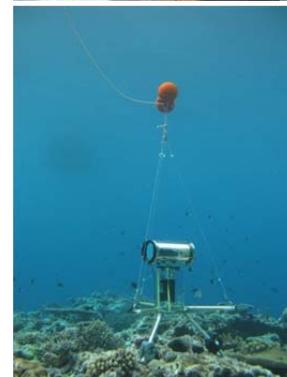


Hyehen 2012

Bilan de l'état de santé du récif par stations vidéo rotatives STAVIRO

Dominique Pelletier, Thomas Bockel, William Roman, Abigail Powell, Charlotte Giraud-Carrier, Benoît Soulard, Florence Royer, Charles Gonson



1. Remerciements

Ce travail est réalisé dans le cadre du projet AMBIO, « Aires Marines Protégées Biodiversité, Patrimoine Mondial », un projet de recherche construit et piloté par l'Unité de Recherche Lagon, Ecosystèmes et Aquaculture Durable de la Délégation IFREMER de Nouvelle-Calédonie. Le projet AMBIO est financé par le Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, le Conservatoire des Espaces Naturels de Nouvelle-Calédonie, la Province Nord, la Province Sud, la Province des Iles et l'IFREMER. Il bénéficie d'un cofinancement du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (Convention HC/2100903999 - IFREMER 12/1210366/CF).

La collecte des données de 2012 et leur analyse ont bénéficié du soutien financier de l'IFRECOR Nouvelle-Calédonie et de l'IFREMER (Convention HC/AAMP/2012/4 – IFREMER 12/1210206/CF).

L'Agence des Aires Marines Protégées soutient par ailleurs le projet Vidéo de l'IFREMER dans le cadre de la convention AAMP/12/080 – IFREMER 12/1210155/CF.

Nous remercions les différents participants à la campagne : Dolorès Bodmer, Jean-François Kayara, et Antoine Maloune, du Service Milieu et Ressources Aquatiques de la Province Nord, Joan Dinet pêcheur professionnel à Hyeheh, Thierry Baboulenne, Camille Babs et Isabelle de Babou Plongée, Julien Tobi du Conseil des Anciens de la tribu de Le Daralik, et Hughes Vhemavhe de l'association Ka Poraou, Charles Gonson, Florence Royer et Dominique Pelletier de l'IFREMER.

Merci au Comité de gestion et aux coutumiers de nous avoir autorisés à réaliser ces relevés dans le Lagon de Hyeheh.

Merci au Service Milieu et Ressources Aquatiques de la Direction de l'Environnement de la Province Nord, pour la mise à disposition du Grand Balabio et du Petit Balabio, ainsi que de ses équipages, et le contact avec le comité de gestion.

Ce document doit être cité comme suit :

Dominique Pelletier, Thomas Bockel, William Roman, Abigail Powell, Charlotte Giraud-Carrier, Benoît Soulard, Florence Royer & Charles Gonson,. 2014. Hyeheh 2012: Bilan de l'état de santé du récif par stations vidéo rotatives STAVIRO. Rapport AMBIO/A/10. IFREMER Nouméa. 89 p. Version du 15 novembre 2014.

Table des matières

1. Remerciements	- 3 -
2. Synthèse	- 7 -
3. Contexte	- 13 -
3.1. La Zone Côtière Nord-Est	- 14 -
3.2. Les statuts de protection	- 15 -
4. Méthodologie	- 15 -
4.1. Stations vidéo rotatives	- 15 -
4.2. Stratégie d'échantillonnage	- 15 -
4.3. Analyse des images : l'habitat	- 15 -
4.4. Analyse des images : les poissons et espèces emblématiques	- 16 -
4.5. Calcul des indicateurs : l'outil de calcul PAMPA	- 16 -
4.6. Analyse des indicateurs	- 17 -
4.7. Grille de lecture des indicateurs et tableau de bord	- 18 -
4.8. Analyse de la structure de l'assemblage de poissons	- 19 -
5. Distribution des stations	- 20 -
6. Etat initial vidéo	- 22 -
6.1. Bilan de l'analyse des images	- 22 -
6.2. Habitat	- 22 -
6.3. Indicateurs sur l'ichtyofaune et les tortues	- 28 -
6.4. Structure des communautés de poissons en fonction de la géomorphologie et de l'habitat	- 39 -
6.5. Conclusion sur l'état initial vidéo	- 43 -
7. Evaluation de la mise en protection	- 45 -
7.1. Conservation de la biodiversité : Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème	- 45 -
7.2. Conservation de la biodiversité : Maintien des fonctions de l'écosystème	- 49 -
7.3. Conservation de la biodiversité : Espèces et habitats emblématiques, menacés localement, ou sous statut spécial, ou endémiques	- 49 -
7.4. Conservation de la biodiversité : Maintien d'un ensemble représentatif d'habitats	- 50 -
7.5. Exploitation durable des ressources : Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces cibles	- 51 -
7.6. Conclusion sur l'effet de la protection	- 52 -
8. Plan d'échantillonnage recommandé pour un suivi	- 55 -
9. Annexes. Fiches métriques	- 56 -
9.1. Richesse spécifique (RS) par unité d'observation	- 57 -
9.2. Densité d'abondance toutes espèces	- 58 -

9.3.	Richesse spécifique (RS) par famille (principales familles)	- 59 -
9.4.	Densité d'abondance par famille.....	- 62 -
9.5.	Densité d'abondance par groupe trophique.....	- 65 -
9.6.	Fréquence d'occurrence du napoléon (<i>Cheilinus undulatus</i>).....	- 67 -
9.7.	Fréquence d'occurrence des requins (famille Carcharhinidae)	- 68 -
9.8.	Fréquence d'occurrence des raies (famille Dasyatidae).....	- 69 -
9.9.	Fréquence d'occurrence des tortues (famille Cheloniidae).....	- 70 -
9.10.	Densité d'abondance des espèces commerciales	- 71 -
9.11.	Densité d'abondance des grands poissons des espèces commerciales	- 72 -
9.12.	Fréquence d'occurrence de la saumonée petits points (<i>Plectropomus leopardus</i>).-	73 -
9.13.	Fréquence d'occurrence des loches (Serranidae de la liste IEHE).....	- 74 -
9.14.	Fréquence d'occurrence des becs de cane (<i>Lethrinus nebulosus</i>).....	- 75 -
9.15.	Fréquence d'occurrence des Lethrinidae pêchés.....	- 76 -
9.16.	Abondance du Dawa (<i>Naso unicornis</i>).....	- 77 -
9.17.	Densité d'abondance des chirurgiens (Acanthuridae).....	- 78 -
9.18.	Densité d'abondance des chirurgiens des espèces commerciales (Acanthuridae sans <i>Ctenochaetus ni Zebrasoma</i>).....	- 79 -
9.19.	Densité d'abondance des perroquets (Scaridae)	- 80 -
9.20.	Densité d'abondance des poissons d'espèces-cibles de la chasse	- 81 -
9.21.	Proportion des grands poissons d'espèces-cibles de la chasse	- 82 -
9.22.	Fréquence d'occurrence des poissons d'espèces-cibles de la pêche à la ligne-	83 -
9.23.	Proportion de grands poissons d'espèces-cibles de la pêche à la ligne	- 84 -
10.	Annexe. Grille de lecture du projet PAMPA.....	- 85 -
11.	Annexe : Coût de la campagne Hyehen 2012	- 86 -
12.	Annexe 3 : Références citées	- 87 -

2. Synthèse

Contexte et motivation

L'IFREMER Nouvelle Calédonie a initié en 2012 une série de campagnes de terrain sur les biens inscrits au Patrimoine Mondial de l'UNESCO. Ces campagnes qui visent les communautés de poissons et leurs habitats reposent sur l'utilisation de STAVIRO, une technique vidéo rotative mise au point en 2007, et largement perfectionnée et testée depuis.

Cette étude, conduite en 2012 et exploitée dans le cadre du projet AMBIO, s'intéresse aux perspectives de suivi de la Zone Côtière Nord-Est (ZCNE) en se focalisant sur la zone de Hyehen, et les Aires Marines Protégées (AMP) de Do Himen et Yeega. Elle vient en complément à l'Etat Zéro des communautés biocénétiques de l'AMP réalisé par l'Université de Nouvelle-Calédonie (Wantiez et al. 2011) et aux stations du Réseau d'Observation des Récifs Coralliens (RORC).

Méthodologie

Le plan d'échantillonnage a été stratifié en fonction des trois structures récifales (récif frangeant, récif intermédiaire et récif barrière), et des biotopes associés, et en tenant compte du statut de protection des réserves de Do Himen et de Yeega. 138 stations vidéo rotatives ont été déployées en 4.5 jours de terrain, dont 105 ont été validées. Sur chaque rotation, les animaux appartenant à une liste des espèces d'intérêt halieutique et emblématique, et facilement identifiables par STAVIRO (AMBIO/A/1) ont été dénombrés. L'habitat a été caractérisé par une méthode paysagère adaptée de la Medium-Scale-Approach (Clua et al. 2006) (AMBIO/A/1). Les données sur les habitats ont été jointes à l'ensemble des données habitat collectées en Nouvelle-Calédonie afin d'établir une typologie d'habitat unique sur l'ensemble des sites visités. Chaque station a ainsi été caractérisée par un habitat-type qui est utilisé comme facteur explicatif dans l'analyse des données sur la macrofaune. Ces analyses permettent de tester l'influence sur chaque indicateur (analyse univariée) et sur la structure de l'assemblage (analyse multivariée) des trois facteurs : type de récif, habitat issu de la typologie, et statut de protection.

La grille de lecture des indicateurs utilisée est issue du projet PAMPA (Pelletier et al. 2014). Le **codage en couleurs** des résultats quantitatifs est réalisé à partir de l'interprétation des différences des valeurs de l'indicateur (ampleur et signe) entre zone protégée et zone non protégée. Il tient également compte des valeurs prises par l'indicateur sur l'ensemble de la zone quel que soit le statut, et du fait que la protection est assez récente (2007). Enfin, les valeurs observées dans d'autres sites où des campagnes ont été réalisées sont parfois considérées.

Attention : Les références à d'autres sites ne doivent pas être interprétées comme résultant de différences dans l'efficacité de la gestion ; elles servent seulement à éclairer l'évaluation par des résultats obtenus dans d'autres environnements et d'autres contextes.

Pour chaque indicateur, le commentaire associé au code couleur est très important. 23 métriques ont été sélectionnées pour évaluer l'effet de la protection par les réserves (RE) (deux réserves Do-Himen et Yeega) et de la réserve coutumière (RC, Thabap). Quand cela est pertinent, l'interprétation des résultats distingue Do-Himen et Yeega.

Résultats

Habitats

- Quatre des cinq habitats identifiés dans la typologie de Nouvelle-Calédonie ont été observés à Hyeheh ; aucune des stations n'appartenant à l'habitat herbier.
- Les principaux habitats observés correspondent à des fonds durs : habitat riche en corail vivant (32% des stations), et habitat détritique (47% des stations). Peu de stations (21%) ont été réalisées sur fonds meubles en raison de la profondeur du lagon. Peu de stations ont été réalisées sur la pente externe en raison des conditions météo rencontrées.
- Les recouvrements en herbier et macroalgue sont respectivement nuls et négligeables dans les observations
- Dans les observations, le recouvrement moyen en corail vivant est de 15.1 %

Ichtyofaune et espèces remarquables

Ces analyses se basent sur la liste d'espèces IEHE (AMBIO/A/1) comprenant les espèces consommables, emblématiques ou présentant un intérêt écologique particulier (429 espèces et 38 familles). Chaque station est posée de manière à avoir une vision panoramique autour de la station ; elle correspond à une durée d'observation de 9 mn et une surface d'observation de 75 m². Les abondances étant moyennées sur les trois rotations, les indicateurs basés sur la densité correspondent à une durée d'observation de 3 mn. Les nombres d'espèces sont cumulés sur les trois rotations et correspondent à une durée d'observation de 9 mn.

Ces informations sont à mettre en regard avec les caractéristiques des transects UVC pratiqués dans la majorité des suivis : Durée d'observation de 30 mn à 1h, Surface de 250 m² (50 m X 5 m) et pose perpendiculaire à la pente sur le tombant récifal.

Statistiques d'ensemble

- 109 espèces de poissons et les tortues, appartenant à 44 genres et 19 familles (dont les Cheloniidae) ont été observés.
- 78% des poissons ont été identifiés au niveau de l'espèce, 11% au niveau du genre et 11% au niveau de la famille (souvent des petits perroquets)
- Tous habitats confondus, la densité moyenne par station, est de 8.4 ind/100m² (maximum 20 ind/100m²) tandis que le nombre d'espèces moyen (Richesse Spécifique – RS) vu par station dans un rayon de 10 m est de 6.03 espèces (soit sur une surface de 314 m²) et 4.31 espèces dans un rayon de 5 m (surface de 78.5 m²).
- Chirurgiens et perroquets sont les familles les plus fréquentes (90% et 75% des stations), suivis par les poissons-papillons (54%), les rougets-barbets (48%) et les labres (45%). Neuf familles sont observées sur plus de 20% des stations.
- Dix-sept espèces de poissons-papillons ont été observées, signes d'un bon état de santé d'ensemble des récifs observés.
- Tortues et napoléons ont été observés à plusieurs reprises (resp. 3 et 5 stations sur 105).

Distribution spatiale (voir aussi les 32 cartes, sur la Dropbox et le serveur Sextant)

- Habitat (5 classes de la typologie) et unité géomorphologique (barrière, intermédiaire, frangeant, fond lagonaire) influencent les indicateurs univariés (densité et RS à différents niveaux taxonomiques) ainsi que l'assemblage (voir ci-dessous).
- La densité totale et la RS sont les plus élevées sur l'habitat « Corail vivant », les plus faibles sur les habitats « Algueraie » et « Fond lagonaire », et intermédiaires sur l'habitat « Détritique ». La RS maximale (15 espèces vues dans un rayon de 10 m) est ainsi observée sur une patate isolée sur fond sableux. La densité maximale est observée sur le récif frangeant dans l'habitat « Corail ++ ».
- Densité totale et RS diffèrent significativement entre habitats, mais pas entre unités géomorphologiques.
- Les assemblages diffèrent significativement entre récif barrière et récif/îlot intermédiaire. Sur le récif frangeant, l'assemblage apparaît moins caractéristique car variable entre stations.
- Les assemblages des habitats 'Corail vivant' et 'Fond lagonaire' sont plus caractéristiques que celui de l'habitat 'Détritique', plus variable d'une station à l'autre. Les espèces caractéristiques des assemblages de ces trois habitats sont identifiées (§ 6.4).
- **Au final, les répartitions spatiales de la densité, de la richesse spécifique et de la structure de l'assemblage sont mieux expliquées par l'habitat que par l'unité géomorphologique. L'habitat issu de la typologie se révèle ainsi plus approprié pour étudier l'effet de la protection.** Ceci s'explique en partie par la configuration de la zone, avec une distance variable du récif barrière à la côte. Ce résultat atteste surtout de l'influence dominante de l'environnement proche biotique ET abiotique sur l'ichtyofaune.

Effet de la protection par les AMP

- 23 métriques ont été sélectionnées pour évaluer l'effet de la protection par les AMP (réserve -RE et réserve coutumière – RC). Le terme RE recouvre à la fois les réserves de Do Himen et de Yeega, dans la mesure où la protection principale est l'interdiction de la pêche. Quand cela est pertinent, les deux sites sont distingués, l'un étant sur un îlot intermédiaire, l'autre sur le récif barrière.
- **Les tableaux de bord par objectif et les conclusions afférentes se trouvent p. 41 à 48 pour la conservation de la biodiversité (se déclinant en 4 objectifs), et la gestion durable des ressources de la pêche.**

Objectif 1.1. Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème

- Les espèces habituellement rencontrées dans les écosystèmes coralliens sont observées, notamment sur les habitats coralliens, avec les principales familles les plus fréquentes.
- Pour la plupart des indicateurs, les différences, quand elles existent, indiquent toujours une **valeur plus élevée en RE que HR**. Cependant, peu de ces différences sont statistiquement significatives.
- **Effets significatifs de la protection.** Les indicateurs présentant des différences statistiquement significatives sont la richesse spécifique sur l'habitat Corail Vivant (le plus

diversifié), la richesse spécifique des chirurgiens ($p < 0.05$) et celle des perroquets ($p < 0.005$). Les chirurgiens et poissons-papillons sont abondants sur les habitats de fonds dur quel que soit le statut.

- **Des signes d'effets inverses.** Certains indicateurs montrent des signes (statistiquement non significatifs) de valeurs moins élevées en réserve : la richesse spécifique des papillons sur les récifs et îlots intermédiaires (Réserve=Yeega), la densité des perroquets dans l'habitat Corail vivant (alors que dans l'habitat détritique, celle-ci est significativement plus élevée en réserve, $p < 0.03$).
- **Réserve coutumière Thabap.** Les valeurs des indicateurs sont assez variables. Thabap montre sur plusieurs indicateurs plus de ressemblance avec les zones non protégées des récifs intermédiaires qu'avec la réserve Yeega.
- **Structure de l'assemblage.** La composition spécifique diffère significativement entre les habitats et marginalement en fonction du statut de protection ($p < 0.1$).

Objectif 1.2 Maintien des fonctions de l'écosystème

- Les herbivores et les carnivores/macro-carnivores, dominent l'assemblage et sont assez abondants sur les habitats coralliens.
- Les piscivores et planctonophages sont moins abondants et ont surtout été observés en réserve (RE).
- **Do-Himen :** Les carnivores et herbivores sont plus abondants en RE, et significativement pour les carnivores sur l'habitat corail vivant ($p < 0.05$).
- **Yeega :** les carnivores sont également plus abondants en RE, mais les herbivores sont plus abondants HR (différences non significatives).
- **Thabap :** les carnivores sont plus abondants en RC sur habitat Corail Vivant

Objectif 1.3 Conservation des espèces et habitats emblématiques, sous statut spécial, ou endémiques

- Le napoléon a été observé à 5 reprises.
- Les observations de napoléons et de requins à plusieurs reprises signent un bon état de santé des récifs et de la zone d'étude, bien que les observations n'aient pas eu lieu en réserve.
- Raies et tortues n'ont été observées que marginalement dans cette campagne. L'analyse des stations MICADO pourrait fournir plus d'information.

Objectif 1.4 Maintien d'un ensemble représentatif d'habitats

- Les recouvrements en corail vivant et branchu sont plus élevés en réserve, notamment en raison des stations sur le récif barrière.
- Les densités et richesse spécifique des poissons-papillons corroborent ces résultats : une situation plus satisfaisante en réserve sur le grand récif (Do-Himen), et des situations contrastées, voire moins bonnes en réserve sur les îlots et récifs intermédiaires (Yeega).

Objectif 2.1 Exploitation durable des ressources

- **Des effets positifs et significatifs de la protection** sont plus apparents pour les indicateurs relatifs aux espèces commerciales et aux espèces-cibles de la chasse. Ces

effets sont principalement observés pour les chirurgiens et les perroquets. L'abondance du dawa est significativement plus élevée en réserve sur l'habitat Corail vivant où l'espèce est la plus abondante ($p < 0.05$).

- **Pour ces métriques (à l'exception du dawa), la situation est généralement contrastée:** satisfaisante sur le récif barrière, mais variable et montrant parfois des signes défavorables sur les récifs et îlots intermédiaires, que ce soit à Yeega ou à Thabap. Le code orange a été attribué lorsque les densités étaient moins élevées sur les habitats des espèces concernées, même si cette différence n'était pas significative, et afin d'attirer l'attention sur ce résultat qui demande toutefois à être confirmé dans une future campagne.
- **Do-Himen :** les espèces commerciales sont plus abondantes (marginale, $p < 0.1$) et de taille plus grande ($p < 0.002$), notamment les chirurgiens ($p < 0.09$) et les perroquets (marginale, $p < 0.1$). Les espèces-cibles de la ligne sont significativement plus fréquentes sur les habitats de fonds durs ($p < 0.003$) et plus fréquentes en réserve sur habitat Corail vivant (marginale, $p < 0.08$). La proportion de grands individus est plus grande en réserve (NS)
- **Yeega :** plusieurs densités sont inférieures en réserve sur habitat Corail vivant (perroquets, cibles de la chasse, chirurgiens commerciaux, et espèces commerciales). La situation est parfois inverse sur habitat Détritique (espèces commerciales, perroquets).
- **Thabap :** les cibles de la chasse et les perroquets sont plus abondants dans la RC sur habitat Corail vivant (NS), mais la situation est inverse pour les chirurgiens commerciaux.
- Lors de cette campagne, **les loches, bossus et becs** n'ont pas été régulièrement observés. Pour ces deux familles, la fréquence apparaît plus élevée en réserve, un signal non significatif mais encourageant. Les indicateurs au niveau de l'espèce ne peuvent être utilisés dans la situation actuelle en raison de leur rareté et des faibles abondances observées. En ce qui concerne les bossus et becs, les habitats préférés de ces espèces ne sont pas assez représentés dans les données.

Livrables relatifs à cette campagne ou utilisant les données de cette campagne

A6	Fiche terrain de la campagne
A3	Typologie des habitats incluant les données de Hyeheh 2012
A10	Rapport avec fiches métriques en annexe
	Cartes sur Serveur Sextant et dossier sur Dropbox
A8	Montages vidéo et Mémos vidéo
A1	Liste des espèces observées dans les vidéo
A2	Guide des espèces observées dans les vidéo
A7	Restitution

Discussion et Perspectives

Des indicateurs écologiques ont été calculés sur l'ensemble de la zone, de ses habitats et unités géomorphologiques, à l'exception de la pente externe qui n'a pas pu être échantillonnée correctement en raison des conditions météo. Des stations devront être rajoutées dans ce biotope pour une future campagne.

Grâce à cette couverture géographique, des cartes ont pu être construites, et les effets des principaux facteurs explicatifs de la distribution spatiale des habitats et de l'ichtyofaune ont pu être testés conjointement. L'habitat local au niveau de chaque station à travers une typologie des stations est le facteur qui explique le mieux la distribution spatiale des indicateurs et la structure de l'assemblage. Ainsi, grâce à la prise en compte de l'habitat dans l'évaluation de l'effet protection, un certain nombre d'indicateurs montrent des différences significatives dans certains habitats.

Pour d'autres, les différences soient visibles sur les graphiques, mais non statistiquement significatives; elles constituent des signaux qui pourront le cas échéant être confirmés dans une future campagne.

Certains résultats vont à l'encontre des effets attendus de la protection, à savoir une valeur de l'indicateur plus élevée dans la zone protégée que dans les zones non protégées, notamment sur les récifs et îlots intermédiaires (Yeega et Thabap). Et, souvent la situation diffère entre Do Himen et Yeega, par ex. pour les poissons-papillons plus abondants en réserve à Do Himen, mais plus abondants hors réserve sur les îlots et récifs intermédiaires.

Enfin, dans les habitats de fonds durs, plusieurs indicateurs montrent des valeurs plus élevées indépendamment du statut. Ceci peut être un signe positif de la protection si les taxons concernés sont assez mobiles.

Ces résultats sont à interpréter à la lueur de l'état initial de 2007, qui ne montrait quasiment aucune différence significative entre zones protégées et non protégées.

La plupart des signaux observés dans l'analyse de ces données pourront être confirmés (ou non) dans une future campagne. Il sera alors possible d'élaborer une grille de lecture qui ne tienne pas seulement compte des différences spatiales, mais aussi des variations interannuelles. Cette grille de lecture sera également complétée au fur et à mesure de l'analyse des données des autres sites qui fournissent d'autres points de comparaison distribués sur l'ensemble des lagons calédoniens.

3. Contexte

La Zone Côtière Nord-Est (ZCNE), d'une superficie de 371400 ha fait partie du bien inscrit en 2008 au Patrimoine Mondial de l'Humanité. Cette inscription est justifiée par une Valeur Universelle Exceptionnelle (VUE) liée à la diversité exceptionnelle d'espèces de coraux et de poissons et à la multiplicité de ses habitats, allant des mangroves aux herbiers marins. Le maintien de l'intégrité de cette VUE requiert des efforts de gestion et de protection, et doit être prouvé à travers des évaluations périodiques.

Cette étude, conduite en 2012 et menée dans le cadre du projet AMBIO, s'intéresse aux perspectives de suivi de cette ZCNE en se focalisant sur la zone de Hyeheh, où la gestion est déjà organisée à travers un comité de gestion en raison de l'existence des Aires Marines Protégées (AMP) de Do Himen et Yeega. Elle vient en complément à l'Etat Zéro des communautés biocénétiques de l'AMP réalisé par l'Université de Nouvelle Calédonie (Wantiez et al. 2011) et aux stations du Réseau d'Observation des Récifs Coralliens (RORC).

L'étude repose sur le déploiement et l'analyse des relations poissons-habitat de 138 stations vidéo rotatives STAVIRO réparties sur l'ensemble de la zone.

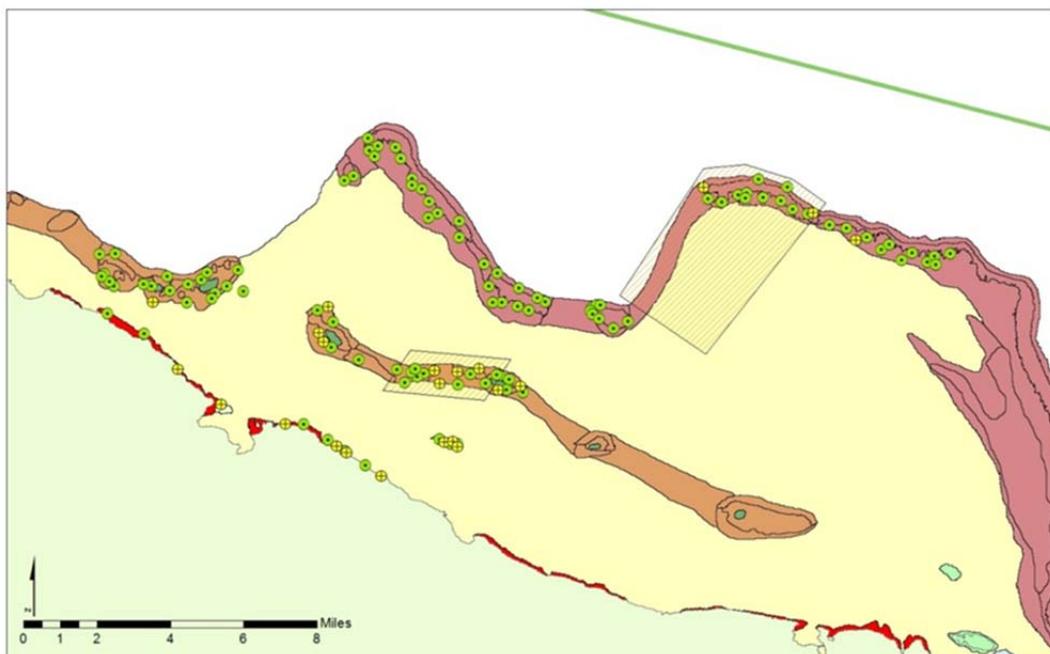
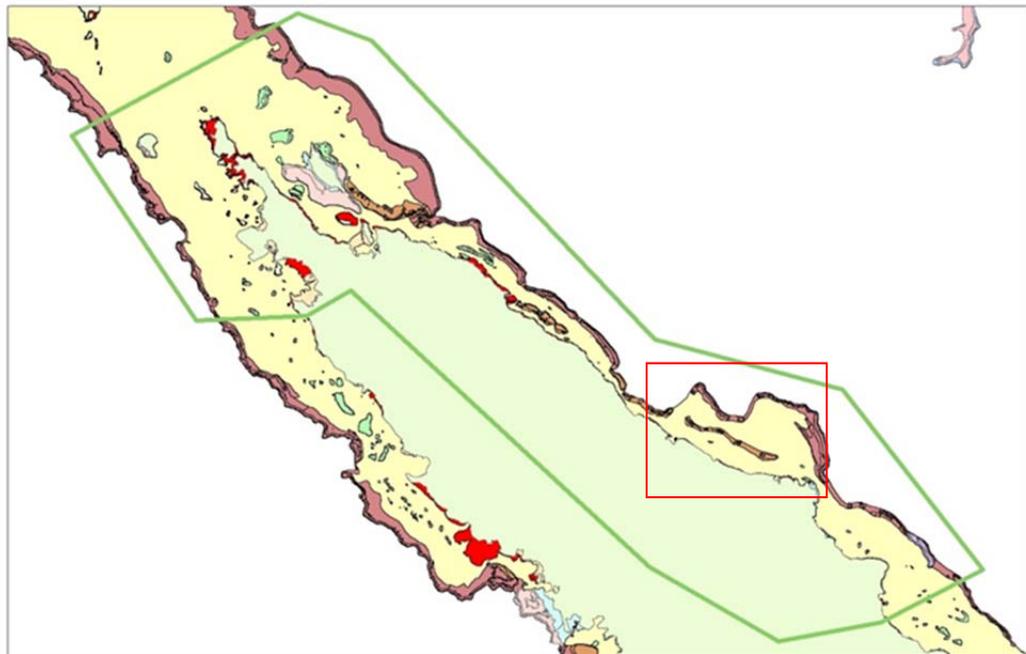
Ce rapport présente les caractéristiques et l'état des communautés de poissons et de leurs habitats au travers de 25 indicateurs dont les variations spatiales ont été analysées en fonction du statut de protection, de l'habitat issu de la typologie à l'échelle de l'ensemble des sites visités, et des différentes unités géomorphologiques (ci-dessous dénommées « types de récif ») (Récif barrière, Récif intermédiaire, Récif frangeant) identifiées dans Andréfouët et Torres-Pullitza (2004)¹.

¹ Andréfouët S., Torres-Pullitza D, 2004, *Atlas des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie*, IFRECOR Nouvelle-Calédonie, IRD, Nouméa, Avril 2004, 26 p + 22 planches

3.1. La Zone Côtière Nord-Est

La ZCNE, site 3 du bien inscrit est délimitée en vert sur la Figure 1. Elle est subdivisée en 4 zones, la zone d'étude étant incluse dans la zone 4 (cf. Description du site 3 dans le dossier d'inscription) ; elle en couvre approximativement la moitié Nord (Figure 1). Cette zone inclut deux AMP (voir § 5.2).

Figure 1. Délimitation de la ZCNE (haut, en vert), et zone d'étude (bas) avec figuré des stations et limites des deux AMP. Fond de carte Atlas de la Nouvelle-Calédonie.



3.2. Les statuts de protection

Dans la zone d'étude, il existe deux Aires Marines Protégées, Do Himen et Yeegaa mises en place en 2007, et de statuts IUCN respectifs I.B et II. Cette mise en place constituait une des actions de gestion importante identifiées dans le dossier d'inscription à l'UNESCO. Un état initial de ces deux AMP a été réalisé en 2011 grâce à un financement du WWF (Wantiez et al. 2011).

Les deux AMP diffèrent par leur statut IUCN et par l'utilisation qui en est faite. Do Himen est une zone taboue mais dont l'usage pour la plongée est autorisé ; elle est éloignée sur le grand récif et les bateaux de plongée utilisent des mouillages permanents. A l'inverse, Yeega, est incluse dans une Aire de Gestion Durable ; la pêche y est interdite, mais elle est fréquentée car située sur un îlot intermédiaire. Un sentier sous-marin y a été installé qui canalise la fréquentation, mais qui la favorise également.

Enfin, la zone comprend également une réserve coutumière située sur Thabap. Celle-ci présente un profil d'utilisation différent, lié principalement à la pêche.

4. Méthodologie

4.1. Stations vidéo rotatives

Sur cette zone, les deux techniques STAVIRO et MICADO ont été mises en œuvre. Ces techniques et leur mise en œuvre sont décrites dans AMBIO/A/1. Dans ce rapport, seules les STAVIRO sont analysées. Les MICADO ont fourni des images pour les montages vidéo ; elles seront analysées ultérieurement avec d'autres stations du même type.

4.2. Stratégie d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage a été stratifié en fonction des trois structures récifales (récif frangeant, récif intermédiaire et récif barrière), et des biotopes associés, et en tenant compte du statut de protection des réserves de Do Himen et de Yeega. Les fonds lagonaires étant assez profonds ; les stations prévues dans ce biotope ont été positionnées à distance de l'arrière-récif barrière et en général à proximité de patates isolées.

Un volant de stations supplémentaires a été prévu pour rajouter des stations dans des localisations d'intérêt pour le comité de gestion ou les services techniques de la Province Nord.

Les MICADO sont réalisés prioritairement dans les réserves ; l'un dans Do Himen, l'autre dans Yeega.

4.3. Analyse des images : l'habitat

La méthodologie de caractérisation de l'habitat à partir des images est décrite dans AMBIO/A/1.

Les données résultant de l'analyse des images vidéo sont utilisés de deux manières, d'abord pour construire des cartes, et notamment des cartes de recouvrement biotique, et ensuite

elles permettent d'établir une typologie des stations. Cette démarche est détaillée dans AMBIO/A/3.

Chaque classe résultant de la typologie rassemble les stations qui sont similaires du point de vue du recouvrement biotique et abiotique et de caractéristiques telles que la profondeur, la topographie et la complexité. Les facteurs qui caractérisent chaque classe permettent de décrire chacun de ces habitats. Cette définition de l'habitat se base uniquement sur l'environnement immédiat de la station.

4.4. Analyse des images : les poissons et espèces emblématiques

Pour chaque rotation, les espèces présentant un intérêt halieutique (commerciale ou consommable), présentant un intérêt écologique (indicateur de l'état de santé du récif) ou encore les espèces emblématiques ont été identifiées et dénombrées.

La méthodologie d'identification, la liste des espèces, et le dénombrement de ces espèces à partir des images sont décrits dans AMBIO/A/1.

4.5. Calcul des indicateurs : l'outil de calcul PAMPA.

Les indicateurs sont calculés à partir de l'outil de calcul PAMPA « Ressources et Biodiversité » qui peut traiter différents types de données et calculer de nombreuses métriques/indicateurs :

Variables	Niveau de calcul
<ul style="list-style-type: none"> • Abondance (nombre ou densité) • Biomasse (poids ou densité) • Abondance par classe de taille (nombre ou densité) • Abondance par classe de taille (poids ou densité) • Taille moyenne • Richesse spécifique • Richesse spécifique relative • Autres indices de diversité • Pourcentage de recouvrement • Fréquence d'occurrence et présence-absence 	<ul style="list-style-type: none"> • Par critère lié aux espèces : <ul style="list-style-type: none"> ○ toutes espèces ○ par espèce ○ par groupe d'espèces selon trait de vie, intérêt pêche, statut, etc.. • Par facteur décrivant les stations : <ul style="list-style-type: none"> ○ tout niveau du référentiel spatial (unité d'observation, site, zonage PAMPA, ...) ○ habitat(s) (différentes variables) ○ année, saison, mois

Seuls les indicateurs en gras ont été calculés dans la plateforme pour ce rapport.

L'outil de calcul PAMPA est décrit dans le Guide des outils PAMPA (Pelletier et al. 2014). La sélection des indicateurs s'est appuyée sur les résultats obtenus dans PAMPA pour la Nouvelle-Calédonie. Le rapport du site NC décrit tous les jeux de données et les indicateurs retenus² (Wantiez et al. 2011), tandis que les métriques/indicateurs issus de la vidéo STAVIRO font l'objet de fiches dans Pelletier et al. (2011).

² Le travail réalisé dans le projet PAMPA a concerné la zone du Grand Nouméa.

4.6. Analyse des indicateurs

Elle comprend deux étapes :

- la description de l'état des habitats et de l'ichtyofaune au regard des critères d'inscription au Patrimoine Mondial
- la mise en évidence d'effets de la protection dus à la mise en place des AMP.

La description s'appuie principalement sur des graphiques et des cartes. L'influence de certains facteurs géographiques et de l'habitat a été testée au moyen de tests statistiques univariés. Les effets de la protection sont évalués pour chaque objectif de conservation de la biodiversité et de gestion des ressources au travers d'indicateurs jugés pertinents pour chacun des objectifs, selon la méthodologie développée dans le projet PAMPA (Pelletier et al. 2011). Cette méthodologie, ainsi que les outils pour la mettre en œuvre sont détaillés dans le guide PAMPA (Pelletier et al. 2014), qui inclut les développements effectués depuis la fin du projet en 2011.

Chaque indicateur est choisi en fonction de sa pertinence pour un objectif de gestion :

But de gestion	Objectif détaillé
1. Exploitation durable des ressources halieutiques	1.1. Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces-cibles 2.1. Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces 2.2. Maintien des fonctions de l'écosystème
2. Conservation de la biodiversité	2.3. Conservation des espèces et habitats emblématiques, menacés localement, ou sous statut spécial, ou endémiques 2.4. Maintien d'un ensemble représentatif d'habitats (état et étendue)

Les variations de l'indicateur sont explorées graphiquement en fonction du statut de protection et de l'habitat est issu de la typologie des stations. En tant que de besoin, d'autres facteurs sont considérés, par exemple le site à l'intérieur de la zone d'étude, ou la géomorphologie (*sensu* Atlas de la NC).

Puis des modèles statistiques sont utilisés pour confirmer les différences spatiales éventuellement observées, toujours à l'aide de la plateforme. En fonction de la nature de l'indicateur (par ex. densité ou richesse spécifique) et de sa distribution dans les données analysées, la plateforme propose le modèle qui s'ajuste le mieux aux données selon un critère statistique (Akaike), puis elle permet d'ajuster un modèle à deux facteurs croisés protection et habitat. L'analyse de la variance indique d'abord si les effets des facteurs sont significatifs, puis ces effets sont estimés pour chaque combinaison de niveau des facteurs. Enfin, des tests de comparaisons multiples sont réalisés sur les différences spatiales entre niveaux de protection par habitat. En complément, un modèle peut être ajusté pour un habitat donné lorsque nécessaire. Les résultats du modèle peuvent ne pas être significatifs alors que les graphiques indiquent des différences non ambiguës. Ceci peut être dû à un modèle non optimal par rapport aux données, ou à une puissance statistique insuffisante pour détecter un effet existant. Ce cas de figure peut se présenter lorsque le nombre de stations par combinaison de niveaux habitat X statut est faible, e.g. dans certains habitats. Les habitats correspondants sont alors exclus des tests.

4.7. Grille de lecture des indicateurs et tableau de bord

Pour chaque indicateur retenu, les résultats quantitatifs (graphiques et statistiques) sont repris sous forme d'un code couleur et d'un commentaire. Cette méthodologie repart également de celle du projet PAMPA (Annexe 1).

Idéalement, les codes couleurs sont déduits de l'interprétation des indicateurs par rapport à des valeurs-seuils. Cependant, cette approche est difficile voire impossible pour la plupart des indicateurs écologiques car une quantification objective et indépendante des valeurs-seuils est impossible sans de solides informations de référence ou a minima comparables (pour plus de détails voir le Guide des outils PAMPA, Pelletier et al. 2014).

Le codage en couleurs des résultats quantitatifs est donc réalisé à partir de l'interprétation des différences spatiales entre zone protégée et zone non-protégée. Une future campagne permettra d'évaluer et de tester l'évolution de ces différences au cours du temps.

Pour interpréter les effets de la protection dans le contexte de Hyehen, il est nécessaire de considérer que la protection est relativement récente, et que les pressions anthropiques dans la zone sont relativement faibles au regard d'autres zones, sur la Côte Ouest par exemple, malgré la présence d'infrastructures touristiques importantes au sud de la commune.

La grille de lecture utilisée dans la suite de ce rapport est présentée ci-dessous. Elle sera nuancée en fonction des indicateurs et de cas particuliers (voir les fiches métriques en annexe):

Grille de lecture des indicateurs		
Référence	Etat de référence, rarement utilisé en pratique	Dans tous les habitats associés aux taxons concernés, valeur exceptionnellement élevée quel que soit le statut de protection
Bon	Etat satisfaisant sur toute la zone d'étude	Dans tous les habitats associés aux taxons concernés, valeur significativement plus élevée en zone protégée, ou valeur élevée dans toutes les zones
Moyen	Pas d'effet positif visible de la protection	Dans les habitats principaux des taxons concernés, pas de différences marquées entre zone protégée et non protégée, mais pas de valeurs plus faible en zone protégée
Médiocre	Des signes d'état médiocre sur la zone	Occurrence de valeurs faibles en zone protégée et Différences variables selon les habitats et les statuts de protection
Mauvais	Etat non satisfaisant malgré la protection	Dans tous les habitats fréquentés par les taxons concernés, valeur faible, quel que soit le statut de protection
	Les données ne permettent pas de conclure au regard de la situation actuelle	



Chaque code couleur doit être accompagné d'un commentaire qui complète et nuance la couleur. Ainsi, dans une AMP récente, tous les signaux n'ont pas vocation à être au vert ; les effets de la protection n'étant pas immédiats.

4.8. Analyse de la structure de l'assemblage de poissons

La structuration de l'ensemble de l'assemblage de poissons a également été analysée grâce à des méthodes multivariées non-paramétriques (et donc robustes) dont l'analyse de variance multivariée par permutations (PERMANOVA) et les analyses CAP. Ces analyses utilisent le logiciel PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research), un des logiciels les plus utilisés en écologie des communautés.

Les analyses ont été basés sur des matrices de ressemblances calculées à partir de coefficients de Bray-Curtis. Les abondances ont été transformées avec la racine carrée avant les analyses en raison de la présence de quelques espèces rencontrées en grands bancs. Les habitats (algueraie n = 3) et unités géomorphologiques (fond lagonaire n = 1, passe n = 1) avec trop peu de stations ont été exclus des analyses.

Les analyses PERMANOVA ont été utilisées pour tester l'effet sur l'assemblage de poissons de trois facteurs : le type de récif (facteur fixe avec 3 niveaux: Récif barrière, Récif intermédiaire, Récif frangeant), l'habitat issu de la typologie (facteur fixe avec 3 niveaux 'Corail vivant', 'Détritique', 'Fond lagonaire'), et le statut de protection (Hors Réserve (HR), Réserve (RE), Réserve coutumière (RC)). L'habitat 'Algueraie' a été écarté des modèles en raison d'un nombre limité de stations.

A la suite des PERMANOVA, des tests post hoc par paires ont permis d'identifier les différences significatives entre les habitats, entre les types de récif et entre les statuts de protection.

Enfin, des analyses CAP (Canonical Analysis of Principal coordinates) ont été effectuées pour identifier les espèces caractéristiques des différents types de récifs et habitats. Des tests de validation croisée ont été réalisés pour estimer la fiabilité des modèles et le degré de différence entre les différents niveaux des facteurs.

Dans la section 6, ces analyses ont servi à décrire la structure de l'assemblage en fonction du type de récif et de l'habitat. Dans la section 7, elles ont permis de tester l'effet de la protection sur l'assemblage de poissons, en tenant compte de l'habitat.

5. Distribution des stations

La campagne de terrain est décrite en détail dans la fiche terrain (AMBIO/A/6). 138 stations STAVIRO ont été réalisées, dont 105 sont finalement exploitables (Figure 2). 2 MICADO ont été par ailleurs validés, l'un dans la réserve Do Himen, l'autre dans la réserve Yeega (Hienga). Ces stations ont été réalisées en 30.5 h passées en mer entre le 26 et le 31 août 2012.

Type de récif	% de stations validées	Explication
Barrière	95%	Problèmes mécaniques moteurs
Intermédiaire	76%	Buée et problèmes mécaniques moteurs
Frangeant	38%	Visibilité <5m

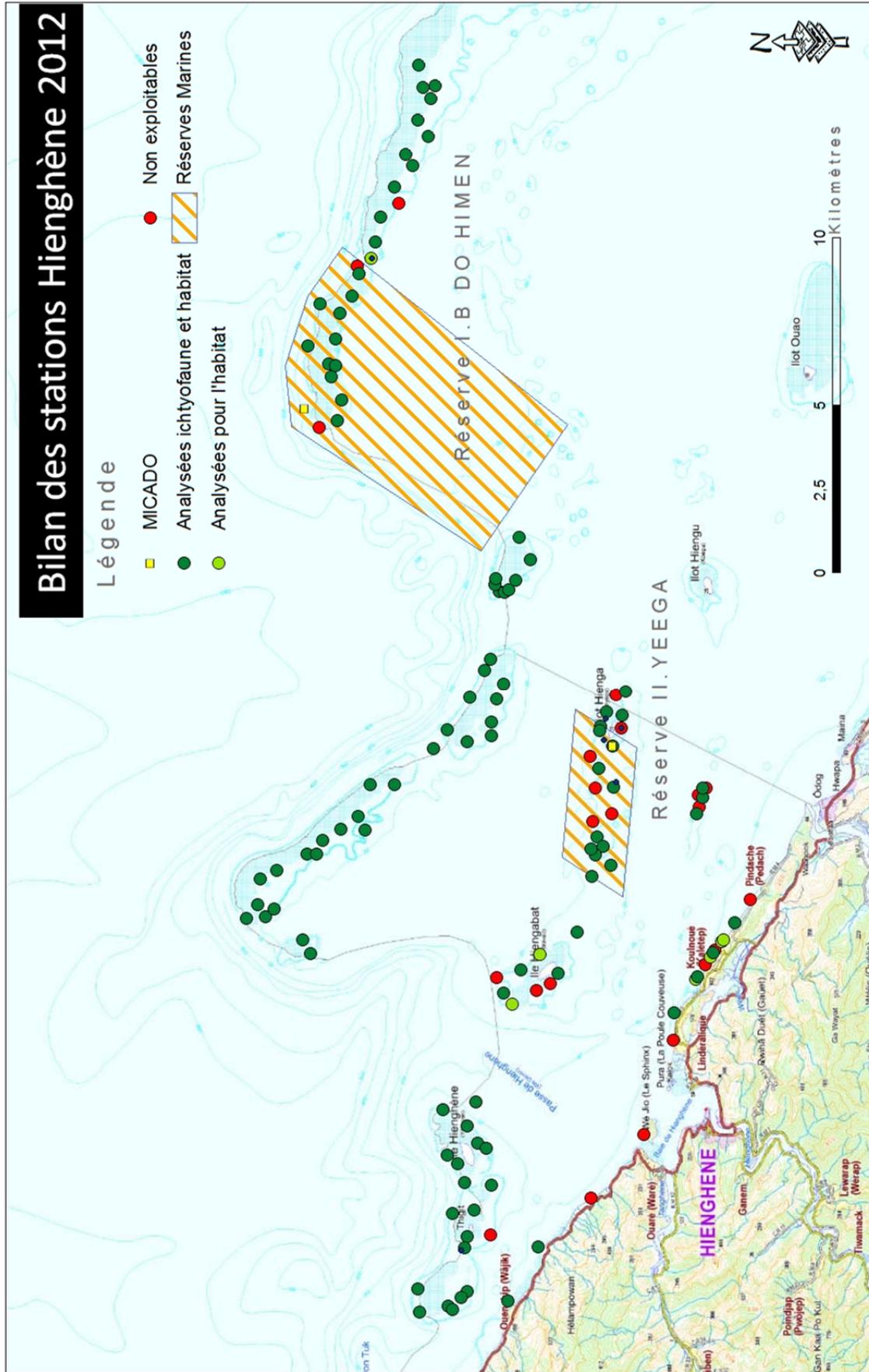
Tableau 1. Répartition des stations validées selon la géographie de la zone d'étude (unité géomorphologique).

Site	Nombre de stations
Récif Frangeant	7
Les Charpentiers	3
Dongan Hienga	10
Dongan Hiengu	8
Ilot de sable (Thabap)	7
Ilot Hienga	9
Ilot Hiengabat	6
Ilot Hienghène	9
Ilot Tiguit	3
Récif Do Himen	11
Récif Douok	2
Récif Kaun	14
Récif Mengalia	11
Récif Pidanain	5

Tableau 2. Répartition des stations validées selon le statut de protection.

Statut de protection	Réserve (RE)	Réserve coutumière (RC)	Hors réserve (HR)
Nombre de stations	22	6	77

Figure 2. Bilan des stations réalisées et validées à Hyehen en 2012 (ci-contre).



6. Etat initial vidéo

6.1. Bilan de l'analyse des images

Analyseur Ichtyofaune	Bastien Preuss
Analyse Habitat	Bastien Preuss
Liste d'espèces	Espèces d'intérêt halieutique, emblématique, et/ou écologique. Cette liste est présentée dans AMBIO/A/1

Statistiques d'analyse

Temps total nécessaire à l'analyse des images : ichtyofaune	71h30
Temps total nécessaire à l'analyse des images : habitat	31 heures
Temps moyen de l'analyse d'une vidéo pour l'ichtyofaune	1 heure 05 min
Temps moyen de l'analyse d'une vidéo pour l'habitat	20 min

6.2. Habitat

Le recouvrement en corail vivant varie entre 0 et 77.5% (Figures 3 et 4). Il est présent sur 98% des stations, tandis que 69% d'entre elles ont plus de 5% de recouvrement en corail vivant. L'analyse des vidéos n'a pas permis d'observer des recouvrements en herbier ni en macroalgues aux stations visitées.

Recouvrement (%)	Moyenne	Médiane	Maximum
Corail vivant	15.1	10.5	77.5

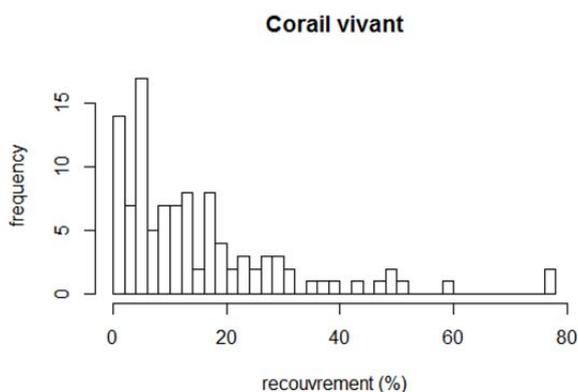


Figure 3. Histogramme du recouvrement en corail vivant.

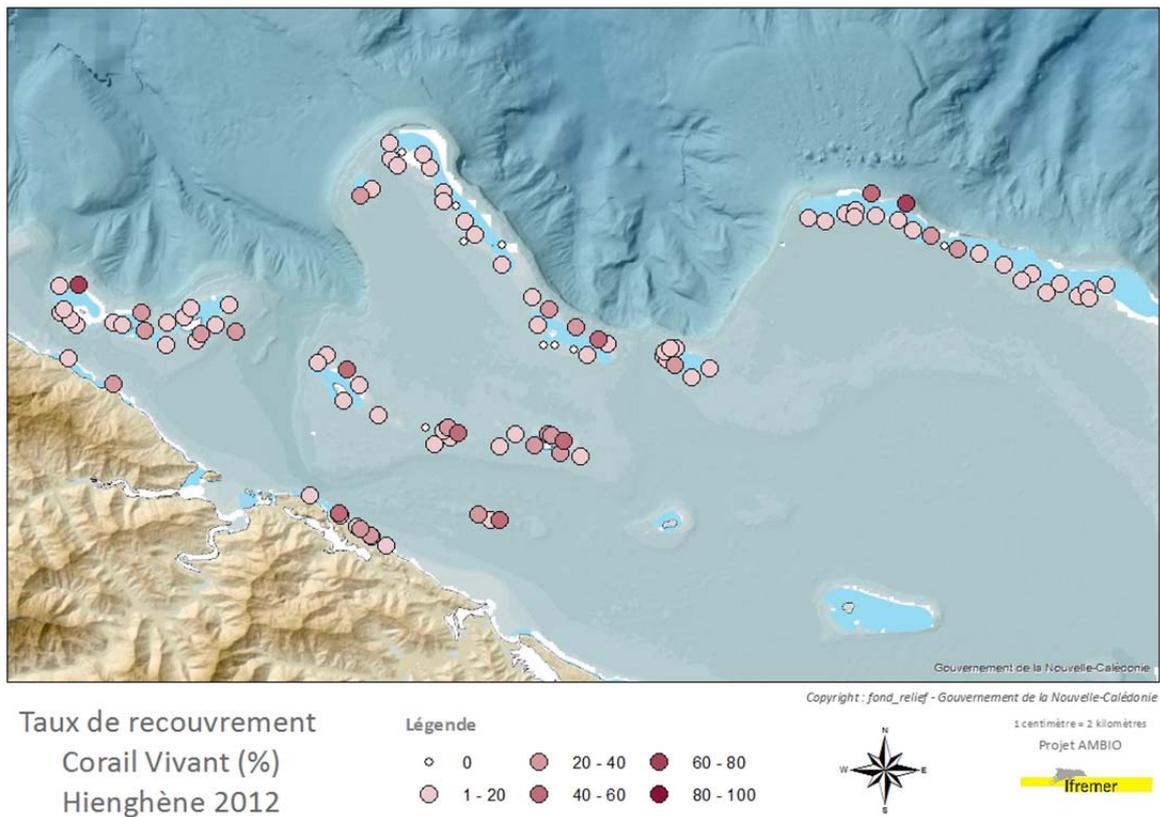


Figure 4. Recouvrement en corail vivant, Hyehen 2012. (Figure 3).

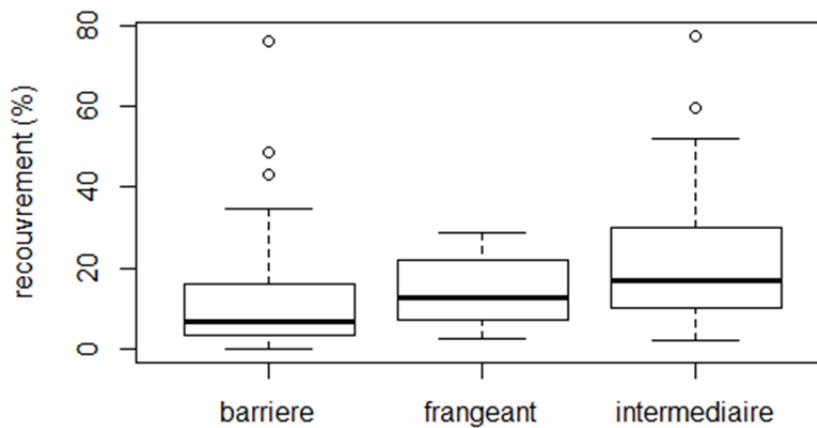


Figure 5. Recouvrement en corail vivant par unité géomorphologique. Les stations sont au nombre de 58, 10 et 36 respectivement pour les récifs barrière, frangeant, et intermédiaire.

Sur les stations visitées, le recouvrement en corail vivant diffère significativement selon l'unité géomorphologique ($p < 0.005$). Il apparaît en moyenne plus élevé (22.1%) sur les récifs intermédiaires que sur le récif barrière (11.2%) et sur le récif frangeant (18.9%) (Figure 5). Le recouvrement sur le récif intermédiaire est significativement plus élevé que sur le récif barrière ($p < 0.002$). **Il faut noter toutefois le faible nombre de stations sur la pente externe (qui présentent en général des recouvrements en corail vivant élevés).** A l'inverse, le tombant interne du récif barrière n'est pas abrité des vents dominants et

présente assez fréquemment des faciès détritiques (voir typologie), d'où un recouvrement en corail vivant moins élevé que sur la pente externe.

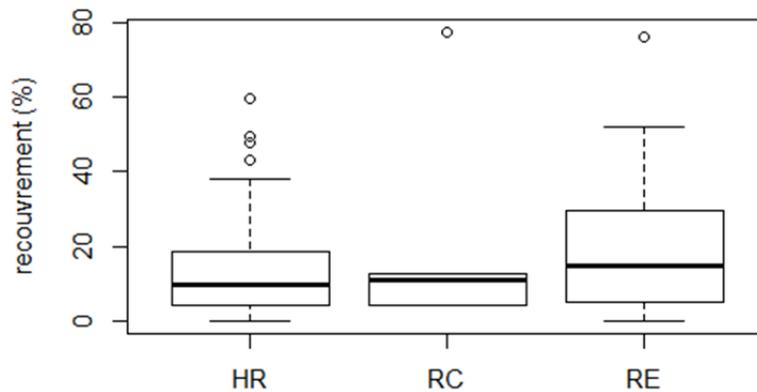


Figure 6. Recouvrement corallien en fonction du statut de protection.

Le recouvrement en corail vivant apparaît marginalement différent entre les zones protégées (RE) et non protégées (HR) ($p < 0.08$) (Figure 6), avec toutefois une moyenne significativement plus élevée en RE par rapport à HR ($p < 0.032$).

La prise en compte des deux facteurs unité géomorphologique et statut de protection (Figure 7), montre un effet significatif de chacun des facteurs ($p < 0.062$ pour le statut et $p < 0.006$ pour l'unité géomorphologique). **Le recouvrement est donc significativement plus élevé en réserve et sur les récif et îlots intermédiaires.**

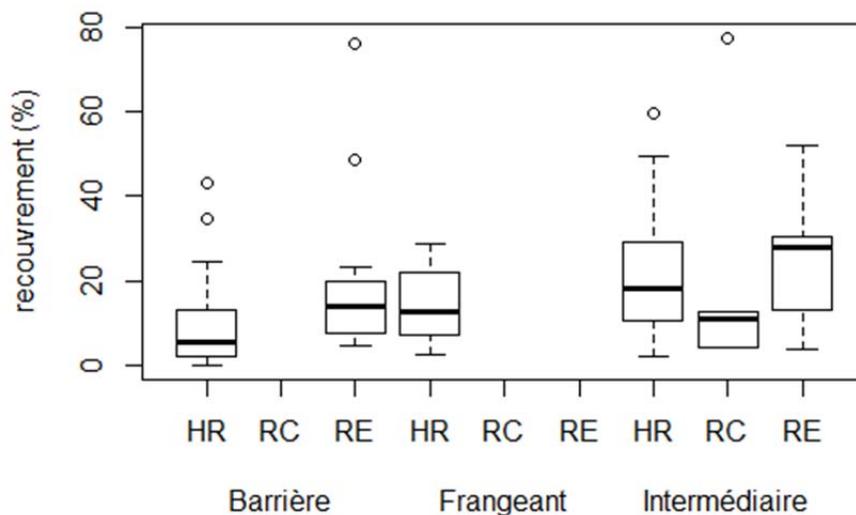


Figure 7. Recouvrement en corail vivant par unité géomorphologique, en fonction du statut de protection. RE : réserve ; RC : réserve coutumière ; HR : hors réserve.

Typologie des stations. Les résultats de la typologie d'ensemble tous sites confondus sont détaillés dans le rapport AMBIO/A/3. Pour la zone de Hyeheh, ces résultats montrent l'absence de station dans la classe herbier et une proportion de stations dans la classe Corail Vivant analogue à celle de l'ensemble des sites visités (Tableau 3, Figure 8). Les

fonds lagonaire entre les récifs sont assez profonds (40 à 60 m) et n'ont pu faire l'objet d'observations. La caractérisation de chaque classe est dans le tableau 4.

Tableau 3. Répartition des stations par classe d'habitat. 109 stations étaient exploitables pour l'habitat sur la zone.

	Nombre de stations	Proportion de stations (%)
Herbier	0	0
Fond lagonaire	20	18
Algueraie	3	3
Corail vivant	35	32
Détritique	51	47

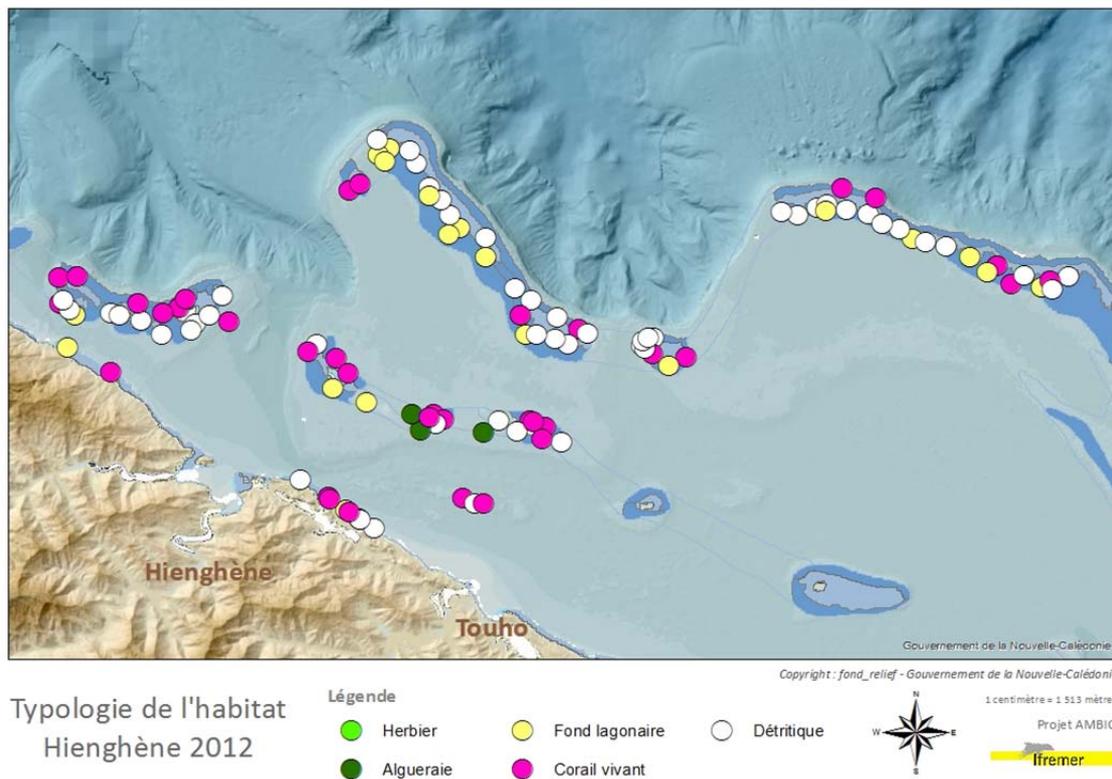


Figure 8. Répartition des stations par classe d'habitat.

Tableau 4 (repris de AMBIO/A/3). Caractérisation des classes de stations par les descripteurs de l'habitat local. Les variables particulièrement caractéristiques de chaque habitat sont indiquées en gras (valeurs élevées dans la classe) et en italiques (valeurs faibles dans la classe). Les statistiques des classes sont dans le rapport AMBIO/A/3.

Habitat	Topographie	Complexité	Sable (%)	Gravier (%)	Bloc (%)	Rocher (%)	Dalle (%)	Corail vivant (%)	Corail mort (%)	Herbier (%)	Macroalgues (%)	Profondeur (m)
Herbier	<i>1,18</i>	<i>1,84</i>	95,3	<i>3,07</i>	<i>0,16</i>	<i>0,02</i>	<i>0,62</i>	<i>0,47</i>	<i>0,35</i>	61,03	<i>6,25</i>	7,76
Algueraie	<i>1,22</i>	<i>1,49</i>	92,01	<i>6,36</i>	<i>0,29</i>	<i>0,1</i>	<i>0,29</i>	<i>0,51</i>	<i>0,43</i>	<i>9,53</i>	28,32	12,53
Fond lagonaire	<i>1,4</i>	<i>1,51</i>	75,76	<i>8,96</i>	<i>0,79</i>	<i>0,28</i>	<i>2,18</i>	<i>7,38</i>	<i>4,64</i>	<i>1,15</i>	<i>2,23</i>	<i>3,93</i>
Corail vivant	2,52	3,01	<i>20,92</i>	<i>10,61</i>	<i>1,74</i>	<i>0,18</i>	<i>4,65</i>	34,08	27,8	<i>0,04</i>	<i>0,84</i>	<i>4,64</i>
Détritique	1,62	2,32	<i>24,09</i>	35,15	4,57	2,91	17,88	<i>9,62</i>	<i>5,74</i>	<i>0,59</i>	<i>1,47</i>	<i>5,28</i>

Qui peuvent être résumés comme suit :

Habitat	Variables caractéristiques de la classe
Herbier	Recouvrement en herbier important (61% en moyenne) Fond sableux (95% en moyenne) Absence de substrats durs (recouvrements inférieurs à 5%)
Algueraie	Recouvrement en macroalgues moyen à élevé (28.3% en moyenne) Fond sableux (92% en moyenne) Profondeur moyenne plus élevée (12.5 m en moyenne) Absence de substrats durs (recouvrements inférieurs à 8%)
Fond lagunaire	Recouvrement en sable dominant (76% en moyenne) Profondeur faible (3.9 m en moyenne) Complexité faible (1.5 en moyenne) Recouvrements en macroalgues et en herbier plus bas que la moyenne Recouvrement en substrats durs faible mais non nul (patates)
Corail vivant	Recouvrement en corail vivant important (34% en moyenne) Recouvrement en corail mort important (28% en moyenne) Topographie et complexité plus élevées que la moyenne Profondeur faible (4.6 m en moyenne) Recouvrement en sable faible (21% en moyenne) Herbier et macroalgues quasi-absentes
Détritique	Recouvrement en gravier plus élevé que la moyenne (35%) Recouvrement en sable moins élevé que la moyenne (24% en moyenne) Recouvrement en dalle plus élevé que la moyenne (18%) Herbier et macroalgues quasi-absents Profondeur moindre qu'en moyenne (5.3 m)

6.3. Indicateurs sur l'ichtyofaune et les tortues

Statistiques générales sur les espèces, genres et familles observées

3788 individus ont été dénombrés et identifiés au moins au niveau de la famille. 109 espèces ont été observées au niveau spécifique dans l'ensemble des stations (Tableau 5). 44 genres et 19 familles ont été observés (Figure 9) dont 18 familles de poisson et les Chelonidae. Les chirurgiens sont observés sur presque 90% des stations, les perroquets sur 75% des stations. Neuf familles sont observées sur plus de 20% des stations. Les Serranidae ont été observés sur seulement 21% des stations.

Niveau d'identification taxonomique le plus précis des individus observés

Niveau taxonomique	Nombre d'individus	Proportion
Famille	408	10.8%
Genre	431	11.4%
Espèce	2931	77.7%

Espèces, Genres et Familles observés

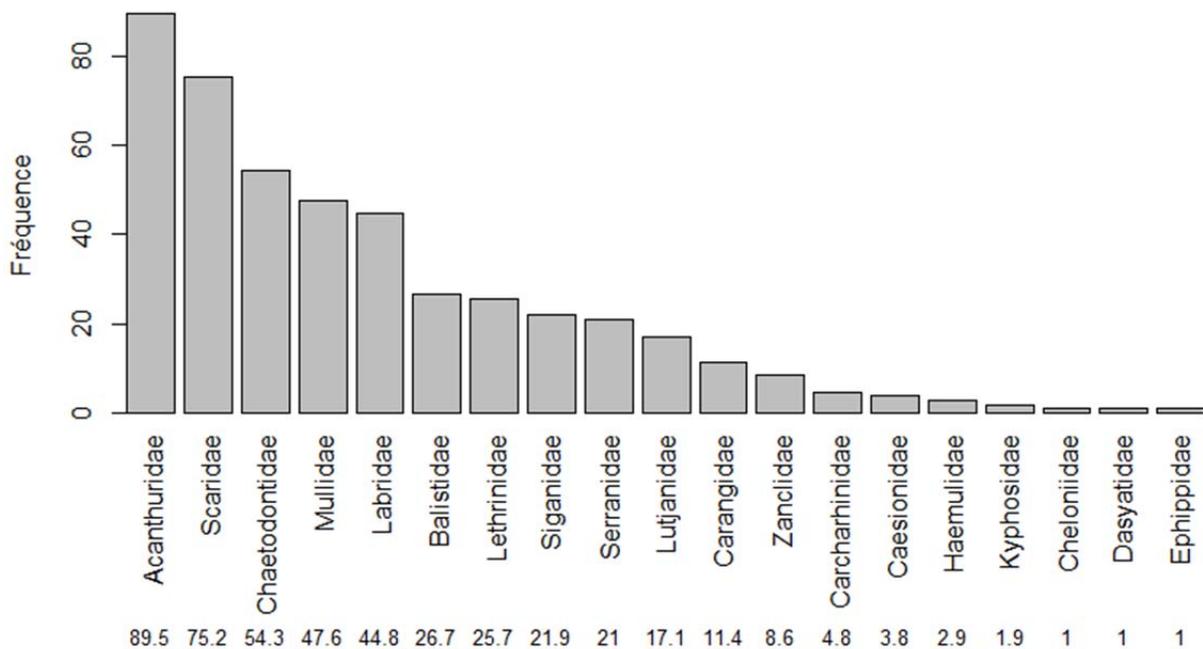


Figure 9. Fréquence d'occurrence des familles observées à Hyehen en 2012.

Tableau 5. Liste des espèces observées à Hyeheh en 2012

Carcharhinidae (3)	Chaetodontidae (17)
Carcharhinus amblyrhynchos	Chaetodon auriga
Carcharhinus melanopterus	Chaetodon baronessa
Triaenodon obesus	Chaetodon citrinellus
Cheloniidae (1)	Chaetodon ephippium
Elapidae (2)	Chaetodon kleinii
Laticauda colubrina	Chaetodon lineolatus
Hydrophiinae sp.	Chaetodon lunula
Dasyatidae (1)	Chaetodon lunulatus
Acanthuridae (19)	Chaetodon mertensii
Acanthurus dussumieri	Chaetodon pelewensis
Acanthurus lineatus	Chaetodon plebeius
Acanthurus nigricans	Chaetodon rafflesi
Acanthurus nigricauda	Chaetodon trifascialis
Acanthurus nigrofuscus	Chaetodon ulietensis
Acanthurus olivaceus	Chaetodon unimaculatus
Acanthurus pyroferus	Chaetodon vagabundus
Acanthurus thompsoni	Forcipiger sp.
Acanthurus xanthopterus	Ephippidae (1)
Ctenochaetus binotatus	Platax teira
Ctenochaetus striatus	Haemulidae (3)
Naso brevirostris	Plectorhinchus chaetodonoides
Naso hexacanthus	Plectorhinchus lineatus
Naso lituratus	Plectorhinchus picus
Naso tonganus	Holocentridae (1)
Naso unicornis	Myripristis sp.
Paracanthurus hepatus	Kyphosidae (1)
Zebrasoma scopas	Kyphosus sp.
Zebrasoma velifer	
Balistidae (5)	Labridae (15)
Balistoides conspicillum	Bodianus axillaris
Balistoides viridescens	Bodianus loxozonus
Pseudobalistes fuscus	Bodianus perditio
Rhinecanthus aculeatus	Cheilinus chlorourous
Sufflamen chrysopteron	Cheilinus fasciatus
Caesionidae (3)	Cheilinus trilobatus
Caesio lunaris	Cheilinus undulatus
Pterocaesio tile	Coris aygula
Pterocaesio trilineata	Coris batuensis
Carangidae (3)	Coris dorsomacula
Carangoides plagiotaenia	Coris gaimard
Caranx melampygus	Epibulus insidiator
Scomberoides lysan	Hemigymnus fasciatus
	Hemigymnus melapterus
	Oxycheilinus diagrama

<p>Lethrinidae (5)</p> <ul style="list-style-type: none"> Lethrinus atkinsoni Lethrinus harak Lethrinus nebulosus Lethrinus obsoletus Monotaxis grandoculis <p>Lutjanidae (10)</p> <ul style="list-style-type: none"> Aphareus furca Aprion virescens Lutjanus bohar Lutjanus fulviflamma Lutjanus fulvus Lutjanus gibbus Lutjanus kasmira Lutjanus quinquelineatus Lutjanus rivulatus Macolor niger <p>Mullidae (8)</p> <ul style="list-style-type: none"> Parupeneus barberinoides Parupeneus barberinus Parupeneus crassilabris Parupeneus cyclostomus Parupeneus indicus Parupeneus multifasciatus Parupeneus pleurostigma Upeneus tragula 	<p>Scaridae (12)</p> <ul style="list-style-type: none"> Cetoscarus ocellatus Chlorurus microrhinos Chlorurus sordidus Hipposcarus longiceps Scarus altipinnis Scarus chameleon Scarus frenatus Scarus ghobban Scarus oviceps Scarus psittacus Scarus rubroviolaceus Scarus schlegeli <p>Serranidae (6)</p> <ul style="list-style-type: none"> Cephalopholis urodeta Epinephelus maculatus Epinephelus malabaricus Plectropomus laevis Plectropomus leopardus Variola louti <p>Siganidae (4)</p> <ul style="list-style-type: none"> Siganus corallinus Siganus doliatus Siganus punctatus Siganus vulpinus <p>Zanclidae (1)</p> <ul style="list-style-type: none"> Zanclus cornutus
---	---

Principales familles rencontrées

Les chirurgiens les plus fréquents sont le maïto (*Ctenochaetus striatus*) et le chirurgien à queue en balai (*Zebrasoma scopas*), des espèces classées comme consommables (comme la plupart des chirurgiens), mais non commerciales (Figure 10).

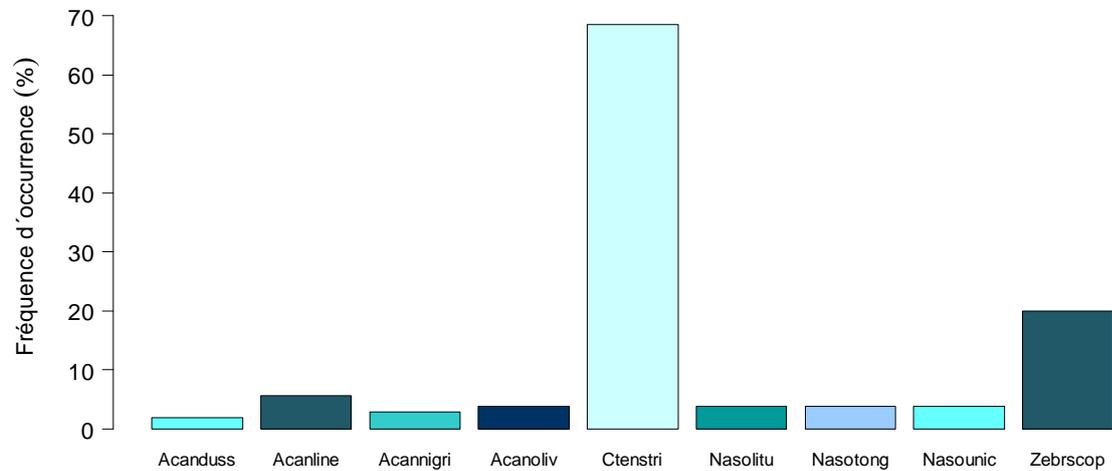


Figure 10. Fréquence d'occurrence des espèces les plus fréquentes parmi les poissons chirurgiens (Acanthuridae). Acanduss= *Acanthurus dussumieri*; Acanline= *A. lineatus*, Acannigri= *A. nigricauda*, Ctenstri=*Ctenochetus striatus*, Nasolitu=*Naso lituratus*; Nasotong= *N. lituratus*; Nasounic=*N. unicornis*; Zebrscop=*Zebrasoma scopas*

Parmi les perroquets, ce sont les perroquets *Chlorurus sordidus* (espèce commerciale) et *Scarus schlegeli* (espèce consommable) qui sont les plus fréquents (Figure 11), un grand nombre de perroquets n'étant pas identifiés jusqu'au genre (petits individus).

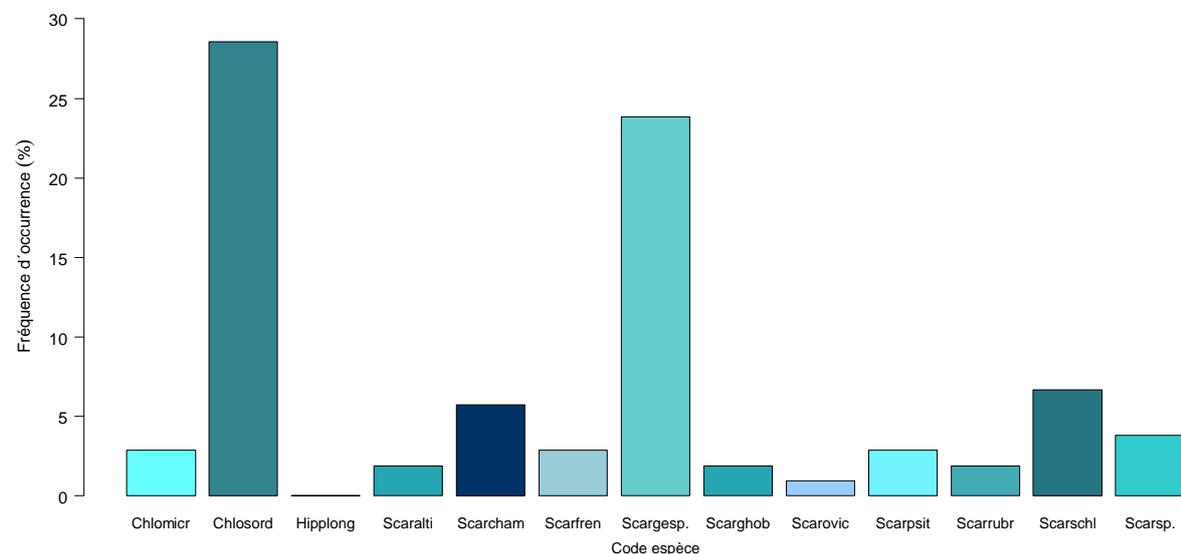


Figure 11. Fréquence d'occurrence des espèces de poissons-perroquets (Scaridae). Chlomicr=*Chlorurus microrhinos*; Chlosord=*C. sordidus*; Hipplong=*Hipposcarus longiceps*; Scaralti=*S. altipinnis*; Scarcham=*S. chameleon*; Scarfren=*S. frenatus*; Scargesp.=Perroquet de genre non identifié; Scarghob=*S. ghobban*; Scarovic=*S. oviceps*; Scarpsit=*S. psittacus*; Scarrubr=*S. rubroviolaceus*; Scarschl=*S. schlegeli*; Scarsp.=*Scarus* d'espèce non identifiée

En ce qui concerne les loches (Serranidae, Figure 12), ce sont les saumonées du genre *Plectropomus* qui sont observées plus fréquemment, mais globalement les Serranidae restent peu fréquents dans les observations.

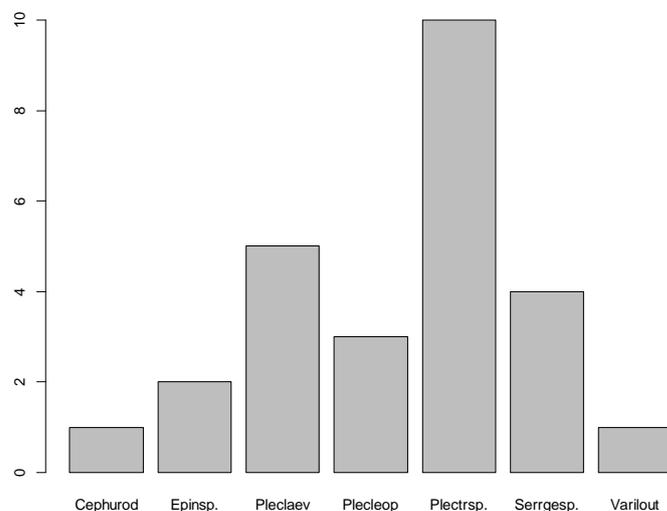


Figure 12. Fréquence d'occurrence des espèces de loches (Serranidae). Cephurod=Cephalopholis urodeta ; Epinsp.=genre Epinephelus ; Pleclaev=Plectropomus laevis ; Plecleop=P. leopardus, Serrgesp.=Serranidé de genre non identifié, Varilout=Variola louti.

Les poissons-lapins (Siganidae, Figure 13) sont surtout représentés par le picot à deux bandes (*Siganus doliatus*), espèce classée comme commerciale.

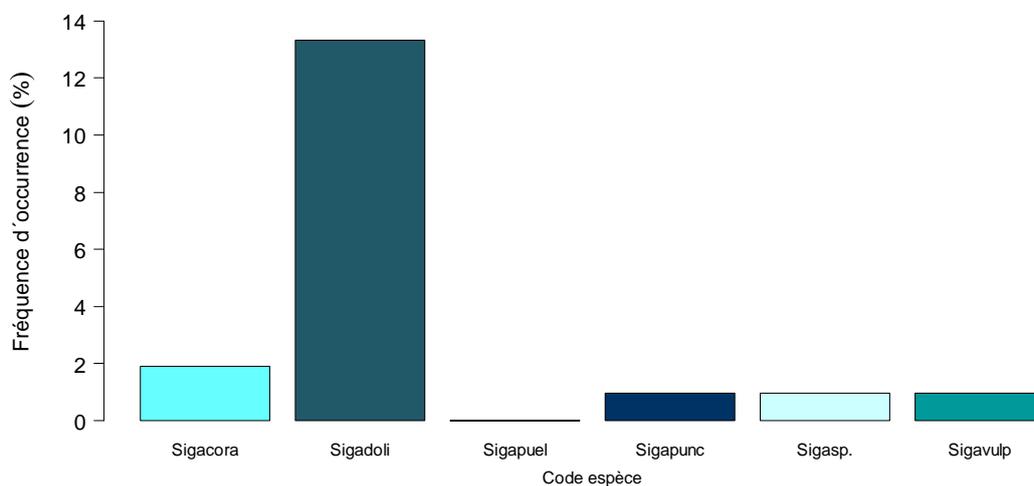


Figure 13. Fréquence d'occurrence des espèces de Siganidae. Sigacora=*Siganus corallinus* ; Sigadoli=*S. doliatus* ; Sigapuel=*S. puellus*, Sigapunc=*S. punctatus* ; Sigasp.=*Siganus* d'espèce non identifiées ; Sigavulp=*S. vulpinus*.

Les becs et bossus (Lethrinidae, Figure 14) autres que la perche à gros yeux (*Monotaxis grandoculis*) sont assez peu observés. Le bossu doré *L. atkinsoni* est vu sur 3% des stations.

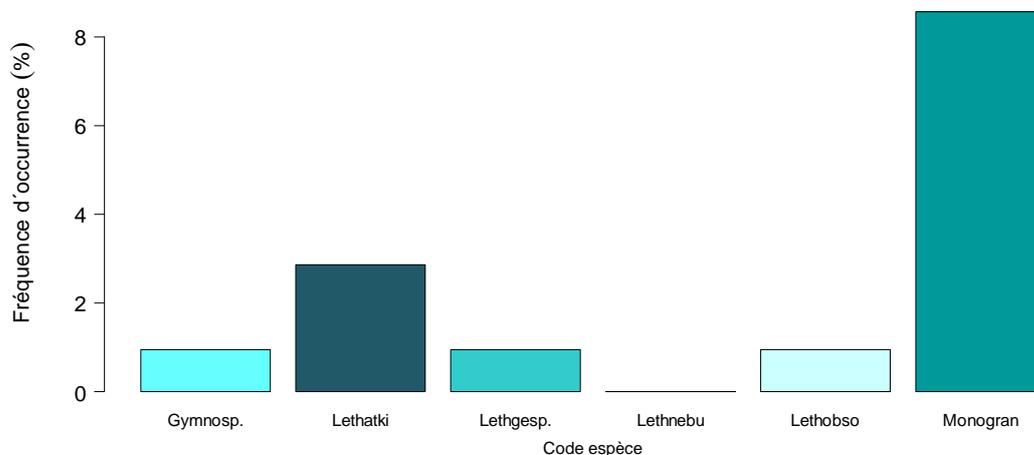


Figure 14. Fréquence d'occurrence des espèces de Lethrinidae. Gymnosp.=Gymnocranius sp. ; Lethatki=Lethrinus atkinsoni ; Lethgesp.=Lethrinidae de genre non identifié ; Lethnebu=L. nebulosus ; Lethobso=L. obsoletus ; Monogran=Monotaxis grandoculis.

Les lutjans et perches (Lutjanidae) sont observés peu fréquemment, la perche de minuit noire (*Macolor niger*) est l'espèce la plus fréquente. Cinq espèces sont classées comme consommables : mekoua (*Aprion virescens*) ; lutjan à queue noire (*L. fulvus*), dorade à tache noire (*L. fulviflamma*), lutjan queue en pagaie (*L. gibbus*), et anglais (*L. bohar*, consommable bien que potentiellement ciguatoxique).

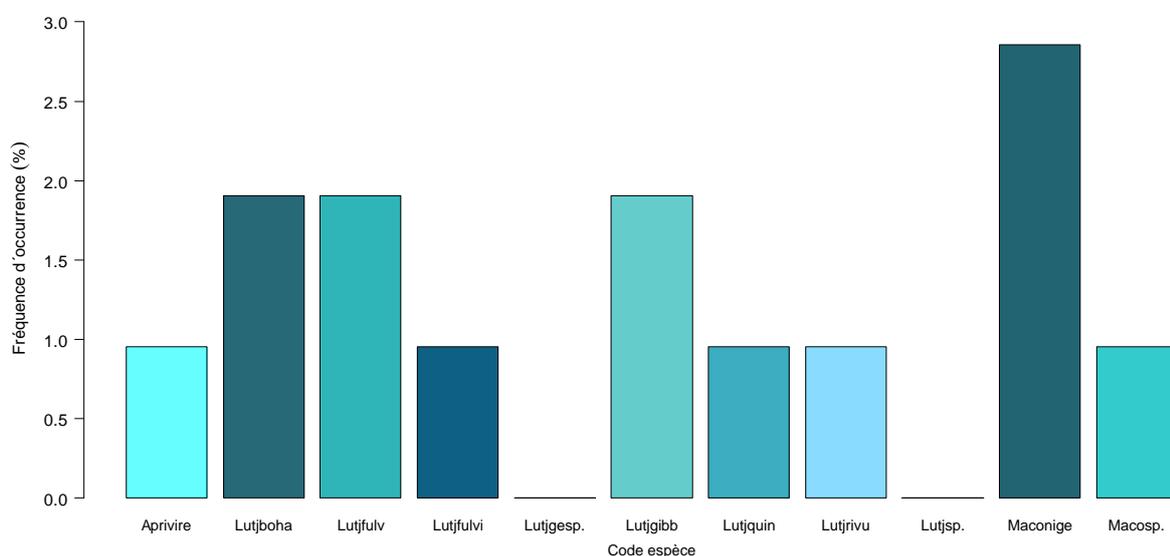


Figure 15. Fréquence d'occurrence des espèces de Lutjanidae. Aprivire=Aprion virescens ; Lutjboha=Lutjanus bohar ; Lutjfulv=L. fulvus ; Lutjfulvi=L. fulviflamma ; Lutjgesp.=Lutjanidae de genre non identifié ; Lutjgibb=L. Gibbus ; Lutjaquin=Lutjanus quinquelineatus ; Lutjrivu=L. rivulatus ; Lutjsp.=L. sp. ; Maconige=Macolor niger ; Macosp.=Macolor sp.

Dix-sept espèces de poissons-papillons ont été observées ; les espèces les plus fréquentes sont *C. citrinellus*, *C. lunulatus*, *C. vagabundus*.

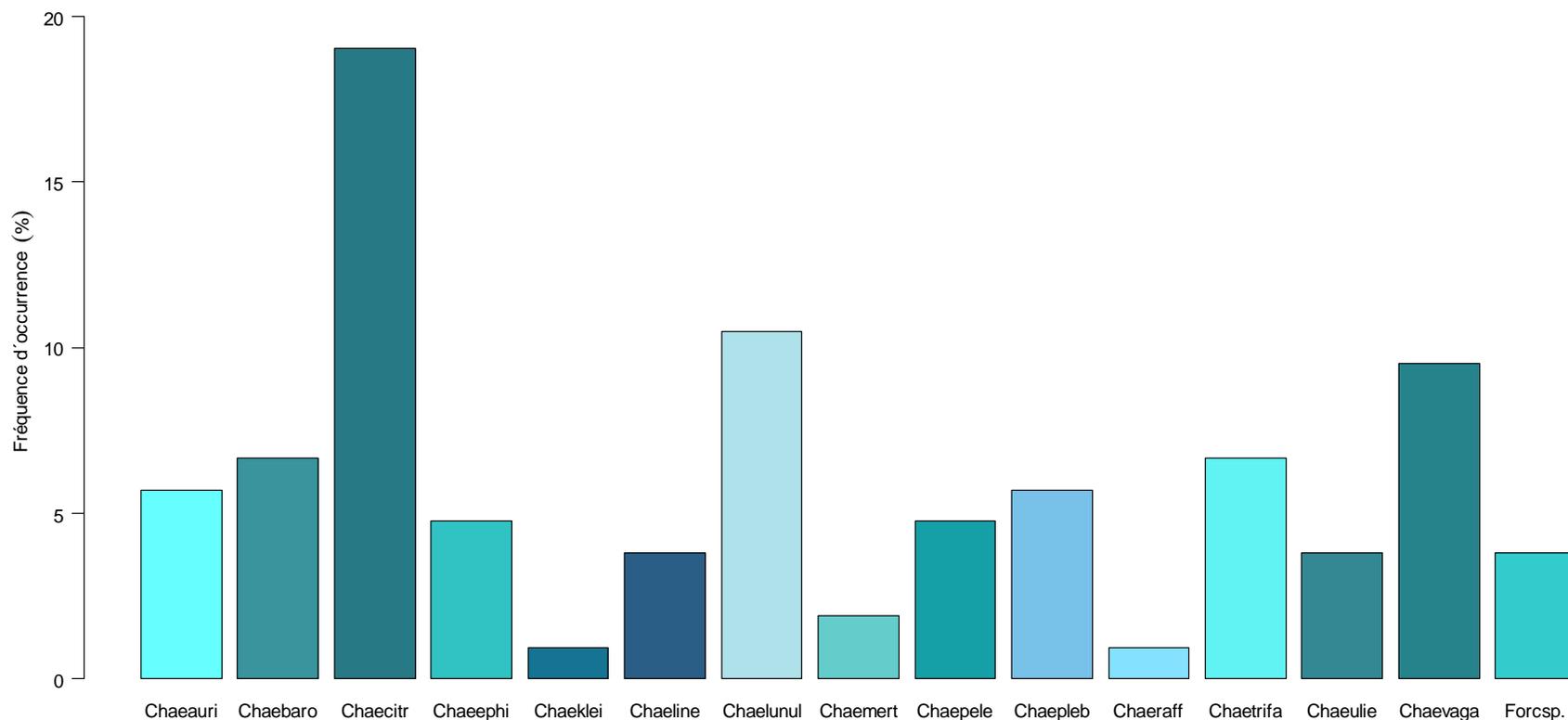


Figure 16. Fréquence d'occurrence par espèce pour les poissons papillons (Chaetodontidae) (codes des espèces ci-dessous).

Code	Chaeauri	Chaebaro	Chaecirt	Chaeklei	Chaeline	Chaemert	Chaepele	Chaepele	Chaepleb
Genre	<i>Chaetodon</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>Chaetodon</i>
Espèce	<i>auriga</i>	<i>baronessa</i>	<i>citrinellus</i>	<i>kleinii</i>	<i>lineolatus</i>	<i>lunulatus</i>	<i>mertensii</i>	<i>pelewensis</i>	<i>Plebeius</i>
Code	Chaeraff	Chaetrifa	Chaeulie	Chaevaga	Forcsp.				
Genre	<i>Chaetodon</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>Forcipiger</i>				
Espèce	<i>rafflesii</i>	<i>trifascialis</i>	<i>ulietensis</i>	<i>vagabundus</i>	<i>sp.</i>				

Parmi les quinze espèces de Labridae observées, un coris (*Coris batuensis*) et la vieille tachetée (*Cheilinus chlorourus*) sont les plus fréquentes. Le poisson-napoléon (*Cheilinus undulatus*) a été vu sur 5 stations parmi les 105.

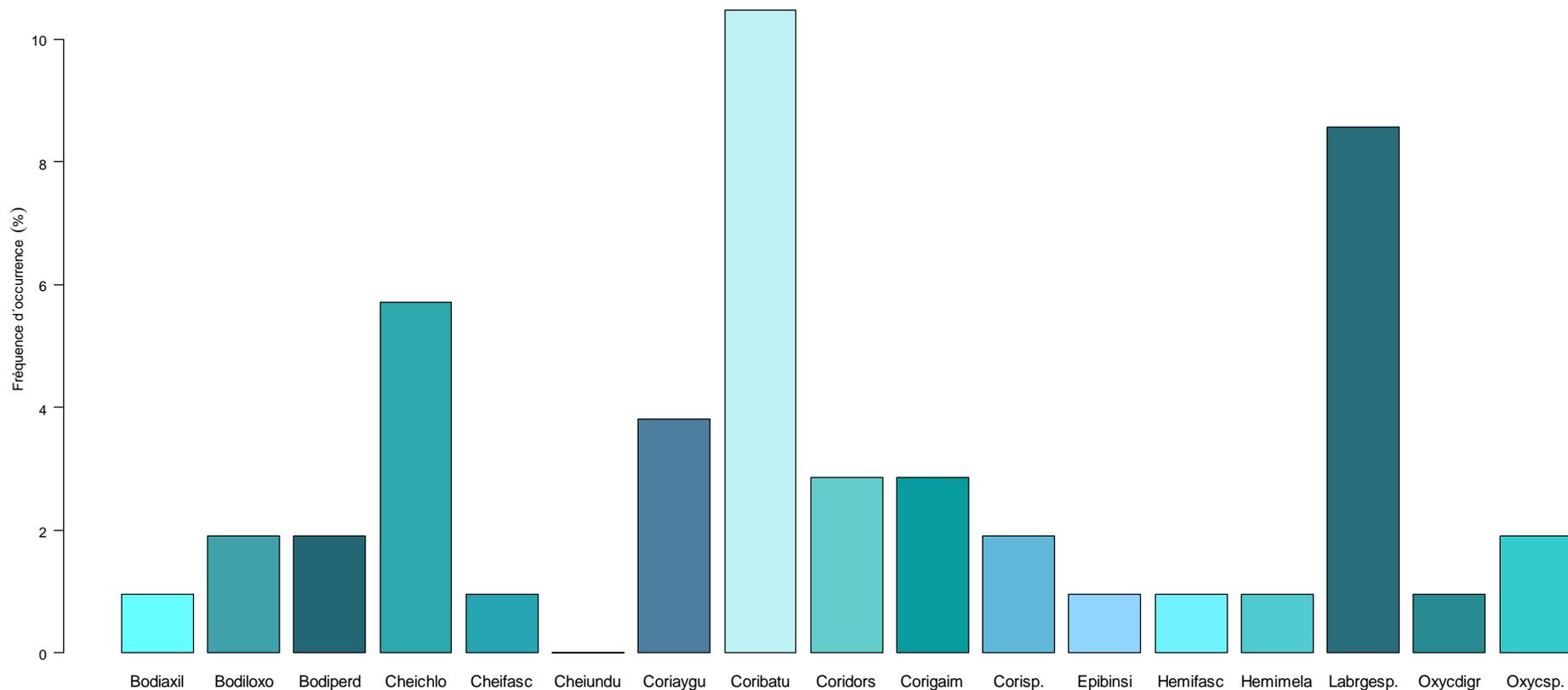


Figure 17. Fréquence d'occurrence des espèces de Labridae.

Code	Bodioxil	Bodiloxo	Bodiperd	Cheichlo	Cheifasc	Cheiundu	Coriaygu	Coribatu	Coridors
Genre	Bodianus	Bodianus	Bodianus	Cheilinus	Cheilinus	Cheilinus	Coris	Coris	Coris
Espèce	axillaris	loxozonus	perditio	chlorourus	fasciatus	undulatus	aygula	batuensis	dorsomacula
Code	Coris	Corisp.	Epibinsi	Hemifasc	Hemimela	Labrgesp.	Oxydigr	Oxycsp.	
Genre	Coris	Coris	Epibulus	Hemigymnus	Hemigymnus	Labridae	Oxycheilinus	Oxycheilunus	
Espèce	gaimard	sp.	insidiator	fasciatus	melapterus		digrammus	sp.	

Espèces remarquables ou emblématiques

Plusieurs espèces emblématiques ont été observées, souvent plusieurs fois.

Le napoléon (*Cheilinus undulatus*) a été observé sur 6.5% des stations, la fréquence est la plus élevée parmi les campagnes 2012, et l'espèce a été observée à la fois sur le récif barrière et sur les récifs/îlots intermédiaires. Trois espèces de requin ont été observées (*Carcharhinus amblyrhynchos*, *Carcharhinus melanopterus*, *Triaenodon obesus*), avec une fréquence d'ensemble de 4.7%.

Deux espèces de raie ont été observées *Dasyatis kuhlii* et *Aetobatus narinari*, cette dernière sur une station MICADO (informations non analysées dans ce rapport). Les tortues ont été observées une seule fois, sur le récif frangeant au pied des falaises.

Richesse spécifique et densité d'abondance totale

L'habitat riche en corail vivant abrite les plus grandes valeurs de densité et de RS moyenne (ci-dessous); la densité et la RS maximales sont rencontrées sur le récif barrière dans la réserve Do Himen (81.1 ind./100m² et 15 espèces). A contrario, les densités et RS moyennes sont les plus faibles sur les habitats algueraie et fond lagonaire (Figure 19).

La densité et la RS diffèrent très significativement entre habitats (resp. $p < 10^{-4}$ et $p < 3.10^{-4}$), mais pas entre unités géomorphologiques. Pour la densité, les différences sont significatives entre l'habitat « Fond lagonaire » d'une part et d'autre part Corail vivant ($p < 0.02$), et Détritique ($p < 0.04$). Les résultats sont analogues pour la RS, avec une différence entre Fond lagonaire et Corail Vivant ($p < 0.001$), Fond lagonaire et Détritique ($p < 0.03$).

Habitat	Densité (nb ind./100m ² /3mn)		RS (nb esp./9mn)	
	moyenne	maximale	moyenne	maximale
Corail vivant	11.6	81.1	7.4	13
Détritique	8.5	29.7	6.3	15
Fond lagonaire	2.6	8.9	3.5	10
Algueraie	1.4	4.2	1.7	3

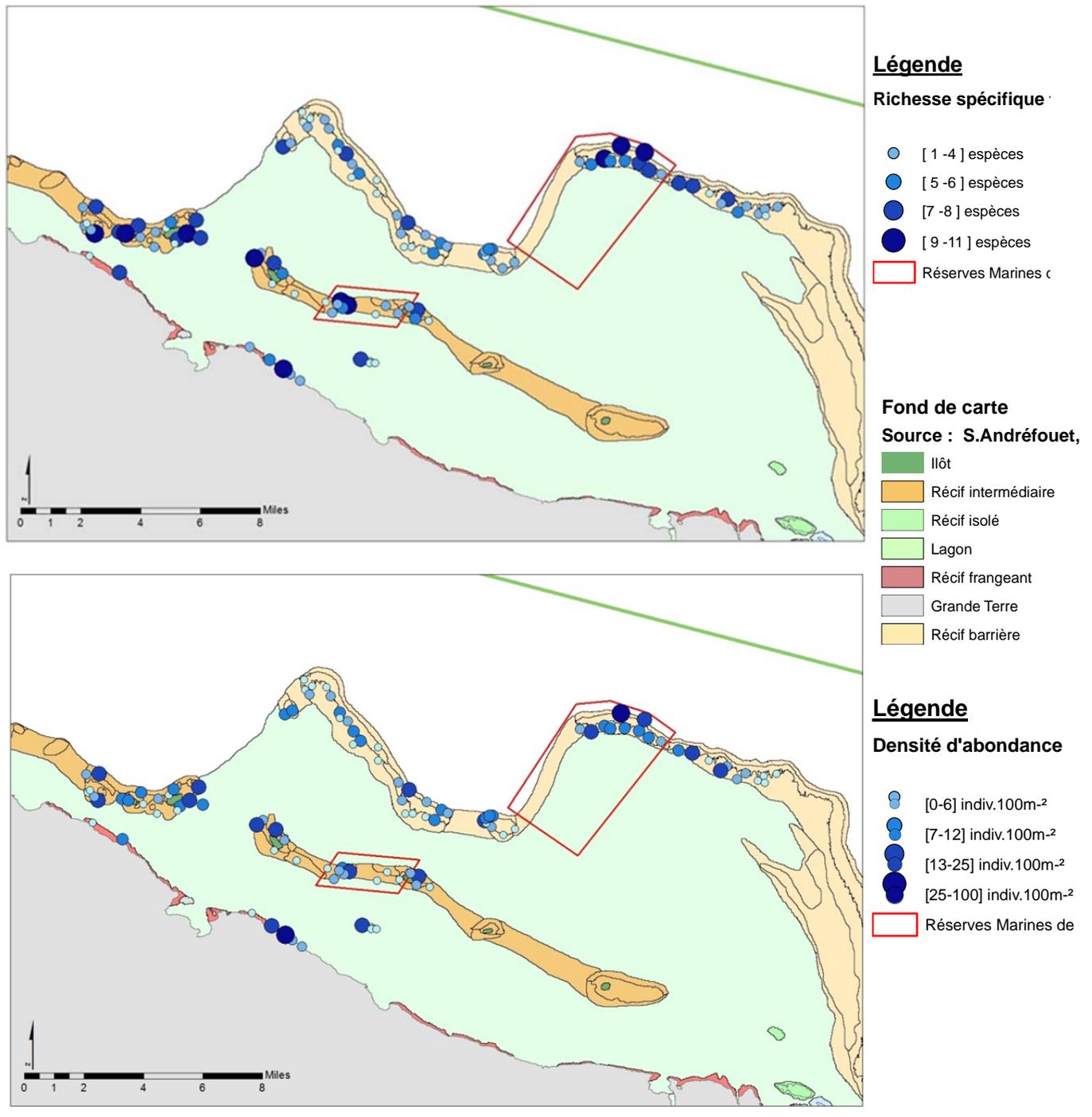


Figure 18. Richesse spécifique par station (haut) et densité d'abondance toutes espèces (bas).

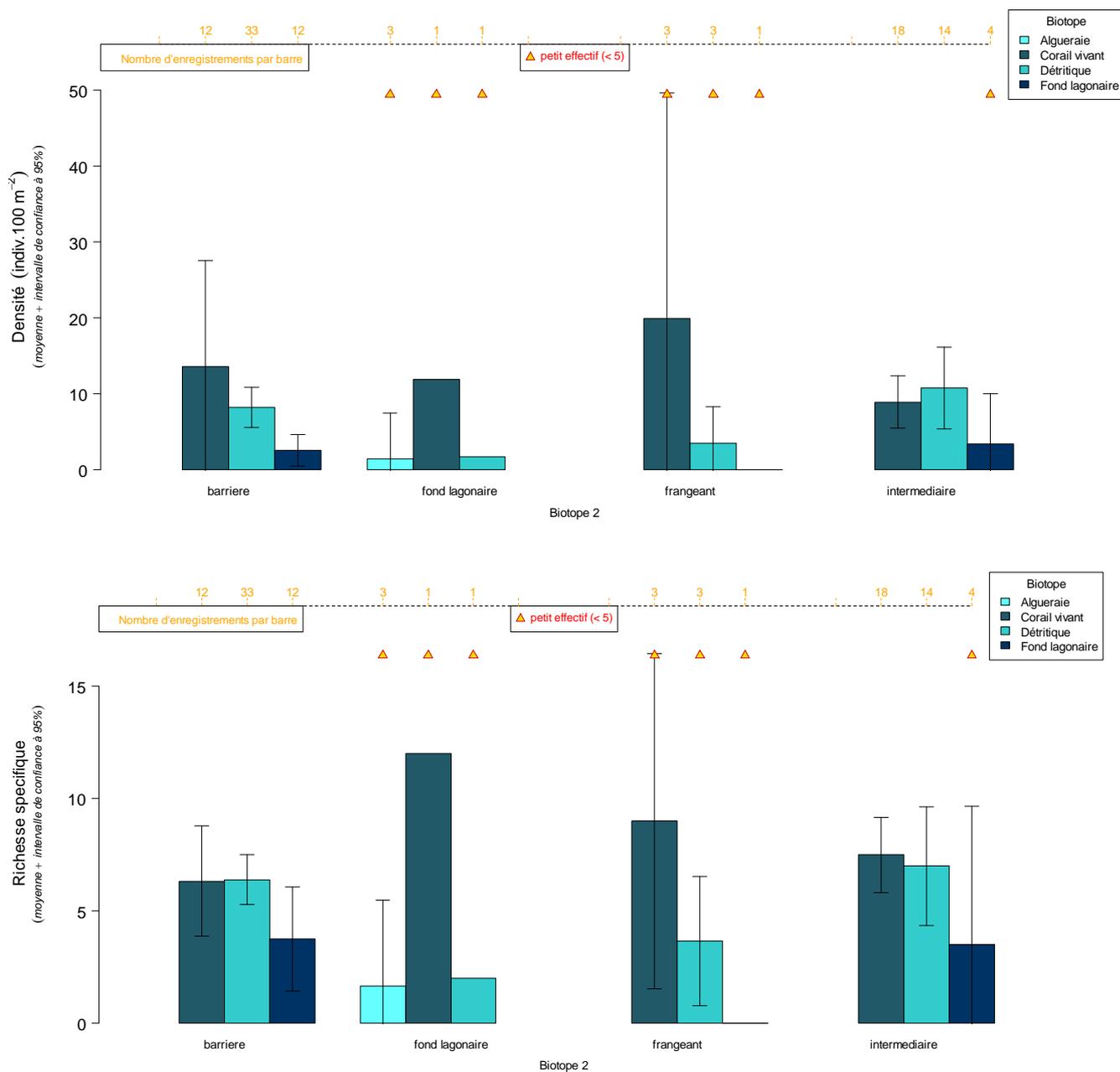


Figure 19. Densité et richesse spécifique par station en fonction de l'unité géomorphologique et de l'habitat issu de la typologie. La barre correspond à l'intervalle de confiance à 95% (moyenne±2 écarts-types).

L'unité géomorphologique « Fond lagonaire » correspondant à un nombre trop faible de stations, sera écartée des analyses au niveau de l'assemblage (§ 6.4).

6.4. Structure des communautés de poissons en fonction de la géomorphologie et de l'habitat

La PERMANOVA montre que la structure des assemblages de poisson diffère significativement entre habitats issus de la typologie ($p < 0.0001$, Tableau 7). Il n'y a pas de différence significative entre les communautés de poisson en fonction du type de récif ($p < 0.1092$, Tableau 7). L'interaction entre 'type de récif' et 'habitat' n'est pas significative (Tableau 7), ce qui signifie que les assemblages vus dans un habitat de la typologie ne diffèrent pas d'un type géomorphologique à l'autre et inversement.

Tableau 7. Résultats de la PERMANOVA. Habitat : Corail Vivant, Détritique, Fond Lagonaire. Type de récif : frangeant, intermédiaire et barrière. Résultats significatifs en gras.

Facteur	df	Pseudo F	P
Type de récif	2	1,42	0,1092
Habitat	2	4,0969	0,0001
Type de récif * Habitat	4	0,91263	0,61

Les tests post hoc (Tableau 8) montrent que les assemblages de poisson diffèrent significativement entre les habitats 'Corail Vivant' et 'Détritique', et entre les habitats 'Corail Vivant' et 'Fond Lagonaire'. Il n'y a pas de différence significative entre les habitats 'Détritique' et 'Fond lagonaire'. Il y a une différence significative entre les communautés de poissons présents sur le récif barrière et les récifs intermédiaires mais pas entre les récifs barrières et les récifs frangeants ou entre les récifs intermédiaires ou récifs frangeant.

Tableau 8. Résultats des tests post hoc par paires. Résultats significatifs en gras.

Paires comparées	t	P-value
Corail Vivant, Détritique	2,0539	0,0004
Corail Vivant, Fond Lagonaire	2,5656	0,0001
Détritique, Fond Lagonaire	1,1307	0,2401
Récif barrière, récif intermédiaire	1,4015	0,046
Récif barrière, Récif frangeant	1,0302	0,3839
Récif intermédiaire, Récif frangeant	0,73106	0,8586

Les résultats de la CAP en fonction de l'habitat (Figure 20, Tableau 9) indiquent que l'habitat 'Corail Vivant' est caractérisé par des poissons papillons, des poissons perroquet dont le perroquet bleu (*Chlorurus microrhinos*), deux espèces de chirurgiens et un coris (*Coris batuensis*). Les espèces caractéristiques des stations situées dans des habitats 'Détritique' et 'Fond Lagonaire' sont le dawa (*Naso unicornis*), le chirurgien à bande orange (*Acanthurus olivaceus*), des poissons papillons, deux labres, la perche à gros yeux (*Monotaxis grandoculis*), le rouget-barbet à taches noires et blanches (*Parupeneus pleurostigma*) et un poisson perroquet (*Scarus psittacus*).

Les résultats de la validation croisée montrent un pourcentage de 'classification correcte' d'ensemble satisfaisant (58%) et des pourcentages de classification correcte par habitat également satisfaisants (Corail Vivant = 68%, Détritique = 49%, Fond Lagonaire = 65%). Ces résultats indiquent que les assemblages de poisson dans les habitats 'Corail vivant' et 'Fond

lagonaire' sont plus caractéristiques que celui de l'habitat 'Détritique', plus variable d'une station à l'autre.

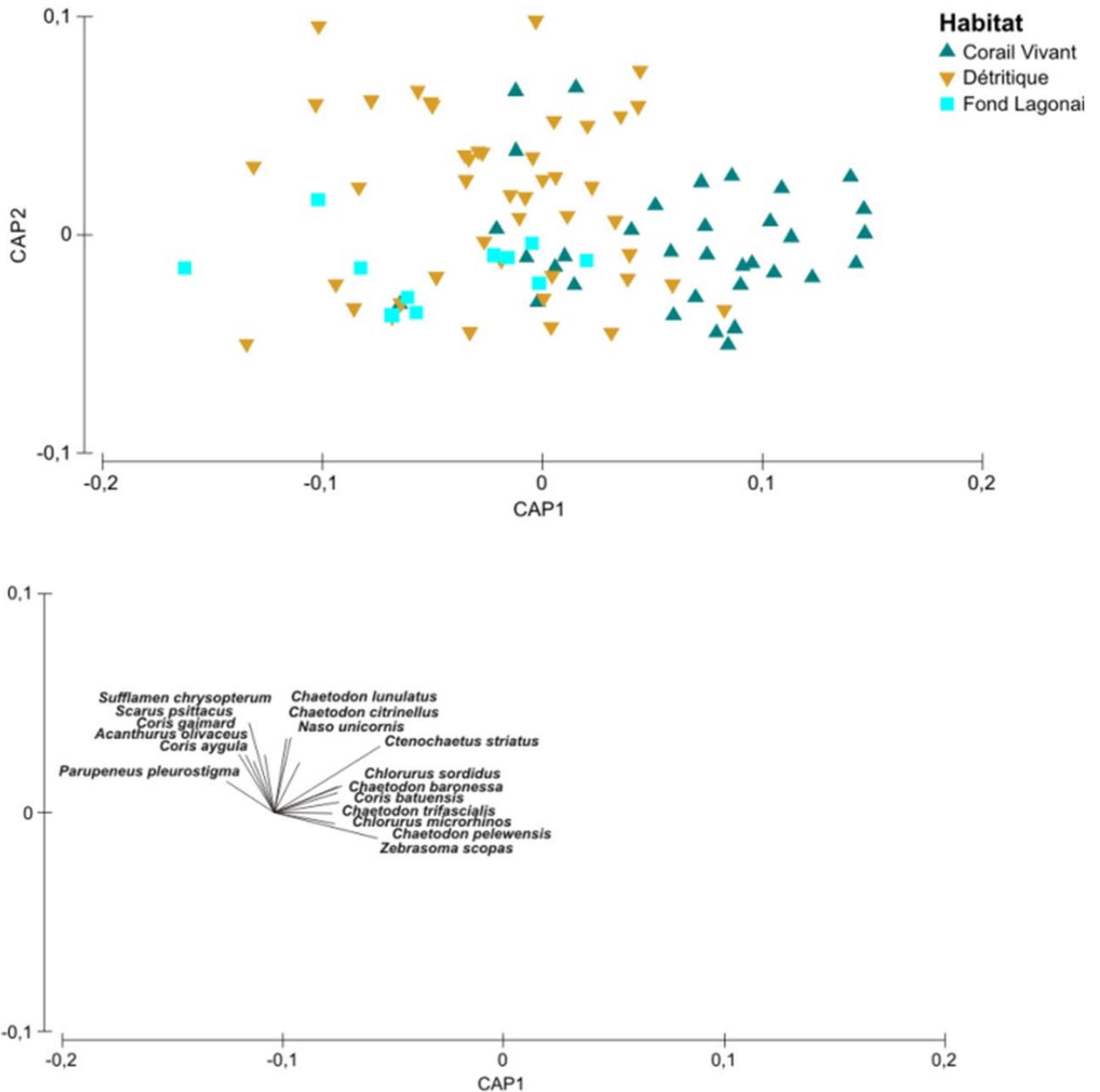


Figure 20. Premier plan factoriel de l'Analyse Canonique des coordonnées principales (Ordination CAP : Canonical Analysis of Principal Coordinates). Haut : projection des stations représentées par leur assemblage de poissons, en fonction des trois habitats de fonds durs. Bas : Espèces de poissons caractéristiques de ces habitats en projection sur le premier plan factoriel. Seules les espèces présentant des corrélations suffisantes avec les axes CAP (corrélation Pearson, $r > 0.3$) sont reportées.

Tableau 9. Synthèse des espèces caractéristiques des différents habitats.

Habitat	Famille	Espèce	Nom commun
Corail Vivant	Acanthuridae	<i>Zebrasoma scopas</i>	Chirurgien à queue en balai
	Acanthuridae	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Chirurgien à tête ponctuée d'orange
	Labridae	<i>Coris batuensis</i>	Coris
	Scaridae	<i>Chlorurus sordidus</i>	Perroquet sale
	Scaridae	<i>Chlorurus microrhinos</i>	Perroquet bleu
	Chaetodontidae	<i>Chaetodon pelewensis</i>	Poisson papillon
	Chaetodontidae	<i>Chaetodon trifascialis</i>	Poisson papillon
	Chaetodontidae	<i>Chaetodon baronessa</i>	Poisson papillon
Détritique et Fond lagonaire	Acanthuridae	<i>Acanthurus olivaceus</i>	Chirurgien à bande orange
	Acanthuridae	<i>Naso unicornis</i>	Dawa
	Chaetodontidae	<i>Chaetodon citrinellus</i>	Poisson papillon
	Chaetodontidae	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Poisson papillon
	Labridae	<i>Coris aygula</i>	Coris
	Labridae	<i>Coris gaimard</i>	Coris
	Lethrinidae	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Perche à gros yeux
	Mullidae	<i>Parupeneus pleurostigma</i>	Rouget-barbet à taches noires et blanches
	Scaridae	<i>Scarus psittacus</i>	Poisson perroquet

Les résultats de la CAP en fonction du type de récif (Figure 21, Tableau 10) indiquent que les stations situées sur le récif barrière sont caractérisées par un rouget-barbet (*Parupeneus pleurostigma*) et la perche à gros yeux (*Monotaxis grandoculis*). Les récifs intermédiaires sont caractérisés par un poisson papillon (*Chaetodon lunulatus*), le rouget-barbet à bande noire (*Parupeneus barberinus*), l'anglais (*Lutjanus bohar*), un coris (*Coris batuensis*) et le bossu à barre orange (*Lethrinus obsoletus*).

Les résultats de la validation croisée montrent un pourcentage de 'classification correcte' d'ensemble satisfaisant (66%) et des pourcentages de classification correcte par type de récif satisfaisants pour le Récif Barrière (75%) et le Récif Intermédiaire (45%) mais pas pour le Récif Frangeant (38%). Ces résultats indiquent que l'assemblage de poisson sur le Récif barrière est très caractéristique³, celui des récifs et îlots intermédiaires est un peu plus hétérogène, et que l'assemblage sur les récifs frangeants est assez variable d'une station à l'autre.

³ NB : il s'agit essentiellement de stations de tombant interne.

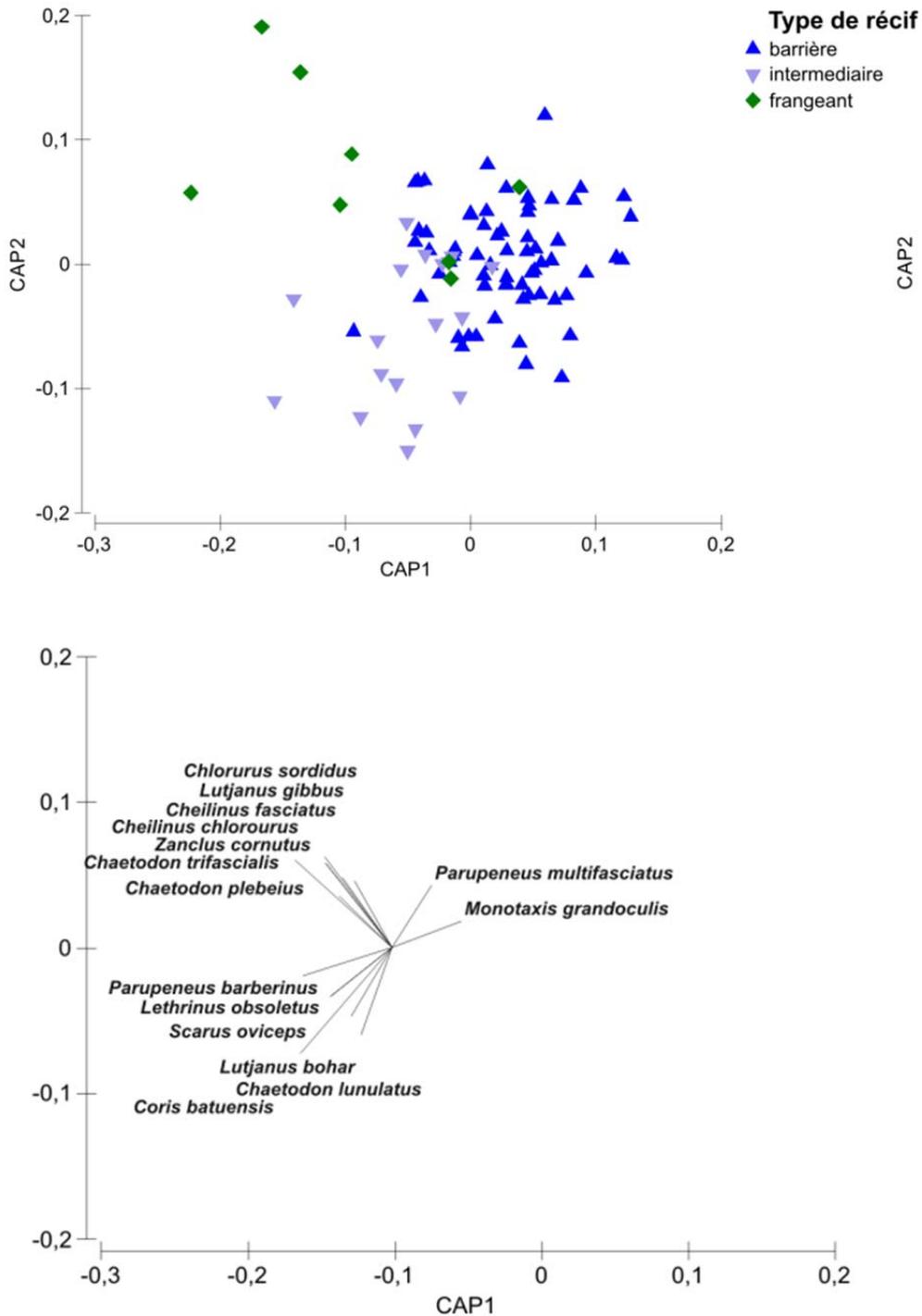


Figure 21. Premier plan factoriel de la CAP. Haut : projection des stations représentées /par leur assemblages de poissons, en fonction des trois types de récif. Bas : Espèces de poissons caractéristiques de chaque type de récif en projection sur le premier plan factoriel. Seules les espèces présentant des corrélations suffisantes avec les axes CAP (corrélation Pearson, $r > 0.3$) sont reportées.

Tableau 10. Synthèse des espèces caractéristiques des récifs barrière et intermédiaire présents sur la zone de Hyeheh.

Type de récif	Famille	Espèce	Nom commun
Barrière	Lethrinidae	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Perche à gros yeux
	Mullidae	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	Rouget-barbet à taches noires et blanches
Intermédiaire	Chaetodontidae	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Poisson papillon
	Labridae	<i>Coris batuensis</i>	Coris
	Lutjanidae	<i>Lutjanus bohar</i>	Anglais
	Mullidae	<i>Parupeneus barberinus</i>	Rouget-barbet à bande noire
	Scaridae	<i>Scarus oviceps</i>	Poisson perroquet
	Lethrinidae	<i>Lethrinus obsoletus</i>	Bossu à barre orange

6.5. Conclusion sur l'état initial vidéo

Sur la base de la liste des espèces d'Intérêt Ecologique Halieutique et Emblématique (IEHE), les données de la campagne 2012 donnent une image assez complète de l'ichtyofaune présente (voir les statistiques dans la Synthèse § 2 en début de document) .

Habitat (5 classes de la typologie) et unité géomorphologique (barrière, intermédiaire, frangeant, fond lagonaire) influencent les indicateurs univariés (densité et RS à différents niveaux taxonomiques) ainsi que l'assemblage.

Les assemblages apparaissent clairement structurés selon l'habitat **et** selon l'unité géomorphologique. Ainsi, ils diffèrent significativement entre récif barrière et récif/îlot intermédiaire. L'assemblage observé sur le récif frangeant est plus hétérogène. L'habitat issu de la typologie permet de mettre en évidence de manière très claire les différences entre les différents habitats : a) Corail vivant et Fond lagonaire ; et surtout b) Corail vivant et Détritique. Des espèces caractéristiques ont pu être identifiées pour chacun de ces habitats. Dans les tests, l'habitat explique nettement mieux la structure de l'assemblage que l'unité géomorphologique.

Dans le point zéro UVC de 2007, la structure de l'assemblage avait été étudiée en fonction de l'unité géomorphologique. Cette structure apparaissait peu marquée, distinguant les récifs lagonaire du récif barrière, quelques stations faisant exception, en raison de la configuration ouverte du lagon et des apports terrigènes. Trois ensembles étaient identifiés sur le récif barrière (avec 6, 4 et 3 stations) et un assemblage type sur les récifs lagonaire (9 stations). Cinq années se sont écoulées entre le point zéro UVC, réalisé en avril et la campagne de 2012, réalisée en août. De plus, la liste d'espèces du point zéro inclut des espèces supplémentaires, et notamment les petites espèces. Enfin, la répartition spatiale des stations était assez différente. Il n'est donc pas étonnant de trouver des différences entre les études, en ce qui concerne la structure de l'assemblage.

Nos résultats montrent une structuration des assemblages à la fois selon l'unité géomorphologique et selon l'habitat. Ils indiquent aussi que l'habitat issu de la typologie explique mieux la structure de l'assemblage que l'unité géomorphologique. Le facteur habitat se révèle ainsi indispensable pour étudier l'effet de la protection. Ceci s'explique en partie par la configuration de la zone, avec une distance variable du récif barrière à la côte. Ce résultat illustre surtout l'influence dominante (et largement reconnue

dans la littérature scientifique) de l'environnement local, abiotique ET biotique, sur l'ichtyofaune.

La plupart des tests réalisés conduisent à des résultats nets, significatifs, montrant l'intérêt des données collectées, à la fois par les espèces observées, et par le nombre de stations réalisées dans la plupart des habitats de la zone d'étude.

Dans une future campagne, il serait nécessaire de réaliser plus de stations sur la pente externe, ce qui n'a pas été possible lors de la mission. Ceci permettrait de rééquilibrer la vision des assemblages sur le récif barrière.

7. Evaluation de la mise en protection

7.1. Conservation de la biodiversité : Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème

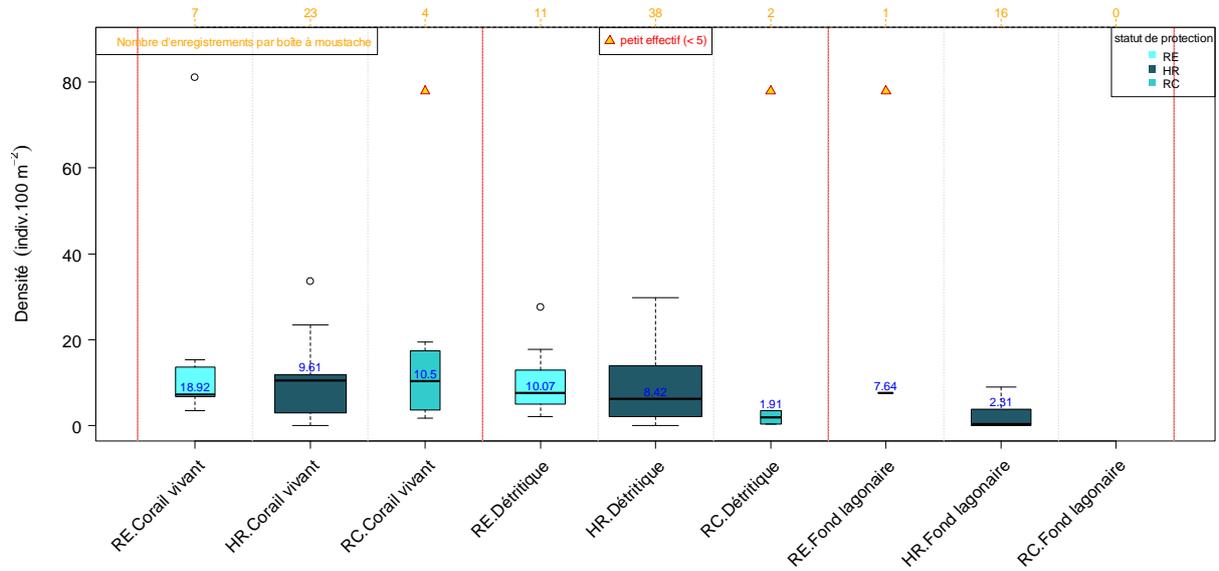
Densité totale et richesse spécifique (RS) par station sont nettement plus élevées sur les habitats avec du corail vivant (§ 6.3). Les différences selon le statut de protection dépendent des habitats (Figures 22 et 23). Sur l'habitat « Corail vivant » où la couverture corallienne est la plus forte, la densité moyenne est de 18.9 ind./100m² en réserve contre 9.6 ind./100m² hors réserve. Sur ce même habitat, la RS moyenne par station est de 10.4 espèces en réserve contre 6.4 hors réserve. Sur l'habitat détritique la densité et la RS apparaissent également plus élevées en réserve. Les métriques a priori pertinentes pour cet objectif de conservation sont rassemblées dans le Tableau 11, les fiches métriques se trouvant en annexe.

Cette évaluation prend également en compte une approche multivariée au niveau de l'assemblage.

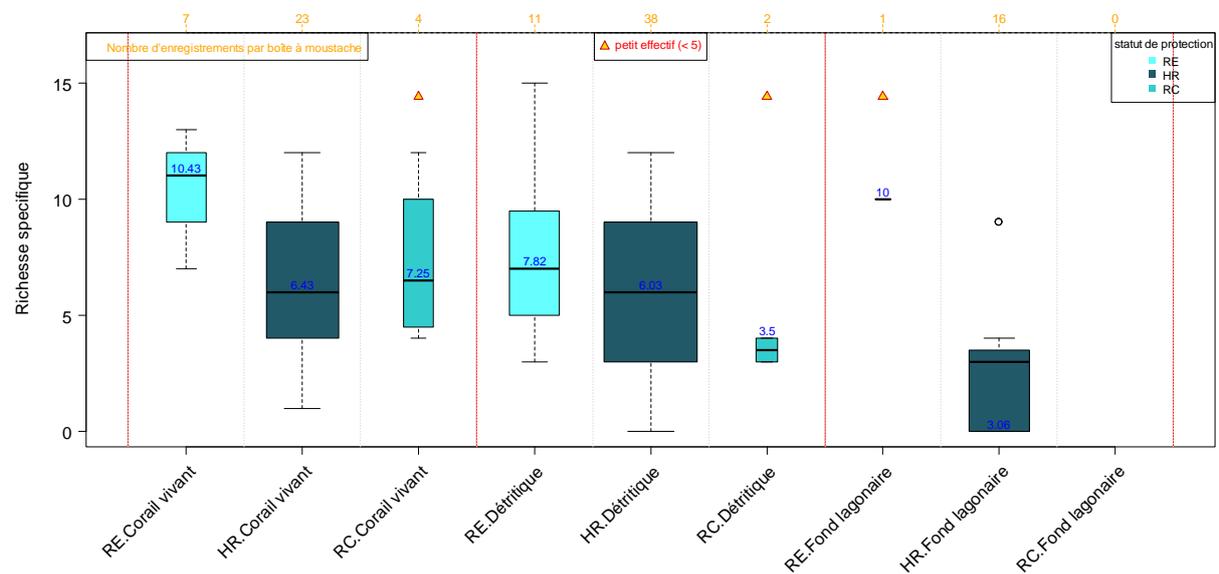


Corail photographié à travers la lunette de calfat

Figure 22. Densité et Richesse spécifique par station en fonction de l'habitat et du statut de protection. L'habitat Algueriaie n'est pas représenté car le nombre de stations est trop faible.



	Corail vivant			Détritique			Fond lagonaire		
	RE	HR	RC	RE	HR	RC	RE	HR	RC
Moyenne	18.9	9.6	10.5	10.1	8.4	1.9	7.6	2.3	-
Maximum	81.1	33.5	19.5	27.6	29.7	3.4	7.6	8.9	-



	Corail vivant			Détritique			Fond lagonaire		
	RE	HR	RC	RE	HR	RC	RE	HR	RC
Moyenne	10.4	6.4	7.3	7.8	6.0	3.5	10.0	3.1	-
Maximum	13	12	12	15	12	4.0	10.0	9	-

Tableau 11. Synthèse des indicateurs pertinents pour l'objectif de maintenir un assemblage d'espèces représentatif de l'écosystème. NS=non significatif, RE=réserve, RC=réserve coutumière. Fiches métriques en annexe.

Indicateur		Commentaire		n°
Richesse spécifique par station		<ul style="list-style-type: none"> • Sur l'habitat le plus diversifié, la richesse spécifique (RS) est significativement plus élevée en RE ($p < 0.05$). • Sur les autres habitats, des signes de RS plus élevée en RE, mais pas de différences significatives entre statuts de protection. • Résultat variable selon habitat dans la réserve coutumière (RC) 		9.1
Densité d'abondance toutes espèces		<ul style="list-style-type: none"> • Densités moyennes plus élevées en RE que HR pour les 3 habitats, bien que non significatif. • Résultat variable selon l'habitat dans la réserve coutumière (RC) 		9.2
Richesse spécifique par famille		Chirurgiens	RS plus élevée en RE dans trois habitats sur quatre Effet significatif du statut de protection globalement ($p < 0.05$) et pour l'habitat Corail Vivant ($p < 0.07$)	9.3
		Papillons	Pas de différences marquées entre statuts de protection	
		Perroquets	RS significativement plus élevée en RE ($p < 0.005$) Différences significatives par habitat ($p < 0.05$)	
		Autres familles	Entre 0 et 1 espèce vue par station, pas de test	
Densité d'abondance par famille		Chirurgiens	<ul style="list-style-type: none"> • Densités élevées sur les habitats de fond dur quel que soit le statut • Des signes de densités plus élevées en RE • Pas de différence significative entre statuts 	9.4
		Papillons	<ul style="list-style-type: none"> • Densités élevées sur les habitats de fond dur quel que soit le statut de protection • Pas de différences marquées entre statuts • Situation contrastée entre DoHimen et Yeega : Do-Himen > HR-récif barrière (NS), Yeega < HR-récif intermédiaire (NS) 	
		Perroquets	<ul style="list-style-type: none"> • Densité signif. plus élevée en RE sur habitat détritique ($p < 0.03$) • Signe de densité plus faible en RE dans l'habitat Corail vivant (NS) 	
		Rougets-barbets	• Des signes de densité plus élevée en RE pour l'habitat Détritique (NS)	
		Labres	• Pas de différences marquées entre statuts de protection sur les habitats de fond dur	
		Autres familles	<ul style="list-style-type: none"> • Densités parfois faibles sur l'ensemble des habitats • Pas de différences significatives entre habitats et entre statuts de protection 	

Cette évaluation sur la base d'indicateurs univariés (Tableau 11) est complétée par un test au niveau de l'assemblage. Une analyse de variance par permutations (PERMANOVA) a été réalisée pour tester conjointement les effets de l'habitat issu de la typologie (plus explicatif que l'unité géomorphologique) et du statut de protection. La PERMANOVA ne met pas en évidence d'effet de protection au niveau de la structure de l'assemblage :

Facteur	Degrés de liberté	Pseudo F	p
Statut de protection	2	1,4223	0,1011
Habitat	2	2,1166	0,0056
Statut * Habitat	4	1,2287	0,1567

La composition spécifique de l'assemblage observé sur l'ensemble de la zone, diffère significativement entre les habitats, mais pas entre les statuts de protection.

Toutefois, les p-value de 0.10 et 0.16 pour les statuts de protection et interactions entre statut et habitat (le fait que la différence entre statuts n'est pas la même d'un habitat à l'autre) sont **proches du seuil de significativité**, ce qui peut signifier que **cette différence peut exister mais n'est pas encore suffisamment importante pour être détectée**, au regard de la variabilité au sein des stations présentant le même habitat et le même statut de protection.

Cette hypothèse devra être confirmée lors d'une future campagne.

7.2. Conservation de la biodiversité : Maintien des fonctions de l'écosystème

Tableau 12. Synthèse des indicateurs pertinents pour l'objectif de maintenir les fonctions de l'écosystème.

Métrique		Commentaire		n°	
Densité d'abondance par groupe trophique		Carnivores Macrocarivores	<ul style="list-style-type: none"> • Abondants sur les habitats coralliens • Pas de différences significatives entre statuts • Do-Himen (barrière): Densité plus élevée en RE que HR pour l'habitat Corail vivant ($p < 0.05$) • Yeega (intermédiaire): Signes de densité plus élevée en RE • Thabap : Densité moyenne plus élevée en réserve coutumière (RC) sur habitat Corail Vivant 	9.5	
			Herbivores		<ul style="list-style-type: none"> • Abondants sur les habitats coralliens • Pas de différences significatives entre statuts • Do-Himen : Signe de densité plus élevée en RE (NS) • Yeega : Signe de densité plus élevée HR (NS)
		Piscivores			Peu abondants dans les observations, surtout vus dans l'habitat Détritique en réserve
		Planctonophages			Peu abondants dans les observations, vus dans l'habitat Corail vivant en réserve

7.3. Conservation de la biodiversité : Espèces et habitats emblématiques, menacés localement, ou sous statut spécial, ou endémiques

Plusieurs espèces emblématiques ont été observées, souvent plusieurs fois, indifféremment en réserve ou hors réserve. **Le fait qu'elles soient observées souvent hors réserve ne doit pas être interprété négativement en termes d'effet de la protection.** Ces espèces sont en effet assez mobiles et un nombre plus élevé de stations ont été réalisées HR.

Ces données ont été interprétées au regard des observations des autres sites visités en 2012 et des critères d'inscription des sites. Pour le napoléon, un code jaune a été affecté (Tableau 13), la fréquence de l'espèce est de 6.5%, la plus élevée parmi les campagnes 2012, et l'espèce a été observée à la fois sur le récif barrière et sur les récifs/îlots intermédiaires. Trois espèces de requin ont été observées (*Carcharhinus amblyrhynchos*, *Carcharhinus melanopterus*, *Triaenodon obesus*), avec une fréquence d'ensemble de 4.7%. Pour les raies et les tortues, **le nombre d'observations est faible et ne permet pas d'interprétation.** 2 espèces de raie ont été observées *Dasyatis kuhlii* et *Aetobatus narinari*, cette dernière sur une station MICADO (informations non analysées dans ce rapport).

Tableau 13. Synthèse des indicateurs pertinents pour l'objectif de conservation des espèces remarquables. Fiches métriques en annexe.

Métrique		Commentaire	n°
Fréquence d'occurrence du napoléon		<ul style="list-style-type: none"> • Fréquence maximale sur l'ensemble des campagnes 2012 (5 observations). • L'observation HR uniquement ne doit pas être reliée avec un effet de la protection car l'espèce est mobile et le nombre de stations HR est beaucoup plus important qu'en RE (3/4 des stations HR) 	9.6
Fréquence d'occurrence des requins (Carcharhinidae)		Fréquence minimale sur l'ensemble des campagnes 2012 Trois espèces observées, cinq observations	9.7
Fréquence d'occurrence des raies (Dasyatidae)		Observations insuffisantes pour conclure	9.8
Fréquence d'occurrence des tortues (Cheloniidae)		Une seule tortue observée. Observations insuffisantes pour conclure. Moins d'observations de tortues que sur d'autres sites.	9.9

7.4. Conservation de la biodiversité : Maintien d'un ensemble représentatif d'habitats

Tableau 14. Synthèse des indicateurs pertinents pour l'objectif de conservation des habitats. Pas de fiche métrique pour les 2 premiers indicateurs.

Métrique		Commentaire	n°
Recouvrement en corail vivant (%)		Pas de différence significative entre les zones protégées et les deux types de réserve, même en prenant en compte l'unité géomorphologique. Le recouvrement moyen sur le récif barrière est plus élevé en réserve (NS)	§ 6.2
Recouvrement en corail branchu (%)		Pas de différence significative entre les zones protégées et les deux types de réserve, même en prenant en compte l'unité géomorphologique. Le recouvrement en corail branchu est plus élevé en réserve dans l'habitat Corail vivant, notamment sur le récif barrière (NS)	----
Richesse spécifique des poissons-papillons		Pas de différences marquées entre statuts de protection	9.3
Densité d'abondance des poissons-papillons		<ul style="list-style-type: none"> • Densités élevées sur les habitats de fond dur quel que soit le statut de protection • Pas de différences marquées entre statuts • Situation contrastée entre DoHimen et Yeega : Do-Himen > HR-récif barrière (NS), Yeega < HR-récif intermédiaire (NS) 	9.4

7.5. Exploitation durable des ressources : Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces cibles

Tableau 15. Synthèse des indicateurs pertinents pour l'objectif de gestion durable des ressources. Fiches métriques en annexe : 9.10 à 9.26. NS=non significatif

Indicateur	Etat	Commentaires
Densité des espèces commerciales (9.10)	  	Situation contrastée : <ul style="list-style-type: none"> • DoHimen : effet marginalement significatif du statut de protection ($p < 0.1$), densité plus élevée en RE mais différence NS • Yeega : densité moins élevée en RE mais différence NS • Thabap : densité plus élevée en RC mais différence NS
Densité des grands poissons des espèces commerciales (9.11)	  	Situation contrastée : <ul style="list-style-type: none"> • DoHimen : effet très net du statut de protection ($p < 0.002$), Densités plus élevées en RE sur les 2 habitats mais différence NS • Yeega : Densité moins élevée en RE sur habitat Corail vivant, pattern inverse sur habitat détritique • Thabap : Densité plus élevée en RC sur habitat Corail vivant Différences non significatives
Fréquence d'occurrence de la saumonée petits points (<i>P. leopardus</i>) (9.12)		Habitat Détritique : Présence en RE Habitat Corail vivant : présence en RE et HR Différence non significative dans Corail vivant
Fréquence d'occurrence des loches (9.13)		Assez fréquentes sur l'habitat Corail vivant Habitats Corail vivant et détritiques : Fréquence plus élevée en RE ou en RC, effet significatif du statut de protection ($p < 0.02$) mais différences non significatives
Fréquence d'occurrence des becs de cane (<i>Lethrinus nebulosus</i>) (9.14)		Observations insuffisantes dans cette campagne
Abondance des Lethrinidae pêchés (9.15)		Fréquence d'occurrence plus élevée en RE pour l'habitat Corail vivant et Détritique (non significatif). Les habitats préférés de certaines de ces espèces sont mal représentés dans les stations de 2012.
Abondance du Dawa (<i>Naso unicornis</i>) (9.16)		Habitat Corail vivant : Abondance et plus élevée en RE ($p < 0.05$) et RC (NS), par rapport à HR. Peu observé sur habitat détritique
Densité d'abondance des chirurgiens (Acanthuridae) (9.17)		<ul style="list-style-type: none"> • Famille abondante sur l'ensemble de ses habitats • Ensemble : Densité moyenne plus élevée en RE que HR sur 2 habitats mais NS • Thabap : Densité moyenne plus élevée en RC que HR dans l'habitat Corail vivant mais NS
Densité d'abondance des chirurgiens des espèces commerciales (9.18)	 	<ul style="list-style-type: none"> • Situations contrastées entre Do-Himen et Yeega : <ul style="list-style-type: none"> • DoHimen : densité plus élevée en RE sur l'habitat Corail Vivant ($p < 0.09$) et signe de densités plus élevée sur habitat Détritique • Yeega : signes de densités moins élevées en RE sur les 2 habitats • Thabap : signes de densités moins élevées en RC sur les 2 habitats

Densité d'abondance des perroquets (Scaridae) (9.19)	 	Situations contrastées : <ul style="list-style-type: none"> • DoHimen : densité plus élevée en RE sur les 2 habitats (marginalelement signif, $p < 0.1$) et signe de densité plus élevée sur habitat Détritique • Yeega : Signe de densité moins élevée en RE sur habitat corail vivant, pattern inverse sur détritique • Thabap : Signe de densité plus élevée en RC sur habitat Corail vivant
Densité d'abondance des poissons d'espèces-cibles de la chasse (9.20)	  	Situations contrastées : <ul style="list-style-type: none"> • DoHimen : densité plus élevée en RE sur les 2 habitats (marginalelement signif, $p < 0.09$) et signe de densité plus élevée sur habitat Détritique • Yeega : Signe de densité moins élevée en RE sur les 2 habitats • Thabap : Signe de densité plus élevée en RC sur habitat Corail vivant
Proportion des grands poissons d'espèces-cibles de la chasse (9.21)		Proportions assez importantes de grands individus sur les deux principaux habitats où ces espèces sont rencontrées. Pas de pattern clair en fonction du statut de protection
Fréquence d'occurrence des espèces-cibles de la pêche à la ligne (9.22)		Effet du statut de protection significatif sur les 2 habitats de fonds dur ($p < 0.003$), présence plus élevée en RE sur habitat corail vivant (marginalelement significatif, $p < 0.08$)
Proportion de grands poissons d'espèces-cibles de la pêche à la ligne (9.23)		Espèces en densités relativement faibles dans les données Proportion de grands individus plus élevée en RE que HR, différence non significative

7.6. Conclusion sur l'effet de la protection

La protection apportée par les deux réserves Do Himen et Yeega est récente et le point zéro UVC de 2007 n'avait montré aucune différence entre les zones protégées et non protégées, que ce soit sur le récif barrière (Do Himen) ou sur les zones intermédiaires (dénommés récifs lagunaires dans Wantiez et al. (2007). La seule différence significative observée dans le point zéro concernait la densité totale plus élevée en réserve sur le récif barrière (pente externe et barrière interne)

Les autres différences visibles graphiquement mais non significatives étaient :

- sur le récif barrière (pente externe et barrière interne) : la RS des poissons-papillons plus élevée hors réserve,
- sur les récifs lagunaires : la biomasse des poissons-papillons plus élevée en réserve.

Dans notre étude, soit 5 ans après l'état initial, les résultats sont assez contrastés selon les indicateurs et selon les habitats. Un certain nombre d'indicateurs sont interprétés avec un code jaune (« moyen »). Ce code peut s'expliquer de différentes manières, d'où l'importance

des commentaires associés à chaque indicateur. Les principales conclusions sont rassemblées ci-dessous par objectif.

Objectif 1.1. Diversité et représentativité de l'assemblage

Les espèces de la liste IEHE habituellement rencontrées dans les écosystèmes coralliens sont observées, notamment sur les habitats coralliens, avec les principales familles les plus fréquentes.

Pour la plupart des indicateurs, les différences, quand elles existent, indiquent toujours une valeur plus élevée en RE que HR. Cependant, peu de ces différences sont statistiquement significatives.

Les indicateurs présentant des différences statistiquement significatives sont la richesse spécifique sur l'habitat Corail Vivant (le plus diversifié), la richesse spécifique des chirurgiens ($p < 0.05$) et celle des perroquets ($p < 0.005$). Les chirurgiens et poissons-papillons sont abondants sur les habitats de fonds dur quel que soit le statut.

Les seuls indicateurs montrant des valeurs moins élevées (quoique non significativement) dans la réserve sont la richesse spécifique des papillons sur les récifs et îlots intermédiaires (Réserve=Yeega), et la densité des perroquets dans l'habitat Corail vivant (alors que dans l'habitat détritique, celle-ci est significativement plus élevée en réserve, $p < 0.03$). Des différences (toutefois non significatives) apparaissent entre Do Himen et Yeega, notamment pour la densité de papillons qui est plus élevée en réserve sur le récif barrière (Réserve=DoHimen) et moins élevée en réserve sur les récifs et îlots intermédiaires (Réserve=Yeega).

Les valeurs des indicateurs dans la RC sont assez variables. Affectée à l'unité géomorphologique récif intermédiaire, la RC (Thabap) montre sur plusieurs indicateurs plus de ressemblance avec les zones non protégées de cette même unité qu'avec la réserve Yeega.

La composition spécifique de l'assemblage observé sur l'ensemble de la zone, diffère significativement entre les habitats, mais pas entre les statuts de protection. Les différences étant proches du seuil de significativité, cette différence peut exister mais n'être pas encore suffisamment importante pour être détectée.

Objectif 1.2

Les herbivores et les carnivores/macrocarnivores, dominent l'assemblage et sont assez abondants sur les habitats coralliens. Les piscivores et planctonophages sont moins abondants et ont surtout été observés en RE.

Les carnivores et herbivores sont plus abondants en RE sur le récif barrière, et significativement pour les carnivores sur l'habitat corail vivant ($p < 0.05$). Sur les récifs et îlots intermédiaires, les carnivores sont également plus abondants en RE, mais les herbivores sont plus abondants HR (différences non significatives).

Objectif 1.3

Les observations de napoléons et de requins à plusieurs reprises signent un bon état de santé des récifs et de la zone d'étude, bien que les observations n'aient pas eu lieu en

réserve. Raies et tortues n'ont été observées que marginalement dans cette campagne. L'analyse des stations MICADO pourrait fournir plus d'information.

Objectif 1.4

Les recouvrements en corail vivant et branchu sont plus élevés en réserve, notamment en raison des stations sur le récif barrière. Les densités et richesse spécifique des poissons-papillons corroborent ces résultats : une situation plus satisfaisante en réserve sur le grand récif, et des situations contrastées, voire moins bonnes en réserve sur les îlots et récifs intermédiaires.

Objectif 2.1

Des effets positifs et significatifs de la protection sont plus apparents pour les indicateurs relatifs aux espèces commerciales et aux espèces-cibles de la chasse. Ces effets sont principalement observés pour les chirurgiens et les perroquets. L'abondance du dawa est significativement plus élevée en réserve sur l'habitat où l'espèce est la plus abondante.

Pour ces métriques (à l'exception du dawa), la situation est généralement contrastée : satisfaisante sur le récif barrière, mais variable, et montrant parfois des signes défavorables sur les récifs et îlots intermédiaires. Le code orange a été attribué lorsque les densités étaient moins élevées sur les habitats des espèces concernées, même si cette différence n'était pas significative.

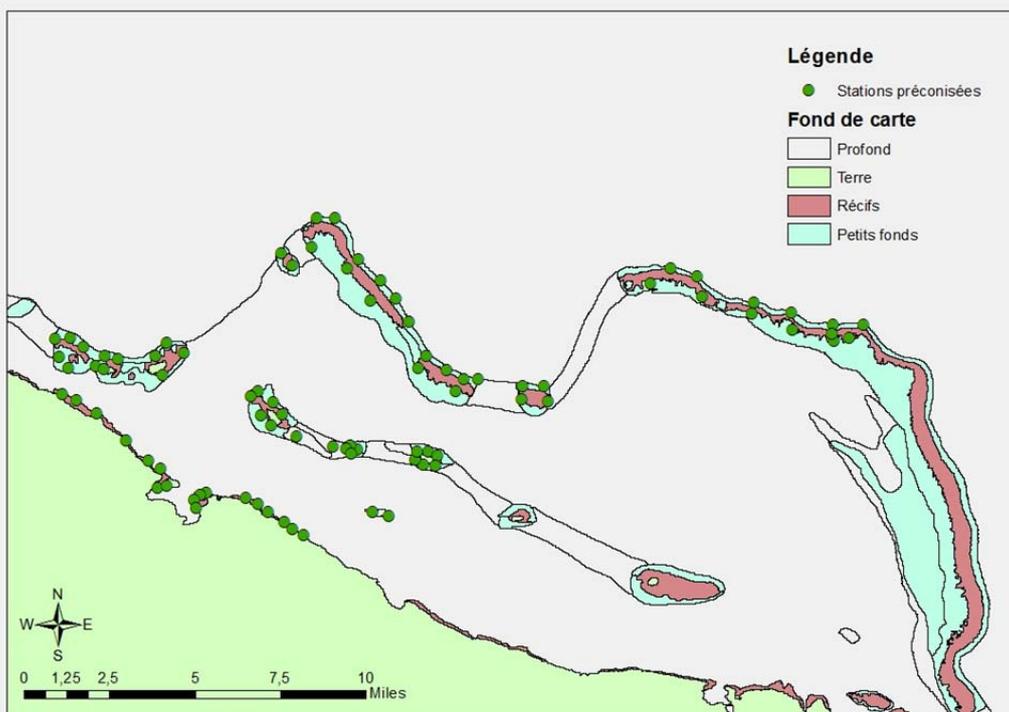
Les espèces-cibles de la ligne sont significativement plus fréquentes sur les habitats de fonds durs.

Lors de cette campagne, les loches, bossus et becs n'ont pas été régulièrement observés. Pour ces deux familles, la fréquence apparaît plus élevée en réserve, un signal non significatif mais encourageant. Les indicateurs au niveau de l'espèce ne peuvent être utilisés dans la situation actuelle en raison de leur rareté et des faibles abondances observées. En ce qui concerne les bossus et becs, les habitats préférés de ces espèces ne sont pas assez représentés dans les données.

8. Plan d'échantillonnage recommandé pour un suivi

Le plan d'échantillonnage recommandé comprend 85 stations, largement réalisables en cinq jours, avec deux bateaux et deux systèmes par bateau. Les moyens nécessaires pour ce suivi sont inférieurs à ceux de la campagne 2012 (Annexe)(105 stations validées).

Carte des stations préconisées dans le cadre d'un suivi vidéo de la zone de Hienghène



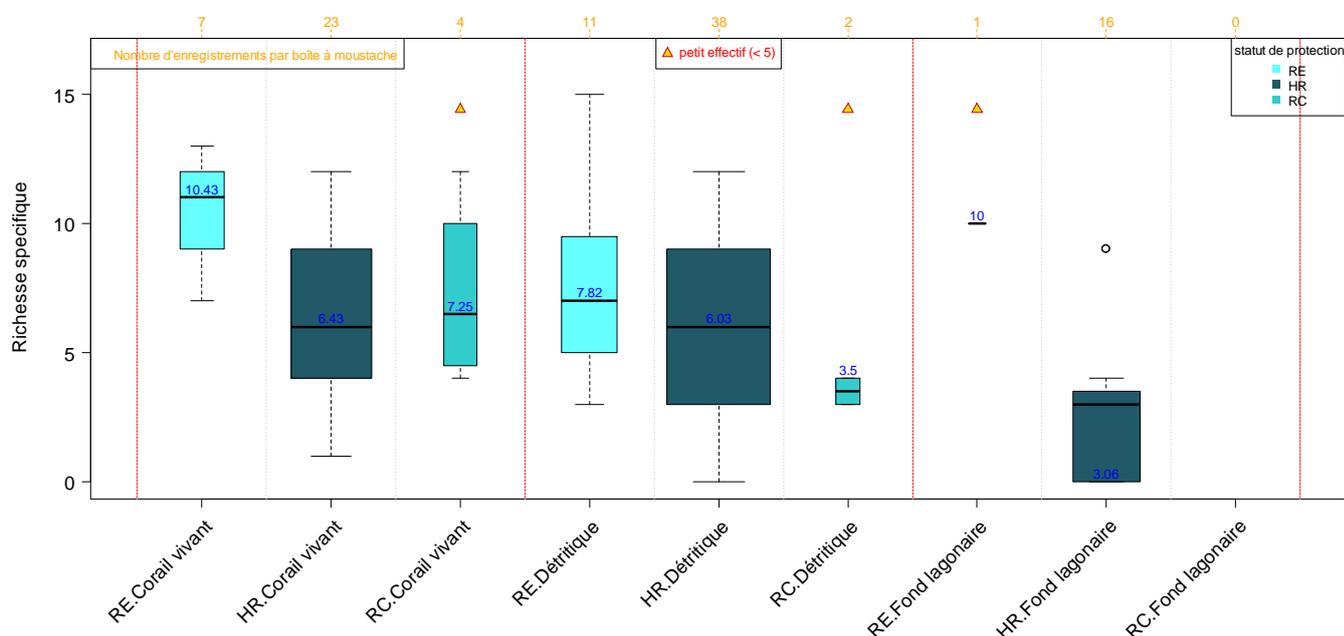
9. Annexes. Fiches métriques

9.1. Richesse spécifique (RS) par unité d'observation

Lien avec les objectifs et actions de gestion

But de gestion	2. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectif	2.1. Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème
Pertinence	La richesse spécifique devrait être plus élevée dans les stations situées dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation. Elle dépend cependant aussi fortement de l'habitat.

Calcul de la métrique : Nombre d'espèces observées par station dans un rayon de 10 m autour de la STAVIRO.



Résultat

- La RS est significativement plus faible hors réserve (HR) qu'en réserve (RE) ($p < 0.01$). Différence par habitat significative pour le Corail vivant ($p < 0.05$)
- Différences testées par modèle GLM Binomiale négative à 2 facteurs habitat (2 niveaux, Corail vivant et Détritique) et statut de protection (2 niveaux, HR et RE)
- Réserve coutumière (RC) : Résultats variables selon habitat

Diagnostic

Etat	Tendance	Commentaires
■	Non évaluée	Sur l'habitat le plus diversifié, la richesse spécifique est significativement plus élevée en RE ($p < 0.05$). Sur les autres habitats, des signes de RS plus élevée en RE, mais pas de différences significatives entre statuts de protection.

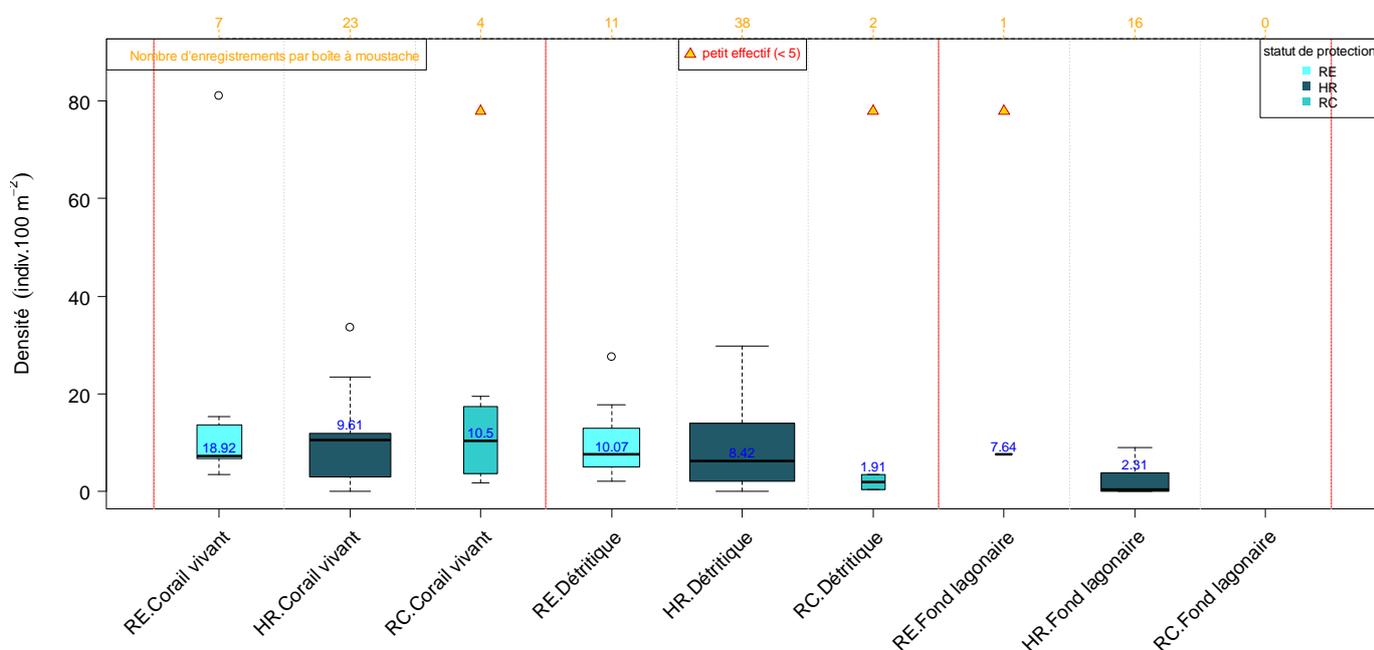
9.2. Densité d'abondance toutes espèces

Lien avec les objectifs et actions de gestion

But de gestion	2. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectif	2.1. Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème
Pertinence	La densité totale devrait être plus élevée dans les stations situées dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation. Elle dépend cependant aussi fortement de l'habitat et est sensible aux espèces grégaires.

Calcul de la métrique : Densité d'individus par unité d'observation, dans la zone de 5m autour de la caméra rotative (rapportée à 100m²).

Résultat



- Densités moyennes plus élevées en RE qu'en HR (NS)
- Différences testées par modèle Gamma à 2 facteurs habitat (Corail vivant et Détritique) et statut de protection (RE et HR) : pas de différences significatives
- Résultat variable selon habitat dans la réserve coutumière (RC)

Diagnostic

Etat	Tendance	Commentaires
■	Non évaluée	Densités moyennes plus élevées en RE que HR pour les 3 habitats, bien que non significatif. Résultat variable selon habitat dans la réserve coutumière (RC)

9.3. Richesse spécifique (RS) par famille (principales familles)

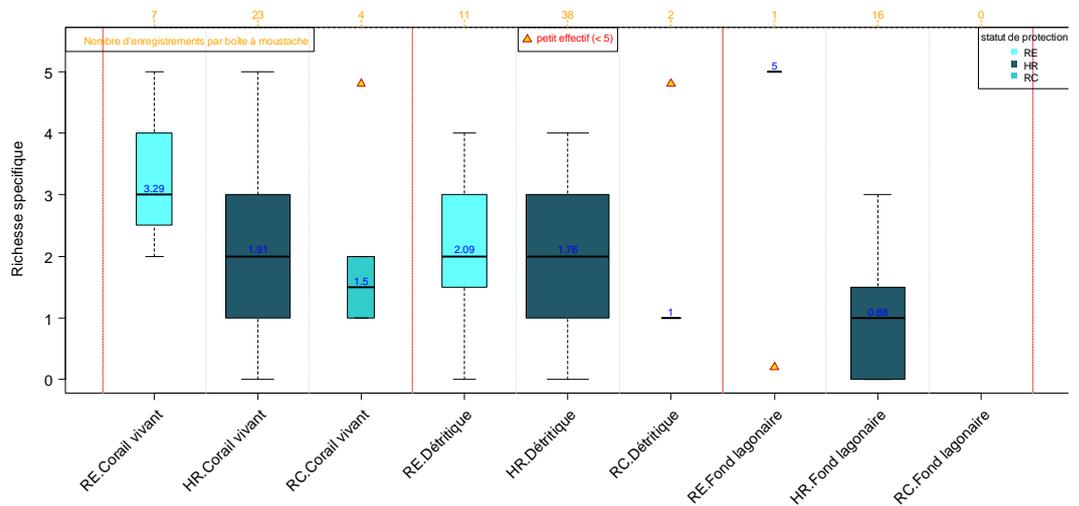
Lien avec les objectifs et actions de gestion

But de gestion	2. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectifs	2.1. Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème 2.4. Maintien d'un ensemble représentatif d'habitats
Pertinence	La richesse spécifique devrait être plus élevée dans les stations situées dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation. Elle dépend cependant aussi fortement de l'habitat.

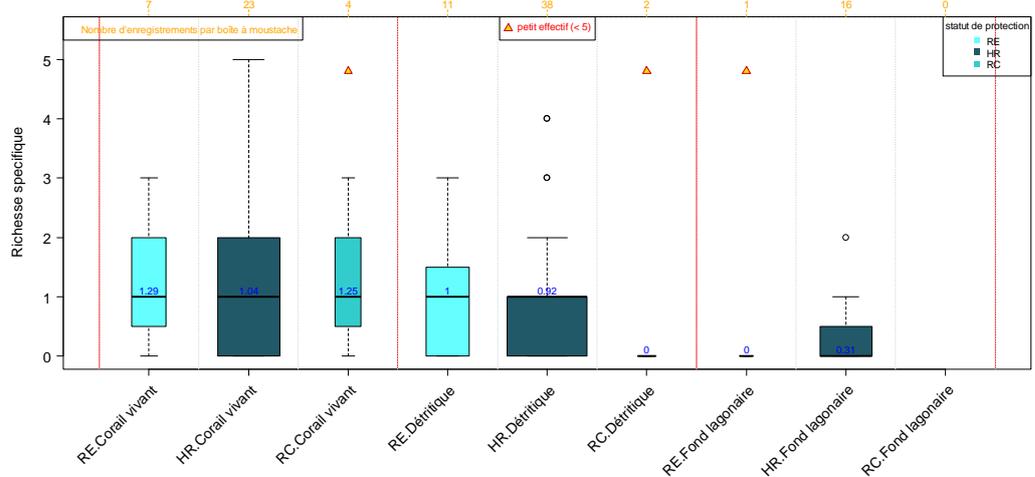
Calcul de la métrique : Nombre d'espèces par famille (Acanthuridae, Chaetodontidae, Labridae, Lethrinidae, Lutjanidae, Mullidae, Scaridae, Serranidae) observées par station dans un rayon de 10 m autour de la caméra rotative.

Résultats

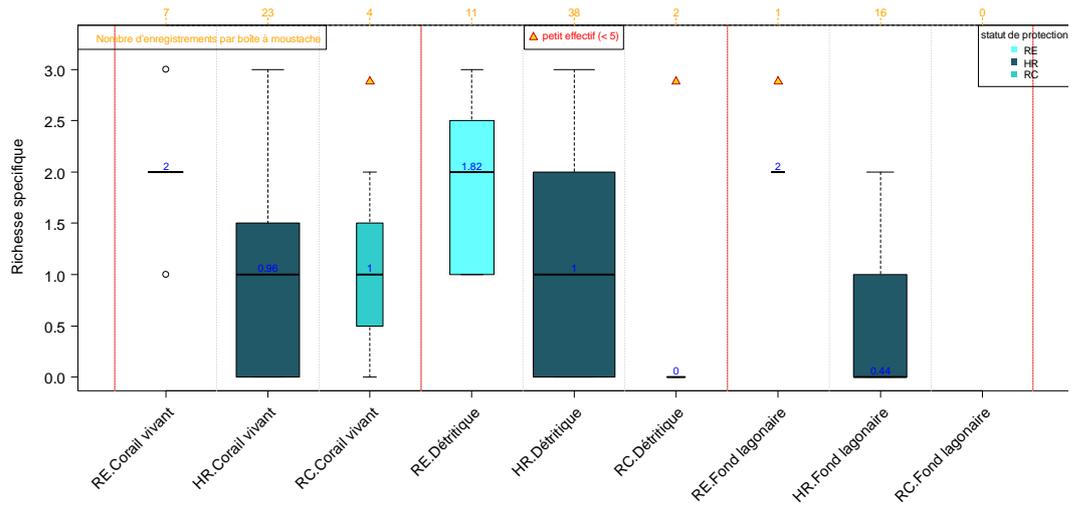
Chirurgiens
(Acanthuridae)



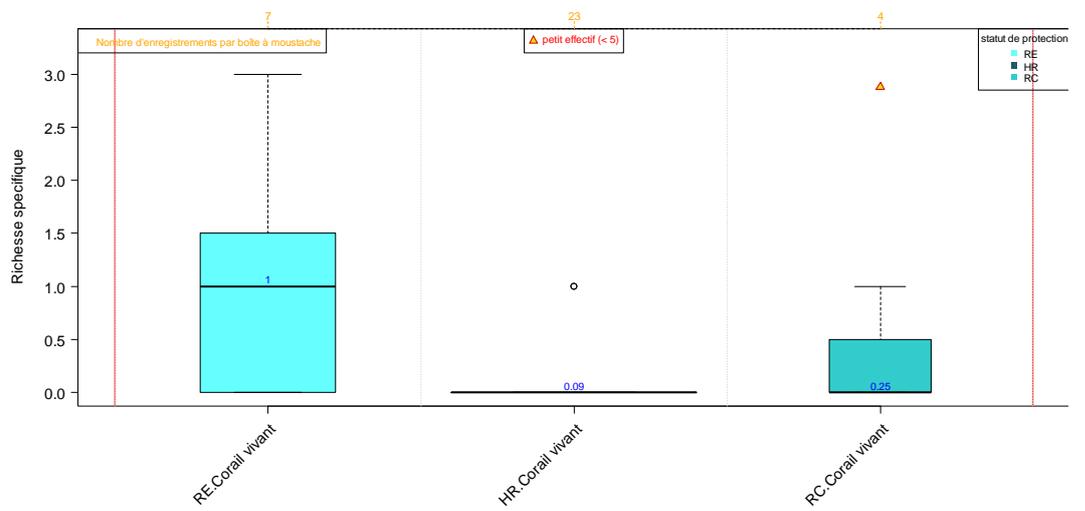
Papillons
(Chaetodontidae
, calcul à 5m)



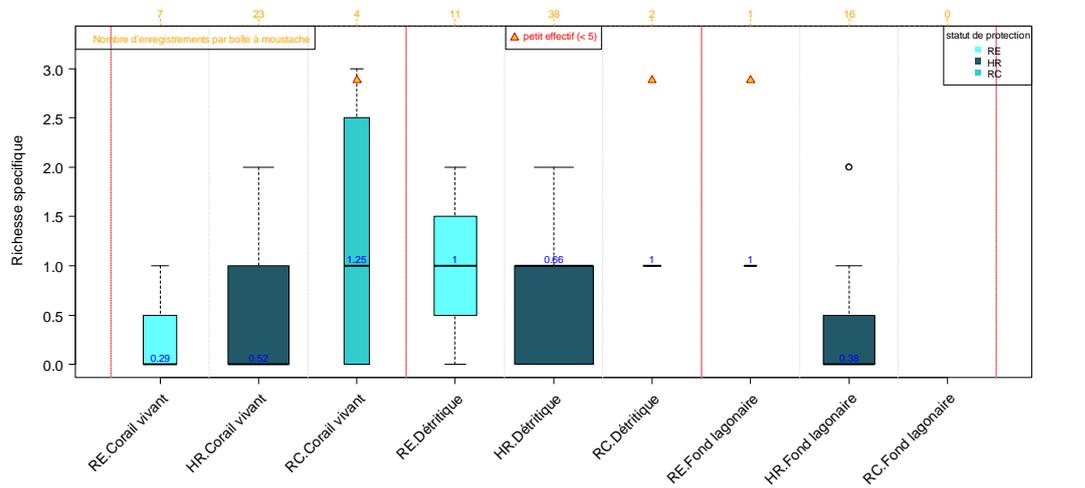
Perroquets (Scaridae)



Lutjans (Lutjanidae)



Rougets barbets (Mullidae)



Pas de graphique pour les autres familles en raison des faibles valeurs de RS moyenne rencontrées.

Différences testées par modèle Gamma à 2 facteurs habitat (Coraill vivant et Détritique) et statut de protection (HR et RE) :

Bilan par famille	
Chirurgiens	RS significativement plus élevée en RE (p<0.05) Différence par habitat marginalement significative pour Corail vivant (p<0.07)
Papillons	Pas de différences marquées entre statuts de protection
Perroquets	RS significativement plus élevée en RE (p<0.005) Différences significatives par habitat (p<0.05)
Lutjanidae	RS significativement plus élevée en RE pour Corail vivant (p<0.005)
Mullidae	Pas de différences significatives entre statuts de protection
Labridae Lethrinidae Serranidae	Pas assez d'espèces rencontrées par station pour réaliser des tests

Diagnostic

Etat	Tendance	Commentaires
	Chirurgiens	RS plus élevée en RE dans trois habitats sur quatre Effet significatif du statut de protection globalement (p<0.05) et pour l'habitat Corail Vivant (p<0.07)
	Papillons	Pas de différences marquées entre statuts de protection
	Perroquets	RS significativement plus élevée en RE (p<0.005) Différences significatives par habitat (p<0.05)
	Autres familles	Entre 0 et 1 espèce vue par station, pas de test

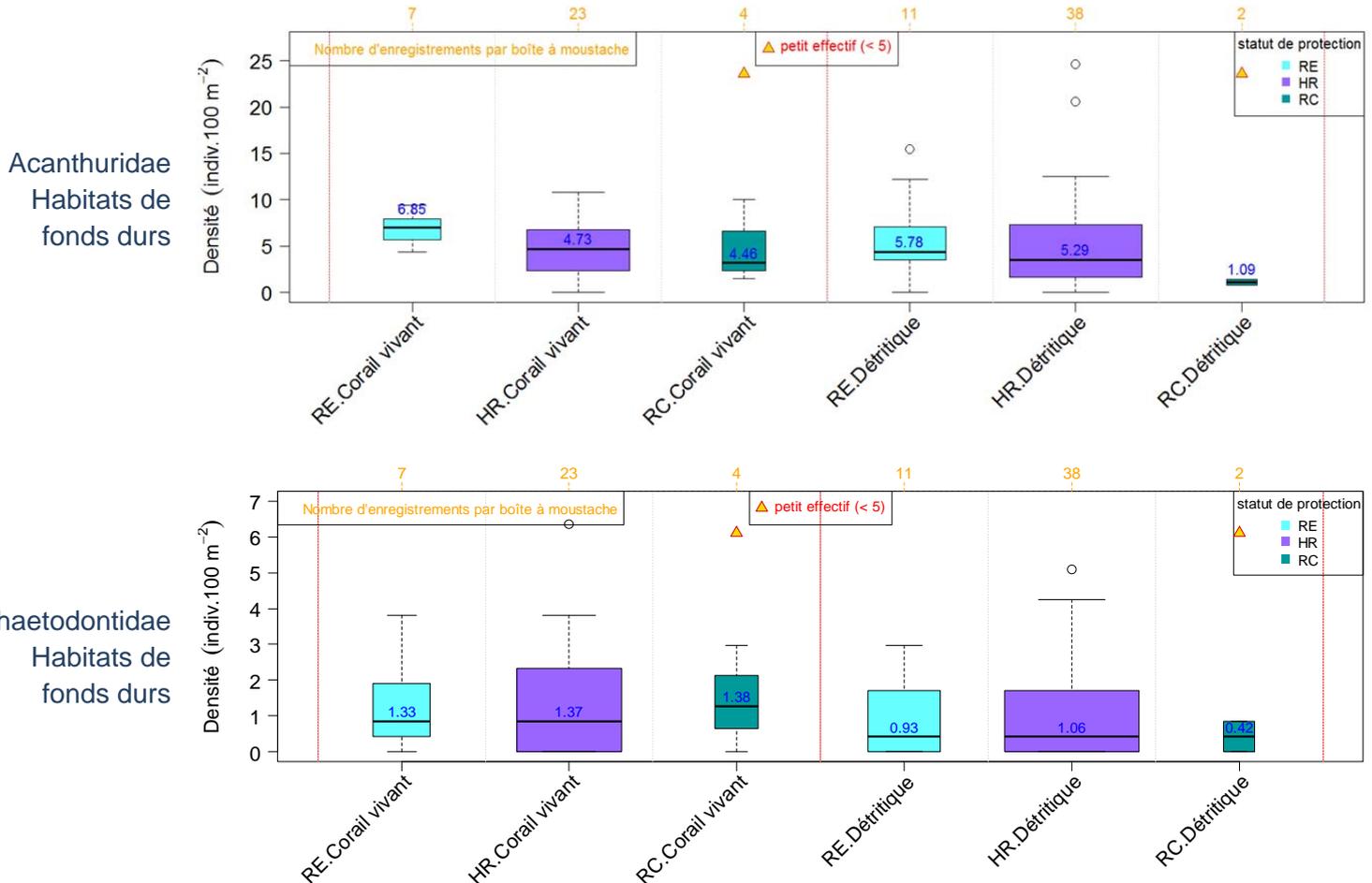
9.4. Densité d'abondance par famille

Lien avec les objectifs et actions de gestion

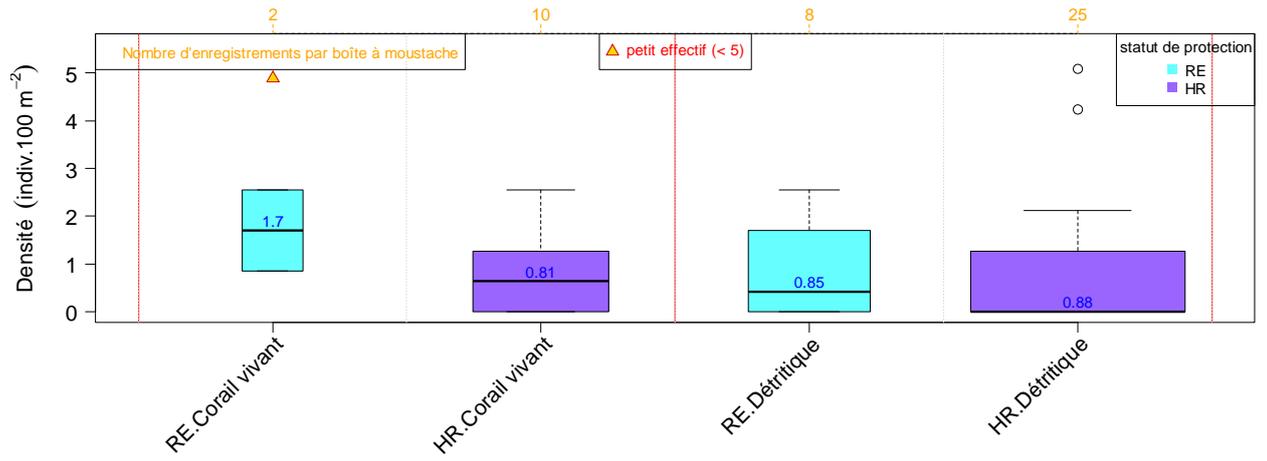
But de gestion	2. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectifs	2.1. Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème 2.4. Maintien d'un ensemble représentatif d'habitats
Pertinence	La densité totale devrait être plus élevée dans les stations situées dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation. Elle dépend cependant aussi fortement de l'habitat et est sensible aux espèces formant des bancs (grégaires).

Calcul de la métrique : Densité cumulée des individus par famille (Acanthuridae, Balistidae, Chaetodontidae, Labridae, Lethrinidae, Lutjanidae, Mullidae, Scaridae, Serranidae, Siganidae) dans un rayon de 5 m autour de la STAVIRO.

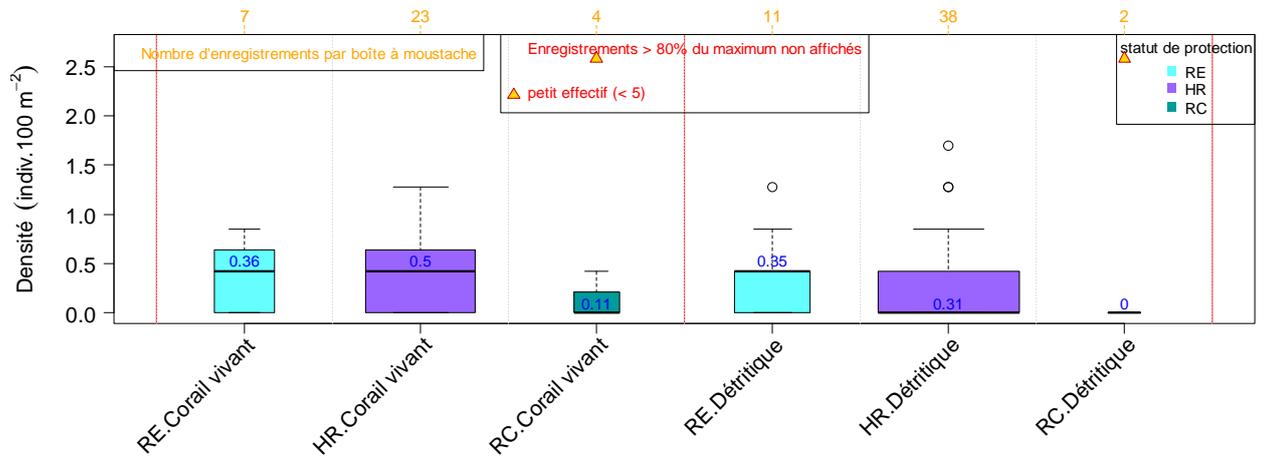
Résultats



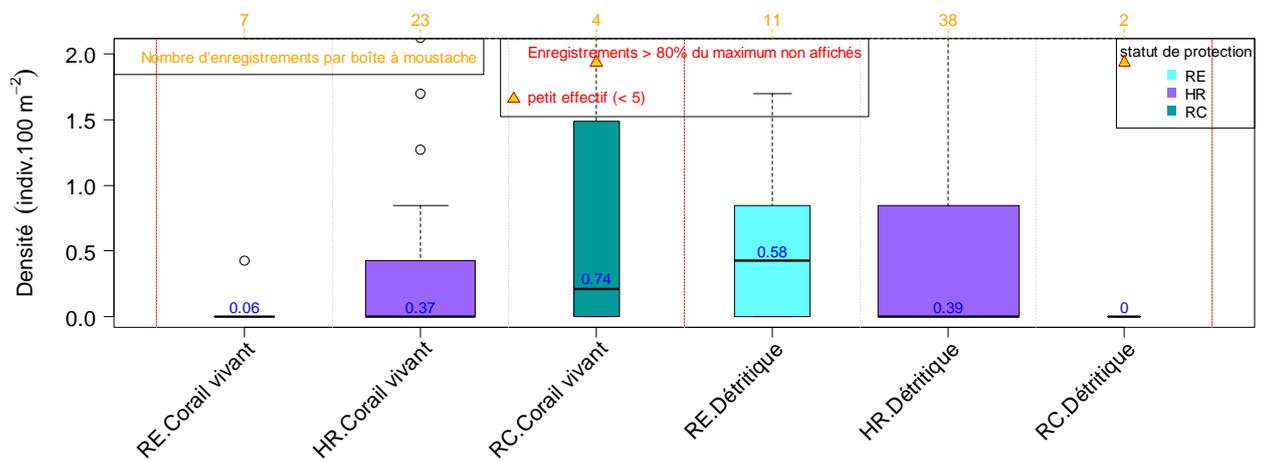
Chaetodontidae
Récif barrière

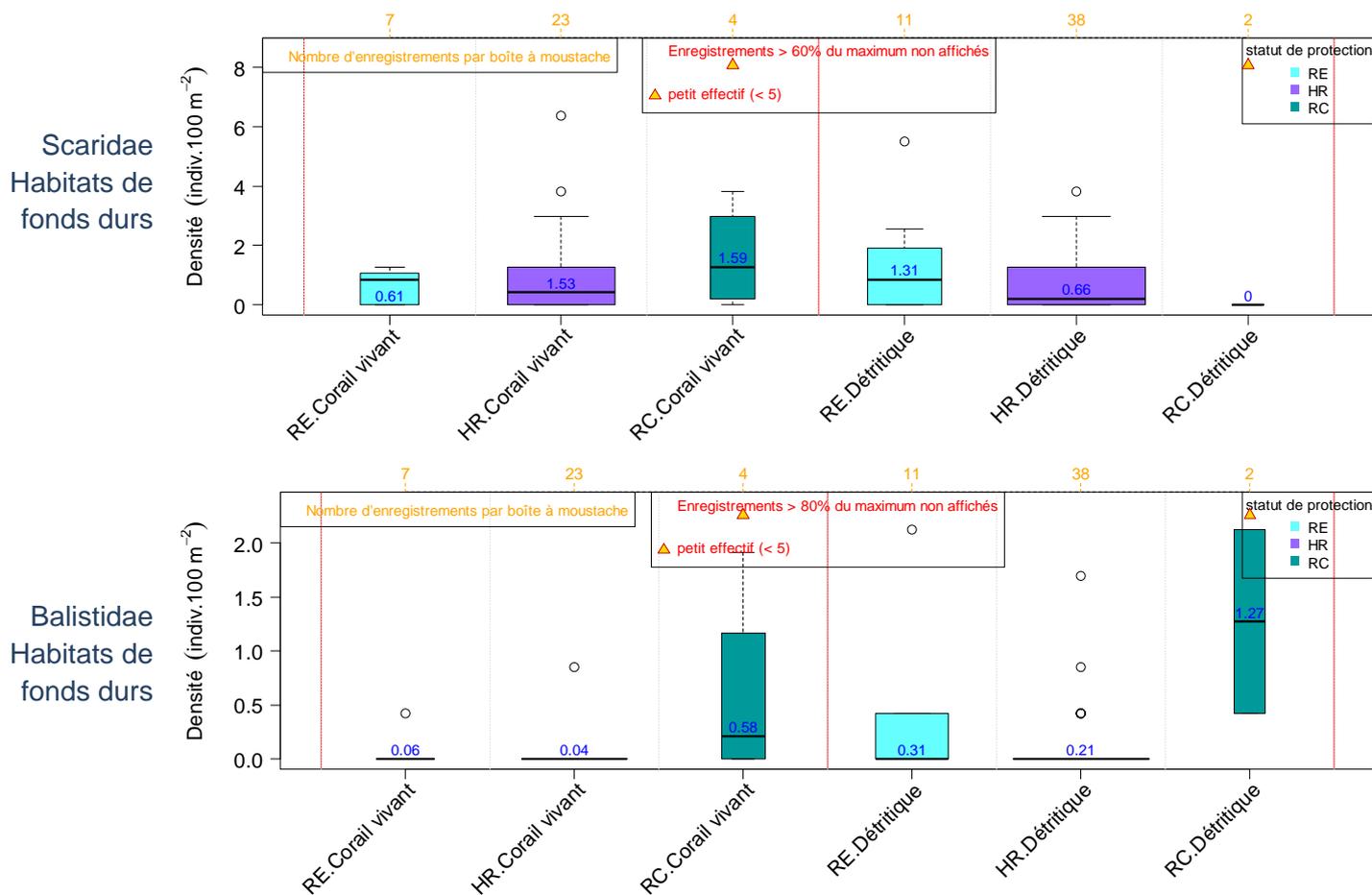


Labridae
Habitats de
fonds durs



Mullidae
Habitats de
fonds durs





Pas de graphique pour les autres familles en raison des faibles densités rencontrées.

Diagnostic (Tendance : non évaluable)

Etat	Tendance	Commentaires
■	Chirurgiens	Densités élevées sur les habitats de fond dur quel que soit le statut Des signes de densités plus élevées en RE Pas de différence significative entre statuts
■	Papillons	Densités élevées sur les habitats de fond dur quel que soit le statut Pas de différences marquées entre statuts Situation contrastée entre DoHimen et Yeega : Signe de densité plus élevée dans Do-Himen par rapport à HR-récif barrière (NS), signe de densité plus faible dans Yeega par rapport à HR-récif intermédiaire (NS)
■	Perroquets	Densité signif. plus élevée en RE sur habitat détritique (p<0.03) Signe de densité plus faible en RE dans l'habitat Corail vivant (NS)
■	Barbillons	Des signes de densité plus élevée en RE pour l'habitat Détritique (NS)
■	Labres	Pas de différences marquées entre statuts de protection sur les habitats de fond dur
■	Autres familles	Pas de différences significatives entre habitats et entre statuts Indicateur non pertinent pour les familles présentant des densités faibles (Lethrinidae, Lutjanidae, Serranidae, Siganidae) ou a priori non cibles de la protection (Balistidae)

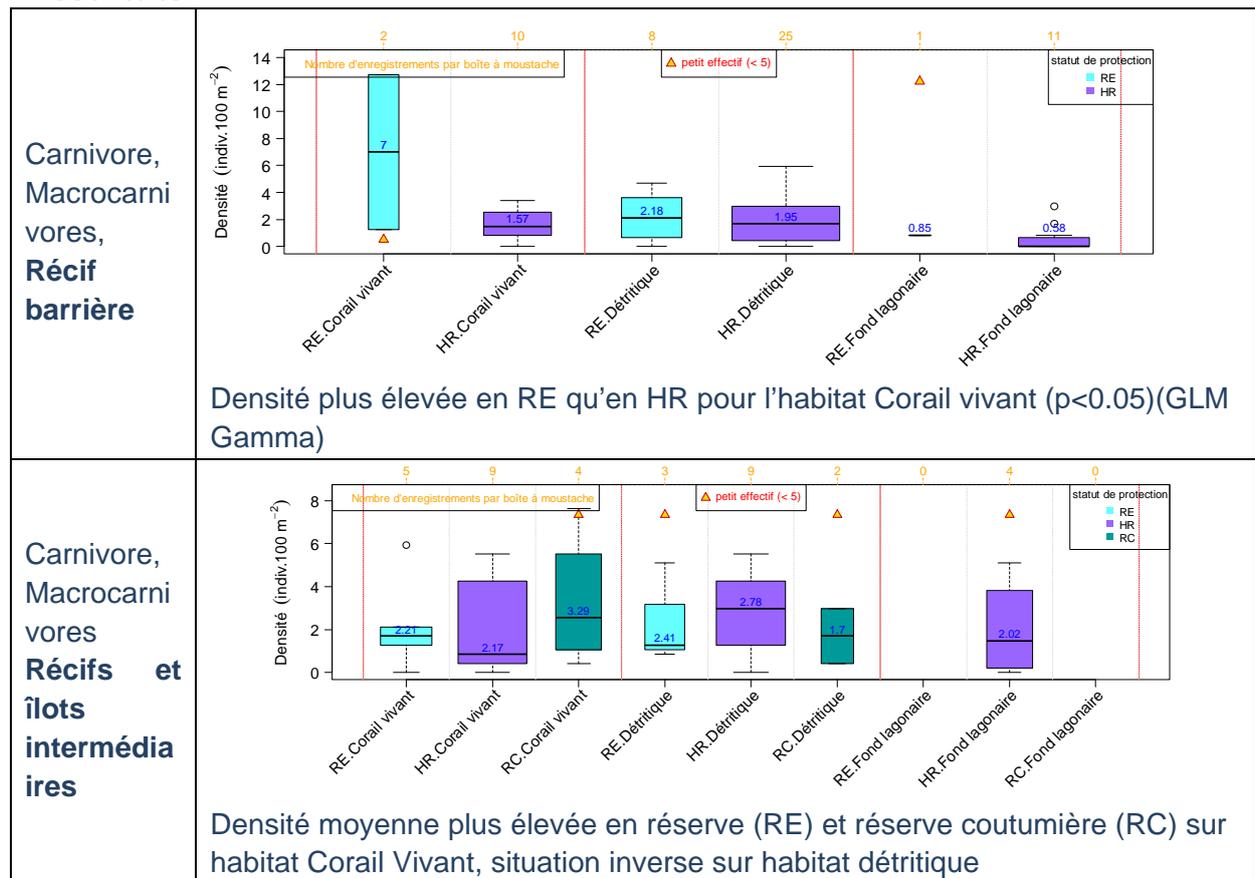
9.5. Densité d'abondance par groupe trophique

Lien avec les objectifs et actions de gestion

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources halieutiques 2. Conservation de la biodiversité
Objectif	1.1. Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces-cibles 2.2. Maintien des fonctions de l'écosystème
Pertinence	La densité d'abondance des groupes prédateurs doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation. La densité des groupes proies peut montrer différents signaux en fonction de l'ancienneté de la réserve, et d'autres facteurs, possibilité d'effets indirects de la protection

Calcul de la métrique : Densité par groupe trophique par unité d'observation, dans la zone de 5 m autour de la caméra rotative (rapportée à 100 m²).

Résultats



<p>Herbivores Récif Barrière</p>	<p>Pas d'effet significatif du statut de protection sur la densité des herbivores (modèle LM Gamma) dans les deux cas ci-dessus. Signe de densité plus élevée en réserve</p>
<p>Herbivores Récifs et îlots intermédiaires</p>	<p>Signe de densité plus élevée hors réserve</p>
<p>Piscivores</p>	<p>Faible densité quels que soient le statut de protection ou l'habitat (densités moyennes entre 0 et 0.19 individus/100m²).</p>
<p>Planctono-phages</p>	<p>Densité en général faible de quels que soient le statut de protection ou l'habitat, avec distribution erratique</p>

Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat		Commentaires
	<p>Carnivores et Macro carnivores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de différences significatives entre statuts • Do-Himen (barrière) : Densité plus élevée en RE qu'en HR pour l'habitat Corail vivant (p<0.05) • Yeega (intermédiaire): Densité moyenne plus élevée en réserve (RE) sur habitat Corail Vivant, situation inverse sur habitat détritique • Thabap : Densité moyenne plus élevée en réserve coutumière (RC) sur habitat Corail Vivant
	<p>Herbivores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de différences significatives entre statuts • Do-Himen : Signe de densité plus élevée en RE (NS) • Yeega : Signe de densité plus élevée HR (NS)
	<p>Piscivores Planktonophages</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Densités faibles, distribution erratique, pas de test

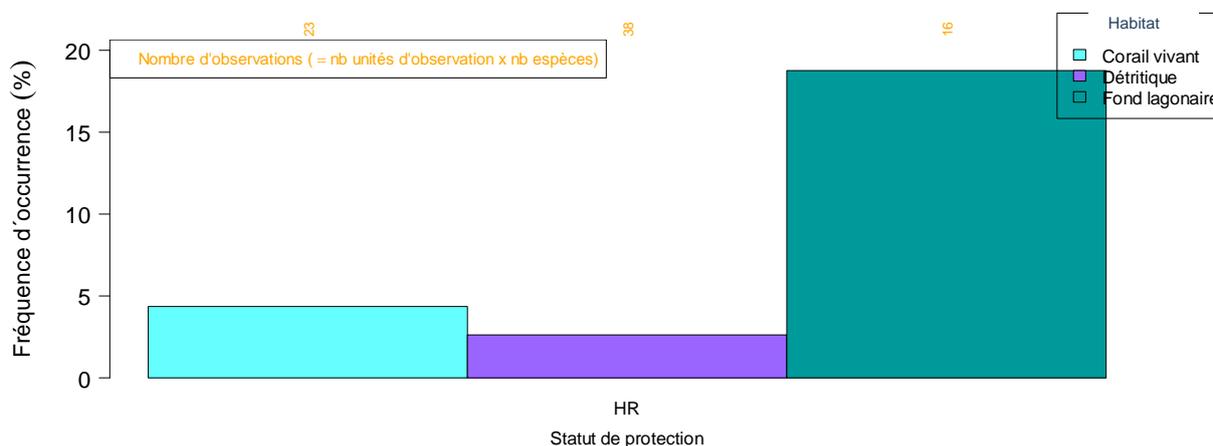
9.6. Fréquence d'occurrence du napoléon (*Cheilinus undulatus*)

Lien avec les objectifs et actions de gestion

But de gestion	2. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectif de gestion	2.1. Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème 2.3. Conservation des espèces et habitats emblématiques, menacés localement, ou sous statut spécial, ou endémiques
Pertinence	La fréquence d'occurrence de l'espèce doit être plus élevée dans les zones protégées, mais effet de mobilité et possible dérangement en RE

Calcul de la métrique : Pourcentage des stations où des poissons Napoléons (*Cheilinus undulatus*) sont observés (rayon de 10 mètres).

Résultats



En 2012, la fréquence moyenne d'occurrence est de 6.5%. Pour comparaison, elle a été 5,8% à Pweevo en novembre, 0% à Borendy en juin et 2% à Bourail en mai. Trois individus observés sur le récif barrière et deux sur les récifs/îlots intermédiaires.

Diagnostic

Etat	Tendance	Commentaires
■	Non évaluée	Fréquence maximale sur l'ensemble des campagnes 2012 (cinq observations) L'observation HR uniquement ne doit pas être reliée avec un effet de la protection car l'espèce est mobile et le nombre de stations HR est beaucoup plus important qu'en RE (3/4 des stations HR)

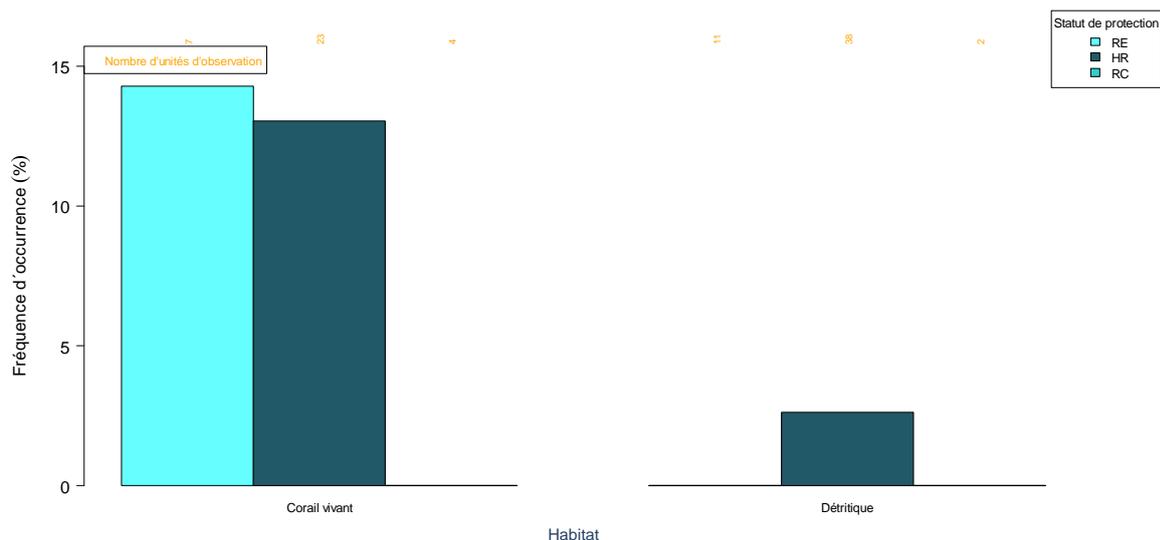
9.7. Fréquence d'occurrence des requins (famille Carcharhinidae)

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	2. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectif	2.1. Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème 2.3. Conservation des espèces et habitats emblématiques, menacés localement, ou sous statut spécial, ou endémiques
Pertinence	La fréquence d'occurrence de l'espèce doit être plus élevée dans les zones protégées, mais effet de mobilité et possible dérangement en RE

Calcul de la métrique : Pourcentage des stations où des requins (Carcharhinidae) sont observés.

Résultats



Les requins sont observés dans les habitats Corail vivant et Détritique en HR et également en RE dans l'habitat Corail vivant.

En 2012, la fréquence moyenne d'occurrence est de 4.7 %. Pour comparaison, elle a été 7.1 % à Pweevo en novembre, 6% à Borendi en juin et 8% à Bourail en mai.

Diagnostic

Etat	Tendance	Commentaires
■	Non évaluée	Trois espèces, cinq observations Fréquence minimale sur l'ensemble des campagnes 2012 Espèce mobile, lien non avéré avec effet de la protection

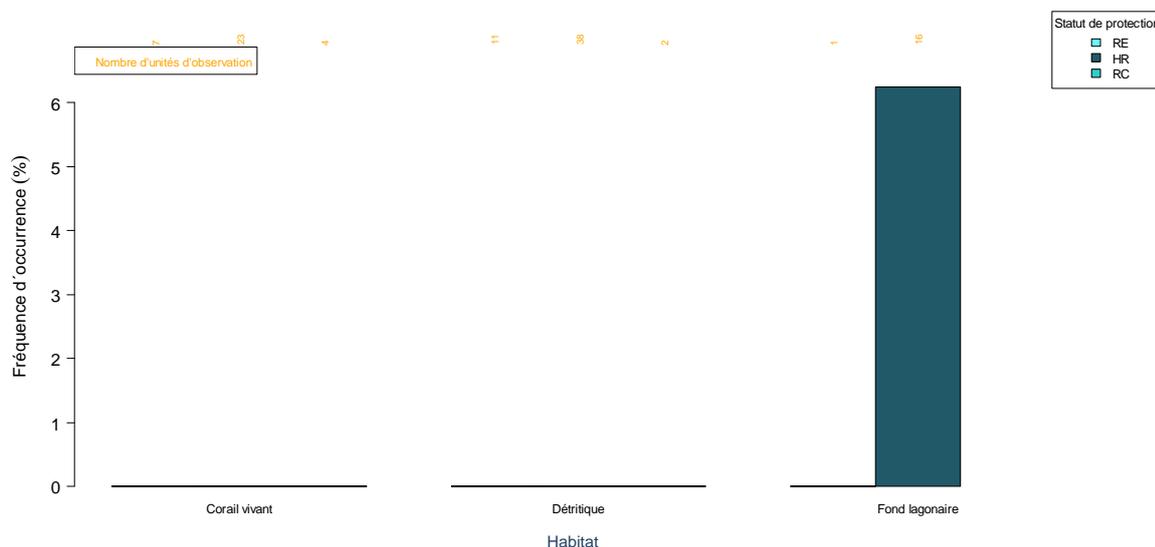
9.8. Fréquence d'occurrence des raies (famille Dasyatidae)

Lien avec les objectifs et actions de gestion

But de gestion	2. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectif	2.1. Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème 2.3. Conservation des espèces et habitats emblématiques, menacés localement, ou sous statut spécial, ou endémiques
Pertinence	La fréquence d'occurrence de l'espèce doit être plus élevée dans les zones protégées, mais effet de mobilité et possible dérangement en RE

Calcul de la métrique : Pourcentage des stations où des raies (Dasyatidae) sont observées.

Résultats



Diagnostic

Etat	Tendance	Commentaires
■	Non évaluée	Observations insuffisantes pour conclure

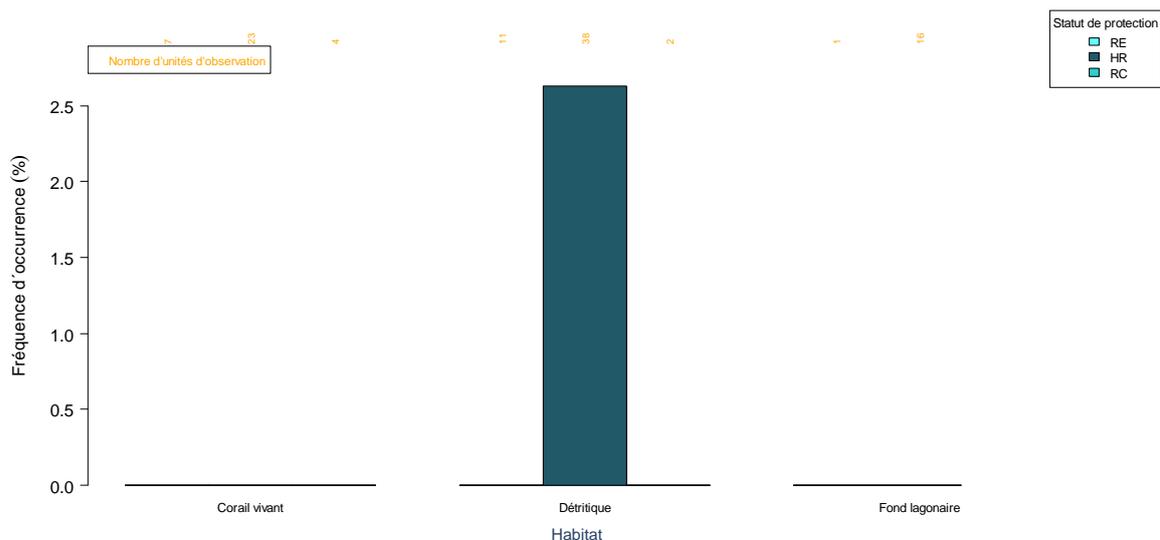
9.9. Fréquence d'occurrence des tortues (famille Cheloniidae)

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	2. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectif	2.1. Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème 2.3. Conservation des espèces et habitats emblématiques, menacés localement, ou sous statut spécial, ou endémiques
Pertinence	La fréquence d'occurrence des tortues doit être plus élevée dans les zones protégées, mais effet de mobilité et possible dérangement en RE

Calcul de la métrique : Pourcentage de stations où des tortues (Cheloniidae) sont observées.

Résultats



Diagnostic

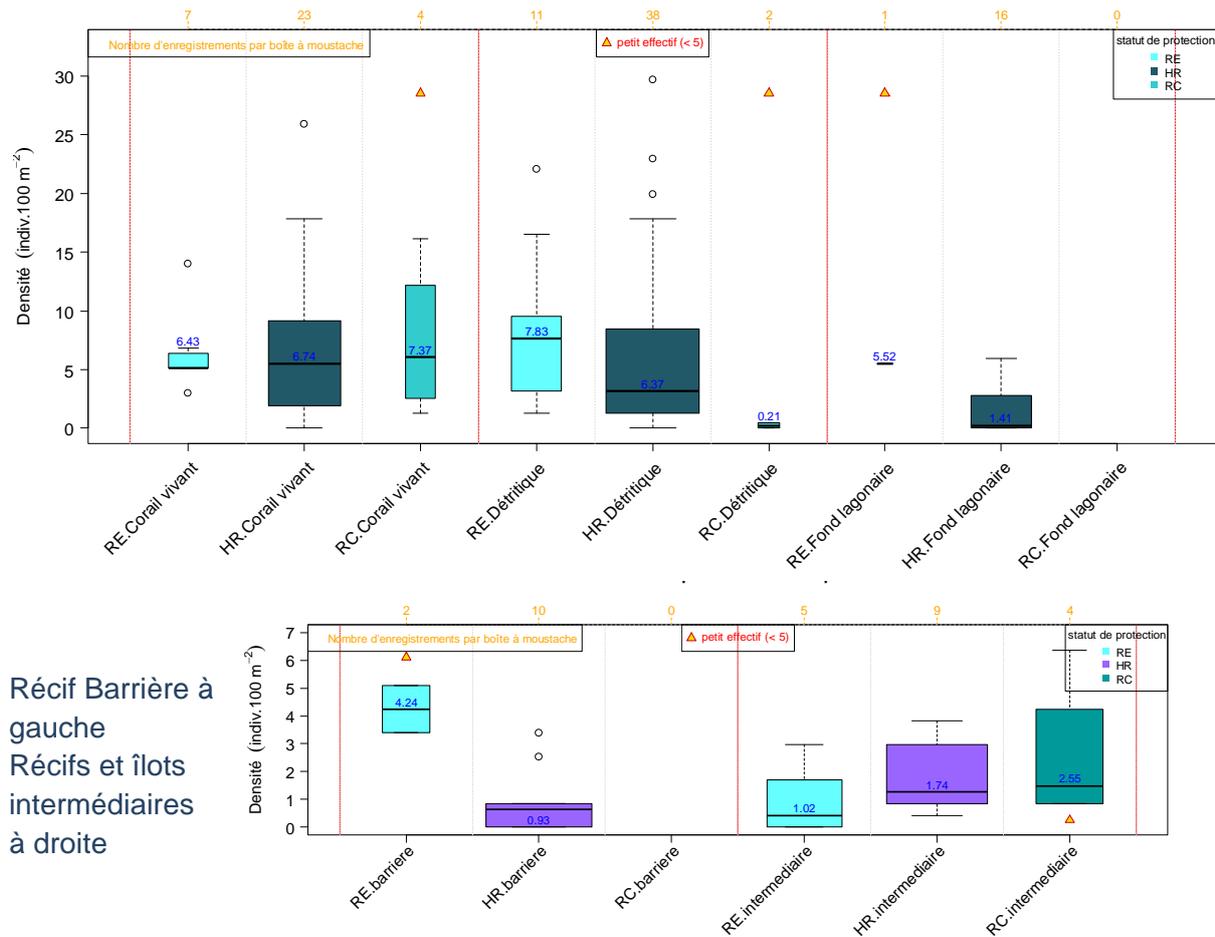
Etat	Tendance	Commentaires
■	Non évaluée	Observations insuffisantes pour conclure

9.10. Densité d'abondance des espèces commerciales

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	La densité d'abondance doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation.

Calcul de la métrique : Densité des individus d'espèces dites commerciales dans un rayon de 5 m autour de la STAVIRO.



Diagnostic (Tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #90EE90; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #FFA500; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="width: 20px; height: 20px; background-color: #FFFF00;"></div> </div>	<p>Situation contrastée :</p> <ul style="list-style-type: none"> DoHimen : effet marginalement significatif du statut de protection (p<0.1), densité plus élevée en RE mais différence non significative Yeega : densité moins élevée en RE mais différence non significative Thabap : densité plus élevée en RC mais différences non significatives

9.11. Densité d'abondance des grands poissons des espèces commerciales

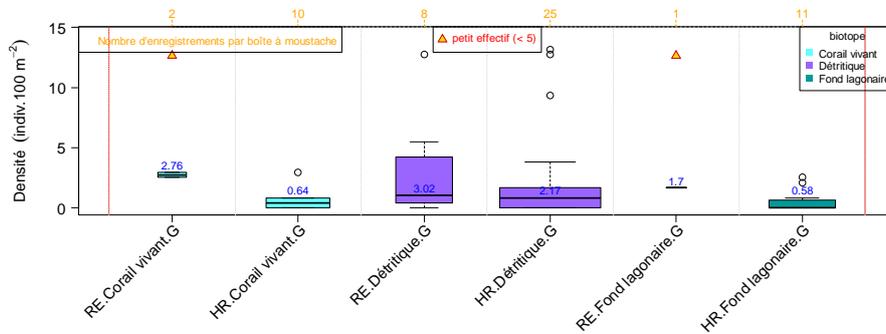
Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	La densité d'abondance doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation. Le premier effet de la protection est une augmentation de la taille individuelle moyenne des poissons.

Calcul de la métrique : Densité des grands individus d'espèces dites commerciales dans un rayon de 5 m autour de la STAVIRO.

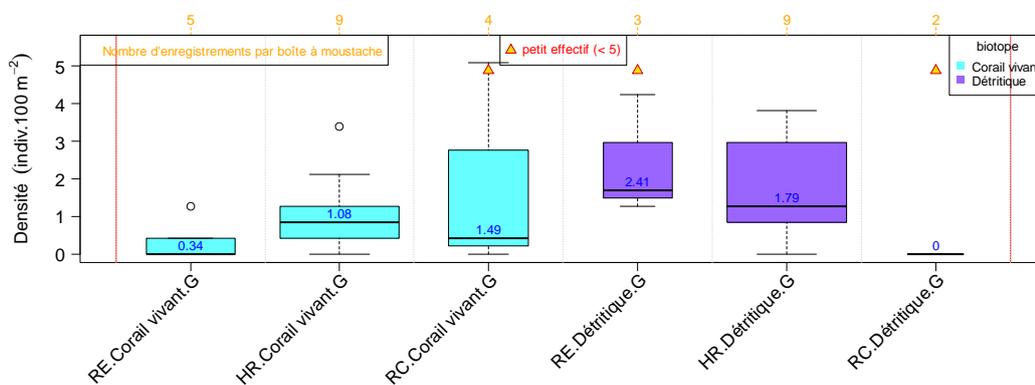
Résultat

Récif
Barrière



Densités plus élevées en RE, Effet significatif du statut de protection ($p < 0.002$), mais pas de différences significatives

Récifs et îlots intermédiaires



Densité plus élevée en RE, mais pas de différences significatives

Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
	Situation contrastée :
	DoHimen : Densité plus élevée en RE sur les 2 habitats
	Yeega : Densité moins élevée en RE sur habitat Coraill vivant, pattern inverse sur habitat détritique
	Thabap : Densité plus élevée en RC sur habitat Coraill vivant
	Différences non significatives

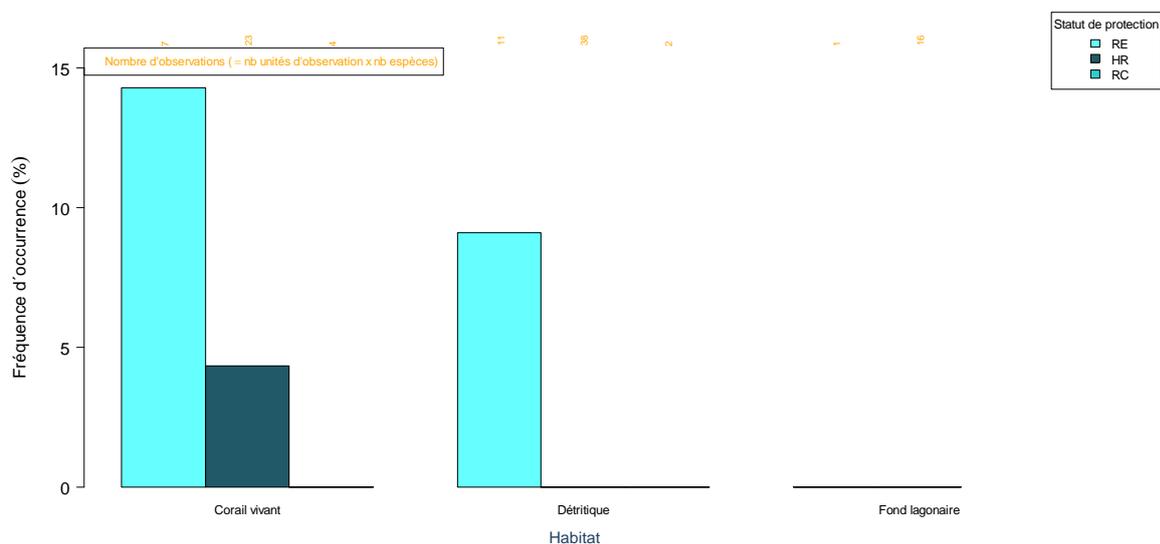
9.12. Fréquence d'occurrence de la saumonée petits points (*Plectropomus leopardus*)

Lien avec les objectifs et actions de gestion

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	La saumonée petits points est une espèce ciblée principalement par la chasse sous-marine et secondairement par la pêche à la traine. La densité d'abondance doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation. Les densités observées étant très faibles, la métrique fréquence d'occurrence est plus pertinente que la densité d'abondance

Calcul de la métrique : Pourcentage de stations où des saumonées (*Plectropomus leopardus*) sont observées dans un rayon de 10 m autour de la STAVIRO. Test statistiques réalisés sur présence-absence.

Résultats



Diagnostic

Etat	Tendance	Commentaires
	Non évaluée	Habitat Détritique : Présence en RE Habitat Corail vivant : présence en RE et HR Différence non significative dans Corail vivant

NB : observations plus fréquentes au niveau du genre *Plectropomus* qu'au niveau de l'espèce (Figure 12, § 6.3).

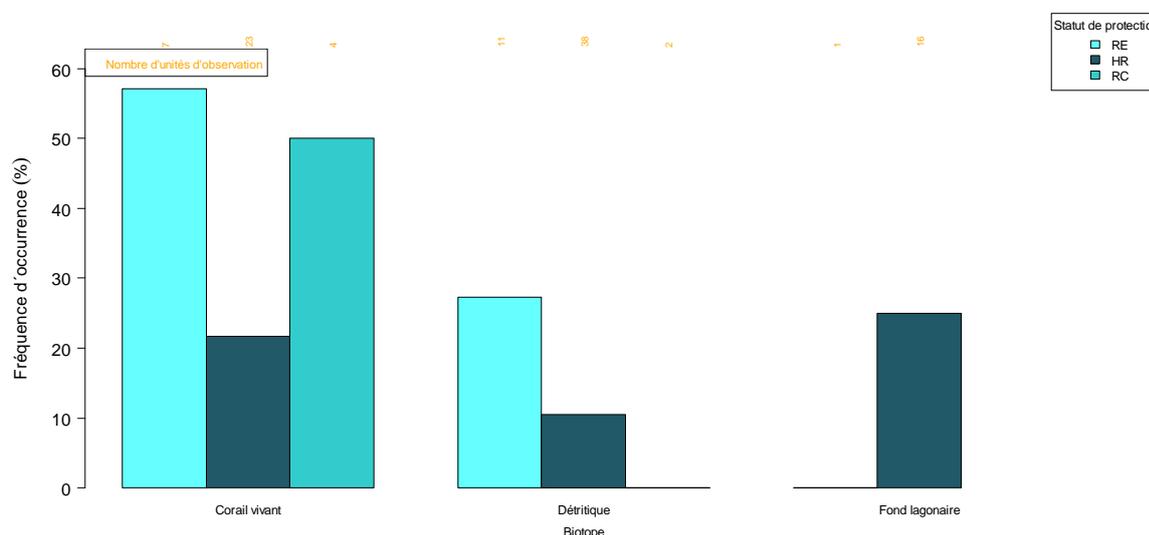
9.13. Fréquence d'occurrence des loches (Serranidae de la liste IEHE)

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	La plupart des loches sont des espèces ciblées par la chasse sous-marine. La densité d'abondance doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation. Les densités étant très faibles, la fréquence d'occurrence est plus pertinente que l'abondance

Calcul de la métrique : Pourcentage de stations où des loches sont observées dans un rayon de 10 m autour de la STAVIRO. Tests statistiques sur présence-absence.

Résultat



- Les loches ont été observées dans trois habitats
- Fréquence plus élevée en RE ou RC dans l'habitat Corail vivant (non significatif)
- Effet de la RE significatif ($p < 0.02$) mais comparaisons multiples NS

Diagnostic

Etat	Tendance	Commentaires
■	Non évaluée	Fréquence d'observation assez élevée sur l'habitat Corail vivant. Fréquence plus élevée en RE ou en RC pour les habitats Corail vivant et détritiques, effet significatif ($p < 0.02$) mais différences non significatives

9.14. Fréquence d'occurrence des becs de cane (*Lethrinus nebulosus*)

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Actions reliées	Faire évoluer le zonage et les niveaux de protection de l'AMP Actions d'information, actions contractuelles
Pertinence	Le bec de cane est ciblé principalement par la pêche à la ligne. La fréquence d'occurrence des <i>Lethrinus nebulosus</i> doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation

Calcul de la métrique : Fréquence d'occurrence des becs de cane par unité d'observation, dans un rayon de 10 m autour de la caméra rotative.

Résultat

Un seul individu observé hors réserve dans l'habitat fond lagunaire. Les habitats préférés de cette espèce sont mal représentés dans les stations de 2012.

Diagnostic

Etat	Tendance	Commentaires
	<i>Non évaluée</i>	Observations insuffisantes dans cette campagne

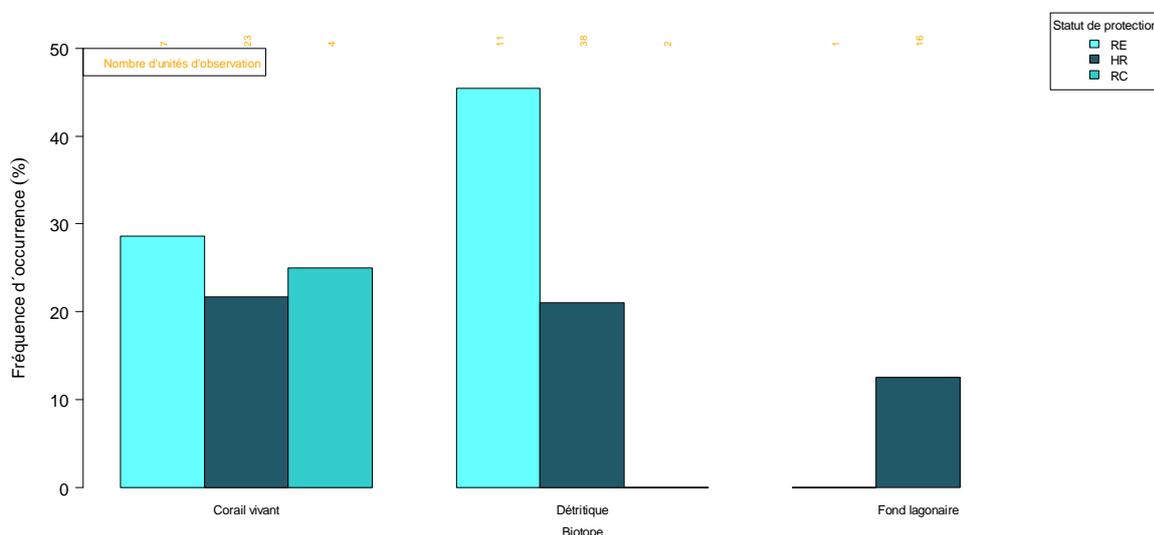
9.15. Fréquence d'occurrence des Lethrinidae pêchés

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Actions reliées	Faire évoluer le zonage et les niveaux de protection de l'AMP Actions d'information, actions contractuelles
Pertinence	Les becs et bossus sont ciblés par la pêche à la ligne et secondairement par d'autres engins. L'abondance des Lethrinidae pêchés doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation.

Calcul de la métrique : Fréquence d'occurrence des Lethrinidae pêchés par unité d'observation, dans un rayon de 10 m autour de la STAVIRO.

Résultats



Diagnostic

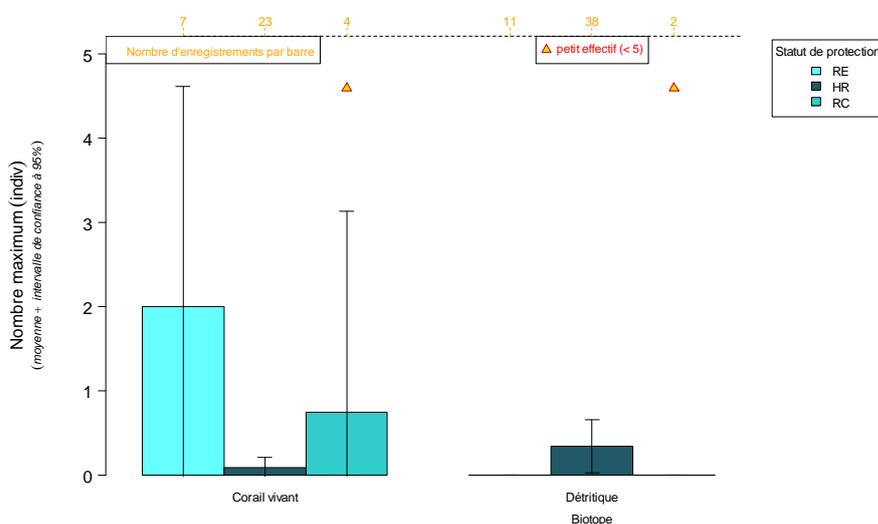
Etat	Tendance	Commentaires
	Non évaluée	Fréquence d'occurrence plus élevée en RE pour l'habitat Corail vivant et Détritique (non significatif). Les habitats préférés de certaines de ces espèces sont mal représentés dans les stations de 2012.

9.16. Abondance du Dawa (*Naso unicornis*)

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	Le dawa est ciblé principalement par la chasse sous-marine. L'abondance du dawa doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation.

Calcul de la métrique : Nombre maximal de dawa (*Naso unicornis*) observés dans un rayon de 10 m autour de la STAVIRO (maximum des trois rotations).



- Plus abondant en RE et RC qu'en HR sur l'habitat Corail vivant

Diagnostic

Etat	Tendance	Commentaires
■	Non évaluée	Habitat Corail vivant : Abondance et plus élevée en RE ($p < 0.05$) et RC (NS), par rapport à HR

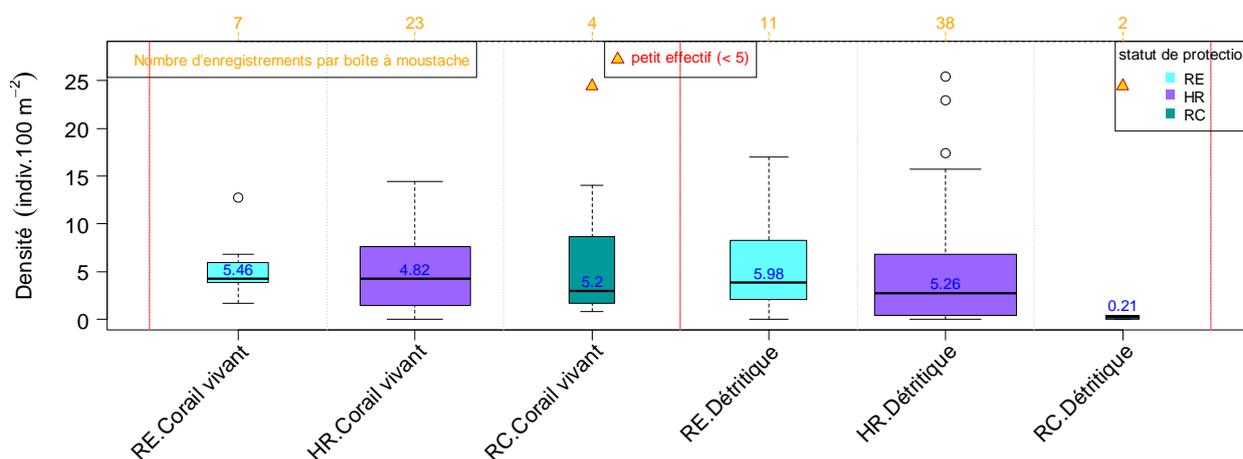
9.17. Densité d'abondance des chirurgiens (Acanthuridae)

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources 2. Conservation de la biodiversité
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles 2.1. Maintenir les fonctions de l'écosystème
Pertinence	Les chirurgiens sont la famille la plus abondante observée durant la campagne. Ils sont des acteurs majeurs de la régulation des algues qui prolifèrent sur le récif (objectif conservation de la biodiversité) et la plupart sont des espèces consommables (objectif exploitation durable des ressources).

Calcul de la métrique : Densité des chirurgiens par unité d'observation, dans la zone de 5 m autour de la caméra rotative (rapportée à 100m²).

Résultats



- Densités assez élevées sur les habitats préférentiels de la famille
- Densité moyenne plus élevée en RE dans les deux habitats mais différences non significatives. Densité moyenne plus élevée en RC que HR pour habitat 'Coraill Vivant' mais non significatif.

Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
	<ul style="list-style-type: none"> • Densité moyenne plus élevée en RE que HR sur 2 habitats mais non significatif • Densité moyenne plus élevée en RC que HR dans l'habitat Coraill vivant • Famille bien représentée sur l'ensemble de ses habitats

9.18. Densité d'abondance des chirurgiens des espèces commerciales (Acanthuridae sans Ctenochaetus ni Zebrasoma)

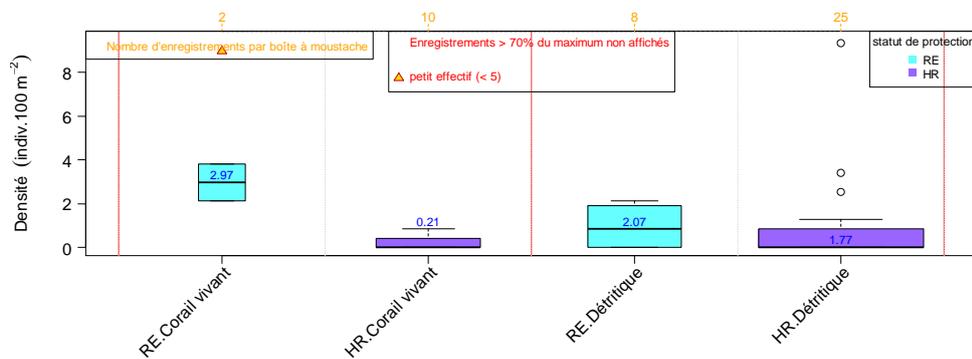
Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	Les chirurgiens sont la famille la plus abondante observée dans la campagne. Les espèces consommables excluent les Ctenochaetus très fréquents sur la zone et les Zebrasoma.

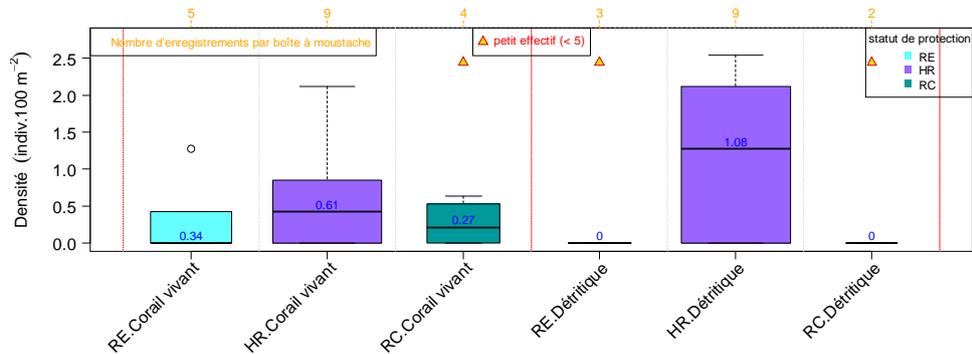
Calcul de la métrique : Densité des chirurgiens des espèces commerciales, par unité d'observation, dans la zone de 5 m autour de la caméra rotative (rapportée à 100m²).

Résultats

Récif Barrière



Récifs et îlots intermédiaires



- DoHimen : Densité moyenne plus élevée en RE pour l'habitat Corail vivant (marginalelement significatif, p<0.09).

Diagnostic (tendance non évaluée)

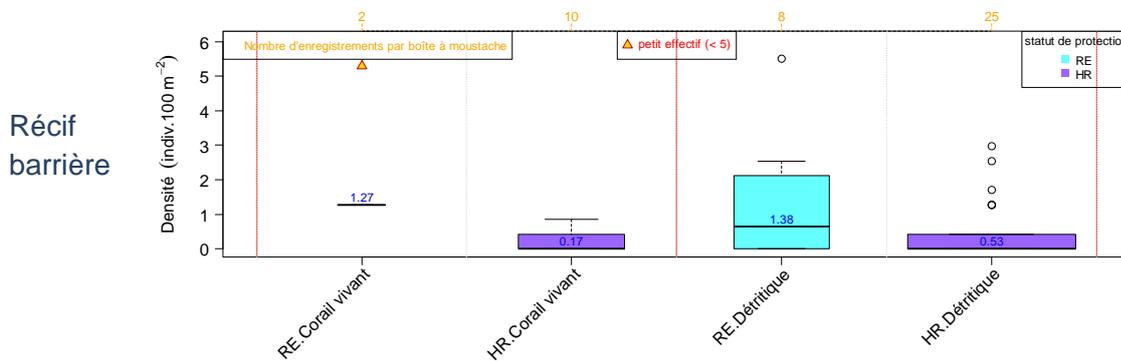
Etat	Commentaires
■	• Situations contrastées entre Do-Himen et Yeega : DoHimen : densité plus élevée en RE sur l'habitat Corail Vivant (p<0.09) et signe de densités plus élevée sur habitat Détritique Yeega : signes de densités moins élevées en RE sur les 2 habitats Thabap : signes de densités moins élevées en RE sur les 2 habitats

9.19. Densité d'abondance des perroquets (Scaridae)

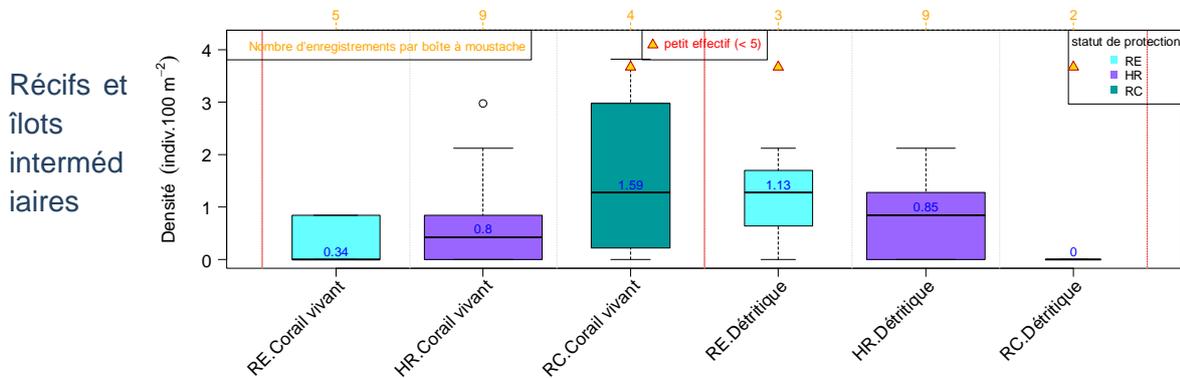
Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	La plupart des espèces de poissons perroquets sont commercialisées en Nouvelle Calédonie.

Calcul de la métrique : Densité des perroquets par unité d'observation, dans la zone de 5 m autour de la caméra rotative (rapportée à 100m²).



Effet RE marginalement significatif ($p < 0.06$) ; Densité plus élevée sur habitat corail vivant (marginalement significatif, $p < 0.1$)



Habitat corail vivant : densité RC > densité HR > densité RE, mais différences non significatives - Pattern inverse sur habitat détritique

Diagnostic (tendance non évaluée)

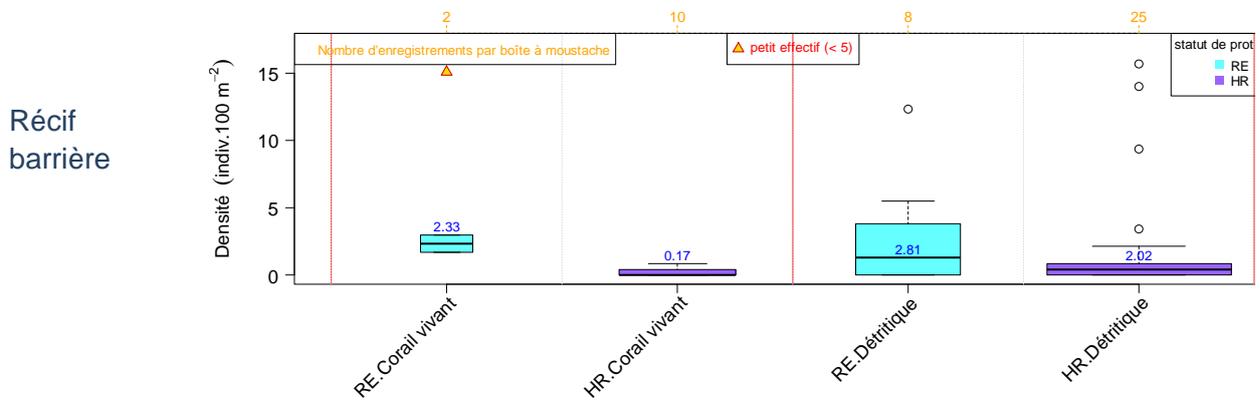
Etat	Commentaires
■	Situations contrastées : <ul style="list-style-type: none"> DoHimen : densité plus élevée en RE sur les 2 habitats (marginalement significatif, $p < 0.1$) et signe de densité plus élevée sur habitat Détritique Yeega : Signe de densité moins élevée en RE sur habitat corail vivant, pattern inverse sur détritique Réserve coutumière (Thabap) : Signe de densité plus élevée en RC sur habitat Corail vivant

9.20. Densité d'abondance des poissons d'espèces-cibles de la chasse

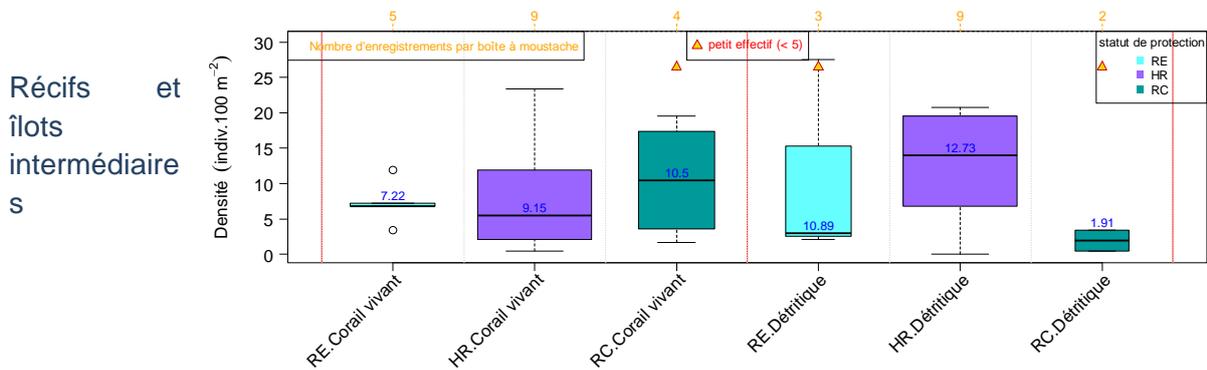
Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	La densité d'abondance des espèces-cibles de la chasse (essentiellement des chirurgiens, perroquets, et loches) devrait augmenter dans une zone fermée à la pêche avec une possible redispersion des espèces non sédentaires au fil du temps.

Calcul de la métrique : Densité des poissons d'espèces-cibles de la chasse par unité d'observation, dans la zone de 5m autour de la caméra rotative (rapportée à 100m²).



Densité plus élevée en RE sur habitat corail vivant (marginale-ment significatif, p<0.09) – Idem sur habitat détritique mais non significatif



Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
■	Situations contrastées : <ul style="list-style-type: none"> DoHimen : densité plus élevée en RE sur les 2 habitats (marginale-ment significatif, p<0.0.9) et signe de densité plus élevée sur habitat Détritique Yeega : Signe de densité moins élevée en RE sur les 2 habitats Réserve coutumière (Thabap) : Signe de densité plus élevée en RC sur habitat Corail vivant

9.21. Proportion des grands poissons d'espèces-cibles de la chasse

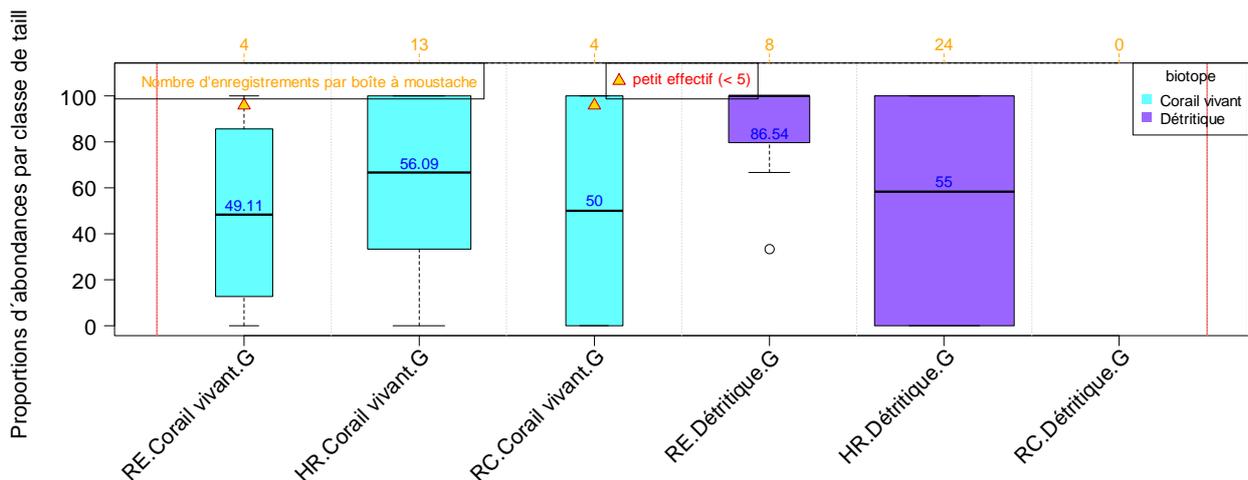
Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	Les densités des grands individus des espèces cibles de la chasse doivent être supérieures dans les zones fermées à la pêche. L'effet peut varier en fonction de la mobilité des espèces.

Calcul de la métrique : Proportion de grands poissons d'espèces-cibles de la chasse par unité d'observation, dans la zone de 5 m autour de la caméra rotative (proportion calculable sur les stations où des espèces-cibles de la chasse sont observées).

Résultat

Cette métrique complète la métrique précédente. Les résultats montrent que la proportion de grands individus est assez importante sur les habitats où ces espèces sont rencontrées. Proportion de grands individus plus élevée en RE que HR sur l'habitat détritique, mais pattern inverse sur l'habitat Corail vivant. Ces différences ne sont pas significatives.



Diagnostic

Etat	Tendance	Commentaires
■	Non évaluée	Proportion de grands individus plus élevée en RE sur l'habitat Corail vivant, pattern inverse sur l'habitat Détritique

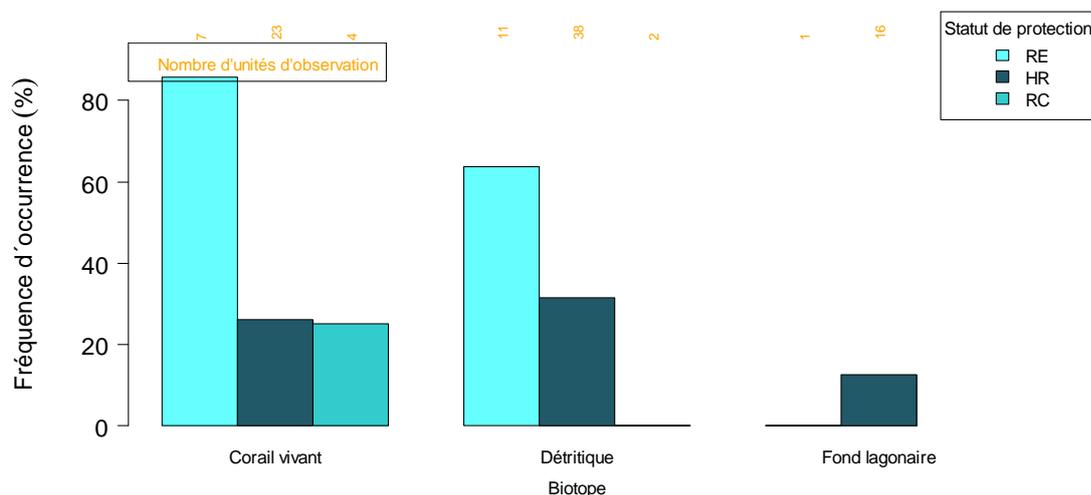
9.22. Fréquence d'occurrence des poissons d'espèces-cibles de la pêche à la ligne

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	Ces espèces regroupent essentiellement des lutjans, becs et bossus et espèces pélagiques rencontrées dans le lagon. Les espèces-cibles devraient être plus fréquentes dans une zone fermée à la pêche avec une possible redispersion des espèces non sédentaires à l'extérieur au fil du temps.

Calcul de la métrique : Pourcentage d'unités d'observations où des poissons d'espèces cibles de la pêche à la ligne sont observés, 10 m autour de la STAVIRO. Présence/absence pour les tests statistiques.

Résultat



- Les espèces-cibles de la pêche à la ligne sont présentes en HR dans trois habitats, et en RE dans deux habitats
- Lorsque ces espèces sont présentes en RE, leur fréquence est plus élevée qu'en HR
- Effet du statut de protection significatif sur les 2 habitats de fonds dur ($p < 0.003$), présence plus élevée en RE sur habitat corail vivant (marginale^{ment} significatif, $p < 0.08$)

Diagnostic

Etat	Tendance	Commentaires
■	Non évaluée	Effet du statut de protection significatif sur les 2 habitats de fonds dur ($p < 0.003$), présence plus élevée en RE sur habitat corail vivant (marginale ^{ment} significatif, $p < 0.08$)

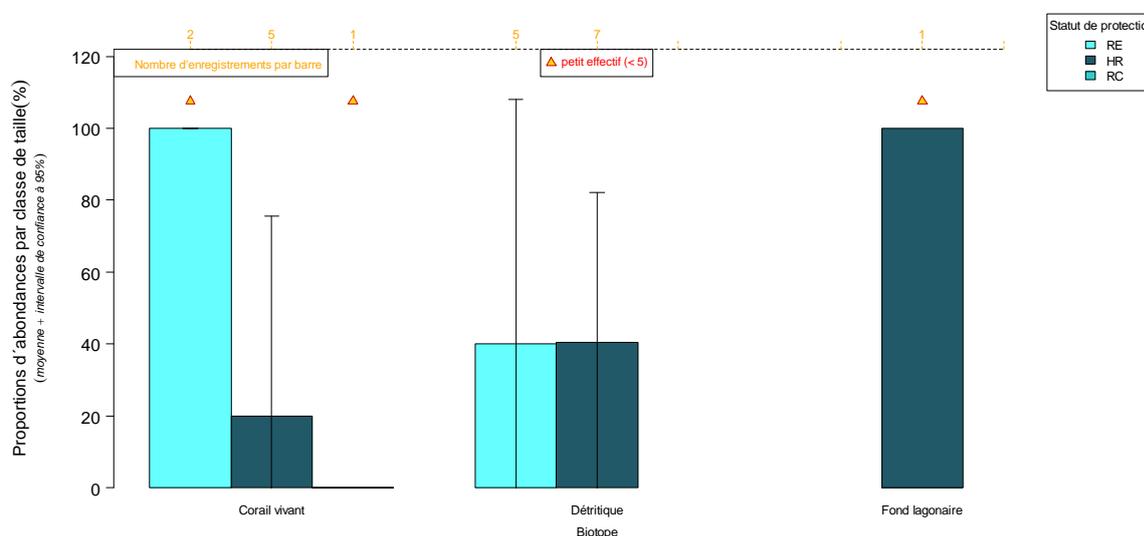
9.23. Proportion de grands poissons d'espèces-cibles de la pêche à la ligne

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	Ces espèces regroupent essentiellement des lutjans, becs et bossus et espèces pélagiques rencontrées dans le lagon. Les grands individus des espèces cibles de la chasse doivent être plus abondants dans les zones fermées à la pêche. L'effet peut varier en fonction de la mobilité des espèces.

Calcul de la métrique : Proportion de grands individus dans un rayon de 5 m autour de la STAVIRO (proportion calculable sur les stations où des espèces-cibles de la ligne sont observées).

Résultat



- Proportion de grands individus plus élevée en RE que HR pour l'habitat Corail vivant, différence non significative.

Diagnostic

Etat	Tendance	Commentaires
■	Non évaluée	Proportion de grands individus plus élevée en RE que HR pour l'habitat Corail vivant, différence non significative

10. **Annexe. Grille de lecture du projet PAMPA**

La signification des codes couleurs (correspondant à la codification adoptée pour la Directive Européenne Cadre sur l'Eau) est la suivante :

Code	Signification	Exploitation durable des ressources	Conservation de la biodiversité
Référence	État de référence, idéal	Etat non exploité	Etat non impacté (état « pristine »)
Bon	Rien à signaler, continuer les actions entreprises	Exploitation durable de la ressource	Biodiversité non significativement impactée
Moyen	Commence à attirer une action de gestion	Surexploitation	Biodiversité impactée
Médiocre	Requiert une action de gestion soutenue et à entreprendre rapidement	Risque d'effondrement de la ressource	Perte significative de biodiversité
Mauvais	Etat mauvais, action radicale requise à court terme	Effondrement de la ressource	Perte sévère de Biodiversité
	Diagnostic impossible à partir des données actuelles		

Il s'agit d'une grille de lecture qui doit orienter vers des actions de gestion

11. Annexe : Coût de la campagne Hyeheh 2012

	Quantité	Coût / Durée
Terrain		
Matériel : 4 STAVIRO et 2 MICADO		
Location Bateau pêcheur + carburant	5 jours	
Location Bateau, plongeur et matériel Babou Plongée (pose MICADO)	3 jours	
Mise à disposition Plate Province Nord (Petit Balabio)	2 jours	
Temps agent IFREMER	3 pers.	12 jours.pers. (Technicien) 6 jours.pers. (Ingénieur) dont 105 h.pers. en mer
Temps personnel autre (Dolorès, Antoine, Jean-François, Hugues)	4 pers.	<i>pour mémoire</i>
Préparation mission : matériel et plan d'échantillonnage		
Temps agent IFREMER	2 pers.	2 jours.pers. (Ingénieur) 2 jours.pers. (Technicien)
Rangement post-mission, gestion des images et des données		
Temps agent IFREMER	1 pers.	2 jours.pers. (Technicien)
Analyse des images		
Prestation SQUALE (Bastien Preuss)	1 pers.	21 jours.pers. (Expert identification)
Temps agent IFREMER	1 pers.	2 jours.pers (Expert identification)
Analyse des données et rédaction du rapport		
Temps agent IFREMER	2 pers.	30 jours.pers. (Ingénieur)
Total temps personnel (hors aides sur le terrain)	4 pers.	79 jours.pers. • 23 j expert identification ⁽¹⁾ • 38 j ingénieur • 18 j technicien
Temps moyen par station		5 h 30 mn

(1) L'analyse d'images est du ressort d'un technicien bien formé (4 à 6 mois de formation), étant donné la possibilité grâce aux images de s'appuyer sur les guides et l'avis éventuel d'autres personnes.

12. **Annexe 3 : Références citées**

- Andréfouët, S. (2008). Définition des points de suivi du récif corallien de Nouvelle-Calédonie inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO (avec mise à jour pour Ouvéa). Conventions Sciences de la Mer, Biologie Marine. Nouméa, IRD. **29**: 55 p. + annexes.
- Andréfouët, S. and D. Torrez-Pulliza (2004). Atlas des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie,, IFRECOR Nouvelle-Calédonie: 26 p. + 22 planches.
- Pelletier, D., C. Bissery and C. Gonson (2014). Guide d'utilisation des outils du projet PAMPA (Indicateurs de la Performance d'Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usAges). Version 2. Rapport IFRECOR dans le cadre de la Convention n° AAMP/12/089 - IFREMER 12/2 212 911/F, IFREMER: 96 p.
- Pelletier, D., E. Gamp, Y. Reecht and C. Bissery (2011). Indicateurs de la Performance d'Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usAges (PAMPA). Rapport scientifique final du projet PAMPA: 58 p.
- Wantiez, L. (2010). Plan de suivi opérationnel de l'ensemble du Bien récifal et lagonaire de Nouvelle-Calédonie inscrit au patrimoine mondial. Nouméa, IFRECOR Nouvelle-Calédonie, Aquarium des Lagons, Université de la Nouvelle-Calédonie: 63 p.
- Wantiez, L., S. Faninoz and P. Frolla (2011). Etat zéro des communautés biocénétiques avant la mise en place de zones de type I.B et II respectivement au sein des aires marines protégées de Do Himen et de Yeega. Nouméa, WWF France, Aquarium des Lagons: 54 p.
- Wantiez, L., D. Pelletier, E. Coutures, E. Gamp, Emeline Rolland, D. Mallet, Y. Reecht, P. Dumas, I. Jollit and L. Vigliola (2011). Rapport PAMPA pour le site Nouvelle-Calédonie: 92 p.

Résumé

- Cette étude conduite dans le cadre du projet AMBIO concerne les communautés de poissons et habitats associés aux récifs coralliens des lagons de Nouvelle-Calédonie. Elle s'appuie sur des données collectées par STAVIRO, une technique de vidéo rotative.
- Cette campagne a été réalisée en 2012 dans la zone de Hienghène, comprise dans la Zone Côtière Nord Est, inscrite au Patrimoine Mondial de l'Humanité. Cette zone comprend également les Aires Marines Protégées (AMP) de Do Himen et de Yeega. Le plan d'échantillonnage couvre toute la zone avec une stratification en fonction des trois structures récifales (récif frangeant, récif d'îlot/intermédiaire et récif barrière) et du statut de protection des AMP. En 4.5 jours, 105 stations STAVIRO ont été validées. Leur analyse a permis de caractériser l'habitat environnant chaque station, ainsi que les communautés de poissons sur la base d'une liste d'espèces d'intérêt écologique, halieutique et emblématique.
- 31 indicateurs ont été calculés et représentés sous forme de carte disponible sur un serveur Sextant. 23 indicateurs ont été analysés grâce à l'outil de calcul PAMPA. Les résultats sont synthétisés sous forme de tableau de bord par objectif de gestion relatif à la conservation de la biodiversité et la gestion des ressources de la pêche.
- 109 espèces de poissons (et 1 espèce de tortue et 1 espèce de serpent) , appartenant à 19 familles ont été observées. Les familles les plus fréquentes sont les chirurgiens et les perroquets (90% et 75% des stations), les poissons-papillons (54%), les rougets-barbets (48%) et les labres (45%). Neuf familles sont observées sur plus de 20% des stations.
- Dix-sept espèces de poissons-papillons, plusieurs tortues, napoléons et requins ont été observés, signes d'un bon état de santé d'ensemble des récifs observés.
- Herbivores et carnivores sont assez abondants sur les habitats coralliens ; les carnivores sont significativement plus abondants dans les deux réserves, tandis que les herbivores le sont seulement à Do-Himen, sur le récif barrière.
- L'assemblage spécifique diffère significativement entre les habitats et en fonction du statut de protection. La plupart des indicateurs ont des valeurs plus élevées en réserve, et significativement pour la richesse spécifique (RS) sur l'habitat Corail Vivant, la RS des chirurgiens et celle des perroquets. Les indicateurs présentent en général des valeurs plus favorables dans la réserve de Do-Himen que dans celle de Yeega plus proche de la côte.

Biodiversité ; Ichtyofaune ; Habitat ; Vidéo sous-marine; STAVIRO ; Evaluation ; Suivi ; Aire Marine Protégée ; AMP ; Patrimoine Mondial ; Récif corallien ; Nouvelle-Calédonie ; Indicateur; Tableau de bord ; Serveur de cartes ; Sextant ; PAMPA

Abstract

- Conducted within the AMBIO project, this work deals with coral reef fish communities and associated habitats, in the New Caledonian lagoons. It relies on remote unbaited underwater video observations, using the STAVIRO rotating technique.
- The study takes place in the Hienghene area, part of the World Heritage site, and encompassing two Marine Protected Areas, Do Himen and Yeega. The sampling design covers the entire area, and was stratified according to reef geomorphology and protection status. 105 stations were validated within 4.5 days. They were analyzed to characterize the habitat surrounding each station, and fish communities, based on a species list that includes fished species, emblematic species and functionally important species.
- 31 indicators were computed and mapped (maps available on a Sextant server). 23 indicators were analysed using the PAMPA computing tool. Outcomes were organized in a dashboard for each management objective (biodiversity conservation and fisheries management).
- Most stations were conducted on rocky substrate : 32% of stations in the living coral habitat and 47% on detritic substrates, and only 21% in soft bottoms habitats.
- 109 fish species, and one turtle species, belonging to 19 families were observed. Surgeonfish and parrotfish were most frequently observed (90% and 75% of stations), followed by butterflyfish (54%), mullids (48%) and wrasses (45%). Nine families were observed in more than 20% of stations.
- Seventeen species of butterflyfish were observed, several turtles, humphead wrasses and sharks, indicating an overall good health of the reef ecosystem.
- Herbivores and carnivores dominate the fish assemblage and are quite abundant in coral-rich habitats; carnivores are significantly more abundant in both reserves, whereas this is only at Do-Himen (reserve on the barrier reef) for herbivores.
- Species assemblage significantly differs between habitats and to a lesser extent on protection status. Most indicators display higher values inside reserves, these differences are significant for species richness (SR) in living coral habitat, and for the SR of surgeon fish and parrotfish. Indicator values are generally higher in the Do-Himen reserve than in Yeega which is closer to the shore.

Biodiversity ; Fish ; Habitat ; Underwater video; STAVIRO ; Monitoring and assessment; Marine Protected Area ; MPA; World Heritage; Coral reefs; New Caledonia ; Indicator; Dashboard ; Map server ; Sextant ; PAMPA