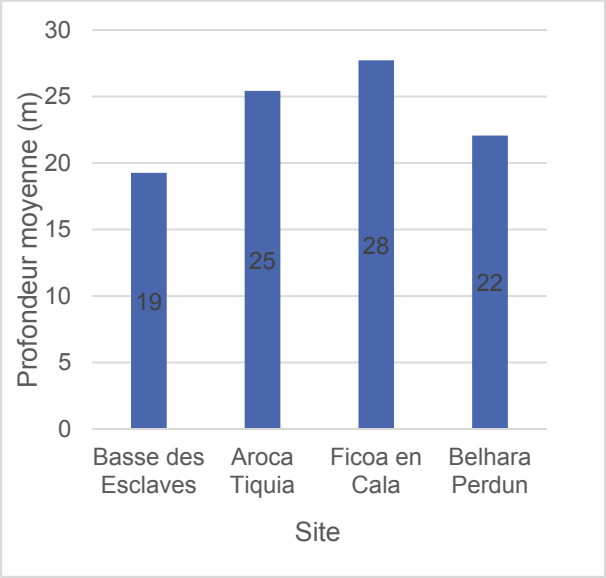


Figure 1 : Profondeurs moyennes de travail par site

Le test de Ficher sur la variance des profondeurs des récifs montre que Esclaves et Belhara, puis Aroca et Ficoa présentent des variances égales 2 à 2, à un degré de significativité de 5 %. Alors que ce même test, réalisé pour les autres couples de sites permet de distinguer les sites du point de vue de leur profondeur (H0 : égalité des variances).

Test F-Fisher		
0,64938981	Esclaves/Belhara	H0
0,14523851	Aroca/Ficoa	H0
0,00018631	Aroca/Belhara	rejet H0
0,01602002	Ficoa/Belhara	rejet H0
0,008626	Ficoa/Esclaves	rejet H0
0,000147	Aroca/Esclaves	rejet H0

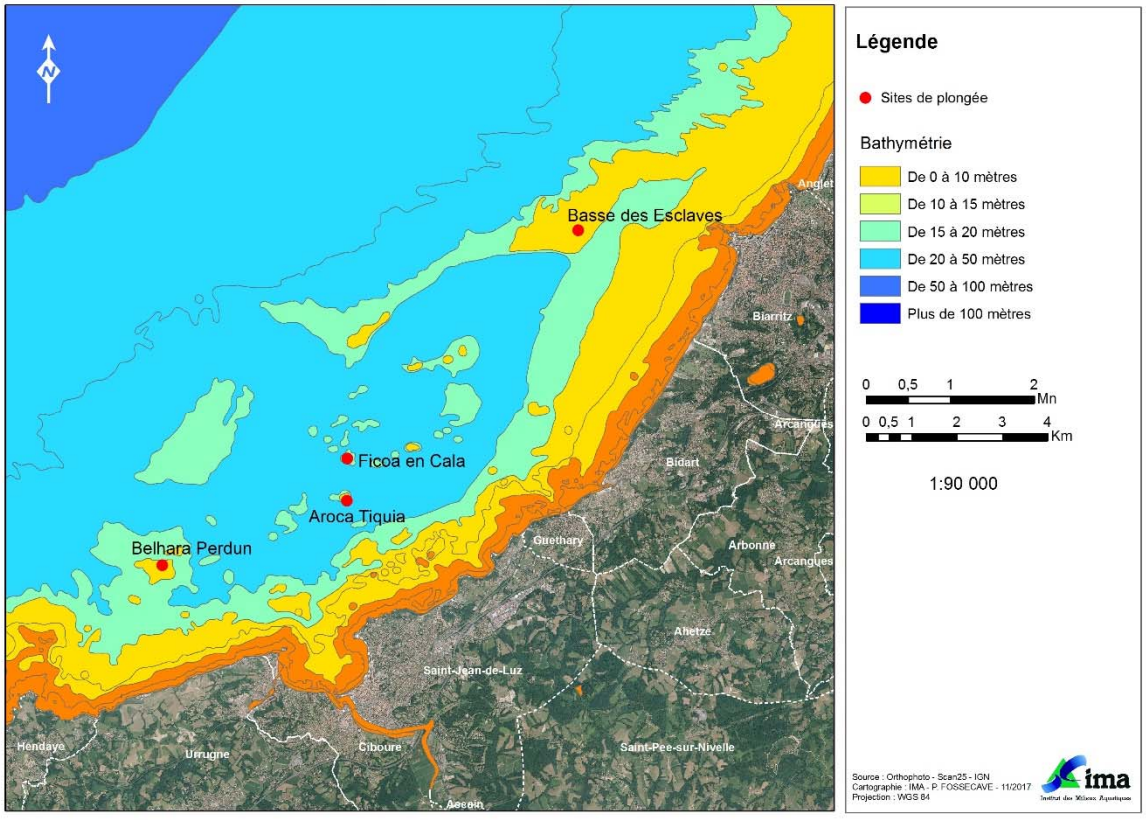


Figure 2 : Localisation des récifs suivis

2. METHODOLOGIE D'ETUDE

2.1 Moyens à la mer

L'institut affrète un navire de plongée pour se rendre sur les sites et garantir les moyens de sécurité de l'équipe. Le club de plongée BAB Subaquatique met à notre disposition son navire armé pour l'occasion pour les plongées professionnelles avec l'équipage nécessaire à la réalisation de ces travaux en toute sécurité.

2.2 Opérations en plongée

Après avoir repéré la zone de travail subtidale par GPS et sondeur, une gueuse reliée à la surface par un bout et un pavillon Alpha permet de matérialiser la zone de travail, de guider les plongeurs jusqu'au fond et de sécuriser leur progression. La méthode utilisée pour les travaux sous-marins, est une adaptation du *Belt transect* : transect en forme de couloir de 10 m de long par 2 m de large, parcouru en sens inverse sur sa médiane par 2 plongeurs-biologistes.

Cette méthode a pour avantage de fournir une grande quantité de données sur les abondances des taxons. Elle permet également d'approcher des densités de populations.

Le transect est matérialisé par un bout lesté. Celui-ci est déplacé dans un espace proche afin que les transects restent relativement homogènes. Trois à cinq réplicats sont réalisés en fonction des conditions de travail et notamment de la profondeur qui est un facteur limitant important en plongée à l'air.

Bien que facile à mettre en place, cette approche par la mobilisation de scaphandriers ne permet pas des durées d'observations très longues si la profondeur de travail est importante : les contraintes physiologiques pour le plongeur augmentent rapidement au cours de la descente. Par ailleurs, ce mode d'observation produit du bruit pouvant provoquer un comportement de fuite chez de nombreuses espèces mobiles.

2.3 Observations

Quelle que soit la méthode d'évaluation choisie, le choix de l'emplacement des transects doit répondre à deux impératifs (Obura, 2014) :

- La bonne représentativité de l'emplacement pour l'habitat : pour un substrat rocheux, éviter par exemple une coupure par un banc de sable, ou éviter de se placer sur une zone particulièrement riche en une espèce alors que l'ensemble du site en est moyennement pourvu.
- Les transects peuvent être placés bout à bout espacés de 5 à 10 m, mais ils peuvent également être disposés parallèlement les uns aux autres ou encore dans des directions aléatoires (Obura, 2014).

La liste des taxons suivis, sans être exhaustive à ce niveau d'identification, souvent au genre et non à l'espèce, s'enrichit d'année en année grâce à la publication d'ouvrages permettant de trouver des références. Ainsi, l'entraînement des plongeurs améliore leurs capacités d'identification.

L'abondance des taxons dénombrables est notée ainsi que le pourcentage de recouvrement pour les espèces encroûtantes. Ceux qui présentent d'importantes densités font l'objet d'une évaluation après comptage précis sur un carré d'environ 10*10 cm.

3. RESULTATS

Les résultats des 2 à 3 premières années de suivi ont mis en évidence un effet saisonnier qui traduit le recrutement au printemps de nombreuses espèces, recrutement bien visible chez les nudibranches, mais aussi potentiellement des flux migratoires. Restent cependant quelques questions que ni le protocole ni le manque de connaissances sur certains cycles de vie ne permettent de trancher : certaines espèces présentent-elles une plus grande activité estivale, un camouflage supérieur en hiver ?

Pour l'ichtyofaune, il est démontré que la baisse de luminosité, qu'elle soit liée à la nébulosité ou à la turbidité, peut induire des comportements semblables à ceux observés au crépuscule : certains poissons sortent et d'autres se camouflent. Leur dénombrement est alors modifié par rapport à une observation pratiquée par beau temps et eau claire (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985). Les populations sont alors sous-estimées.

Depuis le début du programme, ce sont 359 transects qui ont été réalisés de l'automne 2008 à l'automne 2016, en travaillant sur 2 saisons par an (printemps et automne).

Les indicateurs qu'il est possible de présenter sont issus de la méthode d'acquisition des données, de l'objectif recherché (ou de la réponse à la question posée) mais aussi du type de données collectées et des méthodes statistiques applicables (Becheler, 2011b). Ainsi, nous pouvons aborder : la richesse spécifique, la composition par site, la composition intersites, la saisonnalité.

3.1 Richesse spécifique

Figure 3 : *Peltodoris atromaculata* se nourrissant d'éponge, entouré de Cnidaires du genre *Aglaophenia*

Entre 2009, première année complète de suivi, et 2016, la richesse spécifique recensée s'est accrue. Ceci est plus certainement lié aux capacités d'identification et à l'entraînement des biologistes qu'à une réelle amélioration du milieu. En effet, on peut voir la liste s'enrichir d'année en année, ainsi 2012, par exemple, présente 92 taxons, contre 78 en 2009 et 137 en 2016.

Tableau 2 : Evaluation de la richesse spécifique

Année	Nombre moyen de taxons / transect
2009	13
2012	11.5
2016	22

Le test de normalité de Shapiro-Wilk met en évidence que les données recueillies ne suivent pas une loi de distribution normale (W = 0.71).

Le test de Wilcoxon sur les échantillons montre qu'ils ne diffèrent pas d'un observateur à l'autre en 2009 et 2016 (pour un seuil de 2,5 %, les degrés de signification sont respectivement de 30 et 33 %). Les données d'échantillonnage en 2012 montrent un degré de signification très faible (0.78 %), révélant le manque d'expérience de l'un des biologistes, et donc des relevés significativement différents d'un opérateur à l'autre (annexe 1).

Au cours des campagnes d'observation, certains genres ont été évalués en comptabilisant les individus parfois en utilisant des surfaces de recouvrement (Figure 4 et Figure 5).

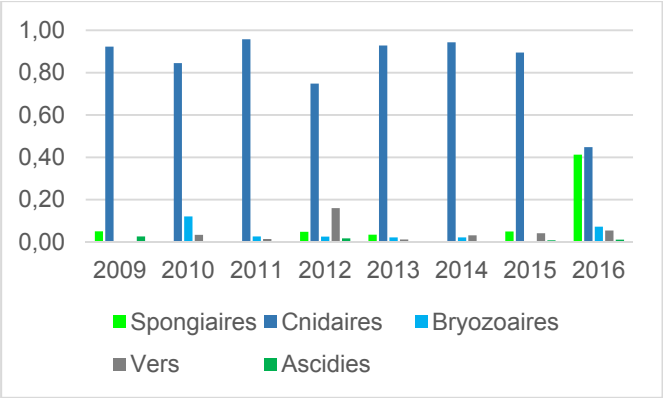


Figure 4 : Densités relatives des diverses classes observées

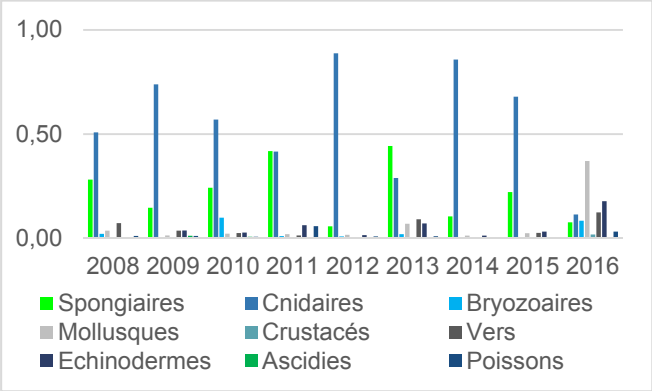


Figure 5 : Abondances relatives des diverses classes observées

Les récifs suivis sont fortement marqués par la présence de spongiaires et de cnidaires dont les identifications restent difficiles jusqu'à l'espèce.

Au début des années 2000, les travaux de l'IMA et de Créocéan avaient mis en lumière la présence d'espèces d'intérêt écologique (les 3 premières) et/ou économique (les 4 suivantes) que nous retrouvons toujours : *Stromanita haemastoma* (grande pourpre), *Berthella spp* (Berthelles), *Felimare cantabrica* (Doris cantabrique), *Octopus vulgaris* (poulpe), *Sepia officinalis* (seiche), *Scorpaena porcus* (rascasse brune), *Serranus cabrilla* (serran chevrette), *Paracentrotus lividus* (oursin violet). (Créocéan, 2004) (Annexe photographique 2).

La présence de nombreuses espèces rarement rencontrées est à signaler ainsi que la présence relativement fréquente d'espèces d'affinité méditerranéenne ou boréale :

- les spongiaires *Clathrina sp.*, *Aplysina sp.*, *Axinella sp.*, les cnidaires *Aiptasia mutabilis*, *Alcyonium coralloides*, le bryozoaire *Smittina cervicornis*, les mollusques *Bolma rugosa*, *Berthellina sp.*, *Felimare cantabrica*, *F. tricolor*, *F. luteorosea*, *F. purpurea*, *Peltodoris atromaculata*, les poissons *Gobius xanthocephalus* et *Parablennius rouxi*
- le bryozoaire *Chartella papyracea*, les mollusques *Facelina auriculata*

En croisant les résultats de nos observations avec la liste des espèces proposées pour la ZNIEFF (Soulier *et al.*, 2014), nous pouvons signaler la présence d'espèces indicatrices telles l'éponge *Halicondria panicea*, les cnidaires du genre *Aglaophenia*, les gorgones (*Eunicella verrucosa, Leptogorgia sarmentosa*), ou encore la rose de mer (*Pentapora facialis*) et l'étoile de mer rouge (*Echinaster sepositus*) (Annexe photographique 3).

3.2 Richesse faunistique par site

Afin de ne pas être soumis au biais induit par la taille de l'échantillon, le nombre de transects considérés est basé sur les données des 3 premiers transects réalisés par plongée.

Tableau 3 : Evolution du nombre de taxons recensés sur chaque site en début, milieu et fin de programme

Site	2009	2012	2016
Esclaves	43	42	72
Ficoa	54	56	67
Aroca	58	62	66
Belharra	61	65	71

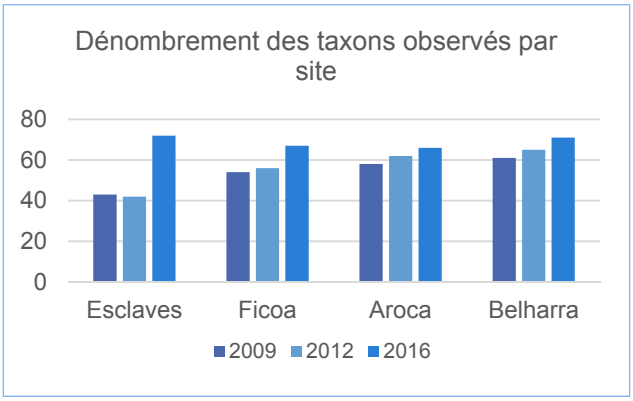


Tableau 4 : Liste des principales espèces ou genres observés

	Esclaves	Ficoa	Aroca	Belhara
Ascidies	*Diplosoma spongiforme* *Didemnum sp.*	*Didemnum sp.* *Diplosoma spongiforme* *Botryllus schlosseri* *Styela clava*	*Didemnum sp.* *Diplosoma spongiforme* *Ascidiella sp.*	*Diplosoma spongiforme* *Botryllus schlosseri*
Bryozoaires et Phoronidiens	*Flustra foliacea* *Phoronis sp.* *Pentapora foliacea* *Chartella papyracea* *Crisia sp*	*Phoronis sp.* *Pentapora foliacea* *Crisia sp*	*Phoronis sp.* *Pentapora foliacea*	*Flustra foliacea* *Chartella papyracea* *Pentapora foliacea* *Crisia sp*
Cnidaires	*Aglaophenia tubulifera* *Corynactis viridis* *Alcyonium coralloides* *Sertularella sp.* *Obelia sp.*	*Gymnangium montagui* *Corynactis viridis* *Aglaophenia tubulifera* *Sertularella sp.* *Obelia sp.*	*Alcyonium coralloides* *Aglaophenia tubulifera* *Sertularella sp.* *Corynactis viridis* *Gymnangium montagui*	*Aglaophenia tubulifera* *Sertularella sp.* *Alcyonium coralloides* *Corynactis viridis*
Crustacés	*Paguridae*	*Balanus sp. (3)* *Maja sp. (3)*	*Balanus sp. (5)* *Maja sp. (2)*	*Clibanarius sp. (5)* *Maja sp. (3)*
Echinodermes	*Paracentrotus lividus* *Holothuria spp.*	*Paracentrotus lividus* *Echinaster sepositus*	*Echinaster sepositus* *Paracentrotus lividus*	*Paracentrotus lividus* *Holothuria spp.*
Mollusques	*Felimare cantabrica* *Felimare tricolor*	*Felimare cantabrica* *Gastrochaena dubia*	*Felimare cantabrica* *Berthella spp.* *Calliostoma zizyphinum*	*Felimare cantabrica* *Felimare tricolor* *Gastrochaena dubia*
Poissons	*Parablennius pilicornis* *Parablennius rouxi*	*Parablennius pilicornis* *Scorpaena spp.*	*Parablennius pilicornis* *Scorpaena spp.*	*Parablennius pilicornis* *Parablennius rouxi* *Scorpaena spp.*
Spongiaires	*Halichondria sp.* *Myxilla spp.* *Pachymatisma johnstonia* *Ircinia sp.*	*Myxilla spp.* *Halichondria sp.* *Cliona sp.* *Axinella sp.*	*Cliona sp.* *Halichondria sp.* *Myxilla spp.* *Axinella sp.*	*Halichondria sp.* *Myxilla spp.* *Pachymatisma johnstonia* *Ircinia sp.*
Vers	*Protula tubularia* *Filograna spp* *Serpula sp.* *Salmacina dysteri*	*Protula tubularia* *Filograna spp* *Serpula sp.*	*Protula tubularia* *Serpula sp.* *Filograna spp* *Sabella sp.* *Salmacina dysteri*	*Protula tubularia* *Sabella sp.*

Les espèces observables, les plus présentes, sont sensiblement les mêmes d'un site à l'autre. Une détermination plus fine à l'espèce serait intéressante pour celles qui se révèlent donc emblématiques de ces récifs (Annexe photographique 4).

Les classes les plus représentées sont les cnidaires (plusieurs dizaines d'espèces), les spongiaires (une quinzaine d'espèces minimum) et les mollusques (une vingtaine d'espèces) (Tableau 5). Pour les 2 premières, l'identification est souvent arrêtée au niveau du genre car des observations plus précises en laboratoire, encadrées par des systématiciens seraient nécessaires. *Didemnum sp., Phoronis sp., Aglaophenia sp., Sertularella sp., Obelia sp., Halichondria sp., Myxilla sp., Cliona sp., Axinella sp., Filograna sp., Serpula sp.,* qui sont parmi les espèces les plus caractéristiques car abondantes, restent identifiables seulement au niveau du genre.

3.3 Composition intersites

Sur l'ensemble des années de suivi, ce sont 124 à 139 espèces différentes répertoriées, selon les sites.

Tableau 5 : Dénombrement des taxons observés sur chaque site entre 2008 et 2016

Site	Ascidies	Bryozoaires	Cnidaires	Crustacés	Echinodermes	Mollusques	Poissons	Spongiaires	Vers	Total
Esclaves	9	14	26	2	9	28	10	21	8	127
Ficoa	10	12	29	4	10	24	11	19	11	130
Aroca	8	12	27	4	10	24	10	19	10	124
Belharra	10	10	29	4	10	29	12	22	13	139

Sur un échantillon de 151 espèces identifiées au moins au genre, l'analyse des données par ANOVA montre qu'il n'y a pas de différence significative dans les observations.

Les observations montrent que le nombre de taxons est similaire d'un site à l'autre. Ce dénombrement ne tient compte que des espèces visibles en journée hors des périodes de lever et de coucher de soleil où certaines espèces manifestent une plus grande activité. Cette estimation reste donc incomplète, dans la mesure où elle ne tient pas compte non plus des espèces aux comportements cryptiques (Annexe 5).

Cependant, l'analyse en composantes principales du benthos fait ressortir une corrélation entre l'assemblage de 7 classes[1] et la profondeur du récif, ce qui est moins vrai pour les mollusques et pas démontré pour les ascidies.

3.4 Test sur la saison d'observation

Figure 6 : *Aplysia punctata*

On ne note pas de différence significative dans le nombre de taxons présents au printemps (165) ou en automne (153). En regardant précisément, ce sont 32 taxons observés uniquement au printemps ou à l'automne dont 29 cités moins de 10 fois en 9 ans, pouvant donc être considérés comme rares.

La matrice des corrélations (annexe 6) montre qu'il n'y a pas de différence significative quant à la présence des différents taxons selon la saison, excepté pour le site de Belharra.

Cette matrice montre également qu'entre les 2 sites extrêmes du point de vue géographique (Esclaves et Belharra), les communautés spécifiques diffèrent, alors que le test de Fisher des variances sur les profondeurs montre que les sites ont une profondeur équivalente, 2 par 2 : Esclaves et Belharra, Ficoa et Aroca. Le gradient nord-est sud-ouest a été démontré du point de vue d'une biodiversité croissante au

[1] Bryozoaires, Cnidaires, Crustacés, Echinodermes, Poissons, Spongiaires et Vers.

cours de diverses études (suivi des macroalgues dans le cadre de la DCE, évaluation des populations d'oursins (de Casamajor *et al.*, 2014)).

4 COMMENTAIRES

4.1 Difficultés

Le suivi des récifs de la côte basque s'est heurté à plusieurs difficultés qui impliquent des modifications. En premier lieu, lorsque ces travaux de suivi ont débuté, il n'existait pas ou peu de protocoles pour ces milieux subtidaux relativement profonds ; les méthodologies d'évaluation de l'état de conservation des habitats n'étaient pas encore abordées. Notre approche, bien que restée la même d'année en année afin de récolter des informations analysables, restait perfectible.

4.1.1 DIFFICULTES LIEES AU MILIEU

Bien que les transects d'observation aient tous débuté au même point (coordonnées GPS) répertorié pour chaque site, l'hétérogénéité des profils choisis s'est rapidement faite jour :

- il n'est pas possible de matérialiser de manière pérenne les transects dans ce milieu ouvert et soumis à de fortes contraintes hydrologiques,
- à quelques mètres près il est parfois difficile de situer exactement la position d'un transect.

En effet, les caractéristiques physiques du milieu peuvent facilement changer, la longueur des transects doit alors être limitée afin d'éviter d'inventorier des peuplements et des communautés différents (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985).

D'autres facteurs fluctuants viennent faire varier les résultats d'observation : météo, conditions de mer et de houle, courants, température, thermocline, turbidité, mais aussi la date et l'heure de l'observation.

4.1.2 DIFFICULTES LIEES A LA PLONGEE EN SCAPHANDRE AUTONOME

Les relevés par des plongeurs professionnels sont soumis à de nombreuses contraintes. Ainsi, la profondeur et la durée de travail sont les paramètres majeurs qui limitent les relevés pour des raisons de sécurité. La visibilité ou son absence, la température de l'eau sont également des paramètres influençant la qualité des relevés, en jouant avec les capacités physiques des observateurs.

4.1.3 DIFFICULTES LIEES A LA METHODE DE COMPTAGE

Comme indiqué au paragraphe *2.3 Observations*, le dénombrement des individus ou l'évaluation de la superficie couverte est également amenée à changer en fonction des conditions de travail et de la densité de certaines espèces.

Plusieurs pistes d'évolution sont envisageables selon les objectifs poursuivis par l'étude. Ainsi, il est possible de passer sur une évaluation semi-quantitative par tranches de dénombrements, mais aussi d'élargir du traitement des données vers des approches croisées, des analyses plus sophistiquées comme réalisé par de Casamajor *et al.* pour le programme Bigorno (2017).

De plus, les inventaires qualitatifs voudraient que les observations puissent se faire sur un cycle circadien afin de permettre le contact avec toutes les espèces aux rythmes et comportements divers. Mais les observations en plongée et les contraintes engendrées par cette méthode d'approche sous nos latitudes et avec nos conditions de mer sont difficiles à mettre en œuvre techniquement, et s'avèrent coûteuses.

Cependant, pour une approche quantitative, il est indispensable de disposer de nombreux réplicats afin de pouvoir travailler sur des valeurs moyennes permettant ainsi d'approcher les densités spécifiques et les abondances (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985).

En ce qui concerne, les poissons territoriaux démersaux, qui font partie intégrante du biotope de ces récifs subtidaux, leur prise en compte est délicate. La méthode utilisée est le comptage à vue. Cette méthode est limitée car elle ne porte que sur une partie des peuplements en raison du mode et du rythme de vie de l'espèce, de son habitat et de son comportement (Harmelin-Vivien *et al*, 1985). Certaines espèces se montrent curieuses (coquettes, girelles) alors que d'autres sont plus farouches (Blenniidae), leur présence est donc plus ou moins justement évaluée.

Le choix des horaires d'observations a également une influence importante sur les observations : certaines espèces sont davantage actives au lever ou au coucher du soleil dans les quelques heures suivantes ou précédentes, voire la nuit. L'abondance observée ne traduit donc pas l'abondance réelle du lieu. Ainsi, lors de l'étude d'un récif de l'île de Moorea tant au cours de la journée que la nuit, il est apparu que le nombre total d'espèces de poissons sortant le jour est nettement supérieur à celui des espèces ayant une activité nocturne. Ceci se traduit également au niveau du nombre d'individus. Les comptages nocturnes ont permis de rencontrer seulement 9 espèces supplémentaires soit 11 % des espèces inventoriées sur 24h (Harmelin-Vivien *et al*, 1985).

Enfin, si on souhaite procéder à une étude de la dynamique des peuplements et des populations, évaluer la taille des individus est indispensable, au moins en classes de taille (Harmelin-Vivien *et al*, 1985). Pour certaines espèces particulières, d'autres restrictions sont nécessaires comme pour l'étude des gobies et des blennies qui nécessite de travailler sur des transects de petite largeur (1m). Cette approche est déterminée par la distance minimale d'approche de l'espèce, mais aussi par le substrat tel que celui des récifs où les anfractuosités offrent de nombreux abris. Par ailleurs, la méthode est efficace pour les espèces se déplaçant peu ou lentement par rapport à l'approche de l'observateur.

La méthode des quadrats est utilisée pour quelques espèces sédentaires de poissons afin d'étudier les liens de ces espèces avec la complexité de l'habitat (travaux des années 1970, relayés dans Harmelin-Vivien *et al.*, 1985).

4.1.4 DIFFICULTES LIEES AU TRAITEMENT DES DONNEES

L'analyse statistique de ces premières années de suivi a mis au jour des problèmes d'hétérogénéité dans la prise de notes et dans les transects inventoriés (relief, nombre, conditions de mer). Difficultés qui rendent l'analyse des données difficile et qui ne permettent pas toujours de pousser les interprétations. Enfin, un manque de formation sur les méthodes statistiques rend difficile une analyse plus poussée de la qualité des données et des résultats (Grall et Coïc, 2006). L'intervention de spécialistes est recommandée pour l'avenir, en se rapprochant de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour.

4.2 Evolutions

Un des points importants dans la définition du protocole est de bien **définir les objectifs des travaux** à mener. A quelle question l'acquisition et le traitement des données doivent-ils permettre de répondre ? Ainsi pour apporter des réponses **quantitatives** sur l'efficacité des aires marines à protéger l'état de santé et la biodiversité des communautés benthiques et de certaines espèces de poissons, il est recommandé de croiser la méthode des *belt transects* avec celle des *point intercept transects* (Wilson and Green, 2009) (Description des méthodes en annexe 7).

Mais comment appréhender la fonctionnalité de l'habitat récif et en déduire son état de conservation puis en suivre son évolution ? Cette question pourrait tout à fait devenir la nôtre au vu des enjeux soulevés lors des diagnostics *Natura 2000* pour les habitats récifs et grottes.

L'état de conservation d'un habitat se mesure en prenant en compte plusieurs éléments comme sa structure et ses fonctionnalités, et en identifiant les menaces et les pressions qui pèsent sur lui. Il faut alors acquérir des données sur la faune et la flore, sur les épibioses également (de Casamajor e*t al.*, 2015).

Tableau 6 : Approche de la définition de l'état de conservation d'un habitat, méthodes utilisées (d'après Lepareur, 2011)

Structure et fonctionnalité	- Répartition naturelle des habitats et superficies couvertes - Caractéristiques physiques et/ou biologiques (substrat, granulométrie, espèces ingénieures) - Fonction (nourricerie, frayère, zone de transit ou de repos)	Absence de méthode standardisée réellement adaptée : utilisation des protocoles de REBENT et de la DCE/DCSMM
Menaces et pressions	Observations directes	Observations réalisées sur l'intégralité du site

Il apparaît donc nécessaire dans l'évolution de ce suivi de compléter la liste des paramètres environnementaux à suivre afin de caractériser plus précisément la structure de l'habitat. Il est également indispensable de fixer la méthode d'évaluation de la faune fixée : choisir entre recouvrement pour les espèces coloniales et dénombrement pour les autres. Compléter ces relevés avec un suivi de la flore paraît indispensable de même que créer une banque/bibliothèque des espèces en prélevant des échantillons destinés à déterminer par des spécialistes, notamment pour les Spongiaires, les Cnidaires et les Bryozoaires. Cette approche permettrait de produire des résultats directement comparables à ceux des suivis nationaux (DCE), voire internationaux.

Une approche bibliographique plus précise devrait également être envisagée pour commencer à définir quelles espèces pourraient servir d'indicateurs, et quels micro-habitats ont des fonctions importantes pour l'ensemble de l'écosystème. Ainsi les informations sur les espèces et associations d'espèces, les réseaux alimentaires, les limites de répartition, *etc.*, permettaient de suivre l'évolution de ces indicateurs et donc les évolutions du milieu (de Casamajor e*t al.*, 2017a). Il s'agit d'approfondir les connaissances sur les espèces sensibles, les espèces indicatrices et les espèces exotiques envahissantes ou non.

Le choix des méthodes d'investigation sera guidé par une actualisation des références bibliographiques dont les principales approches sont résumées dans l'annexe 7.

5. Conclusion

Par un suivi mis en place à la fin des années 2000, où n'existaient que peu de protocoles de suivi de la faune/flore benthique de la zone subtidale, l'Institut des Milieux Aquatiques a procédé à des relevés sur le mode transect en bande (inspiré du *belt transect*). Devant l'hétérogénéité des fonds rocheux (strates, pitons, cuvettes, plateaux), mais aussi grâce à des travaux tels que CartHam qui ont permis de mettre en lumière la diversité des micro-habitats au sein de l'habitat d'intérêt communautaire Récifs, devant l'évolution des travaux sur les habitats marins d'une manière générale puis suite à une évaluation de notre protocole par Ifremer (de Casamajor, 2017b) et dans le souci de pouvoir apporter des résultats pouvant alimenter d'autres systèmes de suivis (DCE, DCSMM, programme régional Micropolit), il paraît indispensable de modifier notre approche.

En effet, le suivi des macro-invertébrés benthiques est utilisé dans la DCE afin de compléter les paramètres permettant de qualifier la qualité des masses d'eau (Derrien-Courtel et Le Gal, 2011). Ces organismes sont des indicateurs de l'état général du milieu (GT DCE La Réunion, 2014). Ils sont sensibles notamment à certaines perturbations anthropiques telles que les apports en matières organiques urbaines ou agricoles. Leur suivi pour l'instant pratiqué jusqu'à une profondeur d'une vingtaine de mètres sur les récifs proches de la côte, pourrait donc être complété par des suivis plus profonds, en zone circalittorale, plus éloignés sans pour autant être systématiquement plus profonds, car en plongée la profondeur, rappelons-le, est un facteur extrêmement limitant.

Nous devons également proposer au moins une évaluation de la pertinence d'observations nocturnes afin de savoir si des espèces pouvant apporter de l'information sur les habitats sont présentes et caractéristiques.

Enfin, l'évolution naturelle quand on dispose d'un jeu de données relativement conséquent est de travailler à la détermination d'indices. Le choix des indicateurs pour le milieu marin est assez complexe et comme indiqué précédemment, il faut commencer pas identifier la question à laquelle on souhaite apporter une réponse (Becheler, 2011a). Un indicateur ne peut pas répondre à plusieurs questions, c'est pour cela que les sources de variabilité dans l'acquisition des données doivent être maîtrisées. Pour une bonne reproductibilité, sa construction doit prendre en compte un faisceau de critères (Becheler, 2011b, d'après Bertram et Stadler-Salt, 2000) :

- Des données accessibles, dont l'acquisition est peu coûteuse, scientifiquement acceptables.
- Un rendu pertinent et compréhensible, montrant des tendances temporelles, montrant une relation de cause à effet.
- Permettre la comparaison entre sites, voire à plus grande échelle…

Si on s'inspire de BIGORNO, d'Index Cor (Sartoretto *et al.*, 2014) ou des travaux réalisés sur les coraux à La Réunion, il nous faut rechercher davantage d'information sur les espèces, réaliser une identification la plus fine possible dans un 1er temps, puis réaliser des traitements statistiques plus complexes afin de classifier la pertinence du suivi de tel paramètre et de telle espèce. Comme indiqué par certains auteurs, pour évaluer l'évolution de la biodiversité au niveau spécifique, il semble nécessaire de recueillir des données quantitatives à l'échelle de l'habitat par le suivi notamment d'espèces en limite de répartition (De Casamajor et Lalanne, 2016).

Cette réflexion doit se faire avec les partenaires scientifiques que sont l'Ifremer tant les laboratoires atlantiques que méditerranéens, le MNHN[2], l'AZTI, l'UPPA, et les Institutions qui ont un intérêt à la connaissance et la protection du milieu marin notamment au sein du périmètre *Natura 2000 Côte Basque et Extension au large*.

Si on se base sur ce qui a été fait à La Réunion sur le suivi des coraux (suite à une réflexion nationale menée par l'ONEMA[3] et le MNHN depuis 2012), il n'est pas impossible d'envisager un ensemble de méthodes pour arriver à ces objectifs (GT DCE La Réunion, 2014). Les méthodes de suivi adoptées sont

[2]MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

[3]ONEMA : Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques devenu partie intégrante de l'Agence Française pour la Biodiversité

différentes selon les groupes auxquels elles se rapportent car les paramètres qui font consensus se basent sur divers compartiments (le recouvrement par les macroalgues ainsi que les taxons présents, le recouvrement par le corail vivant et la densité des colonies adultes) :

- pour le benthos fixe, utilisation du Linear Intercept Transect,
- pour les espèces benthiques vagiles, la méthode des quadrats est la plus utilisée,
- pour les poissons benthiques et les invertébrés, mise en place du Belt Transect,
- le tout complété par des méthodes d'imagerie.

Au-delà des méthodes en elles-mêmes, il est nécessaire d'avoir une réflexion sur le choix de la position de ces transects/quadrats, notamment pour leur de positionnement (aléatoire ou fixe).

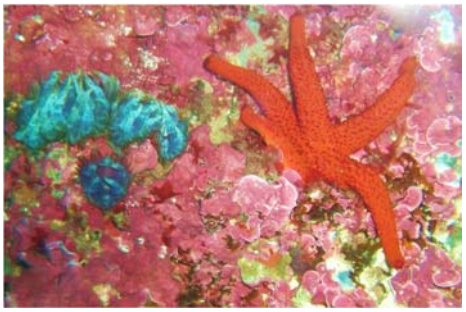
Les emplacements aléatoires sont choisis *in situ* au fur et à mesure des relevés. Cette méthode a pour avantage d'être meilleure statistiquement pour le traitement des données mais peut être difficile à mettre en œuvre en plongée. Pour évaluer les changements, le choix d'emplacements fixes est plus propice à la collecte d'informations de bonne qualité puisque les relevés sont faits toujours au même endroit (Obura, 2014). Cette méthode nécessite de pouvoir matérialiser ou au moins identifier à coup sûr la position exacte du transect : ceci est très difficile à réaliser sur des fonds d'une vingtaine de mètres, dans des sites soumis à la houle et aux courants de fond, tels que ceux de la côte basque, sauf à prendre uniquement des points remarquables mais qui ne sont peut-être pas le reflet de l'environnement qui les entoure.

Nous préconisons donc, afin de permettre un rapprochement de ces travaux avec les suivis DCE/DCSMM :

- de définir ou redéfinir la question à laquelle nous souhaitons répondre par le biais d'un suivi de l'habitat Récifs, de préciser quel niveau de compréhension nous souhaitons aborder (richesse spécifique, densité/abondance, fonctionnalité de l'écosystème, sensibilité des espèces vis-à-vis des pressions (programme Micropolit)…),
- d'échanger sur les protocoles avec les référents scientifiques afin de bâtir le protocole répondant le mieux à la question,
- d'intégrer le compartiment végétal,
- de réactualiser la bibliographie et les informations sur la sensibilité des espèces notamment vis-à-vis de perturbations,
- de construire une banque d'espèces notamment pour certains groupes (spongiaires, cnidaires, bryozoaires),
- d'envisager de la formation à une identification plus fine des taxons, principalement des plus représentatifs,
- de s'appuyer sur des biostatisticiens pour l'analyse des données déjà recueillies et celles à venir,
- de tester les approches vidéo et photographiques (Lam *et al.*, 2006 mais aussi Sartoretto, 2012) et le traitement de ces données par logiciel spécialisé (type photoquad), tant pour simplifier les relevés de données que pour aborder par la même occasion la qualité paysagère du milieu (projet en cours de préparation, initié par Créocéan). Cette approche est également utilisée dans divers protocoles de suivi d'aires marines protégées par les gestionnaires, elle pourrait être complétée par des actions de sciences participatives (DocOb action M3-Sentinelles, programme MarHa),
- à plus long terme, une approche phytosociologique complétant l'élaboration d'indices de suivi de l'état de conservation du milieu par exemple, sera à développer afin d'apporter une continuité à ce qui est mis en place sur terre.

Une évolution en profondeur du protocole est nécessaire au vu des évolutions techniques, des approches testées sur divers sites, sur divers compartiments constitutifs de l'écosystème récifal. Cette évolution doit s'accompagner d'une refonte de l'approche dans sa globalité et montrer davantage d'ambition (liens

étroits avec les référents scientifiques, avec les experts de certains embranchements, avec les biostatisticiens, bibliothèque/photothèque pour l'identification de taxons…). En effet, l'un des objectifs est de tendre vers la création d'indices, à déterminer, mais dans le but de répondre aux attentes des gestionnaires à l'échelle local comme au plan national : qualité du milieu, état de conservation…



BIBLIOGRAPHIE

AUGRIS C., CAILL-MILLY N., DE CASAMAJOR M.-N., 2009. Atlas thématique de l'environnement marin du Pays Basque et du sud des Landes. 127 p.

BECHELER Enora, 2011a. Indices, indicateurs et paramètres : outils de valorisation du programme « Inventaires biologiques et analyse écologique de l'existant – *Natura 2000* en mer ». Rapport de stage AAMP – UPPA Anglet. 40 p.

BECHELER Enora, 2011b. Synthèse sur les indices, indicateurs et descripteurs utilisés en milieux marin et côtier. Rapport de stage Master 2 Dynamique des Ecosystèmes Aquatiques, UPPA site d'Anglet. 30 p.

BUCKLAND S.T., BORCHERS D.L., JOHNSTON A., HENRYS P.A., MARQUES T.A., 2007. Line transect methods for plant surveys. Biometrics 63, 989-998.

Créocéan, Institut des Milieux Aquatiques, 2004. Etude des estrans rocheux et du milieu marin de la Côte Basque. Rapport DREAL. 121 p. + annexes.

Créocéan, Institut des Milieux Aquatiques, 2010. Natura 2000 en mer – Lot 4 Aquitaine : Cartographie et évaluation des habitats marins. Phase 1 : Synthèse bibliographique des connaissances sur les habitats marins de la zone d'étude. 156 p.

DE CASAMAJOR M.-N., MAHIAS J., BRU N., CAILL-MILLY N., 2014. Analyse des ressources et des caractéristiques individuelles du stock d'oursin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) du territoire 64. RBE/HGS/LRHA 14-004, 63 p.

DE CASAMAJOR M.-N. et LALANNE Y ., 2016. Intérêt biogéographique de la côte basque rocheuse. *in* Bull Soc zool. Fr, 141(1) :3-13.

DE CASAMAJOR M.-N., LALANNE Y., HUGUELIN L., MARTICORENA J., LISSARDY M., BRU N., LIQUET B., D'AMICO F., 2017a. BIGORNO – Biodiversité Intertidale sur Gascogne Observation et Recherche de Nouveaux Outils de surveillance et d'aide à la décision. 77 p.

DE CASAMAJOR M.-N., LISSARDY M., 2017b. Application d'un protocole de suivi habitat « récifs » au large de la côte basque. Application méthodologique Index-Cor. 44 p.

DERRIEN-COURTEL S. et LE GAL A., 2011. Suivi des macroalgues subtidales de la façade Manche-Atlantique. Contrat IFREMER-MNHN, février 2011. 49 p.

DocOb Natura 2000 Mer et Littoral, 2015. Rapport de synthèse. 196 p.

GRALL J. et COIC N., 2006. Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. 91 p.

GONCALVES J.M.S., MONTEIRO P., BENTES L., O'KEEFFE E., MCGRATH F., CHACON D., SANZ ALONSO J.L., MENDES B., HENRIQUES V., GUERRA M., FREITAS R., QUINTINO V., RODRIGUES A., AMORIM P., TEMPORA F., SERRAO SANTOS R., BETTENCOURT R., SEBASTIAO L., POPOVSKÝ J., FOSSECAVE P., SOULIER L., RIHOUEY D., ALONSO C., MENTXAKA I., GALPARSORO I., VASQUEZ M., DORE A., BERNARD M., LAMARCHE S., POPULUS J., 2013. Reports on MeshAtlantic Survey Sites. MeshAtlantic, CCMAR-Universidade do Algarve, 32 pp.

GT DCE Réunion « Benthos de substrats durs », 2012. Fascicule technique pour la mise en œuvre du suivi du réseau de contrôle de surveillance DCE « Benthos de substrats durs » à La Réunion. Projet Bon Etat II, réactualisation de l'état des lieux du SDAGE Réunion. RST-DOI/2014-03, 64 p.

HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABE G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLERC J., LASSERRE G., 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons : méthodes et problèmes. *In* Rev. Ecol. (Terre Vie), volume 40, 467-539.

KATSANEVAKIS Stelios, 2012. Monitoring marine populations and communities : methods dealing with imperfect detectability. Aquatic Biology 16 :31-52.

LAM K., SHIN P.K.S., BRADBEER R., RANDALLD., KU K.K.K., HODGSON P., CHEUNG S.G., 2006. A comparison of video and point intersept transect methods for monitoring subtropicla coral communities. *In* Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 333. 115-128.

LEPAREUR F., 2011. Evaluation de l'état de conservation des habitats naturels marins à l'échelle d'un site Natura 2000 – Guide méthodologique - Version 1. Février 2011. Rapport SPN 2011 / 3, MNHN, Paris, 55 pages.

MONTEIRO P., BENTES L., OLIVEIRA F., AFONSO C., RANGEL M., ALONSO C., MENTXAKA I., GERMAN RODRIGUEZ J.,.GALPARSORO I., BORJA A., CHACON D., SANZ ALONSO J.L., GUERRA M.T., GAUDENCIO M.J., MENDES B., HENRIQUES V., BAJJOUK T., BERNARD M., HILY C., VASQUEZ M., POPULUS J., GONCALVES J.M.S., 2013. Atlantic Area EUNIS Habitat. Adding new habitat types from European Atlantic coast to the EUNIS habitat Classification. Technical Report No3/2013. MeshAtlantic, CCMAR-Universidade do Algarve, 72 pp.

OBURA David, 2014. Manuel de suivi des récifs coralliens. Iles du sud-ouest de l'océan Indien. 72 p.

SARTORETTO S., 2012. Mise au point d'un indice global d'évaluation de l'état de conservation des formations coralligènes. Rapport d'étape – Phase 1. 24 p.

SARTORETTO S., DAVID R., AURELLE D., CHENUIL A., GUILLEMAIN D., THIERRY DE VILLE D'AVRAY L., FERAL J.P., CINAR M.E., KIPSON S., ARVANITIDIS C., SCHOHN T., DANIEL B., SAKHER S., GARRABOU J., GATTI G., BALLESTEROS E., 2014. An integrated approach to evaluate and monitor the conservation state of coralligenous bottoms : the Index-Cor method. *In* 2nd Mediterranean Symposium on the conservation of Coralligenous & other Calcareous Bio-Concretions (Portorož, Slovenia, 29-30 October 2014). 159-164

SOULIER L., 2009. Etude de cinq habitats récifaux d'intérêt communautaire de la côte basque (2008-2009).

SOULIER L., DE CASAMAJOR M.-N ., CASTEGE I. *et al.*, POPOVSKÝ J., avec la participation de FOSSECAVE P. pour la cartographie, 2014. Mise en place des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique en mer – Région Aquitaine. Proposition de zones d'intérêt pour les ZNIEFF marines en Aquitaine. Rapport, 45 p.

WILSON Joanne, GREEN Alison, 2009. Biological monitoring methods for assessing coral reef health and management effectiveness of Marine Protected Areas in Indonesia. Version 1.0. TNC Indonesia Marine Program Report 1/09. 44 pp.

Annexe 1

Test de l'effet « observateur »

Au cours des années, le binôme de plongeurs n'est pas resté stable : 3 plongeurs différents ont accompagné le plongeur *P1*.

Test d'égalité des variances (F-Test)

	P1	*P2.1*
Moyenne	9,87	9,61
Variance	89,33	138,29
Observations	75,00	75,00
Degré de liberté	74,00	74,00
F	0,65	
P(F<=f) unilatéral	0,03	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,68	

	P1	*P2.2*
Moyenne	6,05	2,90
Variance	49,23	17,60
Observations	82,00	82,00
Degré de liberté	81,00	81,00
F	2,80	
P(F<=f) unilatéral	0,00	
Valeur critique pour F (unilatéral)	1,44	

	P1	*P2.3*
Moyenne	5,76	6,00
Variance	64,55	71,61
Observations	115,00	115,00
Degré de liberté	114,00	114,00
F	0,90	
P(F<=f) unilatéral	0,29	
Valeur critique pour F (unilatéral)	0,73	

Annexe 2

Espèces d'intérêt écologique et / ou économique

D'après Créocéan, 2004.

Clichés IMA.

Stromanita haemastoma (Grande pourpre)

Scorpaena porcus (Rascasse brune)

Berthella spp (Berthelle)

Serranus cabrilla (Serran chevrette)

Felimare cantabrica (Doris cantabrique)

Paracentrotus lividus (Oursin violet)

Octopus vulgaris (Poulpe commun)

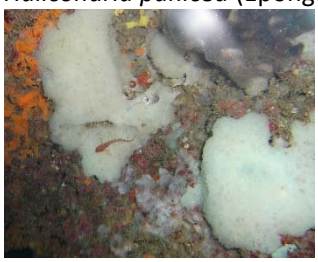
Annexe 3

Espèces indicatrices

D'après liste ZNIEFF marine Aquitaine.

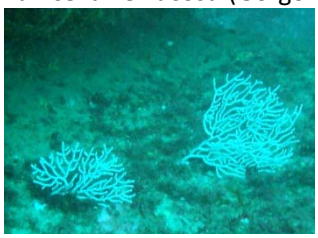
Clichés IMA.

Halicondria panicea (Eponge mie de pain)



Aglaophenia sp.

Eunicella verrucosa (Gorgone verruqueuse)



Leptogorgia sarmentosa (Gorgone orange)

Pentapora facialis (Rose des mers)

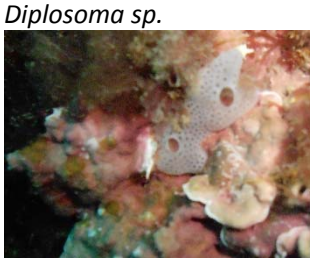
Echinaster sepositus (Etoile de mer rouge)

Annexe 4

Autres espèces emblématiques

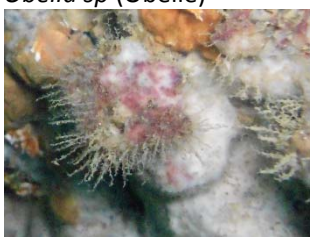
Clichés IMA

Diplosoma sp.



Sertularella sp. (Sertularelle)

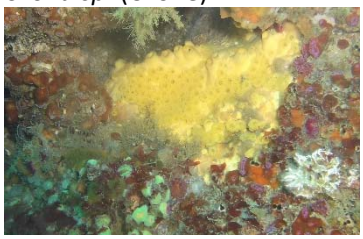
Obelia sp (Obélie)



Felimare tricolor (Doris tricolor)

Myxilla spp.

Cliona sp. (Clione)



Protula sp. (Protule)

Filograna spp.

Annexe 5

Etude de la variabilité spécifique inter-sites

Analyse de variance: un facteur

RAPPORT DÉTAILLÉ

Groupes	*Nombre d'échantillons*	*Somme*	*Moyenne*	*Variance*
ES_NbOccur	151	2284	15,13	846,98
FI_NbOccur	151	2413	15,98	736,74
AR_NbOccur	151	2341	15,50	743,60
BE_NbOccur	151	2438	16,15	691,55

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	*Somme des carrés*	*Degré de liberté*	*Moyenne des carrés*	*F*	*Probabilité*	*Valeur critique pour F*
Entre Groupes	97,39072848	3	32,46	0,0430	0,9881	2,6198
A l'intérieur des groupes	452830,0927	600	754,72			
Total	452927,4834	603				

Annexe 6

Evaluation de l'influence des saisons

Matrice de corrélation (Pearson (n)) :

Variables	Aroca_p	Belhara_p	Esclaves_p	Ficoa_p	Aroca_a	Belhara_a	Esclaves_a	Ficoa_a
Aroca_p	**1**	0,913	0,871	0,992	0,980	0,872	0,856	0,980
Belhara_p	0,913	**1**	0,981	0,904	0,928	**0,692**	0,960	0,914
Esclaves_p	0,871	0,981	**1**	0,851	0,900	**0,594**	0,984	0,876
Ficoa_p	0,992	0,904	0,851	**1**	0,973	0,895	0,826	0,977
Aroca_a	0,980	0,928	0,900	0,973	**1**	0,873	0,904	0,995
Belhara_a	0,872	**0,692**	0,594	0,895	0,873	**1**	**0,610**	0,897
Esclaves_a	0,856	0,960	0,984	0,826	0,904	**0,610**	**1**	0,881
Ficoa_a	0,980	0,914	0,876	0,977	0,995	0,897	0,881	**1**

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0

P : printemps
A : automne

Annexe 7

Méthodes d'investigation

Linear Intercept Transect (LIT)

La méthode consiste en un comptage des organismes fixes présents sous un ruban de X m, tendu sur le substrat.

- Mise en œuvre simple

Le transect doit être tiré parallèlement à la caractéristique principale du site : isobathe, côte, crête récifale, base de récif… (Obura, 2014). A chaque station, il faut pouvoir poser 2 à 4 réplicats, sans que les comptages ne se superposent.

Trois niveaux d'identification sont proposés :

  - Niveau 1 : types benthiques.
  - Niveau 2 : formes de croissance et fonctionnelles.
  - Niveau 3 : genres pour les groupes clés.
- Equipement minimal

Croisée avec de l'acquisition vidéo et photo, cette méthode permet d'estimer les pourcentages de recouvrement et la diversité spécifique.

Recommandée pour les suivis à long terme, elle est aussi préconisée pour les suivis réalisés par les gestionnaires d'aires marines (Obura 2014).

Cependant, les objectifs de suivi sont limités à l'évaluation du pourcentage de recouvrement ou à l'abondance relative. Cette méthode est inadaptée aux évaluations démographiques sur la croissance, le recrutement ou la mortalité. Elle ne permet pas non plus de procéder à des évaluations quantitatives de recouvrement ou d'abondance d'espèces rares et petites.

Enfin, cette méthode est chronophage au niveau de la plongée, le Point Intercept Transect peut alors lui être préféré.

Point Intercept Transects (PIT)

Le long d'un transect, tous les X cm (10 à 50), une évaluation des espèces présentes est réalisée. Le positionnement des transects répond aux mêmes contraintes que pour le LIT.

Cette méthode est simple et rapide : moins de points à échantillonner mais avec un niveau d'identification inférieur à celui du LIT. Elle apporte cependant une bonne estimation du recouvrement.

Le PIT présente donc un rendu de moins bonne qualité pour des suivis à long terme.

Belt Transect

Cette méthode consiste à déplacer un quadrat le long d'un transect et à inventorier ce qui se trouve dans le quadrat ainsi qu'à évaluer les surfaces de recouvrement et noter la présence/absence de taxons.

Cette méthode est parfois utilisée sans quadrats. Une largeur estimée ou matérialisée de couloir est prise comme zone à étudier.

Pour les invertébrés

L'objectif est de quantifier l'abondance des macro-invertébrés sur un transect. Cette méthode est alors à moduler avec l'usage de quadrats quand les densités sont importantes :

- Longueur investiguée : 25 à 50 m ; largeur de 1 ou 2 m.
- Idéalement 5 lignes par emplacement sont à réaliser.

Généralement, les groupes suivis ont été choisis et le niveau d'identification déterminé : tout n'est pas investigué ni noté. Il est préconisé un suivi et une identification fins pour les ressources clés ou les espèces indicatrices facilement reconnaissables et/ou pour les suivis servant à la gestion de la zone (Obura, 2014).

Cette méthode présente divers avantages notamment pour les gestionnaires d'aires marines :

- Elle permet une approche qualitative et quantitative.
- C'est une méthode rapide, non destructrice, peu coûteuse.
- Les informations recueillies permettent une approche de l'évaluation des abondances.

Le Belt transect présente cependant quelques limites :

- Une bonne formation des intervenants est indispensable pour l'identification.
- La méthode est peu adaptée aux espèces rares (manque de robustesse statistique).
- Elle n'est pas adaptée aux micro-habitats.

Pour les poissons

Cette méthode permet de quantifier et de déterminer quelles espèces constituent les communautés de poissons.

Pour une gestion globale du site, l'identification au niveau de la famille peut être suffisante, seules les ressources emblématiques ou indicatrices sont alors identifiées à l'espèce (Obura 2014).

Cette méthode est difficile à mettre en œuvre car elle nécessite une rigueur importante de la part des opérateurs pour ne pas compter 2 fois le même individu, et de nager à vitesse constante.

Afin d'éviter les changements de comportement liés au crépuscule ou au lever de soleil, il est préconisé de réaliser les observations entre 9h et 16h (Obura 2014).

En raison de leur comportement craintif, les poissons sont difficiles à dénombrer, s'éloignant du plongeur puis revenant vers lui. Après installation de la ligne matérialisant le transect, il est donc indispensable de patienter pour permettre aux animaux de s'habituer à la présence de l'intrus, et de multiplier les réplicats (5 à 10 lignes voire plus).

Le transect est à investiguer à 2 reprises afin de laisser le temps aux animaux de s'habituer à la présence de l'observateur. Au cours du 1er passage, il est préconisé de compter les invertébrés vagiles, les gros

individus, les espèces bien visibles. Au second passage, ce sont les espèces les moins vagiles et les farouches qui sont comptées.

Avantages et limites sont similaires à ceux décrits pour le suivi des invertébrés. On peut cependant spécifier, que pour le suivi des poissons, des erreurs restent possibles notamment lors de l'estimation de la taille des individus, ce qui rend difficile le suivi de la dynamique des populations.

Quadrats et méthode de comptage circulaire

Méthodes alternatives ou complémentaires des échantillonnages par transects, utilisées dans des cas relativement particuliers :

- Fortes densités d'organismes.
- Observateur immobile = avantageux pour l'observation des poissons et des espèces farouches.
- Aspects sécuritaires lors de conditions de plongée difficiles.

Sources :

KATSANEVAKIS Stelios, 2012.

BUCKLAND S.T. *et al.*, 2007.