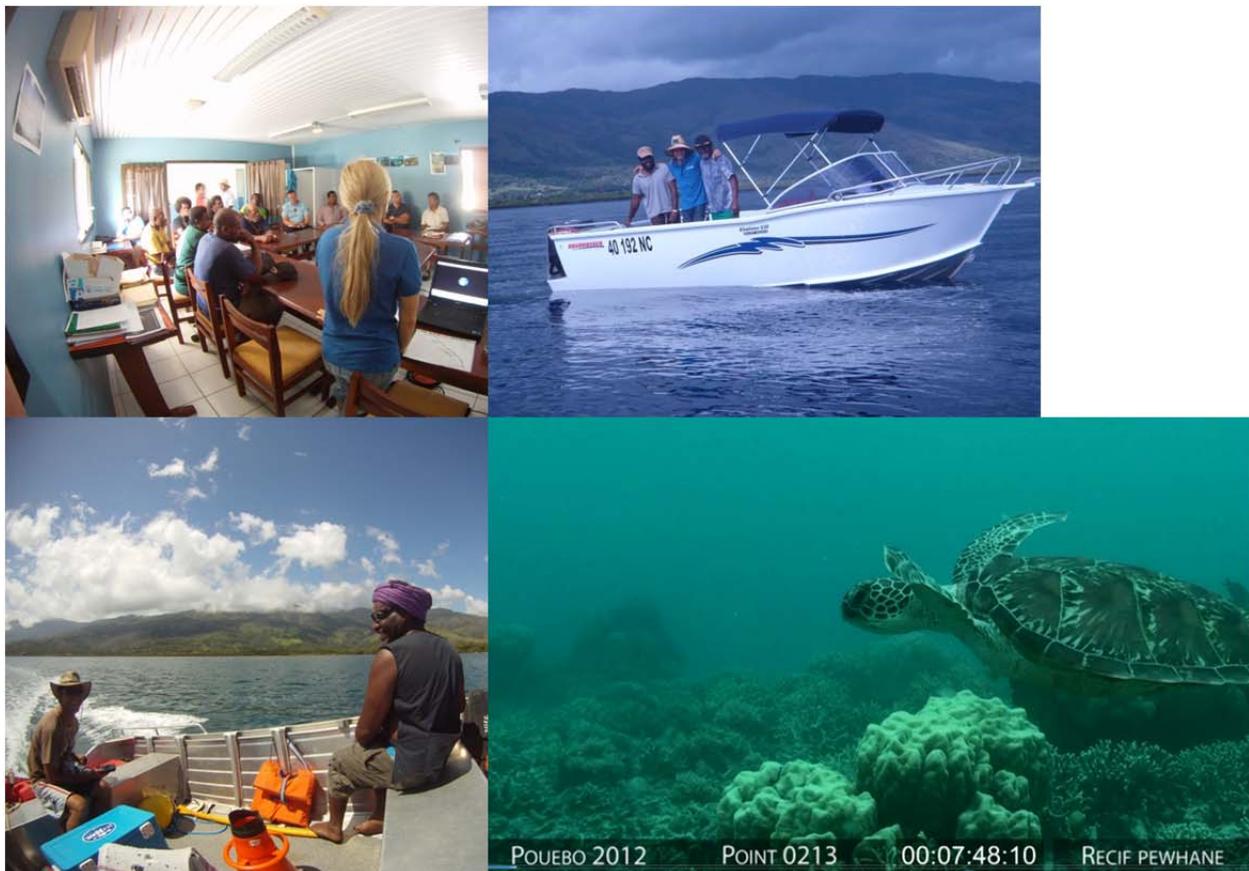


Pweevo 2012

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

Dominique Pelletier, Charlotte Giraud-Carrier,
Thomas Bockel, William Roman,
Fanny Witkowski, Abigail Powell,
Benoît Soulard, 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 Lagons, 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'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (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 participants à la campagne Yoane Tein-Baï du Service Milieu et Ressources Aquatiques de la Province Nord, Benjamin Waloua, Xavier Yahiva et Renato Waloua, pêcheurs professionnels à Pweevo, Jorgen et Alice de Pweevo, Charles Gonson et Dominique Pelletier de l'IFREMER.

Merci au Comité de gestion de l'AMP de Yambé-Diahoué, aux élus, et aux coutumiers de nous avoir autorisés à réaliser ces relevés dans le Lagon de Pweevo.

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, et de son pilote, et pour le contact avec le comité de gestion.



Les résultats de cette étude ont fait l'objet d'une restitution à la Mairie de Pweevo le 26 novembre 2013.

Ce document doit être cité comme suit :

Dominique Pelletier, Charlotte Giraud-Carrier, Thomas Bockel, William Roman, Fanny Witkowski, Abigail Powell, Benoît Soulard, Charles Gonson. 2014. Pweevo 2012: Bilan de l'état de santé du récif par stations vidéo rotatives STAVIRO. Rapport AMBIO/A/12. IFREMER Nouméa. 101 p. Version du 25 mars 2015.

Contenu

1. Remerciements.....	- 2 -
2. Synthèse	- 5 -
3. Contexte	- 13 -
3.1. La Zone Côtière Nord et Est	- 14 -
3.2. Les statuts de protection.....	- 14 -
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.....	- 29 -
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.....	- 42 -
7. Evaluation de la mise en protection.....	- 43 -
7.1. Conservation de la biodiversité : Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème.....	- 43 -
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	- 50 -
7.4. Conservation de la biodiversité : Maintien d'un ensemble représentatif d'habitats- 51 -	-
7.5. Exploitation durable des ressources : Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces cibles	- 52 -
8. Plan d'échantillonnage recommandé pour un suivi.....	- 56 -
9. Bibliographie.....	- 57 -
10. Annexe 1. Fiches métriques	- 58 -

10.1.	Richesse spécifique (RS) par unité d'observation.....	- 58 -
10.2.	Densité d'abondance toutes espèces	- 60 -
10.3.	Richesse spécifique par famille (principales familles)	- 62 -
10.4.	Densité d'abondance par famille	- 65 -
10.5.	Densité d'abondance par groupe trophique	- 70 -
10.6.	Fréquence d'occurrence du napoléon (<i>Cheilinus undulatus</i>).....	- 74 -
10.7.	Fréquence d'occurrence des requins (famille Carcharhinidae).....	- 75 -
10.8.	Fréquence d'occurrence des raies (famille Dasyatidae)	- 76 -
10.9.	Fréquence d'occurrence des tortues (famille Cheloniidae)	- 77 -
10.10.	Densité d'abondance des espèces commerciales	- 78 -
10.11.	Densité d'abondance des grands et moyens poissons des espèces commerciales - 79 -	
10.12.	Densité d'abondance des espèces consommables	- 81 -
10.13.	Fréquence d'occurrence de la saumonée petits points (<i>Plectropomus leopardus</i>).- 83 -	
10.14.	Fréquence d'occurrence et Densité d'abondance des loches (Serranidae de la liste IEHE).....	- 84 -
10.15.	Fréquence d'occurrence des becs de cane (<i>Lethrinus nebulosus</i>).....	- 86 -
10.16.	Fréquence d'occurrence et densité d'abondance des Lethrinidae pêchés	- 87 -
10.17.	Fréquence d'occurrence et densité du Dawa (<i>Naso unicornis</i>).....	- 88 -
10.18.	Densité d'abondance des chirurgiens (Acanthuridae).....	- 89 -
10.19.	Densité d'abondance des chirurgiens des espèces commerciales.....	- 91 -
10.20.	Densité d'abondance des perroquets (Scaridae)	- 92 -
10.21.	Densité d'abondance des espèces-cibles de la chasse	- 94 -
10.22.	Densité d'abondance et Proportion des grands poissons d'espèces-cibles de la chasse - 96 -	
10.23.	Densité d'abondance et fréquence d'occurrence des espèces-cibles de la pêche à la ligne	- 97 -
10.24.	Densité d'abondance et Proportion de grands poissons d'espèces-cibles de la pêche à la ligne.....	- 98 -
11.	Annexe 2. Grille de lecture du projet PAMPA	- 99 -

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 Pweevo, et les Aires Marines Protégées (AMP) de Pewhane, Whan-Denece Pourape et Whanga Ledane, incluses dans l'Aire de Gestion Durable des Ressources Yambe-Lejao.

Elle vient en complément à l'Etat Zéro des communautés biocénotiques de l'AMP réalisé par l'Université de Nouvelle-Calédonie (Wantiez et al. 2010) 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. 114 stations vidéo rotatives ont été déployées, dont 86 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 (AMBIO/A/3). 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 (2009). Enfin, les valeurs observées dans d'autres sites où des campagnes ont été réalisées sont aussi 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. 24 métriques ont été sélectionnées pour évaluer l'effet de la protection par les AMP (réserve (RE) et aire de gestion durable des ressources hors réserve (AGDR)). Le terme RE recouvre à la fois les réserves de Pewhane, Whan-Denece Pourape et Whanga Lédane, regroupées à l'intérieur de l'aire de gestion de Hyabé-Le Jao. Quand cela est pertinent, les réserves situées sur le récif barrière sont distinguées de celle de Pewhane située sur le récif intermédiaire.

Résultats : Habitats

- Les cinq habitats identifiés dans la typologie de Nouvelle-Calédonie ont été observés à Pweevo.
- Les principaux habitats observés correspondent à des fonds durs : habitat riche en corail vivant (48.5% des stations), et habitat détritique (23.5% des stations). Relativement peu de stations (28%) ont été réalisées sur fonds meubles notamment en raison de la profondeur du lagon et de l'étendue de la zone. Peu de stations ont été réalisées sur la pente externe en raison des conditions météo rencontrées.
- Les recouvrements en herbier et macroalgues sont négligeables dans les observations. Cependant, plusieurs stations réalisées dans les herbiers au nord de la zone n'ont pu être validées en raison de visibilité insuffisante.
- Le recouvrement moyen observé en corail vivant est de 18 %.
- A noter que **peu de stations ont été réalisées sur la pente externe**, sauf au niveau de la passe Leleizour. La plupart des stations sur le récif barrière sont situées sur le tombant interne.

Résultats : 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 d'environ 78 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

- 131 espèces de poissons et de tortues, appartenant à 47 genres et 18 familles (dont les Cheloniidae) ont été observées.
- 56.6% des poissons ont été identifiés au niveau de l'espèce, 18.4% au niveau du genre et 25% au niveau de la famille (souvent des petits perroquets).
- Tous habitats confondus, la densité moyenne par station est de 13.5 ind/100m² (médiane=8.7 et maximum de 75.5 ind/100m²) tandis que le nombre d'espèces moyen (Richesse Spécifique – RS) vu par station dans un rayon de 10 m (soit sur une surface de 314 m²) est de 8.0 espèces (médiane=7). Sur l'habitat Corail vivant, les densités et RS moyennes par station respectivement rencontrées à Pweevo et Hyehen en 2012, sont 19.9 vs 11.6 ind./100m², et 11.3 vs 7.4 espèces.
- Chirurgiens et papillons sont les familles les plus fréquentes (86% et 67% des stations), suivis par les perroquets (63%). Dix familles sont observées sur plus de 20% des stations, incluant les trois précédentes et, par ordre décroissant, barbillons, labres, becs et bossus, balistes, loches et picots.
- Vingt-deux espèces de poissons-papillons ont été observées, signes d'un bon état de

santé d'ensemble des récifs observés.

- Tortues et raies n'ont été observées que sur une seule station, contre 6 stations sur 86 pour les requins. Napoléon, Bec de cane et Saumonée ont été observés assez rarement (respectivement 6, 3 et 2% des stations).

Distribution spatiale

- Habitat (issu des 5 classes de la typologie) et unité géomorphologique (barrière, intermédiaire, frangeant) influencent les indicateurs univariés (densité et RS à différents niveaux taxonomiques) ainsi que l'assemblage.
- Densité toutes espèces et RS diffèrent significativement entre habitats (respectivement $p < 0.0002$ et $p < 7.10^{-9}$), mais pas entre unités géomorphologiques.
- Densité toutes espèces et RS sont les plus élevées sur l'habitat « Corail vivant » et les plus faibles sur les habitats de fonds meubles. La RS ainsi que la densité maximale sont observées sur le récif barrière dans l'habitat « Corail vivant ».
- Les assemblages diffèrent entre récif barrière et récif frangeant (marginalelement significatif, $p < 0.07$). 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, la densité, la richesse spécifique et 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 le plus approprié pour étudier l'effet de la protection. Ce résultat atteste de l'influence dominante de l'environnement proche abiotique ET biotique sur l'ichtyofaune.

Effet de la protection par les AMP

- La protection apportée par les trois réserves Whanga Ledane, Whandenece Pourape et Péwhane est relativement récente et le point zéro UVC de décembre 2008 n'avait montré aucune différence entre les zones protégées et non protégées, que ce soit sur le récif barrière (Réserves Whanga Ledane et Whandenece Pourape) ou sur les récifs intermédiaires ¹ (Réserve Pewhane). Dans ce point zéro, les différences visibles graphiquement mais non significatives étaient : a) pour les communautés macrobenthiques, des valeurs moyennes de densité et de Richesse Spécifique (RS) toujours supérieures pour les zones I.B sur le récif barrière ; et b) une taille moyenne des bénitiers sur le récif barrière plus faible dans la réserve Whandenece Pourape, et à l'inverse une taille moyenne plus élevée dans la zone protégée sur le récif intermédiaire. Pour les poissons, la richesse spécifique et la densité étaient comparables sur les trois types de récif (pente externe, barrière interne, récifs intermédiaires). Seule une augmentation de la biomasse totale des poissons en partant de la côte vers le large avait été mise en évidence et expliquée par l'effort de pêche sur les récifs intermédiaires. Le diagnostic faisait état d'un récif en excellente santé, notamment le récif barrière où des espèces rares et d'autres emblématiques avaient été observées.
- Dans notre étude, réalisée quatre ans après le point zéro, les résultats sont assez différents selon les habitats et selon les réserves. L'habitat Corail vivant est privilégié lors de ces interprétations, du fait de son importance, et du fait que près de 50% des stations ont été réalisées dans cet habitat en 2012.

¹ aussi dénommés récifs lagonaires dans Wantiez et al. 2010

- **Les tableaux de bord par objectif se trouvent pages 43 à 49. Deux buts de gestion ont été considérés : la conservation de la biodiversité, se déclinant en 4 objectifs (diversité, fonctionnalité, habitats et espèces remarquables), et la gestion durable des ressources de la pêche.** Un certain nombre d'indicateurs montrent des différences significatives entre zone protégée et non protégée, en général seulement dans certains habitats. Pour d'autres indicateurs, les différences sont visibles sur les graphiques, mais non statistiquement significatives; elles constituent des signaux qui pourront le cas échéant être confirmés dans une future campagne. 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 décembre 2008, qui ne montrait aucune différence entre zones protégées et non protégées.
- Fréquemment, la situation diffère entre la réserve Pewhane (Récifs intermédiaires) et les Réserves Whan-Denece Pourape et Whanga Lédane (Récif barrière).

Synthèse des tableaux de bords

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. **Les indicateurs d'ensemble (RS et densité toutes espèces) montrent des valeurs sensiblement plus élevées sur l'habitat Corail vivant.** C'est également le cas pour les densités par famille (à l'exception des becs et bossus et des barbillons) ainsi que pour la RS des perroquets, des labres, des loches. **Sur cet habitat, ces indicateurs présentent une valeur plus élevée en RE que HR (en AGDR pour la RS et la densité des perroquets).** Cependant, à l'échelle de la zone d'étude, peu de ces différences sont statistiquement significatives, à l'exception notable² de la **densité toutes espèces ($p < 0.05$).**

Cette évaluation sur l'habitat Corail vivant (près de 50% des stations) confond des situations en réalité contrastées entre le récif barrière et les récifs intermédiaires. Sur ces derniers, **la plupart des indicateurs montrent des valeurs significativement plus élevées en RE que HR ;** il s'agit a) de la RS totale ($p < 0.001$), de la densité toutes espèces ($p < 0.031$), b) de la RS des chirurgiens ($p < 0.05$), des labres ($p < 0.05$), et c) de la densité des chirurgiens ($p < 3.10^{-5}$), des labres ($p < 0.03$), et des loches ($p < 0.001$). **A contrario sur le récif barrière, on retrouve des densités supérieures en AGDR, et parfois HR, par rapport aux réserves pour les chirurgiens, les perroquets et les loches.**

Sur les autres habitats, les résultats sont plus variables. Sur l'habitat Fond lagonaire, des signes (NS) d'abondance accrue sur des patates isolées sont observés pour la RS totale, la densité des chirurgiens, des lutjans, des loches. Sur l'habitat Détritique (majoritairement rencontré sur la barrière interne), la densité des chirurgiens est également plus élevée dans l'AGDR et en RE, que HR (NS). Mais sur ces habitats, les effets de la protection ne sont pas mis en évidence nettement.

Sur le récif frangeant, seuls les statuts AGDR et HR sont rencontrés. Les stations situées

² Et logique du point de vue du caractère assez récent de la protection, la densité doit répondre avant la RS.

dans l'AGDR correspondent à un récif frangeant très accessible, tandis qu'au niveau des stations HR, le récif frangeant est plus éloigné du littoral. Il n'est donc pas étonnant de retrouver **des valeurs plus élevées des indicateurs HR que dans l'AGDR** dont le récif frangeant est plus fréquenté et soumis à des impacts des activités humaines.

Enfin, certaines familles (barbillons, becs et bossus, balistes) sont observées sur la plupart des habitats, et ne présentent **pas de différences de densité entre statuts de protection**. Les becs et bossus sont plus observés sur le récif frangeant et sur fond lagonaire, à la fois hors réserve et dans l'AGDR. Quant aux lutjans et aux picots, ils ont été observés en densités faibles durant cette campagne.

Les tests multivariés corroborent les résultats précédents. Ainsi, **à l'échelle de la zone, la composition spécifique et l'ensemble des densités d'abondance par espèce ne varient pas significativement entre les statuts de protection, et le facteur habitat est clairement structurant.** Par contre, sur l'habitat corail vivant (habitat le plus diversifié et représentant en 2012 près de 50% des stations), la situation apparaît significativement différente au regard de l'effet de la protection, entre les réserves du Récif Barrière et la réserve Pewhane située sur les récifs intermédiaires. **Sur cet habitat, l'abondance et la composition du peuplement de poissons de la réserve Pewhane sont donc significativement affectés par la protection, tandis que la situation n'est pas tranchée sur le récif barrière.**

Objectif 1.2. Maintien des fonctions de l'écosystème

Les herbivores et les prédateurs dominent l'assemblage. Parmi les prédateurs, **peu de piscivores** ont été observés. Les planctonophages présentent des densités faibles sur toutes les habitats et statuts, à l'exception d'un banc observé en réserve. Les prédateurs et herbivores sont les plus abondants sur les habitats coralliens, mais également assez abondants sur les habitats détritiques et fond lagonaire. **Sur l'ensemble de la zone, pour les prédateurs, on note un effet général significatif du statut de protection ($p < 0.02$)**, mais les densités ne diffèrent pas significativement entre statuts, tandis que pour les herbivores, on ne note pas de différences entre statuts dans un même habitat.

Sur les récifs intermédiaires, **les prédateurs sont plus abondants en réserve sur l'habitat Corail vivant ($p < 0.0025$)**, et la situation est inverse sur fond lagonaire (différence NS) et habitat détritique ($p < 0.08$). **Les herbivores sont également plus abondants en réserve que hors réserve sur l'habitat corail vivant ($p < 0.05$)**, tandis que les différences ne sont pas significatives sur les autres habitats.

Sur le récif barrière, la situation est contrastée selon les habitats ; aucune différence n'est significative.

Objectif 1.3. Espèces et habitats emblématiques, menacés localement, ou sous statut spécial, ou endémiques

Pour le napoléon et les requins, un code jaune a été affecté (Tableau 13). **Ces espèces ont été observées plusieurs fois et principalement dans la réserve et dans l'AGDR.** Ceci ne peut pas être directement imputé à un effet de la protection, ces espèces sont en effet assez mobiles. Cependant, **la fréquence de ces observations est un signe positif de l'état de santé du récif et des peuplements sur la zone.**

Pour les raies et les tortues, **le nombre d'observations n'est pas suffisant pour tester**

l'hypothèse que les AMP de la zone pourraient contribuer à une plus grande fréquence d'observation.

Objectif 1.4. Maintien d'un ensemble représentatif d'habitats

Sur le récif frangeant, le recouvrement en corail vivant est significativement plus élevé en dehors de l'AGDR (HR) que dans l'AGDR ($p < 0.06$), le récif frangeant étant relativement plus éloigné de la côte au niveau des stations HR, alors que dans l'AGDR, ce même récif frangeant est plus fréquenté et soumis à des impacts des activités humaines.

Sur les récifs intermédiaires, le recouvrement est significativement plus élevé dans la réserve de Pewhane (RNS=RE) que dans l'AGDR (marginale, $p < 0.08$) ; il est nettement plus élevé dans la réserve que hors AGDR (mais différence non significative). La RS des poissons-papillons confirme cette différence entre RE et HR au niveau de la Réserve Pewhane, tandis que leur densité d'abondance ne montre pas de différence significative entre statuts.

L'état du corail dans la Réserve Pewhane est bon, ainsi que le frangeant dans sa partie éloignée de la côte. 48% des stations de Pweevo ont été classées dans l'habitat Corail vivant.

Objectif 2.1. Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces cibles

La plupart des espèces concernées (chirurgiens, loches, perroquets) sont les plus abondantes sur l'habitat Corail vivant quel que soit le statut de protection. De plus, des densités élevées d'espèces-cibles sont parfois observées sur les habitats Détritique et Fond lagonaire, principalement sur le tombant interne du Récif Barrière.

Certaines familles comprenant des espèces commerciales ont été assez peu observées durant cette campagne; il s'agit des becs et bossus (Lethrinidae) (métriques 10.4, 10.15, 10.16) et des picots (Siganidae) (métrique 10.4). Pour les becs et bossus, la situation était similaire sur Hyehen. Ceci s'explique par le faible nombre de stations validées dans l'habitat herbier (notamment dans le nord de la zone, en raison de la faible visibilité), et par le fait que cette famille est moins abondante dans les sites de la côte Est visités en 2012, que sur une zone comme Bourail où cette famille a été très bien observée sur les vidéos. Quant aux Siganidae, ils sont peu observés en 2012, comme à Hyehen et par contraste avec le site de Borendy. En conséquence, il n'a pas été possible de tester l'effet de la protection pour ces deux familles. Pour les Siganidae, la densité moyenne sur l'habitat Corail vivant était en 2012 de $0.52 \text{ ind}/100\text{m}^2$. Pour mémoire le point zéro UVC fait état d'une densité moyenne par station de $1.1 \pm 0.7 \text{ ind}/100\text{m}^2$ sur 24 stations de tombant récifal (pente externe, tombant interne et récifs intermédiaires) ; cette famille était donc peu abondante en 2008.

Au niveau spécifique, la saumonée petits points a été rarement observée en 2012 et uniquement en réserve dans l'habitat Corail vivant, ce qui représente le minimum pour les campagnes 2012 (pour mémoire, cette espèce était présente sur 45% des stations à Borendy). Bien que les observations soient insuffisantes pour conclure sur l'effet de la protection, ces chiffres apparaissent assez faibles et ne sont pas imputables au fait que des individus ont seulement été identifiés au niveau du genre, voire de la famille. En ce qui concerne le bec de cane, celui-ci a été observé seulement deux fois au niveau de l'espèce (pour rappel, une seule observation à Hyehen, et trois à Borendy). Par contre, le genre Lethrinus est nettement plus observé, sans contraste entre zones protégées et non protégées. Enfin, le dawa est assez

fréquent, et à la fois plus fréquent et abondant en réserve que hors réserve, avec des densités comparables à celles trouvées à Hyeheh et Borendy.

A l'échelle de la zone, les indicateurs calculés sur l'habitat Corail vivant présentent très souvent des valeurs plus élevées en réserve, et parfois des différences peu marquées entre statuts. Lorsqu'elles existent, ces différences ne sont pas statistiquement significatives, du fait d'une situation hétérogène (voir ci-dessous contraste récifs barrière/intermédiaires). Sur les autres habitats, les différences entre statuts de protection sont d'ampleur et de direction variables, mais jamais marquées.

L'état d'ensemble des ressources apparaît satisfaisant. Cette image d'ensemble recouvre des **situations assez contrastées entre le récif barrière et les récifs intermédiaires** (voire le récif frangeant) du point de vue des différences entre les zones protégées (RE et AGDR) et les zones non protégées environnantes.

Dans la Réserve Pewhane (Récifs intermédiaires), les indicateurs relatifs aux espèces commerciales, consommables, cibles de la chasse, et à deux des familles concernées (chirurgiens et loches) présentent des valeurs significativement plus élevées dans la réserve sur l'habitat Corail vivant. Les perroquets montrent des densités plus élevées, mais statistiquement non significatives. Ces résultats indiquent un état des ressources nettement plus satisfaisant dans la réserve Pewhane que sur les récifs intermédiaires environnants. Sur ces mêmes récifs intermédiaires, on notera cependant que sur les habitats Détritique et Fond lagonaire les loches sont plus abondantes hors réserve (mais nombre de stations en réserve faible, resp. 1 et 3 sur ces habitats).

Sur le récif barrière, les résultats ne sont pas aussi contrastés entre statuts de protection. Cependant, **certains indicateurs montrent des valeurs plus élevées dans l'AGDR sur l'habitat Corail vivant : densité des espèces commerciales (NS), des espèces consommables ($p < 0.066$), des espèces-cibles de la chasse (NS), fréquences des loches (NS), densité des perroquets (NS).** La situation est en général moins bonne dans les réserves que dans la partie non réserve de l'AGDR. Sur l'habitat Détritique, principalement rencontré sur la barrière, la situation est également meilleure dans l'AGDR que hors réserve et en réserve. Sur l'habitat Fond lagonaire, les densités sont parfois plus élevées hors réserve que dans l'AGDR et les réserves, par ex. pour les espèces commerciales et les chirurgiens.

En résumé, **sur l'habitat principal des ressources (Corail vivant), l'état des ressources est moins satisfaisant en réserve sur le récif barrière que dans la Réserve Pewhane.** Par contre, sur ce même récif barrière, **l'état des ressources est plus satisfaisant dans la partie AGDR hors RE que dans les réserves** de Whanga Ledane et Whan-denece Pouarape.

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
A12	Rapport avec fiches métriques en annexe
	Cartes sur Serveur Sextant
A8	Montages vidéo et Mémos vidéos
A1	Liste des espèces observées dans les vidéos
A2	Guide des espèces observées dans les vidéos
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 météorologiques. Des stations ont été prévues dans ce biotope pour une future campagne (§ 8).

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.

Etant donné le caractère récent de la protection, les effets ou certains signes d'effet de protection observés en 2012 pourront être confirmés dans une future campagne, et d'autres effets pourront être mis en évidence. Il sera alors possible d'élaborer une grille de lecture qui ne tienne pas seulement compte des différences spatiales, mais aussi des variations interannuelles. Par ailleurs, cette grille de lecture sera également revue à la lueur de l'analyse des données de l'ensemble des campagnes 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 Pweevo, où la gestion est déjà organisée à travers le comité de gestion de l'Aire de Gestion Durable des Ressources (AGDR) de Hyabé-Le Jao qui comprend les trois Aires Marines Protégées (AMP) de Péwhane, Whan-Denece Pourape et Whanga Lédane. Elle vient en complément à l'Etat Zéro des communautés biocénétiques de l'AMP réalisé par l'Université de Nouvelle Calédonie (Wantiez et al. 2010).

Ainsi que décrit dans Andréfouët (2009), un suivi optimal doit permettre de :

- quantifier l'état de l'ensemble des habitats présents dans le récif classé,
- intégrer tous les habitats présents de type corallien, herbier et mangroves,
- et permettre une couverture géographique homogène complète du récif considéré.

Cette étude repose sur le déploiement et l'analyse de stations vidéo rotatives STAVIRO (Pelletier et al. 2012) réparties sur l'ensemble de la zone, selon un protocole stratifié couvrant tous les habitats en permettant la pose.

Nous en présentons les travaux de terrain et d'analyse, ainsi que les résultats à travers les caractéristiques et l'état des communautés de poissons et de leurs habitats.

Les variations spatiales de 24 indicateurs 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 en fonction des différentes unités géomorphologiques (ci-dessous dénommées « types de récif ») (Récif barrière, Récif intermédiaire, Récif frangeant) identifiées dans Andréfouët et Torres-Pullitza (2004).

3.1. La Zone Côtière Nord et Est

La ZCNE, site 3 du bien inscrit, est délimitée en vert sur la Figure 1, et la zone d'étude en rouge. Cette zone inclut plusieurs AMP (voir § 3.2).

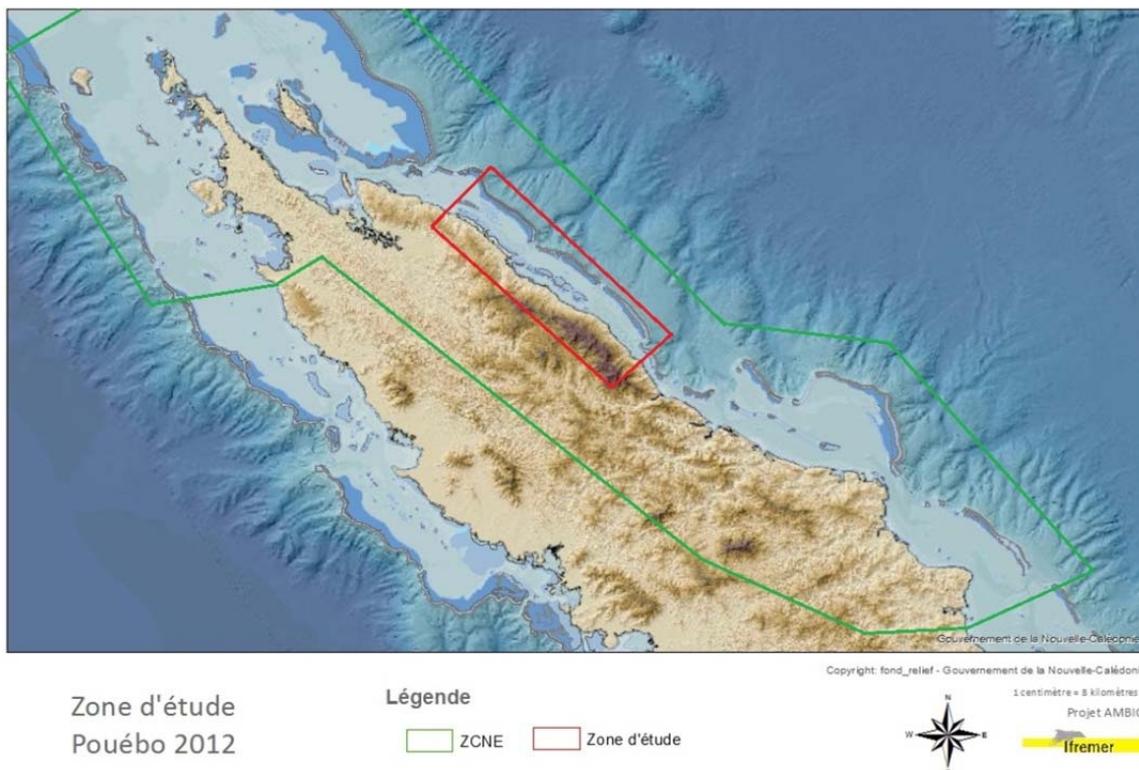


Figure 1. Délimitation de la ZCNE (en vert), et de la zone d'étude (en rouge).

3.2. Les statuts de protection

Dans la zone d'étude, l'Aire de Gestion Durable des Ressources (AGDR, Code de l'Environnement de la Province Nord, catégorie VI de l'IUCN) de Hyabé-Le Jao a été établie par délibération du 28 juillet 2009, sur une surface de 7080 ha. L'objectif de cette AGDR est d « assurer la protection à long terme de la diversité biologique marine et le maintien de la production de biens et/ou de services naturels satisfaisant les besoins de la population»³. Elle comprend trois Réserves de Nature Sauvage (RNS) : Péwhane, Whan-Denece Pouarape et Whanga Lédane (catégorie I.B de l'IUCN) d'une surface totale de 1308.5 ha. Un état initial de ces trois AMP a été réalisé d'octobre à décembre 2008 grâce à un financement du WWF (Wantiez et al. 2010).

³ Délibération de l'Assemblée de la Province Nord, en date du 28 août 2009.

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 seront analysées ultérieurement avec d'autres stations du même type ; elles ont par ailleurs fourni des images pour les montages vidéo qui ont été fournis au Comité de Gestion en novembre 2013.

4.2. Stratégie d'échantillonnage

Afin d'assurer une couverture spatiale homogène des différents habitats, 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 RNS de Péwhane, Whan-Denece Pourape et Whanga Lédane. 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 sur le récif barrière, à l'intérieur ainsi qu'à l'extérieur de la zone protégée.

4.3. Analyse des images : l'habitat

Pour chacune des stations la topographie, la complexité ainsi que les pourcentages de recouvrement en substrat abiotique et recouvrement biotique sont estimés. 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) ou écologique (indicateur de l'état de santé du récif) ou encore les espèces emblématiques ont été identifiées et dénombrées.

La méthodologie d'identification et le dénombrement des espèces à partir des images est décrite 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 (Tableau 1).

Tableau 1. Liste des indicateurs calculables par la plateforme PAMPA. Seuls les indicateurs en gras ont été retenus pour ce rapport.

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

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 retenus⁴ (Wantiez et al. 2011), tandis que les métriques/indicateurs issus de la vidéo STAVIRO font l'objet de fiches dans Pelletier et al. (2011b).

⁴ 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 (§ 6)
- la mise en évidence d'effets de la protection dus à la mise en place des AMP (§ 7).

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. 2011a). Cette méthodologie, ainsi que les outils pour la mettre en œuvre sont détaillés dans le guide PAMPA, référence récente qui inclut les développements effectués depuis la fin du projet en 2011 (Pelletier et al. 2014). Chaque indicateur est choisi en fonction de sa pertinence pour un objectif de gestion (Tableau 2).

Tableau 2. Objectifs de gestion liés à la conservation et la gestion des ressources.

But de gestion	Objectif détaillé
1. Exploitation durable des ressources	1.1. Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces-cibles
2. Conservation de la biodiversité	2.1. Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces
	2.2. Maintien des fonctions de l'écosystème
	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

Les variations de l'indicateur sont explorées graphiquement en fonction du statut de protection et de l'habitat 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 du fait que le nombre de stations par combinaison de niveaux habitat X statut est parfois faible 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 s'inspire 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 Pweevo, il est nécessaire de considérer que la protection est 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 au sud de la commune. La pêche est essentiellement vivrière, et plus développée que dans le sud de la ZCNE.

La grille de lecture utilisée dans la suite de ce rapport sera, sauf indication contraire celle du Tableau 3. **Nous tiendrons également compte des valeurs prises par l'indicateur sur l'ensemble de la zone quel que soit le statut, y compris au regard des valeurs observées dans d'autres sites où des campagnes ont été réalisées.**

Tableau 3. Grille de lecture utilisée pour les données Pweevo 2012.

	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 basées sur des matrices de ressemblances calculées à partir de coefficients de Bray-Curtis. Les habitats avec trop peu de stations ont été exclus des analyses (herbier n = 1, algueraie n = 3).

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), Aire de Gestion Durable des Ressources (AGDR)). 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). 114 stations STAVIRO ont été réalisées (Figure 1), dont 106 sont exploitables pour l'habitat et 86 le sont pour l'ichtyofaune (Figure 2). 2 MICADO ont été par ailleurs validés, l'un en réserve et l'autre hors réserve sur le récif barrière. Ces stations ont été réalisées en 30 h passées en mer entre le 19 et le 23 novembre 2012.

Type de récif	% de stations validées	Explication
Barrière	84%	Panne batteries moteur
Intermédiaire	63%	Erreurs opération moteurs
Frangeant	24%	Moteur bloqué, Visibilité <5m

Tableau 1. Répartition des 86 stations validées selon la géographie de la zone d'étude (unité géomorphologique).

Site	Nombre de stations
Récif barrière	40
Récif intermédiaire	36
Récif frangeant	10

Tableau 2. Répartition des 86 stations validées selon le statut de protection.

Statut de protection	Réserve de Nature Sauvage (RE)	Aire de Gestion Durable des Réserves (AGDR)	Hors réserve (HR)
Nombre de stations	25	16	45

Dans la suite de ce rapport, RE désignera le périmètre des RNS, AGDR le périmètre de l'AGDR qui n'est pas dans les RNS, et HR l'extérieur de l'AGDR.

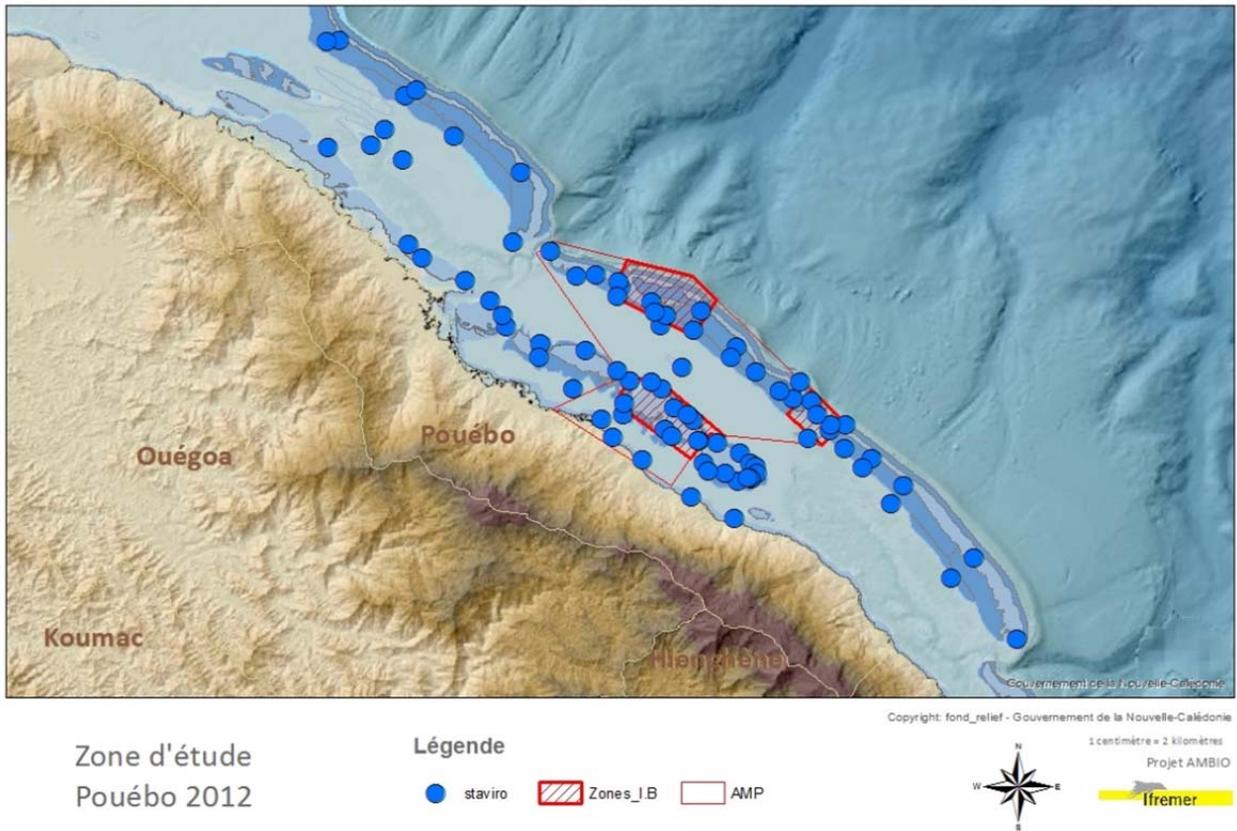


Figure 1. Positions des stations et limites des AMP.

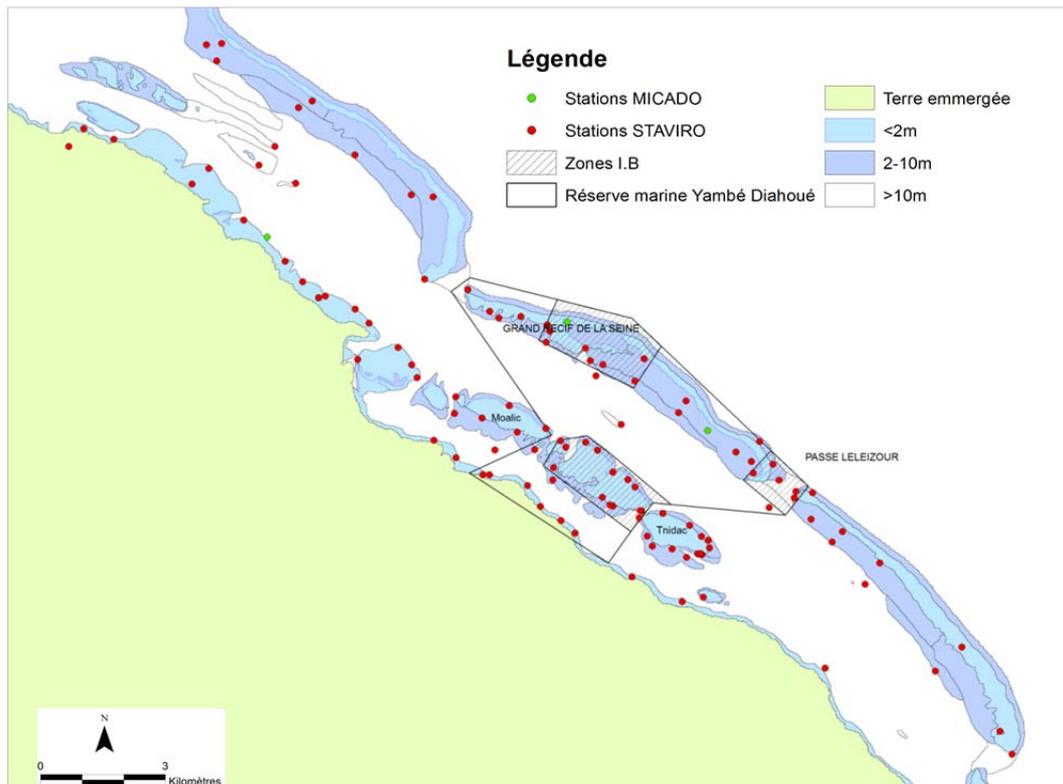


Figure 2. Stations STAVIRO et MICADO.

6. Etat initial vidéo

6.1. Bilan de l'analyse des images

Analyseur Ichtyofaune	Fanny Witkowski, William Roman
Analyse Habitat	Fanny Witkowski, William Roman
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	114 heures
Temps total nécessaire à l'analyse des images : habitat	25 heures 20 min
Temps moyen de l'analyse d'une vidéo pour l'ichtyofaune	1 heure 15 min
Temps moyen de l'analyse d'une vidéo pour l'habitat	12 min

6.2. Habitat

Le recouvrement en corail vivant varie entre 0 et 95% (Figures 3 et 4). Il est présent sur 92% des stations, tandis que 60% d'entre elles ont plus de 5% de recouvrement en corail vivant. L'analyse des vidéos n'a permis d'observer que très peu de recouvrements en herbier et en macroalgues aux stations visitées.

Recouvrement (%)	Moyenne	Médiane	Maximum
Corail vivant	18	9.7	95

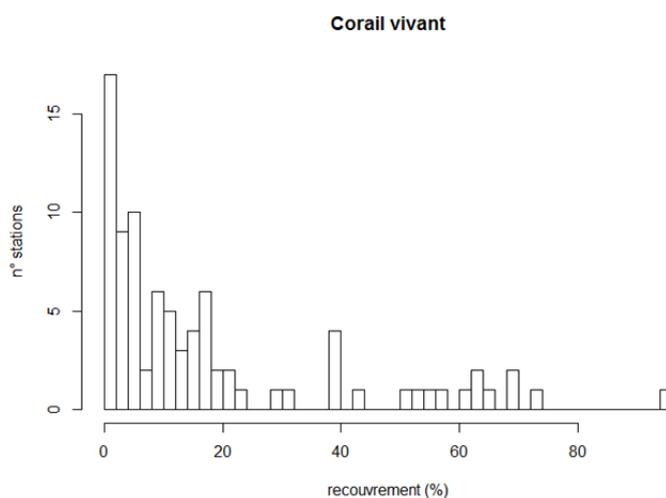


Figure 3. Histogramme du recouvrement en corail vivant.

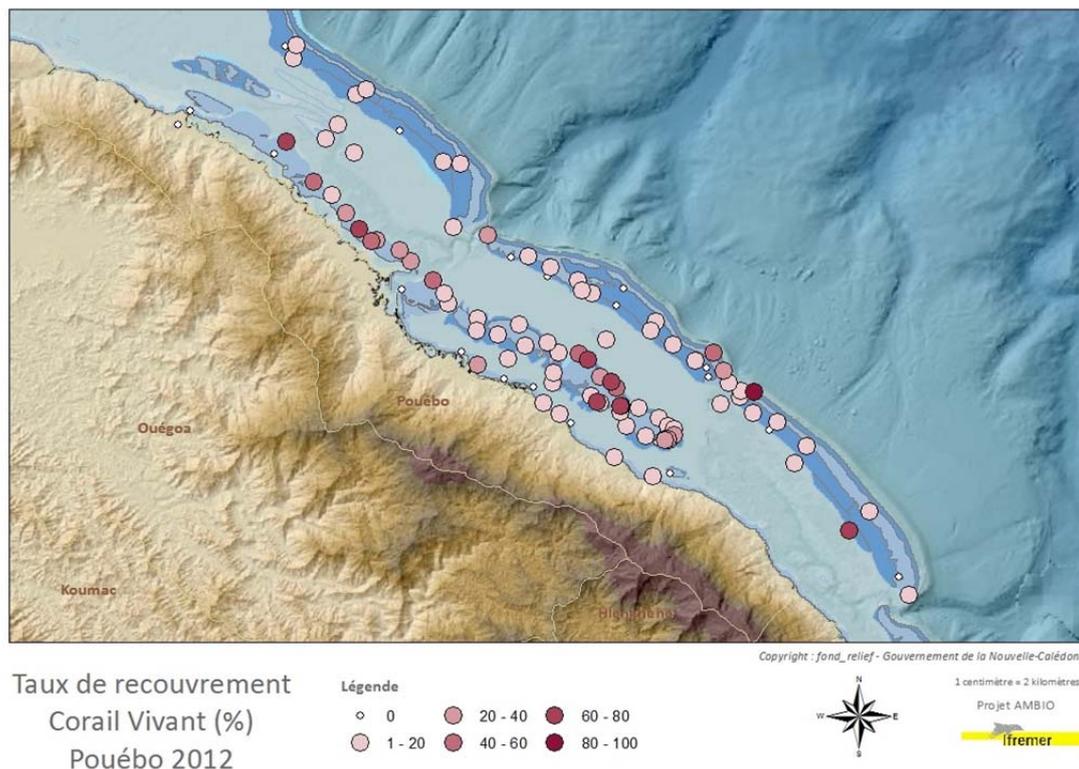


Figure 4. Recouvrement en corail vivant, Pweevo 2012.

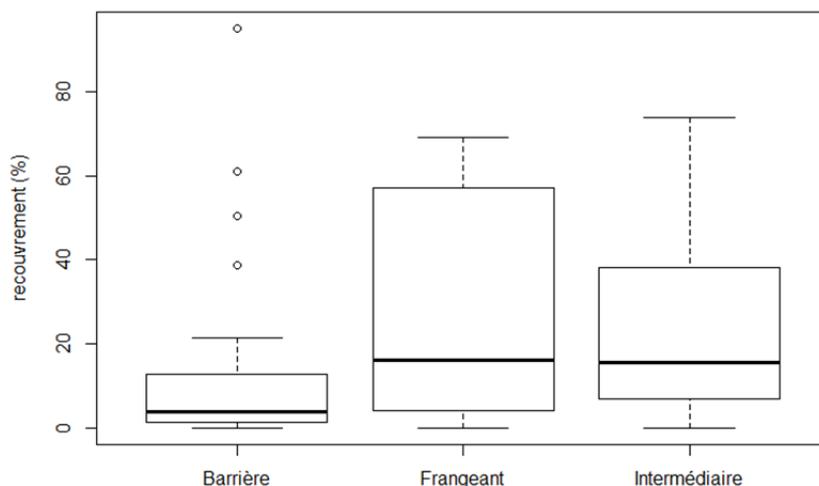


Figure 5. Recouvrement en corail vivant par unité géomorphologique. Les stations sont au nombre de 40, 10 et 36 respectivement pour les récifs barrière, frangeant, et intermédiaire.

Sur les stations visitées, le recouvrement en corail vivant apparaît en moyenne plus élevé sur le récif frangeant (26.1%) et sur les récifs intermédiaires (23.2%) que sur le récif barrière (11.3%) (Figure 5). **Il faut noter toutefois le faible nombre de stations sur la pente externe** (qui présentent en général des recouvrements en corail vivant assez élevés, cf. Fig. 4). 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.

Le recouvrement en corail vivant ne diffère pas significativement entre les zones non protégées et les deux niveaux de protection (Figure 6). Par contre, en distinguant les stations selon l'unité géomorphologique (Figure 7), **le corail apparaît abondant hors réserve sur le récif frangeant** (différence marginalement significative entre HR et AGDR, $p < 0.06$) ; ceci s'explique par l'accessibilité de la côte au droit de l'AGDR, ainsi que par le nombre de stations hors réserve réalisées sur le frangeant au nord de Pweevo, frangeant relativement plus éloigné de la côte. Sur les récifs intermédiaires, le recouvrement est significativement plus élevé dans la réserve de Pewhane (RNS=RE, 13 stations) que dans l'AGDR (marginalement, $p < 0.08$) ; il est nettement plus élevé dans la réserve que hors réserve (correspond à 22 stations), la différence n'est toutefois pas statistiquement significative en raison de la variabilité du recouvrement dans la réserve.

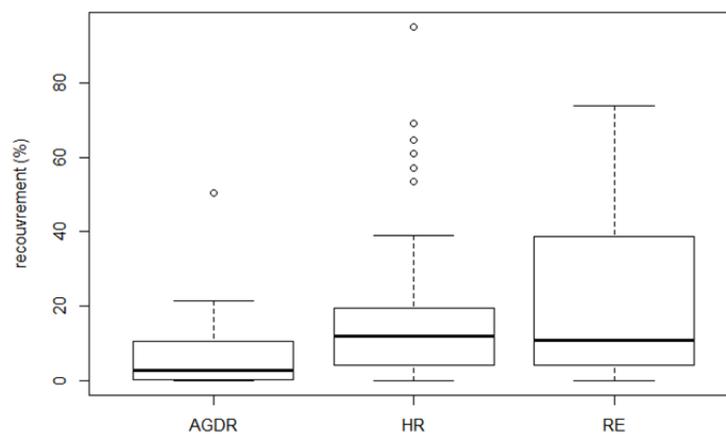


Figure 6. Recouvrement en corail vivant en fonction du statut de protection. Les stations sont au nombre de 18, 61 et 27 respectivement dans l'AGDR, Hors Réserve et dans la Réserve (RE).

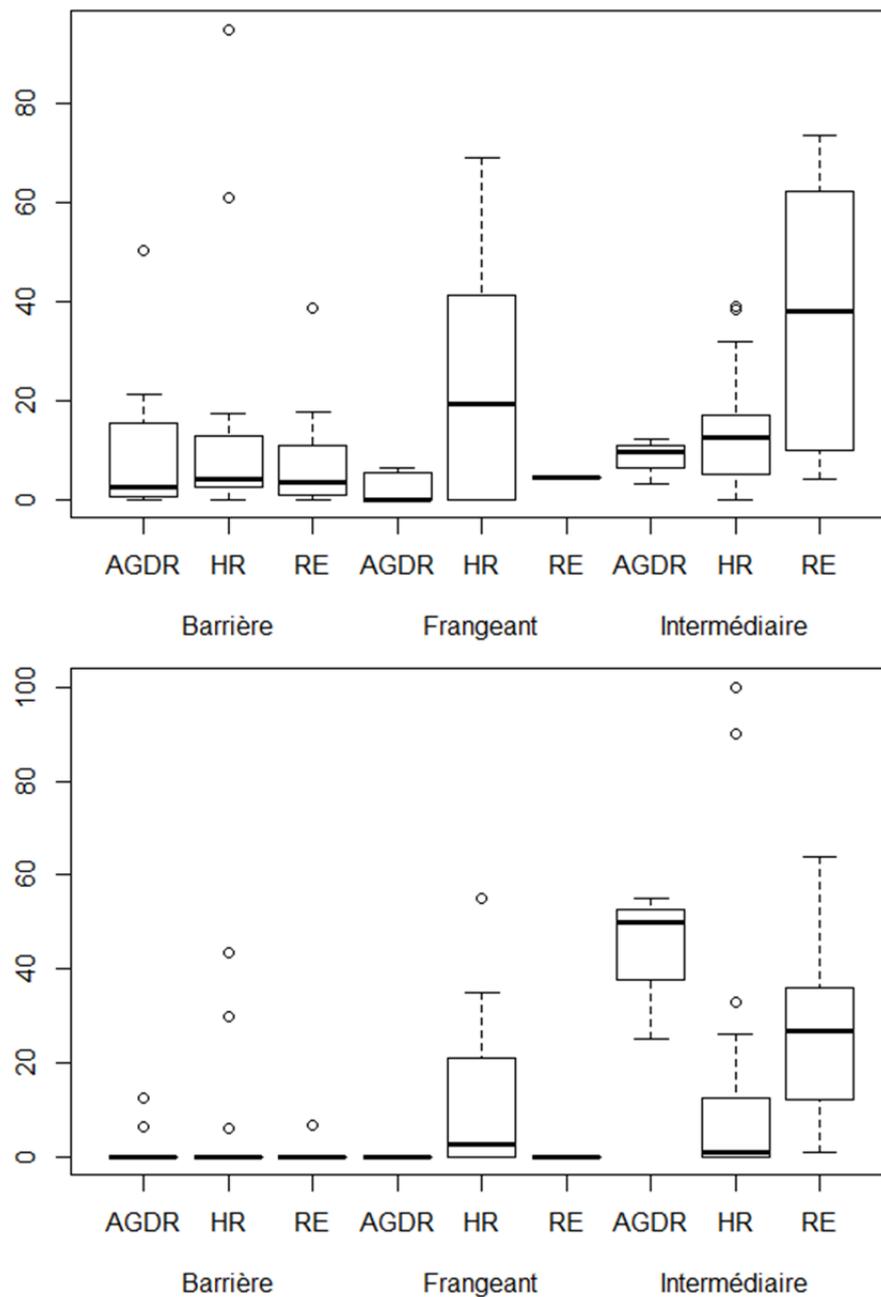


Figure 7. Recouvrements en corail vivant (Haut) et corail branchu (Bas) par unité géomorphologique, en fonction du statut de protection. RE : réserve ; AGDR : Aire de gestion durable des ressources ; HR : hors réserve.

Le corail branchu est surtout observé dans la Réserve Pewhane et dans l'AGDR sur les récifs intermédiaires (différence significative entre AGDR et HR, $p < 0.009$), ainsi que hors réserve sur les récifs frangeants (différence significative entre AGDR et HR, $p < 0.04$) (Figure 7, bas).

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 Pweevo, tous les habitats sont représentés, avec une dominante de stations dans l'habitat Corail vivant. Cependant, 17 stations ont été validées pour l'habitat et non pour les poissons, principalement en raison d'une visibilité médiocre, un certain nombre de ces stations étant situées sur le frangeant. Au final, parmi les stations exploitables pour les poissons, seule une stations est située dans l'habitat Herbier et trois dans l'habitat Algueraie, ce qui ne permettra pas de réaliser des analyses fiables dans l'Herbier (Tableau 3, Figure 8). La caractérisation de chaque classe est dans le tableau 4.

Tableau 3. Répartition des stations par classe d'habitat

	Nb de stations dans la typologie	Nombre de stations exploitables pour les poissons	Proportion de stations exploitables pour les poissons (%)
Herbier	6	1	1
Algueraie	3	3	3.5
Fond lagonaire	30	20	23.5
Corail vivant	47	42	48.5
Détritique	20	20	23.5

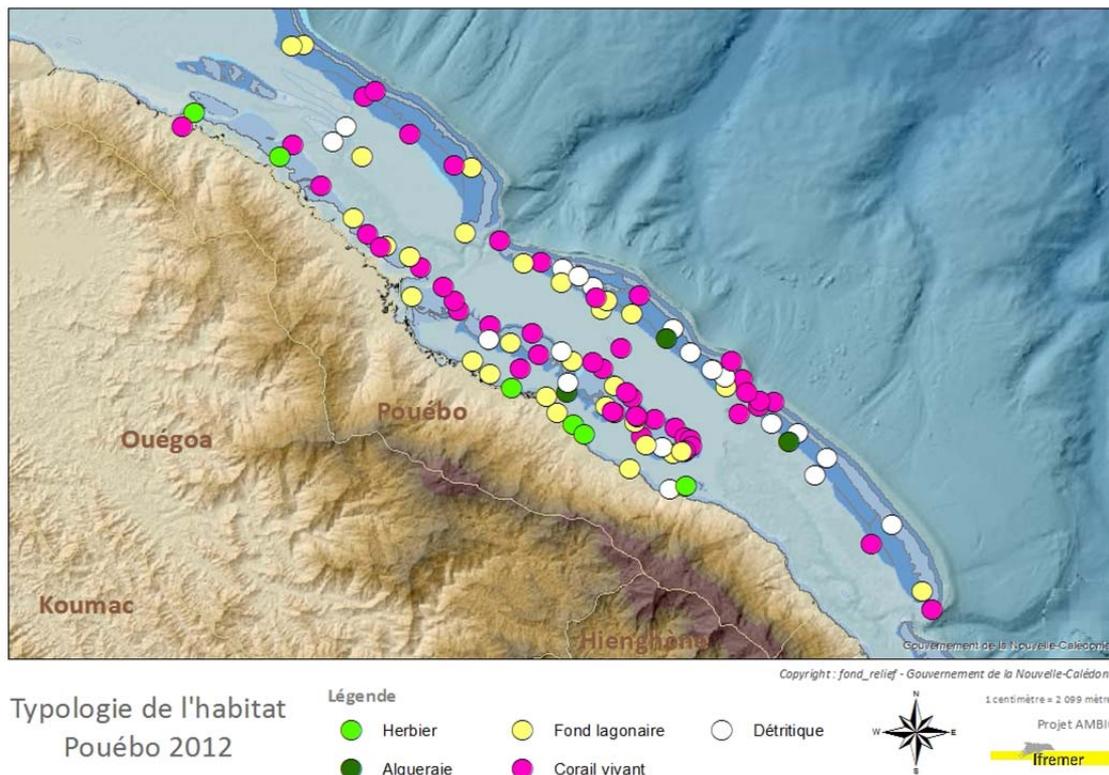


Figure 8. Répartition des stations par classe d'habitat (toutes stations exploitables pour l'habitat).

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 lagonaire	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

L'analyse des vidéos a permis d'identifier 4194 individus au moins au niveau de la famille. 56.6% des individus ont été identifiés jusqu'à l'espèce (Tableau 11). 131 espèces de poissons coralliens correspondant à 22 familles ont été identifiées (Tableau 12). Les espèces commercialisées en Nouvelle Calédonie sont présentes sur 93% des stations.

Tableau 11. Niveau d'identification taxonomique le plus précis des individus observés.

Niveau taxonomique	Nombre d'individus	Proportion
Famille	1048	25.0%
Genre	772	18.4%
Espèce	2374	56.6%

Espèces, Genres et Familles observés

138 espèces ont été observées au niveau spécifique dans l'ensemble des stations (Tableau 5). 53 genres et 22 familles ont été observés (Figure 9) dont 21 familles de poisson et les Cheloniidae. Parmi ces espèces, sept seront écartées des calculs ultérieurs pour la cohérence avec les autres sites ; il s'agit de *Arothron hispidus*, *Neoniphon sammara* et 5 espèces de Pomacanthidae. Au final, ce sont 47 genres et 18 familles de poissons qui seront pris en compte dans la suite de l'évaluation.

Les chirurgiens sont observés sur 86% des stations, les poissons papillons sur 67% des stations et les perroquets sur 63% des stations. Dix familles sont observées sur plus de 20% des stations.

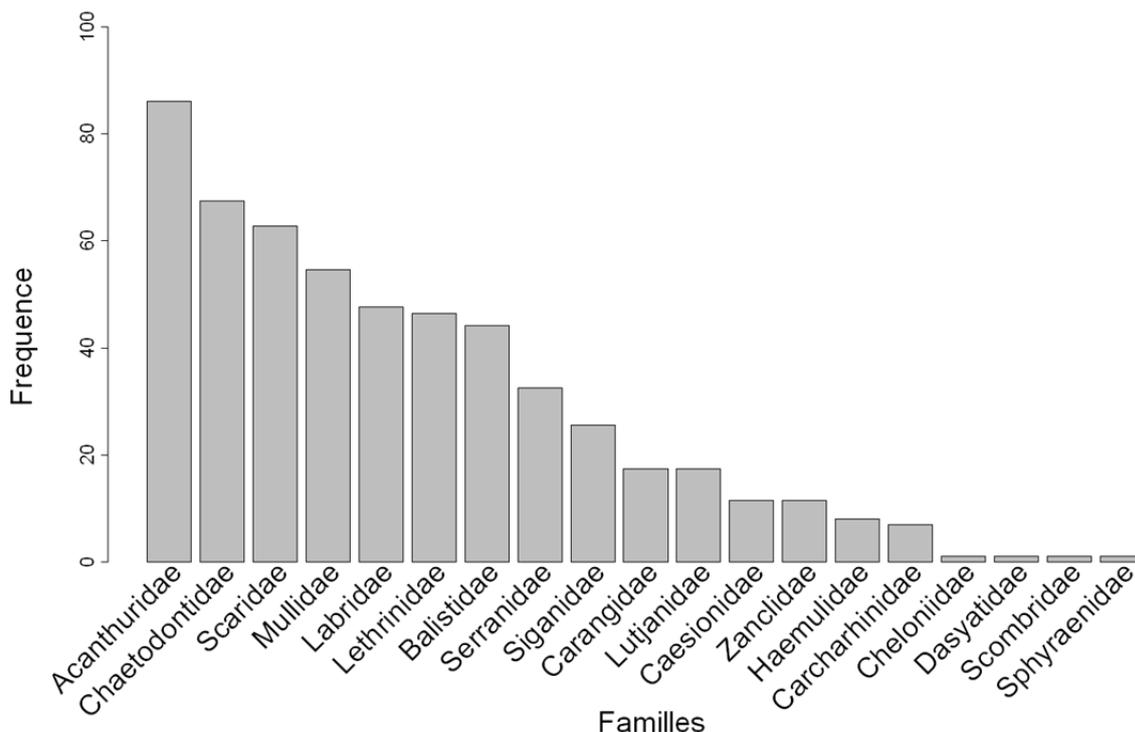


Figure 9. Fréquence d'occurrence des familles observées à Pweevo en 2012.

Tableau 5. Liste des espèces observées à Pweevo en 2012

Carcharhinidae (2)	<i>Carangoides fulvoguttatus</i>
<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>	<i>Caranx melampygus</i>
<i>Triaenodon obesus</i>	<i>Gnathanodon speciosus</i>
Cheloniidae (1)	Chaetodontidae (22)
<i>Chelonia_mydas</i>	<i>Chaetodon auriga</i>
Dasyatidae (1)	<i>Chaetodon baronessa</i>
<i>Dasyatis kuhlii</i>	<i>Chaetodon bannetti</i>
Acanthuridae (22)	<i>Chaetodon citrinellus</i>
<i>Acanthurus blochii</i>	<i>Chaetodon ephippium</i>
<i>Acanthurus dussumieri</i>	<i>Chaetodon kleinii</i>
<i>Acanthurus lineatus</i>	<i>Chaetodon lineolatus</i>
<i>Acanthurus mata</i>	<i>Chaetodon lunulatus</i>
<i>Acanthurus nigricans</i>	<i>Chaetodon melannotus</i>
<i>Acanthurus nigricauda</i>	<i>Chaetodon mertensii</i>
<i>Acanthurus nigrofuscus</i>	<i>Chaetodon pelewensis</i>
<i>Acanthurus nigroris</i>	<i>Chaetodon plebeius</i>
<i>Acanthurus olivaceus</i>	<i>Chaetodon rafflesii</i>
<i>Acanthurus thompsoni</i>	<i>Chaetodon trifascialis</i>
<i>Acanthurus triostegus</i>	<i>Chaetodon ulietensis</i>
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	<i>Chaetodon unimaculatus</i>
<i>Ctenochaetus binotatus</i>	<i>Chaetodon vagabundus</i>
<i>Ctenochaetus striatus</i>	<i>Heniochus acuminatus</i>
<i>Naso brachycentron</i>	<i>Heniochus chrysostomus</i>
<i>Naso brevirostris</i>	<i>Heniochus monoceros</i>
<i>Naso caesius</i>	<i>Heniochus singularius</i>
<i>Naso lituratus</i>	<i>Heniochus varius</i>
<i>Naso tonganus</i>	Haemulidae (2)
<i>Naso unicornis</i>	<i>Plectorhinchus albovittatus</i>
<i>Zebrasoma scopas</i>	<i>Plectorhinchus flavomaculatus</i>
<i>Zebrasoma velifer</i>	Holocentridae (1)
Balistidae (7)	<i>Neoniphon sammara</i>
<i>Balistoides viridescens</i>	Labridae (14)
<i>Melichtys vidua</i>	<i>Bodianus loxozonus</i>
<i>Pseudobalistes flavimarginatus</i>	<i>Bodianus mesothorax</i>
<i>Pseudobalistes fuscus</i>	<i>Cheilinus chlorourous</i>
<i>Rhinecanthus aculeatus</i>	<i>Cheilinus fasciatus</i>
<i>Sufflamen bursa</i>	<i>Cheilinus undulatus</i>
<i>Sufflamen chrysopterum</i>	<i>Coris aygula</i>
Caesionidae (5)	<i>Coris batuensis</i>
<i>Caesio caerulea</i>	<i>Coris dorsomacula</i>
<i>Caesio lunaris</i>	<i>Coris gaimard</i>
<i>Caesio teres</i>	<i>Epibulus insidiator</i>
<i>Pterocaesio marri</i>	<i>Hemigymnus fasciatus</i>
<i>Pterocaesio tile</i>	<i>Hemigymnus melapterus</i>
Carangidae (4)	<i>Novaculichthys taeniourus</i>
<i>Carangoides ferdau</i>	<i>Oxycheilinus unifasciatus</i>

<p>Lethrinidae (8)</p> <p><i>Gymnocranius euanus</i></p> <p><i>Lethrinus atkinsoni</i></p> <p><i>Lethrinus harak</i></p> <p><i>Lethrinus miniatus</i></p> <p><i>Lethrinus nebulosus</i></p> <p><i>Lethrinus obsoletus</i></p> <p><i>Lethrinus olivaceus</i></p> <p><i>Monotaxis grandoculis</i></p> <p>Lutjanidae (5)</p> <p><i>Lutjanus bohar</i></p> <p><i>Lutjanus gibbus</i></p> <p><i>Lutjanus kasmira</i></p> <p><i>Lutjanus monostigma</i></p> <p><i>Macolor niger</i></p> <p>Mullidae (9)</p> <p><i>Mulloidichthys flavolineatus</i></p> <p><i>Mulloidichthys vanicolensis</i></p> <p><i>Parupeneus barberinoides</i></p> <p><i>Parupeneus barberinus</i></p> <p><i>Parupeneus ciliatus</i></p> <p><i>Parupeneus cyclostomus</i></p> <p><i>Parupeneus indicus</i></p> <p><i>Parupeneus multifasciatus</i></p> <p><i>Parupeneus pleurostigma</i></p> <p>Pomacanthidae (5)</p> <p><i>Apolemichthys trimaculatus</i></p> <p><i>Centropyge bicolor</i></p> <p><i>Centropyge bispinosa</i></p> <p><i>Pomacanthus semicirculatus</i></p> <p><i>Pygoplites diacanthus</i></p> <p>Scaridae (12)</p> <p><i>Cetoscarus ocellatus</i></p> <p><i>Chlorurus microrhinos</i></p> <p><i>Chlorurus sordidus</i></p> <p><i>Hipposcarus longiceps</i></p> <p><i>Scarus altipinnis</i></p>	<p><i>Scarus chameleon</i></p> <p><i>Scarus flavipectoralis</i></p> <p><i>Scarus frenatus</i></p> <p><i>Scarus ghobban</i></p> <p><i>Scarus oviceps</i></p> <p><i>Scarus psittacus</i></p> <p><i>Scarus schlegeli</i></p> <p>Scombridae (1)</p> <p><i>Scomberomorus commerson</i></p> <p>Serranidae (8)</p> <p><i>Cephalopholis urodeta</i></p> <p><i>Epinephelus cyanopodus</i></p> <p><i>Epinephelus howlandi</i></p> <p><i>Epinephelus malabaricus</i></p> <p><i>Epinephelus merra</i></p> <p><i>Plectropomus laevis</i></p> <p><i>Plectropomus leopardus</i></p> <p><i>Variola albimarginata</i></p> <p>Siganidae (6)</p> <p><i>Siganus argenteus</i></p> <p><i>Siganus corallinus</i></p> <p><i>Siganus doliatus</i></p> <p><i>Siganus puellus</i></p> <p><i>Siganus punctatus</i></p> <p><i>Siganus spinus</i></p> <p>Spyraenidae (1)</p> <p><i>Spyraena barracuda</i></p> <p>Tetraodontidae (1)</p> <p><i>Arothron hispidus</i></p> <p>Zanclidae (1)</p> <p><i>Zanclus cornutus</i></p>
---	--

Les chirurgiens les plus fréquents sont le dawa (*Naso unicornis*) (espèce commerciale) et le chirurgien à queue en balai (*Zebrasoma scopas*) (espèce consommable) (Figure 10). Un grand nombre d'individus, généralement de petite taille, n'ont été identifiés qu'au niveau de la famille (Acangesp.) ou du genre (Acantsp., Ctenosp. ou Nasosp.).

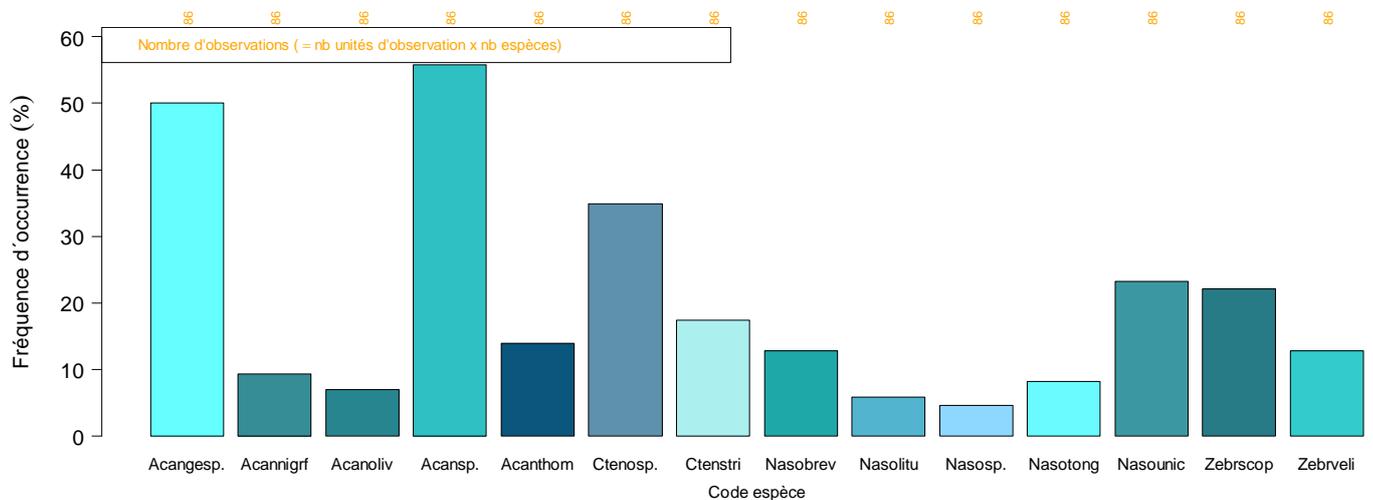


Figure 10. Fréquence d'occurrence des espèces les plus fréquentes parmi les poissons chirurgiens (Acanthuridae). Acangesp.= Acanthuridae de genre non identifié, Acannigrif= *A. nigrofuscus*, Acanoliv= *A. olivaceus*, Acantsp.= Acanthurus d'espèce non identifiée, Acanthom= *A. thompsoni*, Ctenosp.= *Ctenochaetus* d'espèce non identifiée, Ctenstri= *Ctenochetus striatus*, Nasobrev= *Naso brevirostris*, Nasolitu= *Naso lituratus*, Nasosp.= *Naso* d'espèce non identifiée, Nasotong= *N. tonganus*; Nasounic= *N. unicornis*; Zebrscop= *Zebrasoma scopas*, Zebrveli= *Z. velifer*.

Parmi les perroquets (Scaridae), ce sont les perroquets *Chlorurus sordidus* et *Scarus schlegeli* (espèces commerciales) qui sont les plus fréquents (Figure 11), un grand nombre de perroquets n'étant pas identifiés jusqu'au genre (en général des individus de petite taille).

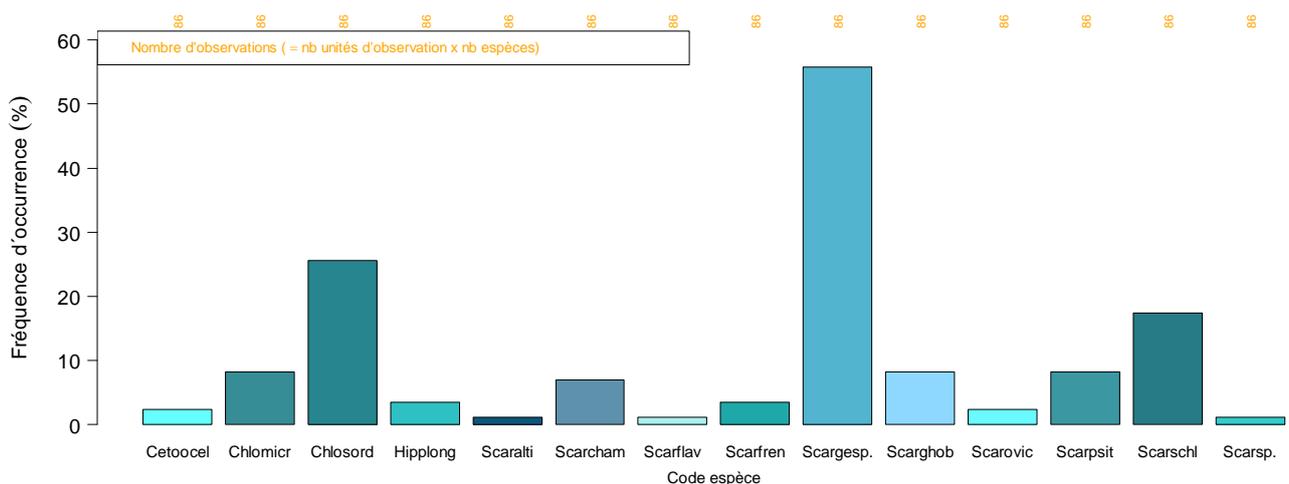


Figure 11. Fréquence d'occurrence des espèces de poissons-perroquets (Scaridae). Cetoocel= *Cetoscarus ocellatus*, Chlomirc= *Chlorurus microrhinos*, Chlosord= *C. sordidus*, Hiplong= *Hipposcarus longiceps*, Scaralti= *S. altipinnis*, Scarcham= *S. chameleon*, Scarflav= *S. flavipectoralis*, Scarfren= *S. frenatus*, Scargesp.= Perroquet de genre non identifié; Scarghob= *S. ghobban*, Scarovic= *S. oviceps*, Scarspit= *S. psittacus*, Scarschl= *S. schlegeli*, Scarsp.= *Scarus* d'espèce non identifiée

En ce qui concerne les loches (Serranidae de la liste IEHE, Figure 12), ce sont la loche rayon de soleil (*Epinephelus merra*) et la loche à queue étendard (*Cephalopholis urodeta*) qui sont les plus fréquents, de nombreux individus n'étant pas identifiés jusqu'au genre.

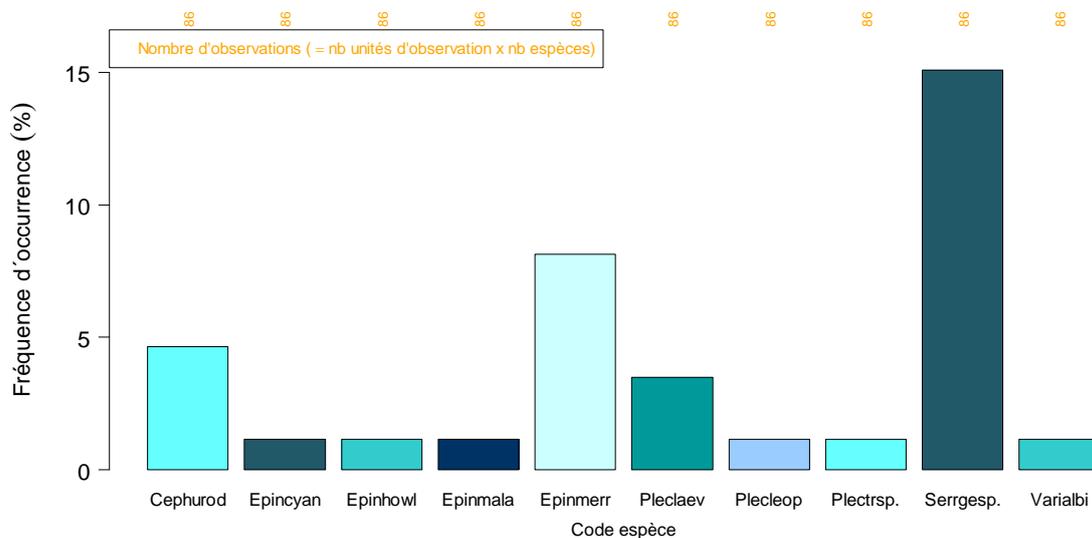


Figure 12. Fréquence d'occurrence des espèces de loches (Serranidae). Cephurod= *Cephalopholis urodeta*, Epincyan= *Epinephelus cyanopodus*, Epinhowl= *E. howlandi*, Epinmala= *E. malabaricus*, Epinmerr=, *E. merra*, Pleclaev= *Plectropomus laevis*, Plecleop= *P. leopardus*, Plectrsp.= *Plectropomus* d'espèce non identifiée, Serrgesp.= Serranidé de genre non identifié, Varialbi= *Variola albimarginata*.

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

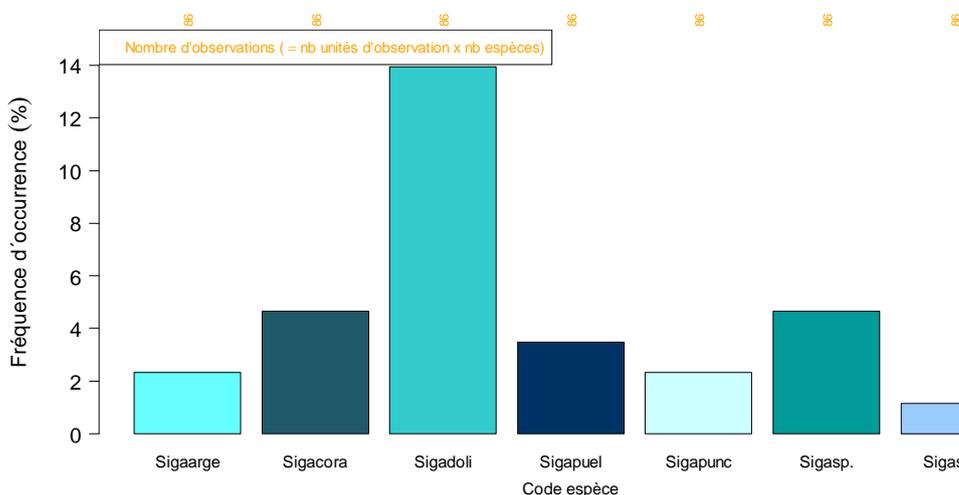


Figure 13. Fréquence d'occurrence des espèces de Siganidae. Sigaarge= *Siganus argenteus* ; Sigacora= *S. corallinus* ; Sigadoli= *S. doliatus* ; Sigapuel= *S. puellus*, Sigapunc= *S. punctatus* ; Sigasp.= *Siganus* d'espèce non identifiées ; Sigaspin= *S. spinus*.

A l'exception de la perche à gros yeux (*Monotaxis grandoculis*) et des Lethrinidés non identifiés jusqu'au genre ou à l'espèce, les becs et bossus sont assez peu observés (Lethrinidae, Figure 14). Le bossu doré *L. harak* est vu sur 7% des stations.

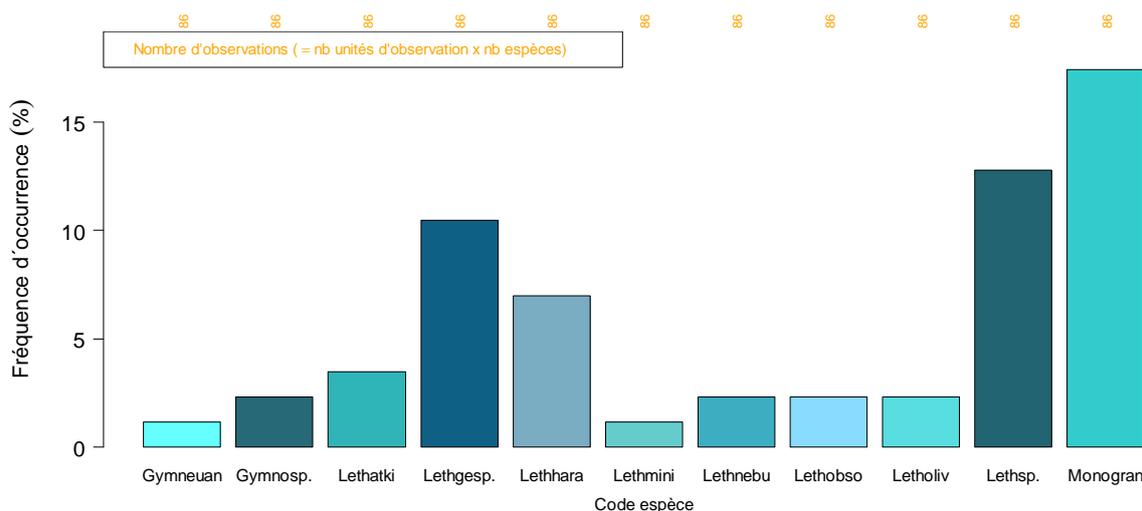


Figure 14. Fréquence d'occurrence des espèces de Lethrinidae. Gymneuan.= *Gymnocranius euanus*; Gymnosp.= *Gymnocranius* d'espèces non identifiées.; Lethatki= *Lethrinus atkinsoni*; Lethgesp.=Lethrinidae de genre non identifié; Lethhara= *L. harak*; Lethmini= *L. miniatus*; Lethnebu= *L. nebulosus*; Lethobso= *L. obsoletus*; Letholiv= *L. olivaceus*; Lethsp.= Lethrinidae d'espèces non identifiées; Monogran= *Monotaxis grandoculis*.

Les lutjans et perches (Lutjanidae) sont peu observés excepté pour le lutjan queue en pagaie (*Lutjanus gibbus*) qui est présent sur 12% des stations, suivi par la perche de minuit noire (*Macolor niger*), l'anglais (*L. bohar*), et deux autres espèces (*L. kasmira* et *L. monostigma*)(Figure 15).

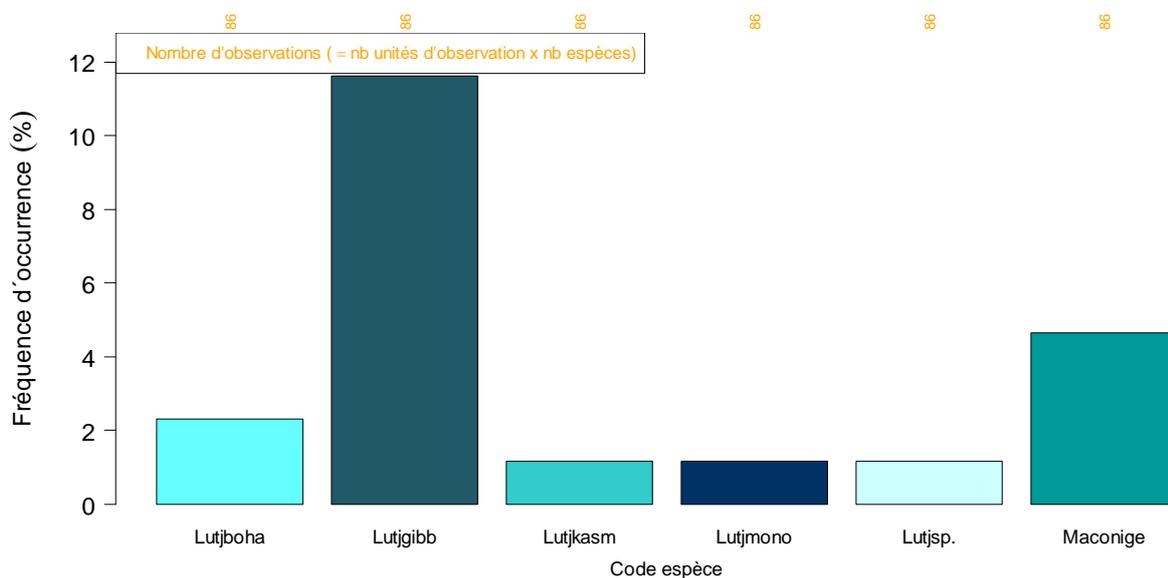


Figure 15. Fréquence d'occurrence des espèces de Lutjanidae. Lutjboha= *Lutjanus bohar*; Lutjgibb= *L. Gibbus*; Lutjkasm= *L. kasmira*; Lutjmono= *L. monostigma*; Lutjsp.= *Lutjanus* d'espèce non identifiées; Maconige= *Macolor niger*.

AMBIO/A/12

Vingt-deux espèces de poissons-papillons ont été observées ; les espèces les plus fréquentes sont *C. lunulatus*, *C. citrinellus*, *C. vagabundus*. La figure 16 représente la fréquence d'occurrence des poissons-papillons les plus fréquents (Tableau 5 pour la liste complète).

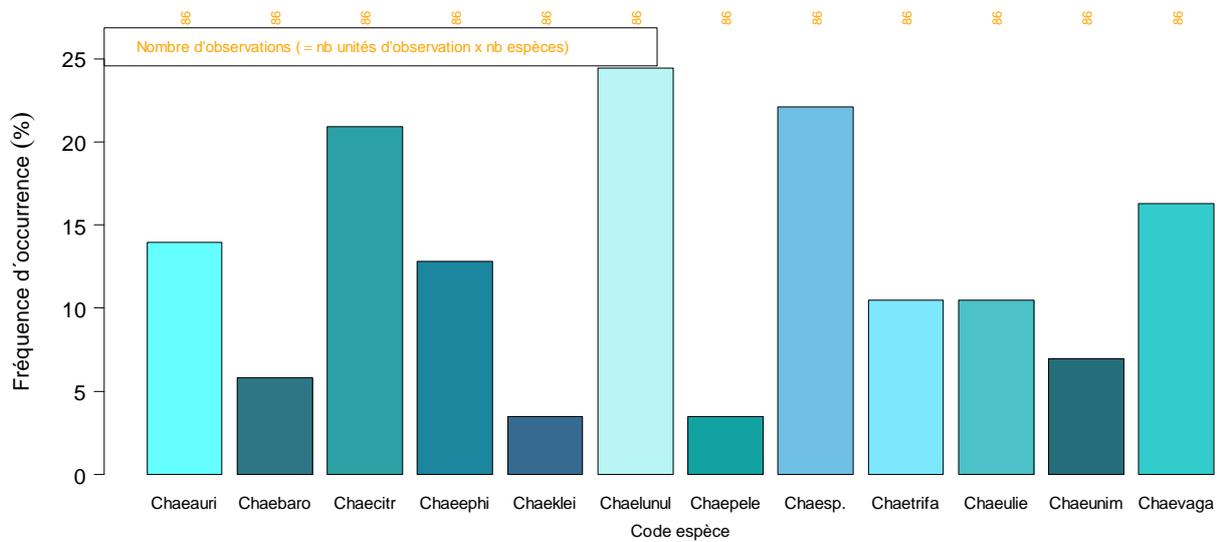


Figure 16. Fréquence d'occurrence par espèce pour les poissons papillons (Chaetodontidae)(12 plus fréquents). Chaeauri= *Chaetodon auriga* ; Chaebaro= *C. baronessa* ; Chaecitr= *C. citrinellus* ; Chaeephi= *C. ephippium* ; Chaeklei= *C. kleini* ; Chaelunul= *C. lunulatus* ; Chaepele= *C. pelewensis* ; Chaesp.= *Chaetodon* non identifié ; Chaetrifa= *C. trifascialis* ; Chaeulie= *C. ulietensis* ; Chaenim= *C. unimaculatus* ; Chaevaga= *C. vagabundus*.

Parmi les quatorze espèces de Labridae observées, un coris (*Coris batuensis*) et un labre (*Hemigymnus melapterus*) sont les plus fréquents (Figure 17). Un labre masqué a été observé (*Novaculichthys taeniourus*).

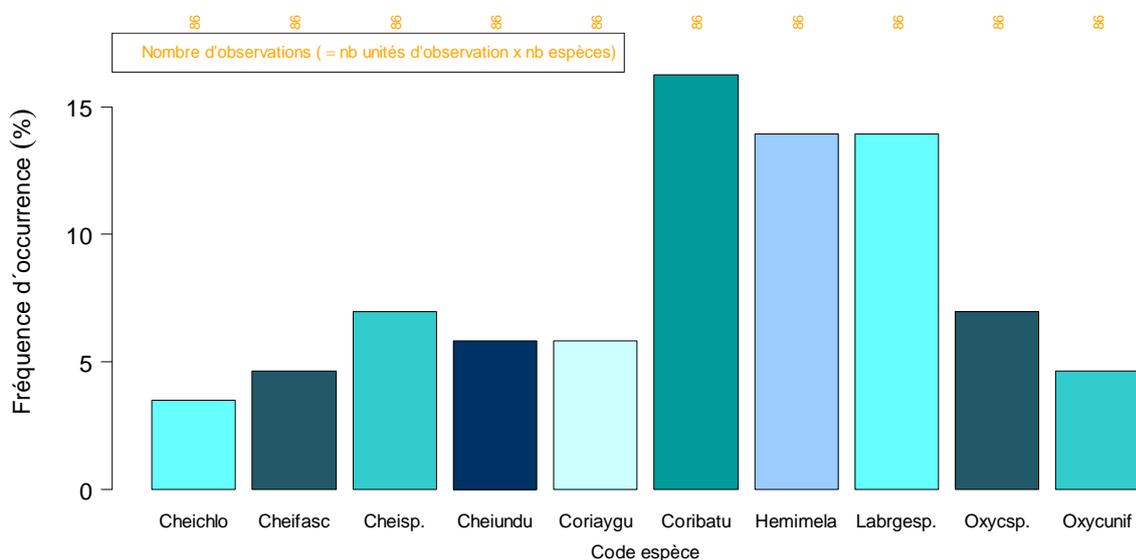


Figure 17. Fréquence d'occurrence des 10 espèces de Labridae les plus fréquentes. Cheichlo= *Cheilinus chlorourus* ; Cheifasc= *C. fasciatus* ; Cheisp.= *Cheilinus* d'espèces non identifiées ; Cheiundu= *C. undulatus* ; Coriaygu= *Coris aygula* ; Coribatu= *C. batuensis* ; Hemimela= *H. melapterus* ; Labrgesp.= *Labridae* de genre non identifié ; Oxycsp.= *Oxycheilinus* d'espèce non identifiée ; Oxycunif= *O. unifasciatus*.

Espèces remarquables ou emblématiques

Plusieurs espèces emblématiques ont été observées, souvent plusieurs fois.

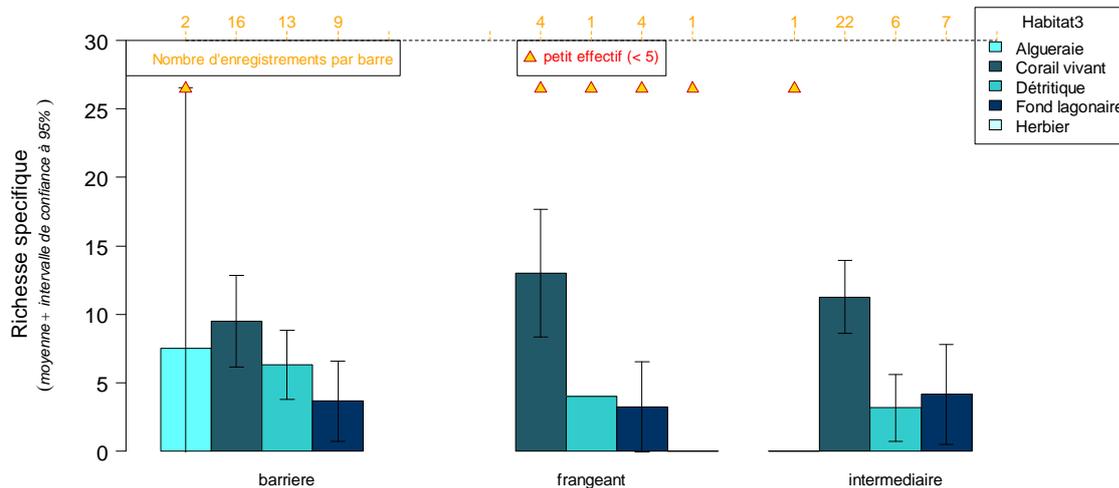
Le napoléon (*Cheilinus undulatus*) a été observé sur cinq stations (4 dans l'habitat Corail vivant et un sur l'habitat détritique)(3 sur le grand récif, 2 sur les récifs intermédiaires). Deux espèces de requin ont été observées (*Carcharhinus amblyrhynchos*, *Triaenodon obesus*), chacune sur trois stations du grand récif. Une seule raie a été observée (*Dasyatis kuhlii*) sur le grand récif. Une seule tortue (*Chelonia mydas*) a été observée sur les récifs intermédiaires.

Richesse spécifique et densité toutes espèces de l'ichtyofaune

L'habitat Corail vivant abrite les plus grandes valeurs de densité et de RS (Tableau 6); la densité et la RS maximales sont rencontrées sur le récif barrière en réserve (75.55 ind./100m² et 21 espèces). A contrario, densité et RS sont les plus faibles sur les habitats de fonds meubles. La RS et la densité totale diffèrent significativement entre les habitats (resp. $p < 7.10^{-9}$ et $p < 0.0002$), mais pas entre les unités géomorphologiques. L'habitat issu de la typologie explique mieux la distribution de la RS et de la densité totale des poissons que le type géomorphologique.

Tableau 6. Richesse spécifique et densité toutes espèces des poissons. Le nb de stations correspond aux stations validées pour l'analyse des poissons.

Habitat (nb de stations)	Densité (nb ind./100m ² /3mn)		RS (nb esp. à 10m/9mn)	
	moyenne	maximale	moyenne	maximale
Algueraie (3)	5.4	12.7	5.3	9
Corail vivant (42)	19.9	75.5	11.3	24
Détritique (20)	6.1	15.7	5.7	14
Fond lagonaire (20)	9.5	55.2	4.0	12
Herbier (1)	0	0	0	0



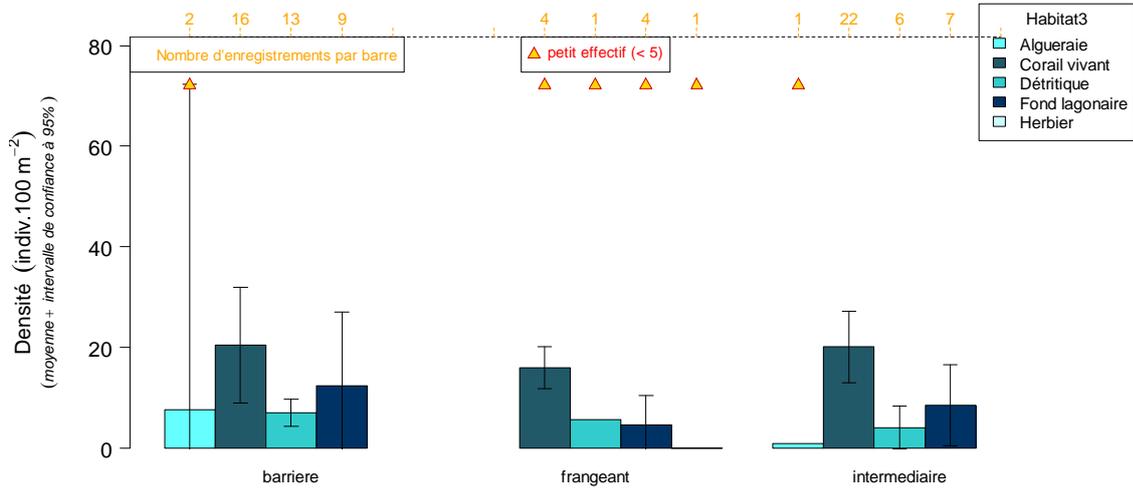
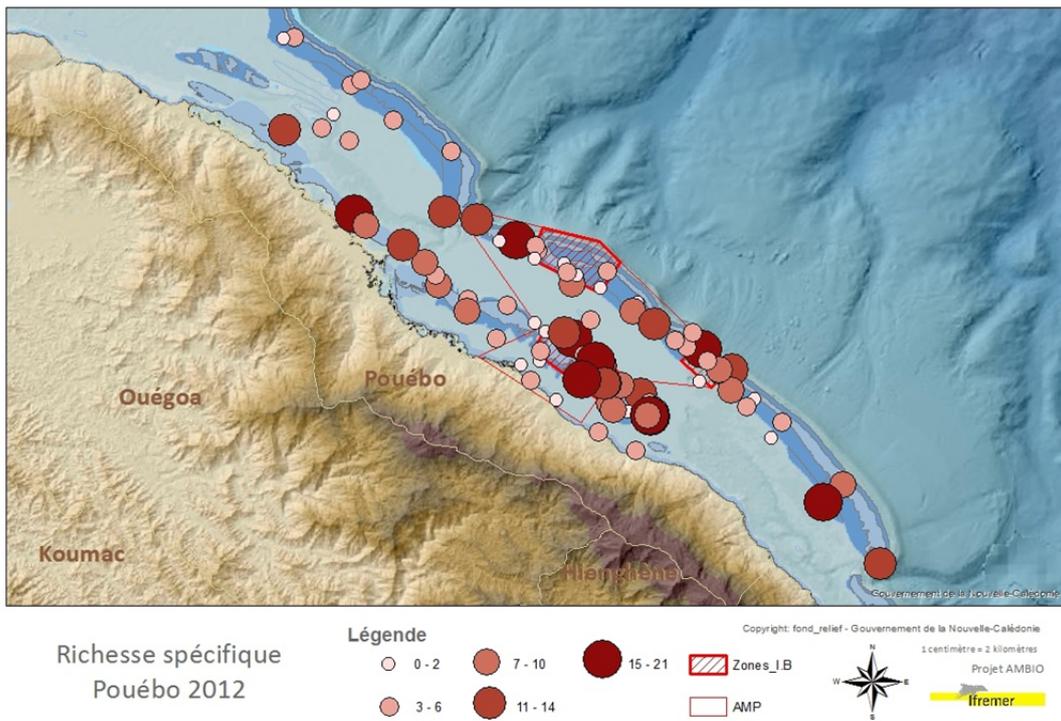


Figure 18. Densité (à 5m) et richesse spécifique (à 10m) par station en fonction de l'unité géomorphologique et de l'habitat issu de la typologie. La barre correspond à l'intervalle de confiance à 95% (moyenne±2 écarts-types).

Les habitats algueraie et fond lagonaire, correspondant à peu ou pas de stations, seront écartés des analyses au niveau de l'assemblage (§ 6.4).



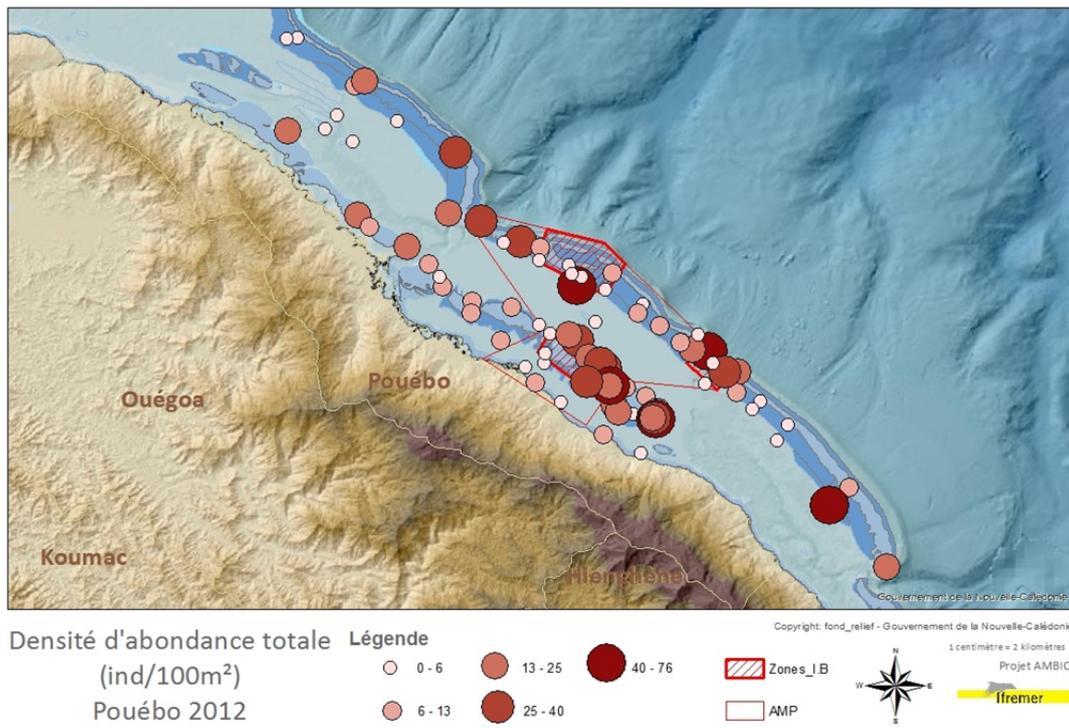


Figure 18. Richesse spécifique par station (haut) et densité d'abondance toutes espèces (bas).

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). A l'inverse, elle ne diffère pas nettement en fonction du type de récif (marginalelement significatif, $p < 0.084$, Tableau 7). L'interaction entre 'type de récif' et 'habitat' n'est pas significative (Tableau 7). Les tests post hoc (Tableau 8) montrent que les assemblages de poisson sont significativement distincts entre les habitats Corail Vivant et Détritique et entre les habitats Corail Vivant et Fond Lagonaire ($p < 0.0002$). Il n'y a pas de différence significative entre les habitats Détritique et Fond Lagonaire. Il y a une différence significative entre les assemblages de poissons observés sur le récif barrière et ceux des récifs frangeants (marginalelement, $p < 0.07$), mais pas entre les récifs intermédiaires et soit les récifs barrière, soit les récifs frangeants.

Tableau 7. Résultats du test PERMANOVA. Habitat : Corail Vivant, Détritique, Fond Lagonaire. Type de récif : frangeant, intermédiaire et barrière.

Facteur	df	Pseudo F	P
Type de récif	2	1,3404	0,0835
Habitat	2	2,359	0,0001
Type de récif * Habitat	4	0,9597	0,5685

Tableau 8. Résultats des tests PERMANOVA post hoc par paires

Paires comparées	t	P-value
Corail Vivant, Détritique	1,5599	0,0002
Corail Vivant, Fond Lagonaire	1,7308	0,0002
Détritique, Fond Lagonaire	0,88466	0,6429
Récif barrière, récif intermédiaire	1,1318	0,1622
Récif barrière, Récif frangeant	1,2322	0,0693
Récif intermédiaire, Récif frangeant	1,1057	0,2181

Les résultats de la CAP en fonction de l'habitat (Figure 19, Tableau 9) indiquent que l'habitat 'Corail Vivant' est caractérisé par des poissons papillons, des poissons chirurgiens, le dawa (*Naso unicornis*), un labre (*Coris batuensis*), un picot (*Siganus doliatus*) et le rouget-barbet à bande noire (*Parupeneus barberinus*). Le baliste (*Sufflamen chrysopterum*) est caractéristique des stations situées dans des habitats 'Détritique' et 'Fond Lagonaire'.

Les résultats de la validation croisée montrent un pourcentage de 'classification correcte' global satisfaisant (59%) et des pourcentages de classification correcte par habitat pour les habitats Corail Vivant (74%) et Fond Lagonaire (50%), mais moins bons pour l'habitat Détritique (37%). 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. Peu d'espèces apparaissent caractéristiques de ce dernier habitat, une majorité des espèces rencontrées étant ubiquistes.

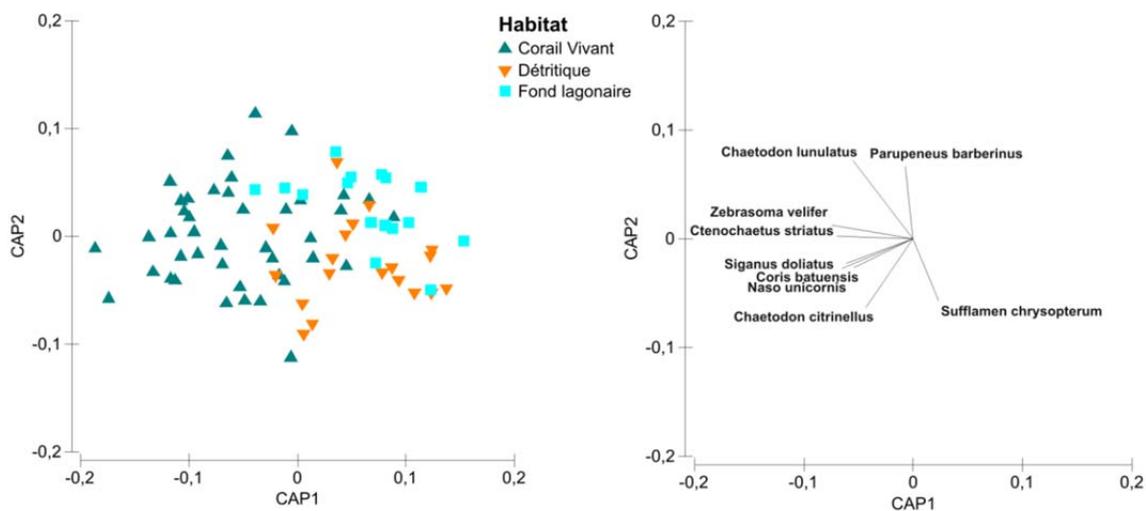


Figure 19. Premier plan factoriel de l'Analyse Canonique des coordonnées principales (Ordination CAP : Canonical Analysis of Principal Coordinates). A gauche : projection des stations représentées par leur assemblages de poissons, en fonction des trois habitats. A droite : Espèces de poissons caractéristiques de ces habitats en projection sur le premier plan factoriel. Seules les espèces présentant des corrélations suffisantes avec les axes CAP (corrélation Pearson, $r > 0.4$) sont reportées.

Tableau 9. Synthèse des espèces caractéristiques des différents habitats.

Habitat	Famille	Espèce	Nom commun
Corail Vivant	Acanthuridae	<i>Zebrasoma velifer</i>	Chirurgien à tête ponctuée d'orange Dawa Coris Poisson papillon Poisson papillon Rouget-barbet à bande noire Picot à deux bandes
	Acanthuridae	<i>Ctenochaetus striatus</i>	
	Acanthuridae	<i>Naso unicornis</i>	
	Labridae	<i>Coris batuensis</i>	
	Chaetodontidae	<i>Chaetodon lunulatus</i>	
	Chaetodontidae	<i>Chaetodon citrinellus</i>	
	Mullidae	<i>Parupeneus barberinus</i>	
Siganidae	<i>Siganus doliatus</i>		
Détritique et Fond lagonaire		<i>Sufflamen chrysopterym</i>	

Les résultats de la CAP en fonction du type de récif (Figure 20, Tableau 10) indiquent que les stations sur récif barrière sont caractérisées par plusieurs espèces de poisson perroquets, le chirurgien à bande orange (*Acanthurus olivaceus*), le baliste (*Sufflamen chrysopterym*) et la loche à queue étendard (*Cephalopholis urodeta*). Les récifs intermédiaires sont caractérisés par un labre (*Hemigymnus melapterus*), un poisson perroquet (*Scarus ghobban*), un lutjan (*Lutjanus monostigma*) et le bossu doré (*Lethrinus atkinsoni*). Les récifs frangeant par des poissons chirurgiens y compris le picot kanak (*Acanthurus blochii*), des lutjans, un poisson papillon (*Chaetodon lunulatus*), un poisson perroquet (*Scarus altipinnis*) et la loche à selle noire (*Epinephelus howlandi*).

Les résultats de la validation croisée montrent un pourcentage de ‘classification correcte’ global satisfaisant (62%) et des pourcentages de classification correcte par type de récif pour Récif Barrière (=72%) et Récif Intermédiaire (=54%) et Récif Frangeant (= 50%). Ces résultats mettent en évidence les espèces caractéristiques des différentes unités géomorphologiques.

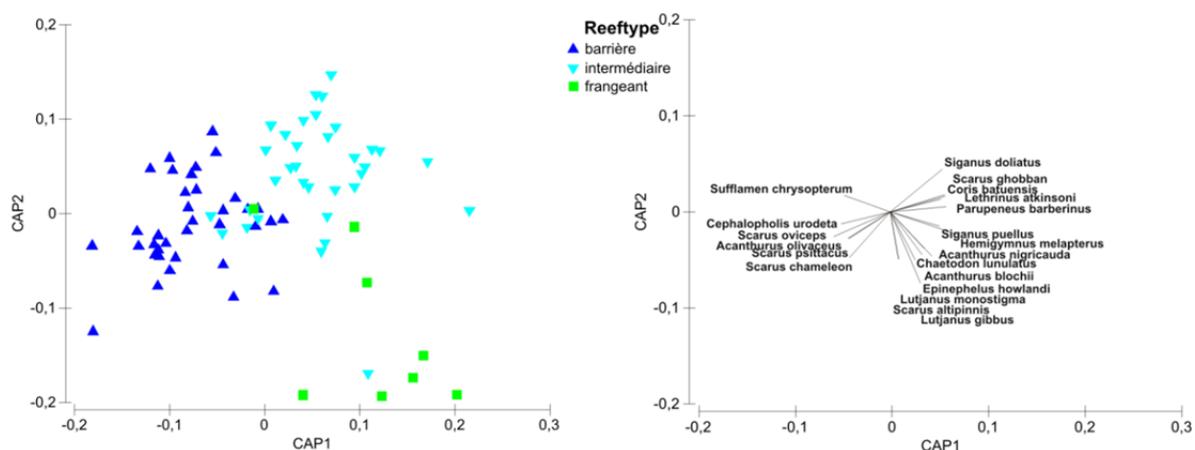


Figure 20. Premier plan factoriel de la CAP. A gauche : projection des stations représentées /par leur assemblages de poissons, en fonction des trois types de récif. A droite : Espèces de poissons caractéristiques de chaque type de récif en projection sur le premier plan factoriel. Seules les espèces 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 sur la zone de Pweevo.

Type de récif	Famille	Espèce	Nom commun
Barrière	Acanthuridae	<i>Acanthurus olivaceus</i>	Chirurgien à bande orange
	Balistidae	<i>Sufflamen chrysopterum</i>	Baliste
	Scaridae	<i>Scarus chameleon</i>	Poisson perroquet
	Scaridae	<i>Scarus psittacus</i>	Poisson perroquet
	Scaridae	<i>Scarus oviceps</i>	Poisson perroquet
	Serranidae	<i>Cephalopholis urodeta</i>	Loche à queue étendard
Intermédiaire	Labridae	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Labre
	Lethrinidae	<i>Lethrinus atkinsoni</i>	Bossu doré
	Lutjanidae	<i>Lutjanus monostigma</i>	Lutjan
	Scaridae	<i>Scarus ghobban</i>	Poisson perroquet
Frangeant	Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	Picot canaque
	Acanthuridae	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Chirurgien à virgule noire
	Chaetodontidae	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Poisson papillon
	Lutjanidae	<i>Lutjanus gibbus</i>	Lutjan queue en pagaie
	Lutjanidae	<i>Lutjanus monostigma</i>	Lutjan
	Scaridae	<i>Scarus altipinnis</i>	Poisson perroquet
	Serranidae	<i>Epinephelus howlandi</i>	Loche à selle noire

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) .

Les indicateurs d'ensemble (densité toutes espèces et richesse spécifique diffèrent significativement selon le facteur habitat issu de la typologie, mais pas selon l'unité géomorphologique (barrière, intermédiaire, frangeant). Les assemblages diffèrent à peine significativement selon l'unité géomorphologique (récif barrière différent de récif frangeant), mais de manière très nette selon l'habitat de la typologie. En effet, les assemblages de l'habitat Corail vivant diffèrent de manière très significative de ceux des habitats Détritique et Fond lagonaire.

Dans le point zéro UVC de 2008, la structure de l'assemblage avait été étudiée en fonction de l'unité géomorphologique. Quatre assemblages avaient été identifiés, distinguant la pente externe, le récif barrière interne, les récifs intermédiaires et les passes. Quatre années se sont écoulées entre le point zéro UVC, réalisé en décembre et la campagne de novembre 2012. De plus, la liste d'espèces du point zéro inclut des espèces supplémentaires, et notamment les petites espèces. Il n'est donc pas étonnant de trouver des différences, en ce qui concerne la structure de l'assemblage. Sur chaque type géomorphologique, l'analyse multivariée des données STAVIRO a identifié des espèces caractéristiques différentes de celles du point zéro UVC. Nous avons observé les deux espèces *Ctenochaetus striatus* et *Zebrasoma scopas* sur deux ou trois types géomorphologiques. Seules deux espèces sont identifiées comme caractéristiques par les deux études : 1) le baliste *Sufflamen chrysopterum* sur le récif barrière interne (typique habitat Détritique), et le labre *Hemigymnus melapterus* sur les récifs intermédiaires (NB : pas de stations sur les récifs frangeants lors du point zéro). A noter que les stations STAVIRO réalisées sur la pente externe ont été analysées avec les autres stations du récif barrière (6 stations situées proches de la passe Leleizour, Figure 2).

Il n'en reste pas moins qu'à partir de nos données, l'habitat issu de la typologie explique mieux la structure de l'assemblage que l'unité géomorphologique, et il nous semble ainsi plus approprié pour étudier l'effet de la protection, ce qui est réalisé dans la section 7 de ce rapport. Ce résultat atteste de l'influence dominante (et largement reconnue dans la littérature scientifique) de l'environnement local, abiotique ET biotique, sur l'ichtyofaune.

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

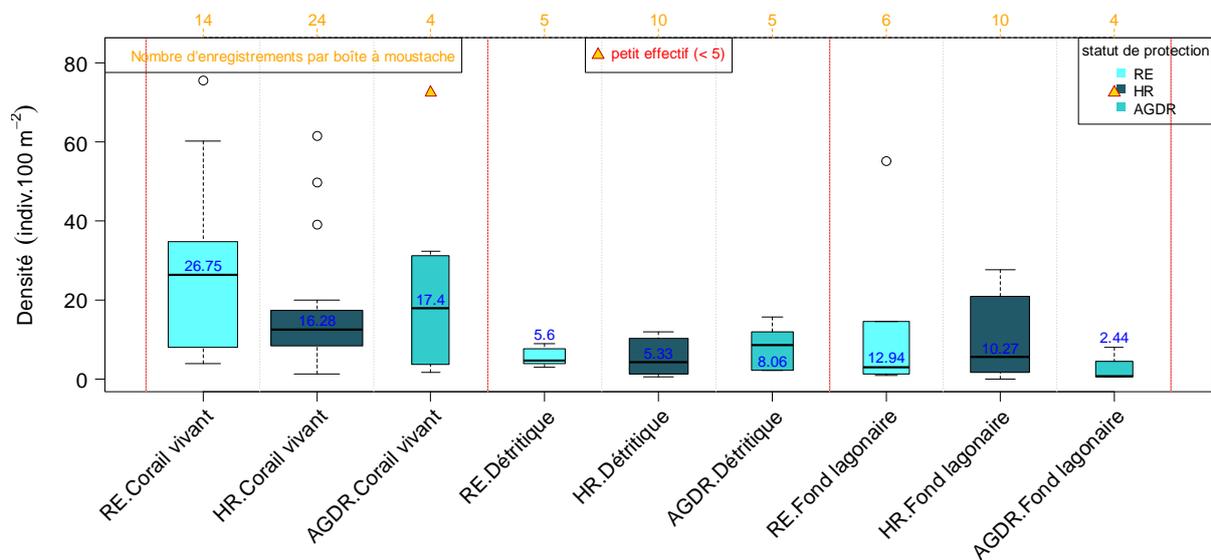
Les différences selon le statut de protection (Figure 21) dépendent des habitats. Les densités toutes espèces et richesses spécifiques (RS) par station présentent des valeurs nettement plus élevées sur l'habitat « Corail vivant » où la couverture corallienne est la plus élevée. Sur cet habitat, la densité moyenne est de 26.7 en réserve contre 16.3 ind./100m² hors réserve, et la RS moyenne par station est de 13 espèces en réserve contre 10 hors réserve. Les résultats de densité et de richesse spécifique pour les habitats « Détritique » et « Fond lagunaire » ne montrent aucun signe d'effet réserve.

Les métriques pertinentes pour cet objectif de conservation sont rassemblées dans le Tableau 11, les fiches métriques se trouvant en annexe.

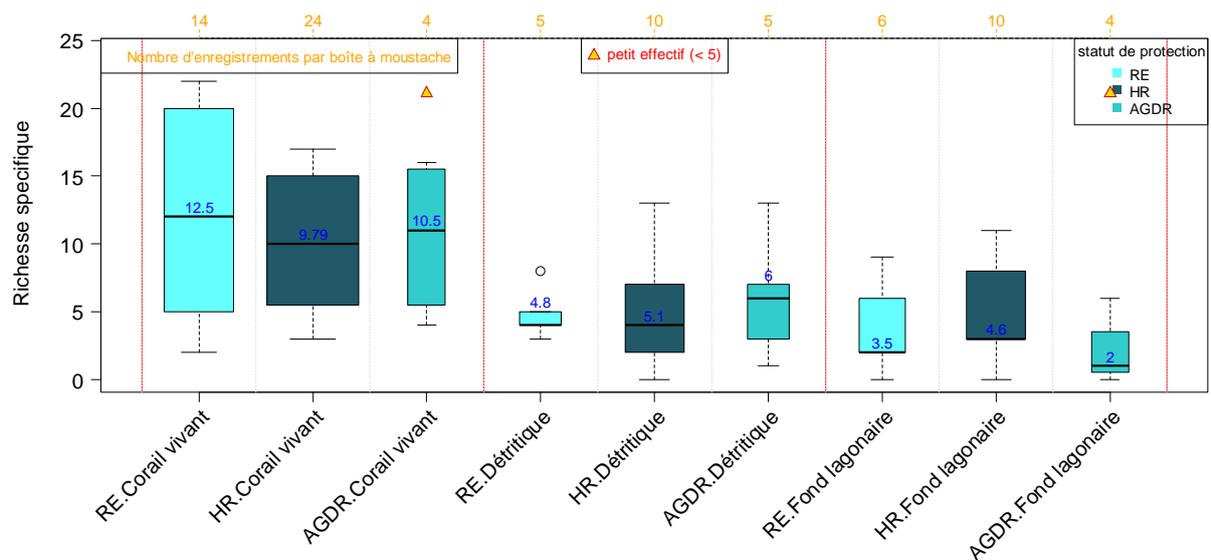
Cette évaluation comprend également une approche multivariée au niveau de l'assemblage. Les résultats étant nombreux, les commentaires sont regroupés dans un bilan à la fin de la sous-section.



Corail photographié à travers la lunette de calfat



Densité	Corail vivant			Détritique			Fond lagonaire		
	RE	HR	AGDR	RE	HR	AGDR	RE	HR	AGDR
Moyenne	26.7	16.3	17.4	5.1	5.3	8.1	12.6	10.3	2.4
Maximum	75.5	61.5	32.3	8.9	11.9	15.7	55.2	27.6	8.0



RS	Corail vivant			Détritique			Fond lagonaire		
	RE	HR	AGDR	RE	HR	AGDR	RE	HR	AGDR
Moyenne	13	10	11	4.3	5.6	6.4	3.7	5.2	2.0
Maximum	24	18	17	5	14	13	10	12	6

Figure 21. Densité (haut) et Richesse spécifique (bas) par station en fonction de l'habitat et du statut de protection. Les habitats Algueraie et Fond lagonaire ne sont pas représentés car le nombre de stations est trop faible. Graphe de densité tronqué à 50% de la valeur maximale.

Tableau 11. Synthèse des indicateurs pertinents pour l'objectif de maintenir un assemblage d'espèces représentatif de l'écosystème. NS=non significatif, RE=réserve. Fiches métriques en annexe. Les tendances ne sont pas évaluées.

Etat de la biodiversité	Diagnostic à partir des données actuelles	
Richesse spécifique par station (10.1)	Ensemble	<ul style="list-style-type: none"> Habitat Corail vivant : RS plus élevée que dans les autres habitats, RS plus élevée en RE (NS) Habitat Fond lagunaire : RS plus élevée hors réserve (patates isolées)(NS) Différences NS entre statuts de protection ou entre habitats
	Pewhane	<ul style="list-style-type: none"> Habitat Corail vivant : RS significativement plus élevée en RE ($p < 0.001$)
Densité d'abondance de toutes espèces (10.2)	Ensemble	<ul style="list-style-type: none"> Habitat Corail vivant: Densité plus élevée quel que soit le statut, effet protection significatif ($p < 0.05$), différences NS Pas de différences marquées sur les autres habitats
	Pewhane	<ul style="list-style-type: none"> Habitat Corail vivant: Densité plus élevée en RE que dans AGDR ($p < 0.031$), et dans AGDR que HR ($p < 0.066$)
Richesse spécifique par famille (métrique 10.3)		
Chirurgiens	Ensemble	Pas de différences marquées entre statuts
	Pewhane	Habitat Corail vivant : RS plus élevée en RE que HR ($p < 0.05$)
Papillons	Ensemble	Pas de différences marquées entre statuts
	Pewhane	Habitat Corail vivant : RS plus élevée en RE que HR (mais non NS)
Perroquets		<ul style="list-style-type: none"> Observés surtout sur habitat Corail Vivant Habitat Corail vivant : RS plus élevée dans AGDR que HR et en RE (limite significatif), encore plus marqué sur Pewhane (mais NS)
Labres		<ul style="list-style-type: none"> plus élevée dans l'habitat Corail vivant (NS) significativement plus élevée dans réserve Pewhane ($p < 0.05$)
Barbillons		<ul style="list-style-type: none"> Famille présente sur tous les habitats et statuts Différences entre statuts variables selon habitat
Loches		<ul style="list-style-type: none"> RS faibles en général, sauf Habitat Corail vivant en RE et AGDR
Autres familles		Familles rarement observées dans les données 2012
Densité d'abondance par famille (métrique 10.4)		
Chirurgiens	Ensemble	<ul style="list-style-type: none"> Habitat Corail vivant : Densité élevée et RE > AGDR > HR (NS) Habitat Fond lagunaire : Densité moyenne et HR > RE > AGDR (NS) Habitat Détritique : Densité moyenne et AGDR > RE > HR (NS) (dû au récif barrière)
	Pewhane	Densité plus élevée en RE sur les deux habitats où la famille est vue, différence très significative sur habitat Corail vivant ($p < 3.10^{-5}$)
Papillons		<ul style="list-style-type: none"> Densités élevées dans l'habitat Corail vivant, assez faibles sur les autres habitats. Pas de différences significatives entre statuts quel que soit l'habitat
Perroquets	Ensemble	<ul style="list-style-type: none"> Habitat Corail vivant: Densité élevée et plus élevée dans AGDR et RE que HR (NS) Habitats Détritique et Fond lagunaire : densités assez faibles et pas de différences marquées entre statuts
	Pewhane	<ul style="list-style-type: none"> Habitat Corail vivant: Densité élevée, plus élevée dans AGDR et

		RE que HR • Densité moyenne en RE plus du double par rapport à HR (5.3 vs 2.25) (mais NS)
Labres	Ensemble	Différences peu marquées entre statuts de protection (par habitat)
	Pewhane	Habitat Corail vivant : densité plus élevée en statut RE que HR (p<0.03)
Loches	Ensemble	Différences peu marquées entre statuts de protection (par habitat)
	Pewhane	Habitat Corail vivant : densité plus élevée en RE que HR (p<0.001) et que dans AGDR (p<0.03)
Barbillons Balistes		• Densités non négligeables sur tous les habitats • Pas de différences entre statuts quel que soit l'habitat
Bossus et becs		• Densités non négligeables sur trois habitats (pas de Lethrinidae observés sur Algueraie et Herbiers) • Plus grandes densités observées sur le récif frangeant, HR et ADGR sur fond lagonaire • Différences peu marquées entre statuts
Picots (Siganidae)		Densités faibles en général; densité plus élevée en RE sur habitat Corail vivant (NS)(moyenne 0.52 ind/ 100m ²)
Lutjanidae		• Observés sur Corail vivant et Fond lagonaire) • Densités faibles quels que soient l'habitat ou le statut de protection (densités inférieures à 5 individus / 100m ²)

Remarque : Certaines familles sont ubiquistes et peu ciblées par la protection (Barbillons et balistes)

Cette évaluation sur la base d'indicateurs univariés (Tableau 11) est complétée par des tests multivariés 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 (ce dernier s'étant révélé plus explicatif que l'unité géomorphologique pour expliquer la distribution de l'assemblage, cf. § 6) et du statut de protection. Avec ces deux facteurs, la PERMANOVA ne met en évidence aucun effet de la protection au niveau de la structure de l'assemblage :

Facteur	Degrés de liberté	Pseudo F	P
Statut de protection	2	0,84492	0,7336
Habitat	2	2,3541	0,0004
Statut * Habitat	4	0,89876	0,7142

Cependant, étant donné que les indicateurs multivariés montrent un effet de la protection différent entre le récif barrière et les récifs intermédiaires (voir fiches métriques), notamment sur l'habitat corail vivant, nous avons réalisé un deuxième test PERMANOVA uniquement sur cet habitat, et en différenciant le récif barrière et les récifs intermédiaires (voir tableau ci-dessous). Le test montre une interaction significative entre le type de récif et statut de protection et l'absence d'effets principaux, illustrant la différence de situation entre les réserves sur le récif barrière et celle de Pewhane située sur les récifs intermédiaires.

Facteur	Degrés de liberté	Pseudo F	P
Statut de protection	2	0,85813	0,7733
Unité géomorphologique	2	1,245	0,1019
Statut * Unité géomorphologique	4	1,4197	0,0241

Pour visualiser ces différences d'effet de la protection, le nuage de points des stations est projeté dans chaque cas, grâce à un graphique MDS (Figure 22). Les stations situées sur les récif intermédiaires se distinguent nettement en fonction du statut RE versus HR, sur l'axe de variabilité le plus important.

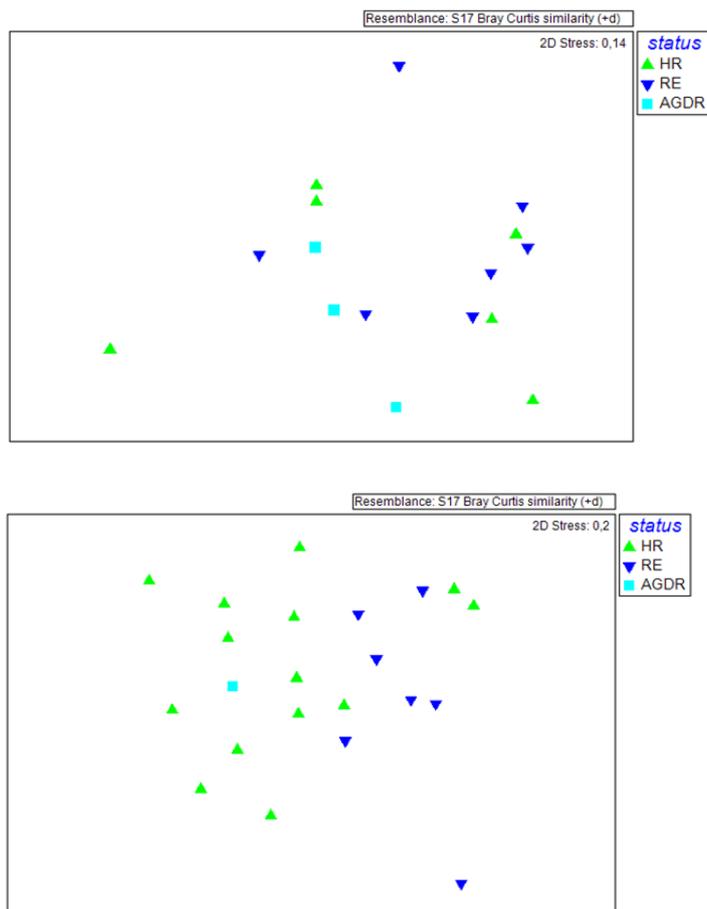


Figure 22. Graphique du premier plan factoriel du Multi-Dimensional Scaling (MDS) réalisé dans la PERMANOVA : haut : Récif barrière, bas : Récifs intermédiaires.

Bilan pour l' 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. Les indicateurs d'ensemble (RS et densité toutes espèces) montrent des valeurs sensiblement plus élevées sur l'habitat Corail vivant. C'est également le cas pour les densités par famille (à l'exception des becs et bossus et des barbillons) ainsi que pour la RS des perroquets, des labres, des loches. Sur cet habitat, ces indicateurs présentent une valeur plus élevée en RE que HR (en AGDR pour la RS et la densité des perroquets). Cependant, à l'échelle de la zone d'étude, peu de ces différences sont statistiquement significatives, à l'exception notable⁵ de la **densité toutes espèces (p<0.05)**.

⁵ Et logique du point de vue du caractère assez récent de la protection, la densité doit répondre avant la RS.

Cette évaluation sur l'habitat Corail vivant (près de 50% des stations) confond des situations en réalité contrastées entre le récif barrière et les récifs intermédiaires. Sur ces derniers, la plupart des indicateurs montrent des valeurs significativement plus élevées en RE que HR ; il s'agit a) de la RS totale ($p < 0.001$), de la densité toutes espèces ($p < 0.031$), b) de la RS des chirurgiens ($p < 0.05$), des labres ($p < 0.05$), et c) de la densité des chirurgiens ($p < 3.10^{-5}$), des labres ($p < 0.03$), et des loches ($p < 0.001$). A contrario sur le récif barrière, on retrouve des densités supérieures en AGDR, et parfois HR, par rapport aux réserves pour les chirurgiens, les perroquets et les loches.

Sur les autres habitats, les résultats sont plus variables. Sur l'habitat Fond lagonaire, des signes (NS) d'abondance accrue sur des patates isolées sont observés pour la RS totale, la densité des chirurgiens, des lutjans, des loches. Sur l'habitat Détritique (majoritairement rencontré sur la barrière interne), la densité des chirurgiens est également plus élevée dans l'AGDR et en RE, que HR (NS). Mais sur ces habitats, les effets de la protection ne sont pas mis en évidence nettement.

Sur le récif frangeant, seuls les statuts AGDR et HR sont rencontrés. Les stations situées dans l'AGDR correspondent à un récif frangeant très accessible, tandis qu'au niveau des stations HR, le récif frangeant est plus éloigné du littoral. Il n'est donc pas étonnant de retrouver des valeurs plus élevées des indicateurs HR que dans l'AGDR dont le récif frangeant est plus fréquenté et soumis à des impacts des activités humaines.

Enfin, certaines familles (barbillons, becs et bossus, balistes) sont observées sur la plupart des habitats, et ne présentent pas de différences de densité entre statuts de protection. Les becs et bossus sont plus observés sur le récif frangeant et sur fond lagonaire, à la fois hors réserve et dans l'AGDR. Quant aux lutjans et aux picots, ils ont été observés en densités faibles durant cette campagne.

Les tests multivariés corroborent les résultats précédents. Ainsi, **à l'échelle de la zone, la composition spécifique et l'ensemble des densités d'abondance par espèce ne varient pas significativement entre les statuts de protection, et le facteur habitat est clairement structurant..** Par contre, sur l'habitat corail vivant (habitat le plus diversifié et représentant en 2012 près de 50% des stations), la situation apparaît significativement différente au regard de l'effet de la protection, entre les réserves du Récif Barrière et la réserve Pewhane située sur les récifs intermédiaires. **Sur cet habitat, l'abondance et la composition du peuplement de poissons de la réserve Pewhane sont donc significativement affectés par la protection, tandis que la situation n'est pas tranchée sur le récif barrière.**

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

Les herbivores et les prédateurs dominent l'assemblage. Parmi les prédateurs, **peu de piscivores** ont été observés. Les planctonophages présentent des densités faibles sur toutes les habitats et statuts, à l'exception d'un banc observé en réserve. Les prédateurs et herbivores sont les plus abondants sur les habitats coralliens, mais également assez abondants sur les habitats détritiques et fond lagonaire. **Sur l'ensemble de la zone, pour les prédateurs, on note un effet significatif du statut de protection ($p < 0.02$)**, mais les densités ne diffèrent pas significativement entre statuts, tandis que pour les herbivores, on ne note pas de différences entre statuts dans un même habitat.

Sur les récifs intermédiaires, **les prédateurs sont plus abondants en réserve sur l'habitat Corail vivant ($p < 0.0025$)**, et la situation est inverse sur fond lagonaire (différence NS) et habitat détritique ($p < 0.08$). **Les herbivores sont également plus abondants en réserve que hors réserve sur l'habitat corail vivant ($p < 0.05$)**, tandis que les différences ne sont pas significatives sur les autres habitats.

Sur le récif barrière, la situation est contrastée selon les habitats ; aucune différence n'est significative.

Tableau 12. Synthèse des indicateurs pertinents pour l'objectif de maintenir les fonctions de l'écosystème. NS=non significatif, RE=réserve. Fiche métrique 10.5 en annexe. Les tendances ne sont pas évaluées.

Etat de la biodiversité	Diagnostic à partir des données actuelles	
Densité d'abondance par groupe trophique		
Prédateurs (Macrocar-nivores, carnivores et piscivores)		<ul style="list-style-type: none"> • Algues : Densité plus élevée dans AGDR • Effets significatifs de habitat ($p < 0.009$) et statut de protection ($p < 0.02$), différences NS
	Réserve Pewhane	<ul style="list-style-type: none"> • Effets significatifs de habitat ($p < 0.002$), statut de protection ($p < 0.0002$) et interactions ($p < 0.02$) • Habitat Corail vivant : Densité significativement plus élevée en RE que HR ($p < 0.0025$) et que dans AGDR • Fond lagonaire, situation inverse mais différence NS (nb de stations moindre) • Détritique : Densité plus élevée HR que dans AGDR (GLM Gamma, $p < 0.08$)
	Récif barrière (2 réserves+ AGDR)	<ul style="list-style-type: none"> • Situation contrastée selon les habitats, effets NS excepté interactions • Fond lagonaire : effet significatif ($p < 0.007$) mais différence NS (trop de variabilité) • Autres habitats : effets NS
Herbivores		Pas de différences entre statuts dans un même habitat
	Réserve Pewhane	<ul style="list-style-type: none"> • Habitat Corail vivant : Densité plus élevée en RE que HR (GLM Gamma, $p < 0.05$, différence NS) • Autres habitats: différences NS
Piscivores seulement		Densités faibles quels que soient le statut de protection ou l'habitat sauf un banc observé en RE
Planctonophages		Densités faibles quels que soient le statut de protection ou l'habitat, sauf un banc observé en RE

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

Pour le napoléon et les requins, un code jaune a été affecté (Tableau 13). Ces espèces ont été observées plusieurs fois et principalement dans la réserve et dans l'AGDR. Ceci ne peut pas être directement imputé à un effet de la protection, ces espèces sont en effet assez mobiles. Cependant, la fréquence de ces observations est un signe positif de l'état de santé du récif et des peuplements sur la zone.

Pour les raies et les tortues, **le nombre d'observations n'est pas suffisant** pour tester l'hypothèse que les AMP de la zone pourraient contribuer à une plus grande fréquence d'observation.

Tableau 13. Synthèse des indicateurs pertinents pour l'objectif de conservation des espèces remarquables. RE=réserve ; HR=hors réserve.

Indicateur	Etat	Commentaires	n°
Fréquence d'occurrence du napoléon		Cinq d'individus observés dont 4 en RE et AGDR dans l'habitat corail vivant et 1 HR dans l'habitat Détritique Abondance maximale sur l'ensemble des campagnes 2012	10.6
Fréquence d'occurrence des requins (Carcharhinidae)		Deux espèces et six observations, principalement en RE et en AGDR Fréquence élevée en comparaison des autres campagnes 2012 Espèce mobile, lien direct non avéré avec effet de la protection, mais abondance peut-être liée à une abondance de proies accrue dans RE et AGDR	10.7
Fréquence d'occurrence des raies (Dasyatidae)		Observations insuffisantes pour conclure	10.8
Fréquence d'occurrence des tortues (Cheloniidae)		Une seule tortue observée. Observations insuffisantes pour conclure	10.9

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

Sur le récif frangeant, le recouvrement en corail vivant est significativement plus élevé en dehors de l'AGDR (HR) que dans l'AGDR ($p < 0.06$), le récif frangeant étant relativement plus éloigné de la côte au niveau des stations HR, alors que dans l'AGDR, ce même récif frangeant est plus fréquenté et soumis à des impacts des activités humaines.

Sur les récifs intermédiaires, le recouvrement est significativement plus élevé dans la réserve de Pewhane (RNS=RE) que dans l'AGDR (marginale, $p < 0.08$) ; il est nettement plus élevé dans la réserve que hors AGDR (mais différence non significative). La RS des poissons-papillons confirme cette différence entre RE et HR au niveau de la Réserve Pewhane, tandis que leur densité d'abondance ne montre pas de différence significative entre statuts.

Parmi les campagnes 2012, ces résultats montrent une situation intermédiaire entre Borendy (tous indicateurs au vert) et Hyeheh (tous indicateurs en jaune). **L'état du corail dans la Réserve Pewhane est bon, ainsi que le frangeant dans sa partie éloignée de la côte.** 48% des stations de Pweevo ont été classées dans l'habitat Corail vivant ; parmi l'ensemble des sites dont les stations ont été prises en compte dans la typologie habitat à l'échelle pays, cette proportion est la plus importante après celle de Borendy.

Tableau 14. Synthèse des indicateurs pertinents pour l'objectif de conservation des habitats. Fiches métriques en annexe. Les tendances ne sont pas évaluées.

Indicateur	Etat	Commentaires
Recouvrement en corail vivant (%) (§ 6.2)	Ensemble	Pas de différence significative entre les zones non protégées et les deux types de protection (AGDR et RE)
	Frangeant	Recouvrement nettement plus élevé HR, le frangeant HR étant plus éloigné de la côte que dans l'AGDR
	Pewhane	Recouvrement plus élevé en RE que dans AGDR ($p < 0.08$) et HR (NS)
	Barrière	Pas de différence marquée entre statuts Recouvrements relativement faibles sauf sur pente externe
Recouvrement en corail branchu (%) (§ 6.2)	Ensemble	Pas de différence significative entre les zones protégées et les deux types de réserve
	Frangeant	Recouvrement plus élevé HR que dans AGDR ($p < 0.04$)
	Pewhane	Recouvrement plus élevé en AGDR ($p < 0.009$) et RE (NS) que HR
	Barrière	Très peu observé sur les stations visitées en 2012
Richesse spécifique des poissons-papillons (10.3)	Ensemble	Pas de différences marquées entre statuts
	Pewhane	Habitat Corail vivant : RS plus élevée en RE que HR (mais non NS)
Densité d'abondance des poissons-papillons (10.4)		Densités élevées dans l'habitat Corail vivant, assez faibles sur les autres habitats.
		Pas de différences significatives entre statuts quel que soit l'habitat

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

La plupart des espèces concernées (chirurgiens, loches, perroquets) sont les plus abondantes sur l'habitat Corail vivant quel que soit le statut de protection. De plus, des densités élevées d'espèces-cibles sont parfois observées sur les habitats Détritique et Fond lagunaire, principalement sur le tombant interne du Récif Barrière.

Certaines familles comprenant des espèces commerciales ont été assez peu observées durant cette campagne; il s'agit des becs et bossus (Lethrinidae) (métriques 10.4, 10.15, 10.16) et des picots (Siganidae) (métrique 10.4). Pour les becs et bossus, la situation était similaire sur Hyehen. Ceci s'explique par le faible nombre de stations validées dans l'habitat herbier (notamment dans le nord de la zone, en raison de la faible visibilité), et par le fait que cette famille est moins abondante dans les sites de la côte Est visités en 2012, que sur une zone comme Bourail où cette famille a été très bien observée sur les vidéos. Quant aux Siganidae, ils sont peu observés en 2012, comme à Hyehen et par contraste avec le site de Borendy. En conséquence, il n'a pas été possible de tester l'effet de la protection pour ces deux familles. Pour les Siganidae, la densité moyenne sur l'habitat Corail vivant était en 2012 de 0.52 ind/100m². Pour mémoire le point zéro UVC fait état d'une densité moyenne par station de 1.1±0.7 ind/100m² sur 24 stations de tombant récifal (pente externe, tombant interne et récifs intermédiaires) ; cette famille était donc peu abondante en 2008.

Au niveau spécifique, la saumonée petits points a été rarement observée en 2012 et uniquement en réserve dans l'habitat Corail vivant, ce qui représente le minimum pour les campagnes 2012 (pour mémoire, cette espèce était présente sur 45% des stations à Borendy). Bien que les observations soient insuffisantes pour conclure sur l'effet de la protection, ces chiffres apparaissent assez faibles et ne sont pas imputables au fait que des individus ont seulement été identifiés au niveau du genre, voire de la famille. En ce qui concerne le bec de cane, celui-ci a été observé seulement deux fois au niveau de l'espèce (pour rappel, une seule observation à Hyehen, et trois à Borendy). Par contre, le genre Lethrinus est nettement plus observé, sans contraste entre zones protégées et non protégées. Enfin, le dawa est assez fréquent, et à la fois plus fréquent et abondant en réserve que hors réserve, avec des densités comparables à celles trouvées à Hyehen et Borendy.

A l'échelle de la zone, les indicateurs calculés sur l'habitat Corail vivant présentent très souvent des valeurs plus élevées en réserve, et parfois des différences peu marquées entre statuts. Lorsqu'elles existent, ces différences ne sont pas statistiquement significatives, du fait d'une situation hétérogène (voir ci-dessous contraste récifs barrière/intermédiaires). Sur les autres habitats, les différences entre statuts de protection sont d'ampleur et de direction variables, mais jamais marquées.

On notera **un état des ressources d'ensemble correct avec des abondances parfois moins élevées, que sur la zone de Borendy, mais de même ordre de grandeur qu'à Hyehen.**

Cette image d'ensemble recouvre des **situations assez contrastées entre le récif barrière et les récifs intermédiaires** (voire le récif frangeant) du point de vue des différences entre les zones protégées (RE et AGDR) et les zones non protégées environnantes.

Dans la Réserve Pewhane (Récifs intermédiaires), les indicateurs relatifs aux espèces commerciales, consommables, cibles de la chasse, et à deux des familles concernées

(chirurgiens et loches) présentent des valeurs significativement plus élevées dans la réserve sur l'habitat Corail vivant. Les perroquets montrent des densités plus élevées, mais statistiquement non significatives. Ces résultats indiquent un état des ressources nettement plus satisfaisant dans la réserve Pewhane que sur les récifs intermédiaires environnants. Sur ces mêmes récifs intermédiaires, on notera cependant que sur les habitats Détritique et Fond lagunaire les loches sont plus abondantes hors réserve (mais nombre de stations en réserve faible, resp. 1 et 3 sur ces habitats).

Sur le récif barrière, les résultats ne sont pas aussi contrastés entre statuts de protection. Cependant, **certains indicateurs montrent des valeurs plus élevées dans l'AGDR sur l'habitat Corail vivant : densité des espèces commerciales (NS), des espèces consommables ($p < 0.066$), des espèces-cibles de la chasse (NS), fréquences des loches (NS), densité des perroquets (NS).** La situation est en général moins bonne dans les réserves que dans la partie non réserve de l'AGDR. Sur l'habitat Détritique, principalement rencontré sur la barrière, la situation est également meilleure dans l'AGDR que hors réserve et en réserve. Sur l'habitat Fond lagunaire, les densités sont parfois plus élevées hors réserve que dans l'AGDR et les réserves, par ex. pour les espèces commerciales et les chirurgiens.

En résumé, **sur l'habitat principal des ressources (Corail vivant), l'état des ressources est moins satisfaisant en réserve sur le récif barrière que dans la Réserve Pewhane.** Par contre, sur ce même récif barrière, **l'état des ressources est plus satisfaisant dans la partie AGDR hors RE que dans les réserves** de Whanga Ledane et Whan-denece Pourape.

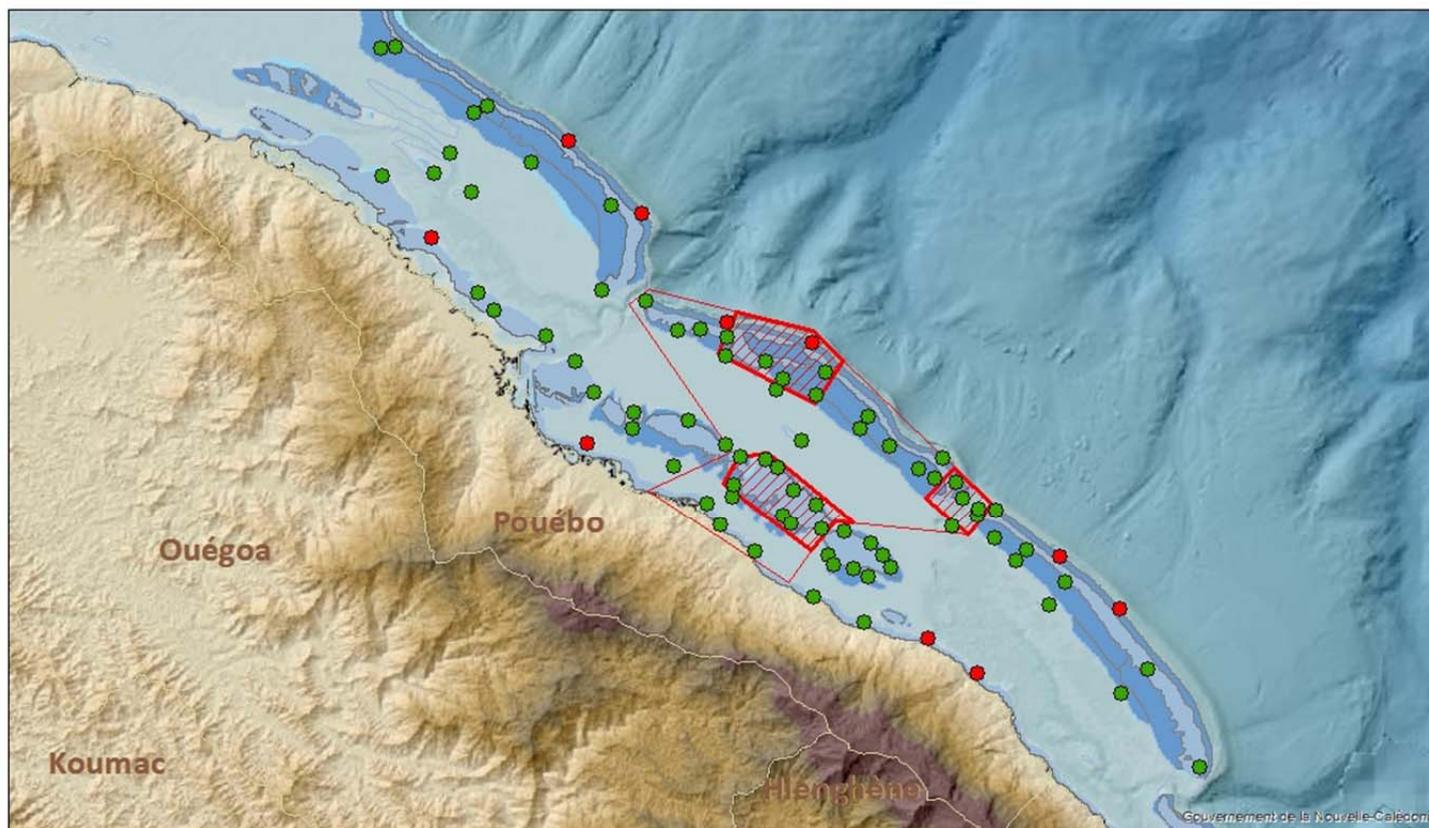
Tableau 15. Synthèse des indicateurs pertinents pour l'objectif de gestion durable des ressources. Fiches métriques en annexe : 10.10 à 10.24. Ensemble=ensemble de la zone. Pewhane=Récifs intermédiaires. Barrière=Récif barrière.

Indicateur	Etat	Commentaires
Densité des espèces commerciales (10.10)	Ensemble	<ul style="list-style-type: none"> Habitat Corail vivant: Densité plus élevée en RE (NS) Différences non marquées dans les autres habitats Densités comparables sur frangeant et intermédiaire
	Barrière	<ul style="list-style-type: none"> Habitat Corail vivant et Détritique: Densité plus élevée en AGDR (NS) Habitat Fond lagunaire : Densité plus élevée HR (NS)
	Pewhane	<ul style="list-style-type: none"> Habitat Corail vivant : densité plus élevée en RE que HR ($p < 0.06$) et AGDR ($p < 0.02$)
Densité des grands et moyens poissons des espèces commerciales (10.11)	Ensemble	Sur habitat Corail vivant, densité plus élevée pour les individus moyens (NS) et pas de différences marquées pour les grands poissons
	Pewhane	Sur habitat Corail vivant : -densité des moyens plus élevée en RE que HR ($p < 0.05$) et que AGDR (NS) -densité des grands plus élevée en RE que HR ($p < 0.0002$) et que AGDR (NS)
Densité des espèces consommables (10.12)	Ensemble	<ul style="list-style-type: none"> Pas de différences en fonction du statut Sur les habitats Corail vivant et Fond lagunaire, densités assez élevées.
	Barrière	<ul style="list-style-type: none"> Habitat Corail vivant : densité plus élevée dans AGDR que dans RE ($p < 0.066$), et dans AGDR que HR (NS) Habitat Détritique: Densité plus élevée en AGDR (NS)

	Pewhane	Habitat Corail vivant : densité plus élevée dans RE que HR ($p < 0.06$) et que dans AGDR (1 seule obs.)
Fréquence d'occurrence de la saumonée petits points (<i>P.leopardus</i>) (10.13)		<ul style="list-style-type: none"> • 5 individus du genre <i>Plectropomus</i> observés seulement sur habitat Corail vivant : Fréquence minimale sur les campagnes 2012, y compris en se limitant à l'habitat corail vivant • Observations insuffisantes lors de la campagne pour conclure sur l'effet de la protection
Fréquence d'occurrence des loches (10.14)		<ul style="list-style-type: none"> • Fréquence assez élevée sur leurs habitats habituels. • Habitat Corail vivant : fréquence plus élevée en RE (NS) • Pas de différence de densité entre statuts
	Pewhane	<ul style="list-style-type: none"> • Habitat Corail vivant : Densité plus élevée dans RE (Pewhane) que HR ($p < 10^{-16}$) et AGDR (non testable) • Densité relativement élevée sur Fond lagonaire • Différences NS sur les autres habitats
	Barrière	<ul style="list-style-type: none"> • Habitat Corail vivant : différences peu marquées entre statuts • Densité plus élevée en AGDR (Fond lagonaire) et en RE (Habitat détritique), mais NS
Fréquence des becs de cane (10.15)		<ul style="list-style-type: none"> • Habitats habituels peu représentés dans la campagne • Observations insuffisantes dans cette campagne
Fréquence d'occurrence et densité des Lethrinidae pêchés (10.16)		<ul style="list-style-type: none"> • Présence sur quatre habitats. Densités relativement faibles. Habitats préférés peu représentés. • Pas de différences pertinentes entre statuts de protection. Pas de situation particulière sur barrière ou intermédiaire
Fréquence d'occurrence et densité du Dawa (<i>N. unicornis</i>) (10.17)		<ul style="list-style-type: none"> • Habitat Corail vivant : Densités assez similaires à celles observées à Hyehen et Borendy en 2012 • Fréquence d'occurrence et densité d'abondance un peu plus élevées en RE que HR (mais NS)
Densité d'abondance des chirurgiens (Acanthuridae) (10.18)		<p>Situation contrastée selon les habitats :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corail vivant : Dens. élevée et RE > AGDR > HR (NS) • Détritique : Dens. moyenne et AGDR > RE > HR (NS) • Fond lagonaire : Dens. moyenne et HR > RE > AGDR (NS)
	Barrière	<p>Situation contrastée selon les habitats :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corail vivant : Dens. élevée et AGDR > RE > HR (NS) • Détritique : Dens. moyenne et AGDR > RE > HR (NS) • Fond lagonaire : Dens. moyenne et HR > RE > AGDR (NS)
	Pewhane	Densité plus élevée en RE sur les habitats où la famille est rencontrée, très significativement sur habitat Corail vivant ($p < 3.10^{-5}$, GLM Gamma)
Densité d'abondance des chirurgiens commerciaux (10.19)		<ul style="list-style-type: none"> • Densités plus élevées en RE (en AGDR pour habitat détritique), mais différences NS • Habitat Corail vivant : Densités plus élevées en RE, du à Réserve Pewhane, mais différences NS

Densité d'abondance des perroquets (Scaridae) (10.20)		<ul style="list-style-type: none"> • Densités plus élevées sur habitat Corail vivant. • Pas de différences significatives selon le statut de protection • Barrière: densité plus élevée dans AGDR - Pewhane: densité plus élevée dans RE
Densité des picots (Siganidae) (10.4)		Densités faibles en général; densité plus élevée en RE sur habitat Corail vivant (NS)(moyenne 0.52 ind/ 100m ²)
Densité d'abondance des poissons d'espèces-cibles de la chasse (10.21)	Pewhane	<ul style="list-style-type: none"> • Densités plus élevées sur habitat Corail vivant. • Pas de différences significatives selon le statut de protection • Effet du statut de protection significatif (GLM Gamma, $p < 0.028$) • Différences par habitat NS, bien que densité nettement plus élevée dans RE que HR et dans AGDR
	Barrière	Habitat Corail vivant : Densité élevée et plus élevée dans AGDR et RE que HR (NS)
Densité et Proportion de grands poissons d'espèces-cibles de la chasse (10.22)		<ul style="list-style-type: none"> • Densités de grands individus plus importantes dans l'habitat Corail vivant. • Pas de différences significatives en fonction du statut de protection
Densité d'abondance des espèces-cibles de la ligne (10.23)		<ul style="list-style-type: none"> • Espèces assez fréquentes quel que soit l'habitat • Densités faibles en général, pas d'effet apparent du statut de protection
Densité et Proportion de grands poissons d'espèces-cibles de la ligne (10.24)		<ul style="list-style-type: none"> • Très faibles densités de grands individus en comparaison avec les espèces-cibles de la chasse • Proportion de grands individus plus élevée en AGDR, différence non significative.

8. Plan d'échantillonnage recommandé pour un suivi



Plan d'échantillonnage conseillé
dans le cadre d'un suivi
(85 staviro)

Pouébo

Légende

Stations présentes sur la campagne 2012

- non
- oui
- ▨ Zones I.B
- AGDR

Copyright: fond_relief - Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie

Projet AMBIO



Ifremer

0 3,75 7,5 15
Kilomètres

9. Bibliographie

- 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.
- Clua, E., Legendre, P., Vigliola, L., Magron, F., Kulbicki, M., Sarramegna, S., Labrosse, P., Galzin, R. (2006). Medium scale approach (MSA) for improved assessment of coral reef fish habitat. *Journal of Experimental Biology and Ecology* 333: 219-230.
- 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 (2011a). 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.
- Pelletier, D., D. Mallet and Y. Reecht (2011b). Fiches de rendu par métrique : Métriques calculées à partir de stations vidéos rotatives (STAVIRO). PAMPA/NC/WP2/1. 49 p.
- Pelletier, D., K. Leleu, D. Mallet, G. Hervé, G. Mou Tham, M. Boureau and N. Guilpart (2012). "High-Definition Rotating Video Enables Fast Spatial Survey of Marine Underwater Macrofauna and Habitats." *PLoS ONE* 7(2): e30536.
- Wantiez, L. (2010). Plan de suivi opérationnel de l'ensemble du Bien récifal et lagunaire 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, F. Bouilleret and O. Gil (2010). Etat zéro des communautés biocénétiques avant la mise en place de zones de type I.B - Aire Marine Protégée de Yambé-Diahoué. CRISP. Nouméa, Projet CRISP, Composante 1A: 66 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.

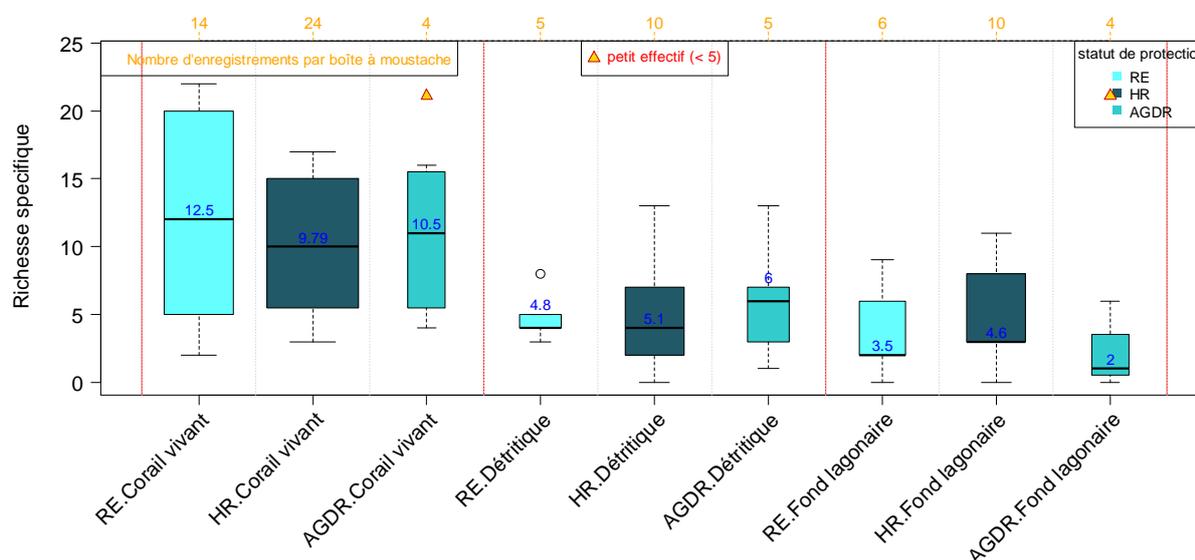
10. Annexe 1. Fiches métriques

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

Lien avec les objectifs et actions de gestion

But de gestion	Restauration et Conservation de la biodiversité
Objectif	Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème
Pertinence	La richesse spécifique par station quantifie la diversité des espèces observées (surface et durée d'observation doivent être standardisées).

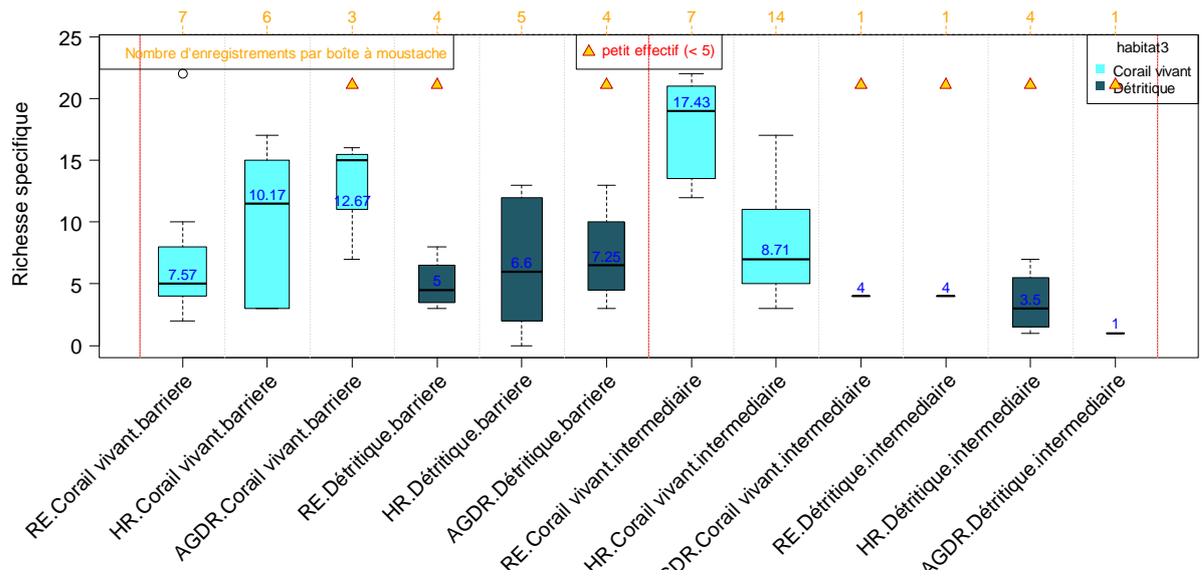
Calcul de la métrique : Nombre d'espèces observées par station dans un rayon de 10 m autour de la STAVIRO.



Tests statistiques et résultats

- La RS est plus élevée dans l'habitat Corail vivant que dans les deux autres.
- Sur l'habitat Fond lagonaire, signes de densité plus élevée hors réserve (patates isolées)
- Différences selon le statut de protection au sein de chaque habitat non significatives sur l'ensemble des données (GLM Gamma à 2 facteurs habitat et statut de protection)

Analyse séparée pour la Réserve Pewhane : Au sein de l'unité géomorphologique « Récifs Intermédiaires », pour l'habitat Corail vivant, la RS est significativement plus élevée en statut RE qu'en HR ($p < 0.001$, GLM Gamma)(Figure page suivante).



Diagnostic (tendance non évaluée)

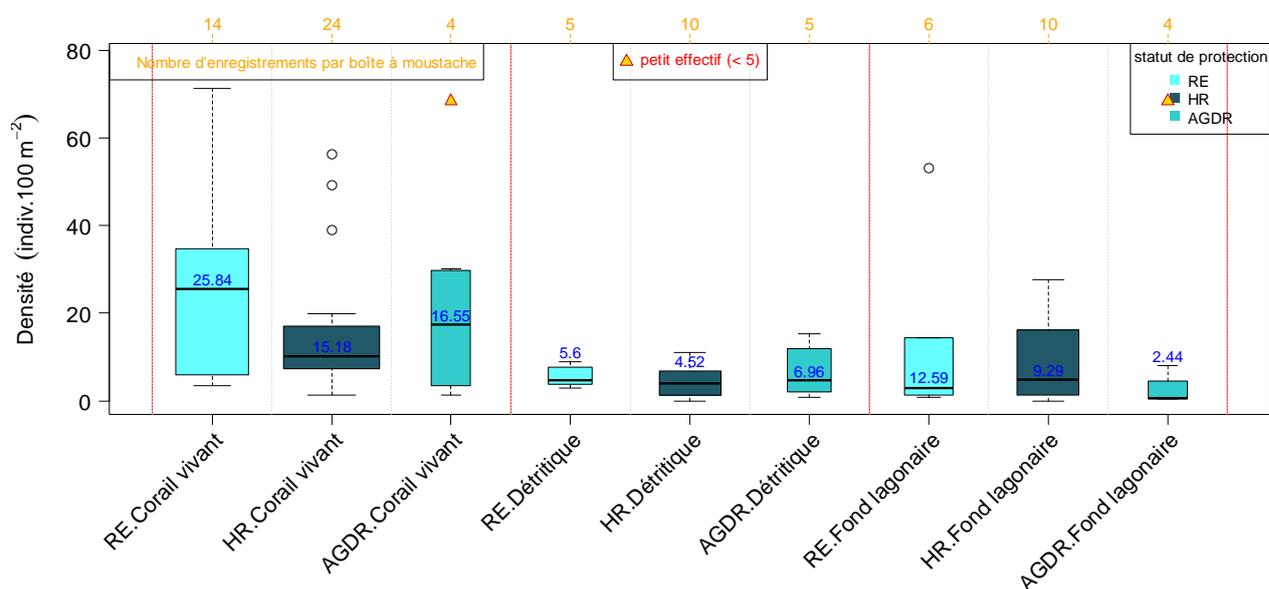
Etat	Commentaires
	<ul style="list-style-type: none"> • RS plus élevée dans l'habitat Coraïl vivant que dans les autres habitats • Habitat Coraïl vivant : RS plus élevée en RE (NS) • Habitat Fond lagonaire : RS plus élevée hors réserve (patates isolées)(NS) • Différences non significatives selon le statut de protection ou l'habitat sur l'ensemble des données
	Réserve Pewhane : RS significativement plus élevée en RE sur habitat Coraïl vivant ($p < 0.001$)

10.2. 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).



- Habitat Corail vivant : densités d'abondance plus élevées en RE et AGDR qu'en HR (GLM Gamma, un facteur statut de protection, $p < 0.05$)
- Pour les autres habitats, les différences de densité selon le statut sont peu marquées et non significatives

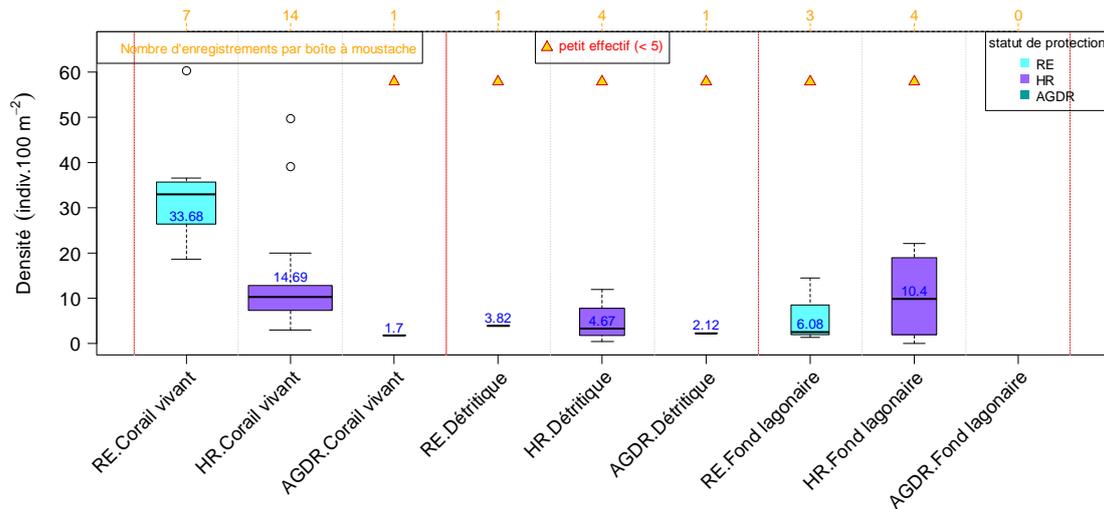
Analyse séparée pour la Réserve Pewhane (Récifs intermédiaires)

(Figure page suivante)

- Habitat Corail vivant : Densité en RE > densité AGDR > densité HR (GLM Gamma, toutes différences significatives :

RE > HR	$p < 0.066$
RE > AGDR	$p < 0.031$
AGDR > HR	$p < 10^{-5}$

- Habitat Fond lagonaire : Signes de densité plus élevée HR, mais non significatif
- Habitat Détritique : densités similaires entre RE et HR



Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
	Densité plus élevée en RE et AGDR sur l'habitat le plus diversifié, effet protection significatif ($p < 0.05$), comparaisons multiples non significatives Sur les autres habitats, les différences selon le statut sont peu marquées
	Réserve Pewhane : Habitat « Coraill vivant » : Densité significativement plus élevée en RE par rapport à AGDR ($p < 0.031$), RE par rapport à HR ($p < 10^{-5}$), et AGDR par rapport à HR ($p < 0.066$)

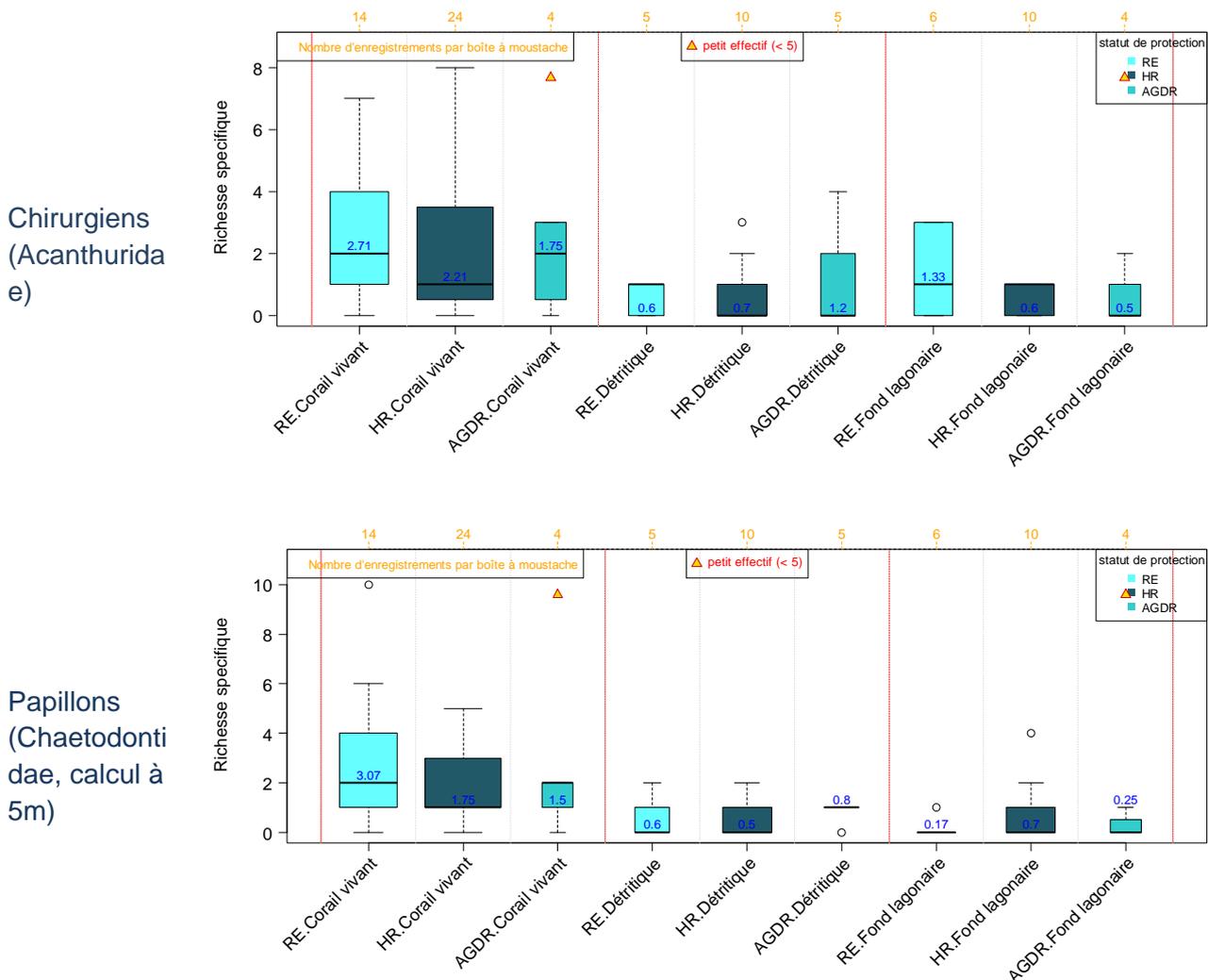
10.3. Richesse spécifique par famille (principales familles)

Lien avec les objectifs et actions de gestion

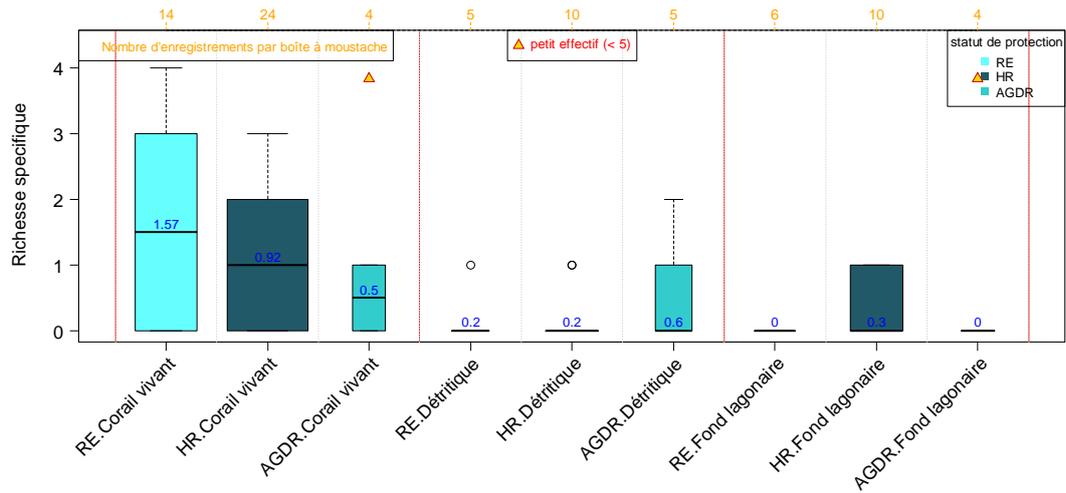
But de gestion	2. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectifs	2.1. Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème 2.4. Maintien d'un ensemble représentatif d'habitats
Pertinence	La richesse spécifique devrait être plus élevée dans les stations situées dans 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.

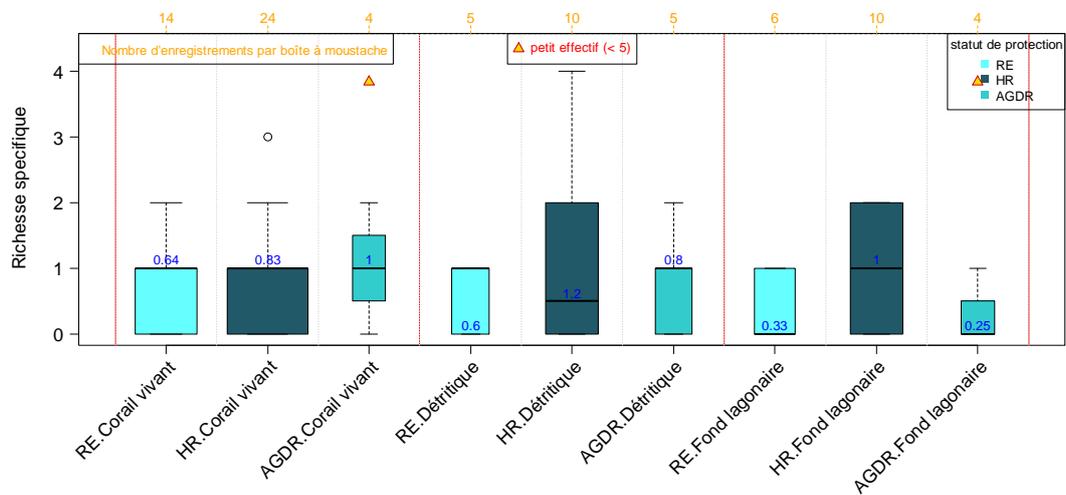
Résultats



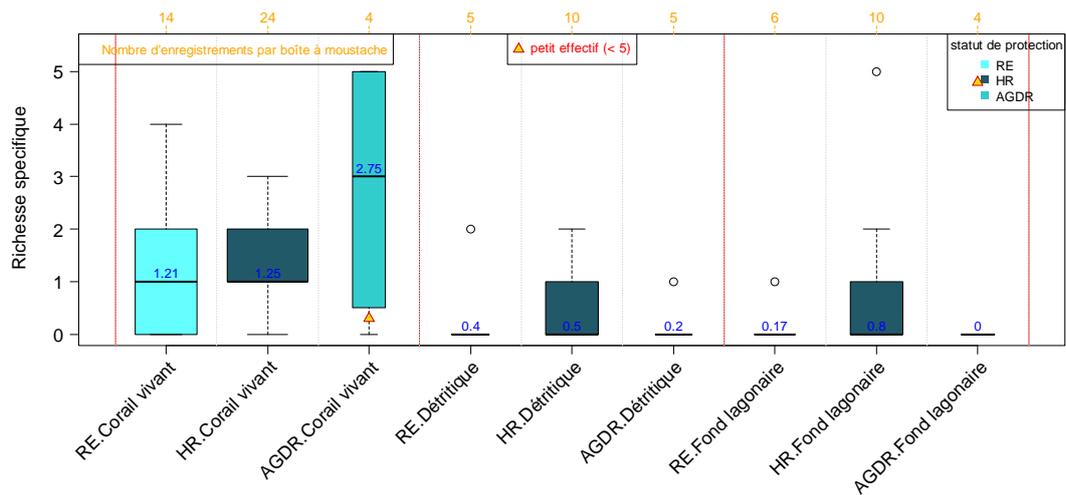
Labres
(Labridae)



Rougets-
Barbets
(Mullidae)



Perroquets
(Scaridae)



- Autres familles : Faibles valeurs de RS observées, pas de graphique.

Bilan par famille	
Chirurgiens	Pas de différences marquées entre statuts ; Réserve Pewhane (unité géomorphologique Récifs Intermédiaires), pour l'habitat Corail vivant, RS plus élevée en RE que HR : effet significatif ($p < 0.05$), comparaison non significative
Papillons	Pas de différences marquées entre statuts ; Réserve Pewhane: pour l'habitat Corail vivant, RS plus élevée en RE que HR (non significatif).
Perroquets	Observés surtout sur habitat Corail Vivant. Sur cet habitat, RS plus élevée dans AGDR que HR et en RE (GLM Gamma, marginalement significatif, resp. $p < 0.11$ et $p < 0.16$) Réserve Pewhane : pour l'habitat Corail vivant, RS bien plus élevée en AGDR que dans HR (mais NS)
Labres	Observés surtout sur habitat Corail Vivant. Sur cet habitat, RS plus élevée en RE (non significatif) Réserve Pewhane, pour l'habitat Corail vivant, RS plus élevée en RE que HR ($p < 0.05$, GLM Gamma)
Mullidae	Valeurs assez faibles, mais famille présente sur tous les habitats et statuts Habitat Corail vivant : RS plus élevée en RE (non significatif) Autres habitats : signes de RS plus élevée HR (non significatif)
Lethrinidae Lutjanidae	Entre 0 et 1 espèce rencontrée par station, occasionnellement 2.
Serranidae	Entre 0 et 1 (occasionnellement 2) espèce rencontrée par station RS faibles sur l'ensemble des habitats et statuts de protection, excepté sur l'habitat Corail vivant en RE et AGDR où les RS moyennes sont respectivement de 0.64 et 0.5 espèces par station

Diagnostic (tendance non évaluée)

Famille	Etat	Commentaires
Chirurgiens		Pas de différences marquées entre statuts
		Pewhane: Habitat Corail vivant: RS plus élevée en RE que HR ($p < 0.05$)
Papillons		Pas de différences marquées entre statuts
		Pewhane: Habitat Corail vivant: RS plus élevée en RE que HR (NS)
Perroquets		Observés surtout sur habitat Corail vivant Sur cet habitat: RS plus élevée dans AGDR que HR et en RE (limite significatif, resp. $p < 0.11$ et $p < 0.16$) ; Pewhane : différence plus marquée (mais NS)
Labres		Observés surtout sur habitat Corail vivant RS plus élevée en RE que HR sur l'habitat le plus diversifié (Corail vivant); Différence significative pour la Réserve Pewhane ($p < 0.05$)
Barbillons		Valeurs assez faibles, famille présente sur tous habitats et statuts Habitat Corail vivant : RS plus élevée en RE (non significatif) Autres habitats : signes de RS plus élevée HR (non significatif)
Loches		RS faibles sur l'ensemble des habitats et statuts de protection, excepté sur l'habitat Corail vivant en RE et AGDR
Autres familles		Familles rarement observées dans les données 2012

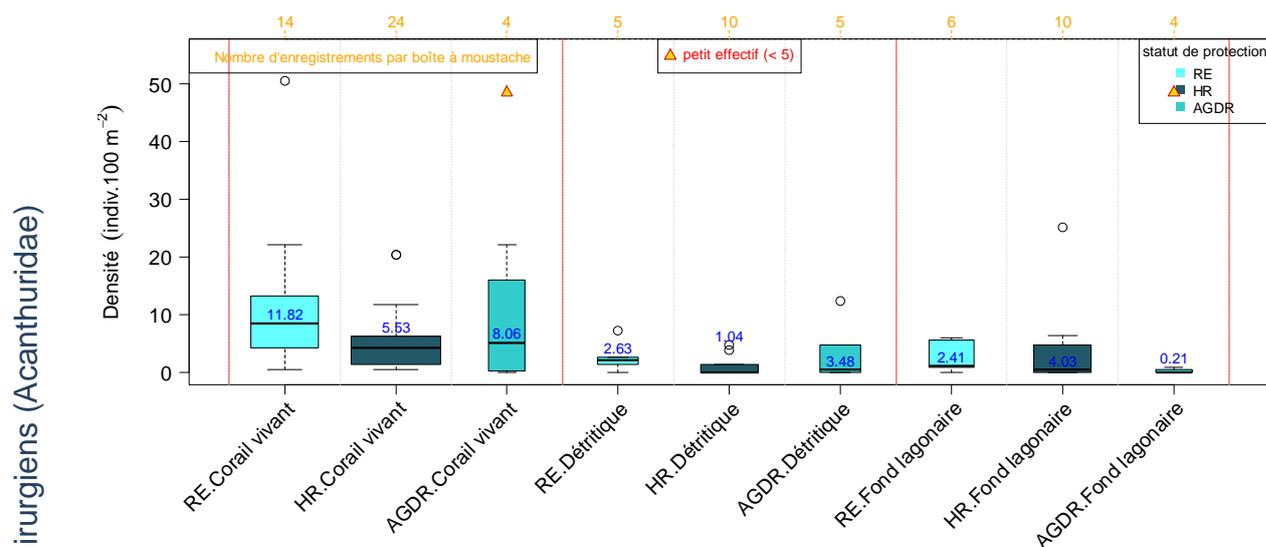
10.4. Densité d'abondance par famille

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).

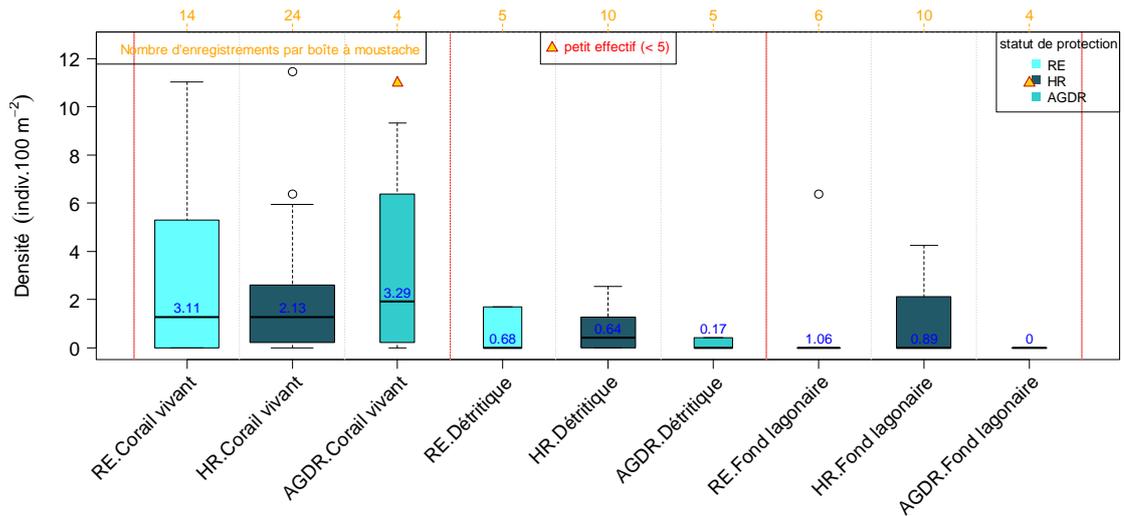
Calcul de la métrique : Densité d'abondance par famille (Acanthuridae, Scaridae, Chaetodontidae, Labridae, Lethrinidae, Lutjanidae, Mullidae, Serranidae, Siganidae) dans un rayon de 5 m autour de la STAVIRO (en ind/100m²).

Résultats



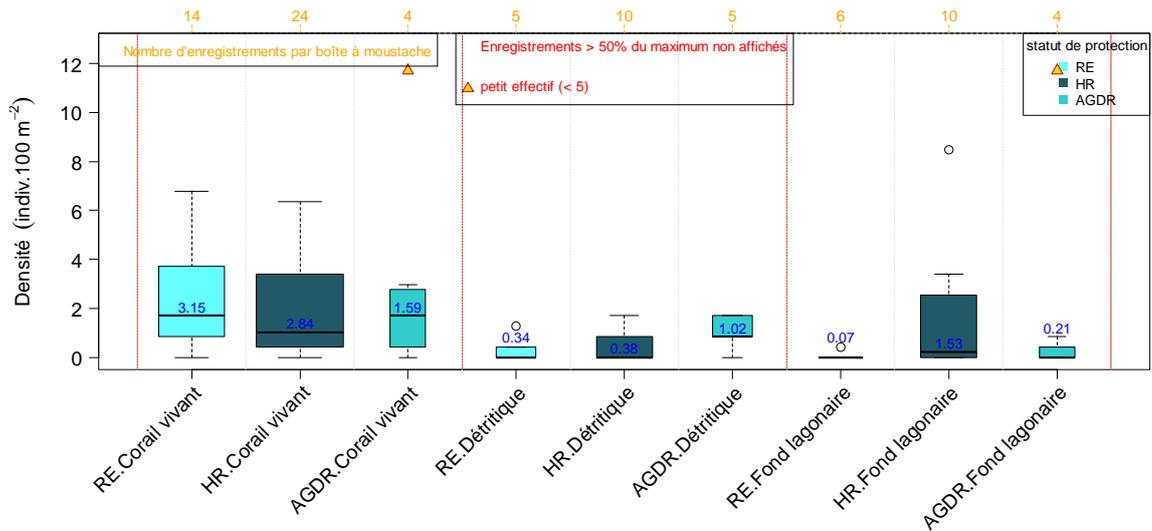
- Habitat Corail vivant : Densité élevée et RE > AGDR > HR (non significatif)
 - Habitat Fond lagonaire : Densité moyenne et HR > RE > AGDR (NS) Habitat Détritique : Densité moyenne et AGDR > RE > HR (NS) (dû au récif barrière)
- Réserve Pewhane (unité géomorphologique Récifs Intermédiaires), densité plus élevée en RE sur les deux habitats où la famille est rencontrée (Corail vivant et Fond lagonaire), différence très significative sur habitat Corail vivant ($p < 3.10^{-5}$, GLM Gamma)

Perroquets (Scaridae)



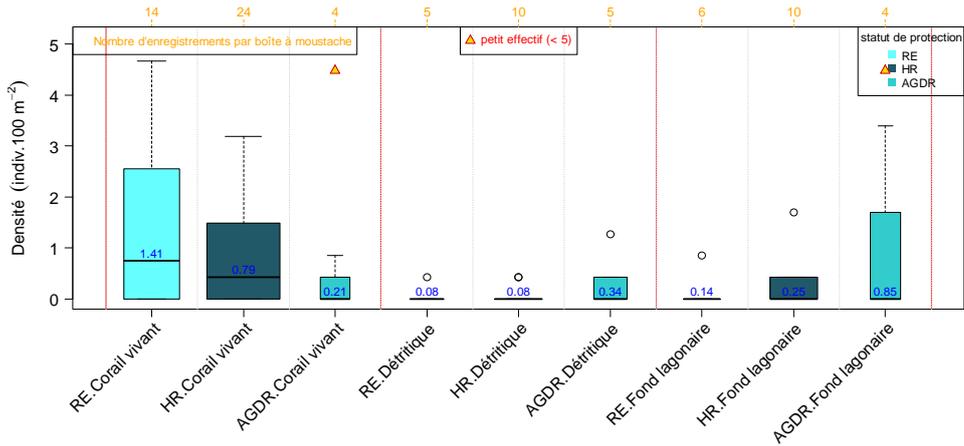
- Habitat Corail vivant: Densité élevée et plus élevée dans AGDR et RE que HR (non significatif) (dû au récif barrière)
- **Réserve Pewhane** : Densité moyenne en RE plus du double par rapport à HR (5.3 vs 2.25) mais NS, Densité moyenne faible dans AGDR
- Habitats Détritique et fond lagonaire : densités assez faibles et pas de différences marquées entre statuts

Papillons (Chaetodontidae)



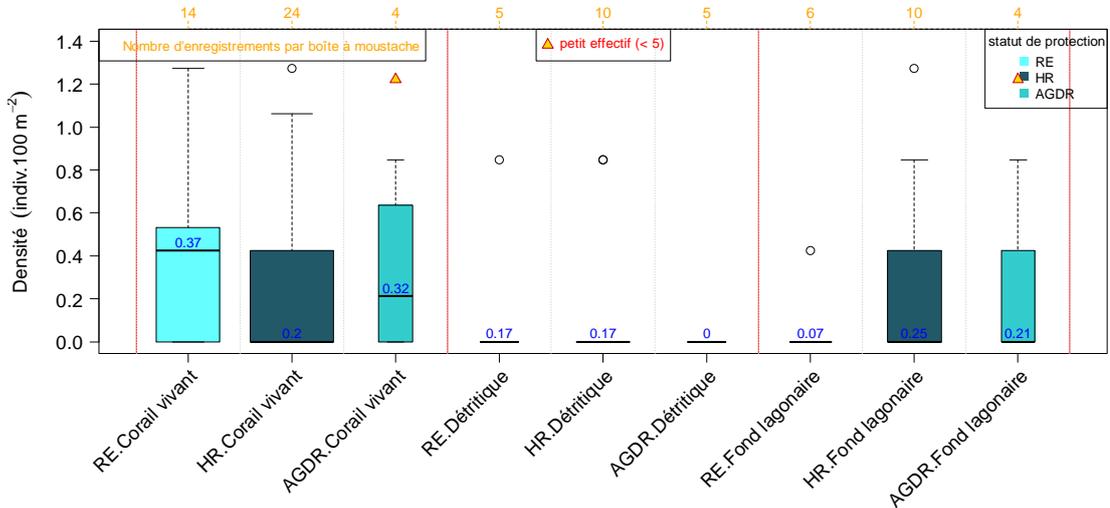
- Densités élevées dans l'habitat Corail vivant, assez faibles sur les autres habitats.
- Pas de différence significative entre statuts quel que soit l'habitat

Labres



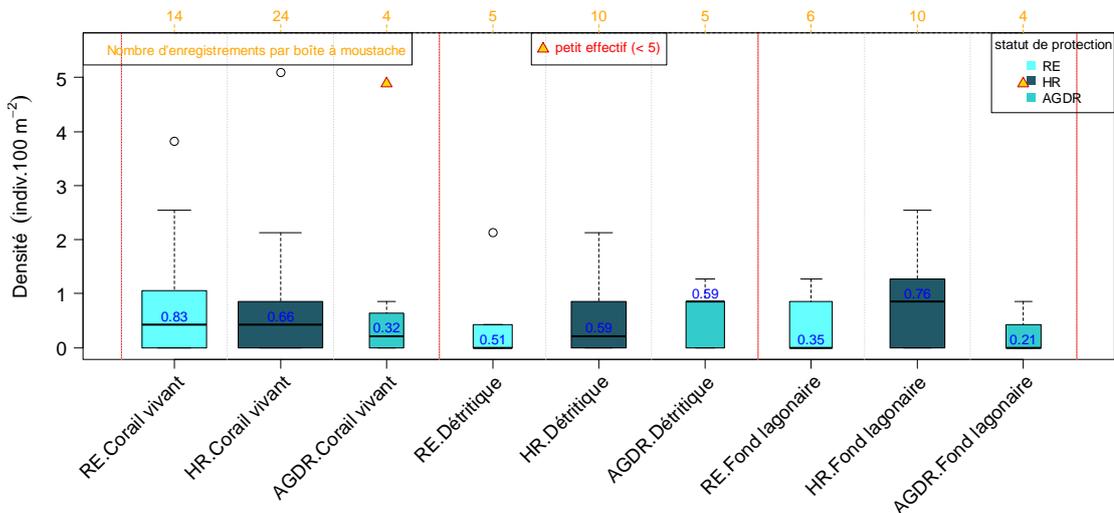
- Sur l'ensemble, différences peu marquées entre statuts de protection (par habitat)
- **Réserve Pewhane** (Récifs Intermédiaires), pour l'habitat Corail vivant, densité plus élevée en statut RE que HR ($p < 0.03$, GLM Gamma)

Loches (Serranidae)



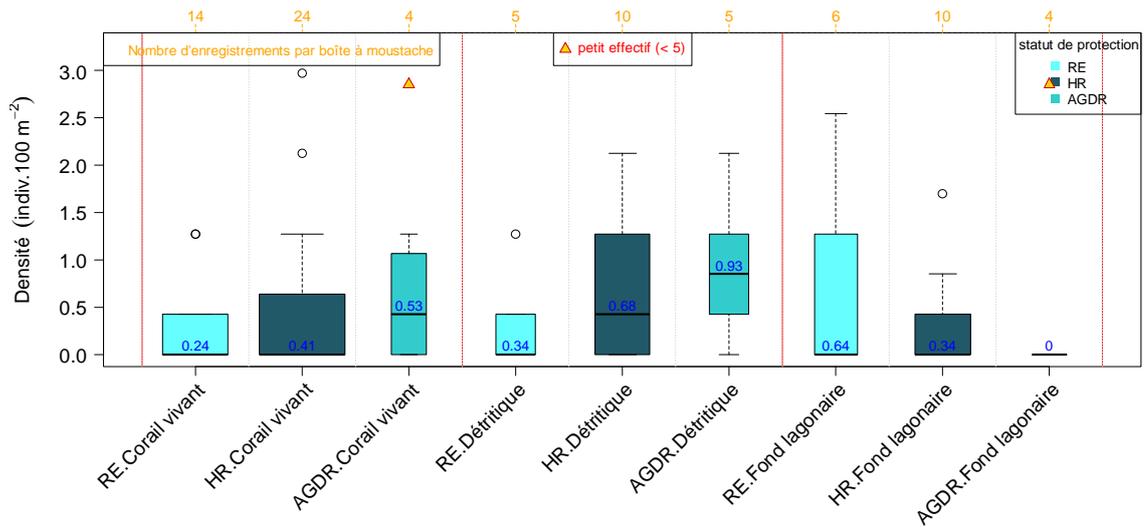
- Sur l'ensemble, différences peu marquées entre statuts de protection (par habitat)
- **Réserve Pewhane** (Récifs Intermédiaires), pour l'habitat Corail vivant, densité plus élevée en RE que HR ($p < 0.001$, LM log) et que dans AGDR ($p < 0.03$, LM log)

Barbillons (Mullidae)



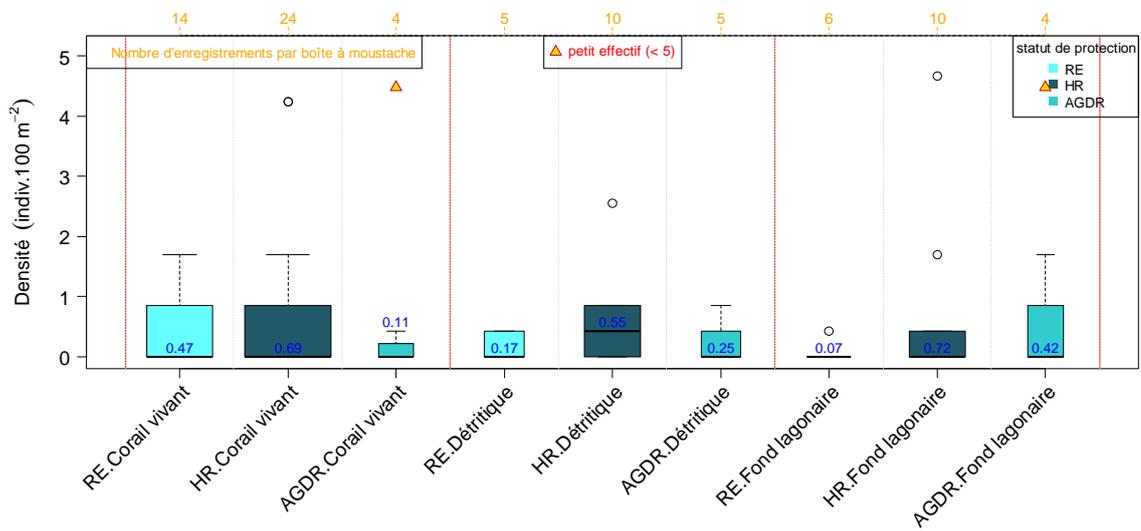
- Densités assez faibles mais non négligeables sur tous les habitats
- Pas de différences entre statuts quel que soit l'habitat

Balistes



- Densités assez faibles mais non négligeables sur trois habitats
- Pas de différences marquées entre statuts quel que soit l'habitat

Bossu et becs (Lethrinidae)



- Densités assez faibles mais non négligeables sur trois habitats (pas de Lethrinidae observés sur Algueraie et Herbiers)
- Plus grandes densités observées sur le récif frangeant, HR et ADGR sur fond lagonaire
- Différences peu marquées entre statuts

Lutjanidae Densités faibles quels que soient l'habitat ou le statut de protection (densités moyennes inférieures à 0.4 individus / 100m², sauf un banc de *L. kasmira* observé à une station) (observés sur Corail vivant et Fond lagonaire)

Siganidae Densités faibles quels que soient l'habitat ou le statut de protection (densité moyennes entre 0.2 et 2.1 individus/100m²) (observés sur Corail vivant et Détritique) ; moyenne sur Corail vivant en réserve : 0.51 ind/ 100m²

Diagnostic

	Etat	Commentaires
Chirurgiens		<ul style="list-style-type: none"> Habitat Corail vivant : Densité élevée et RE > AGDR > HR (non significatif) Habitat Fond lagonaire : Densité moyenne et HR > RE > AGDR (NS) Habitat Détritique : Densité moyenne et AGDR > RE > HR (NS) (dû au récif barrière)
		<ul style="list-style-type: none"> Réserve Pewhane: densité plus élevée en RE sur les habitats où la famille est rencontrée (Corail vivant et Fond lagonaire), différence très significative sur habitat Corail vivant ($p < 3.10^{-5}$, GLM Gamma)
Perroquets		<ul style="list-style-type: none"> Habitat Corail vivant: Densité élevée et plus élevée dans AGDR et RE que HR (non significatif) Densité moyenne faible dans AGDR Habitats Détritique et fond lagonaire : densités assez faibles et pas de différences marquées entre statuts
		<ul style="list-style-type: none"> Réserve Pewhane : sur habitat Corail vivant: Densité élevée et plus élevée dans AGDR et RE que HR Densité moyenne en RE plus du double par rapport à HR (5.3 vs 2.25), mais différence non significative
Poissons papillons		<ul style="list-style-type: none"> Densités élevées dans l'habitat Corail vivant, assez faibles sur les autres habitats. Pas de différence significative entre statuts quel que soit l'habitat
Labres		<ul style="list-style-type: none"> Sur l'ensemble, différences peu marquées entre statuts de protection (par habitat)
		<ul style="list-style-type: none"> Réserve Pewhane (Récifs Intermédiaires), pour l'habitat Corail vivant, densité plus élevée en statut RE que HR ($p < 0.03$, GLM Gamma)
Loches		<ul style="list-style-type: none"> Sur l'ensemble, différences peu marquées entre statuts de protection (par habitat)
		<ul style="list-style-type: none"> Réserve Pewhane (Récifs Intermédiaires), pour l'habitat Corail vivant, densité plus élevée en RE que HR ($p < 0.001$, LM log) et que dans AGDR ($p < 0.03$, LM log)
Barbillons Balistes		<ul style="list-style-type: none"> Densités assez faibles mais non négligeables sur tous les habitats Pas de différences entre statuts quel que soit l'habitat
Bossus et becs		<ul style="list-style-type: none"> Densités assez faibles mais non négligeables sur trois habitats (pas de Lethrinidae observés sur Algueraie et Herbiers) Plus grandes densités observées sur le récif frangeant, HR et ADGR sur fond lagonaire Différences peu marquées entre statuts
Lutjanidae		<ul style="list-style-type: none"> Densités faibles quels que soient l'habitat ou le statut de protection (densités inférieures à 5 individus / 100m²) (observés sur Corail vivant et Fond lagonaire)
Picots		<ul style="list-style-type: none"> Densités faibles en général; densité plus élevée en RE sur habitat Corail vivant (NS)(moyenne 0.52 ind/ 100m²)

Remarque : Certaines familles sont ubiquistes et peu ciblées par la protection (Barbillons et balistes).

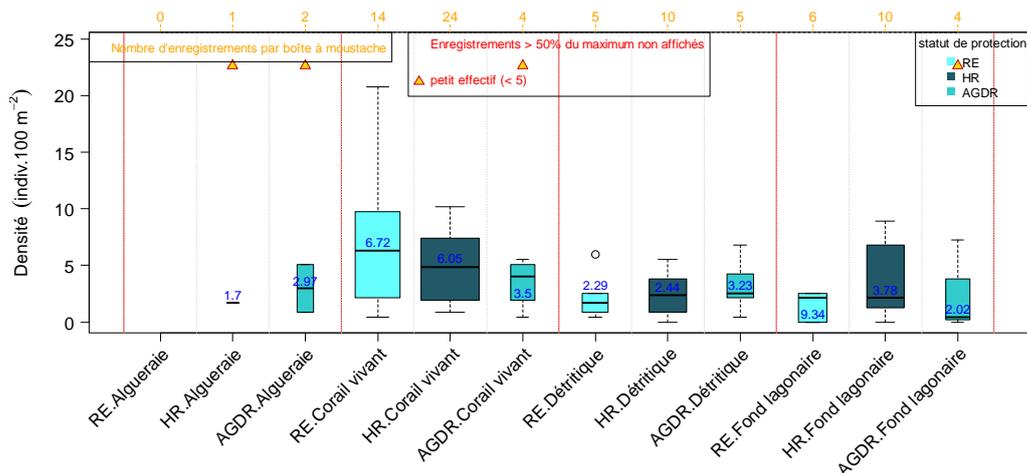
10.5. Densité d'abondance par groupe trophique

Lien avec les objectifs et actions de gestion

Buts de gestion	1. Exploitation durable des ressources halieutiques 2. Conservation de la biodiversité
Objectifs	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 un rayon de 5 m autour de la caméra rotative (densité rapportée à 100 m²).

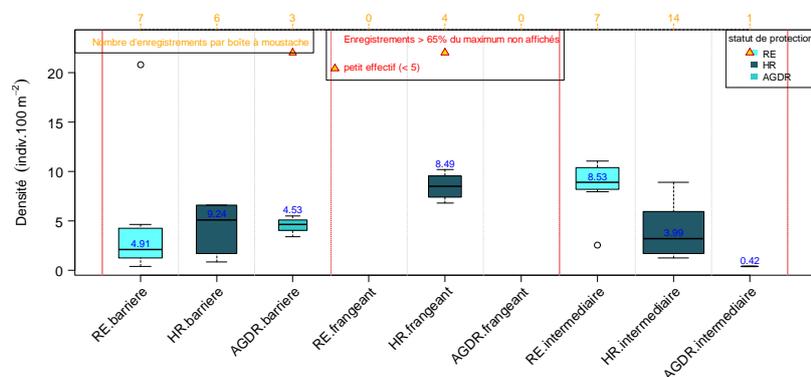
Prédateurs: Carnivores, Macro-carnivores et Piscivores



- Effets significatifs de habitat ($p < 0.009$) et statut de protection ($p < 0.02$) (GLM Gamma à 2 facteurs), mais différences NS
- Algoueraie : Densité plus élevée dans AGDR
- Situations variables selon l'unité géomorphologique et habitat (voir ci-dessous)

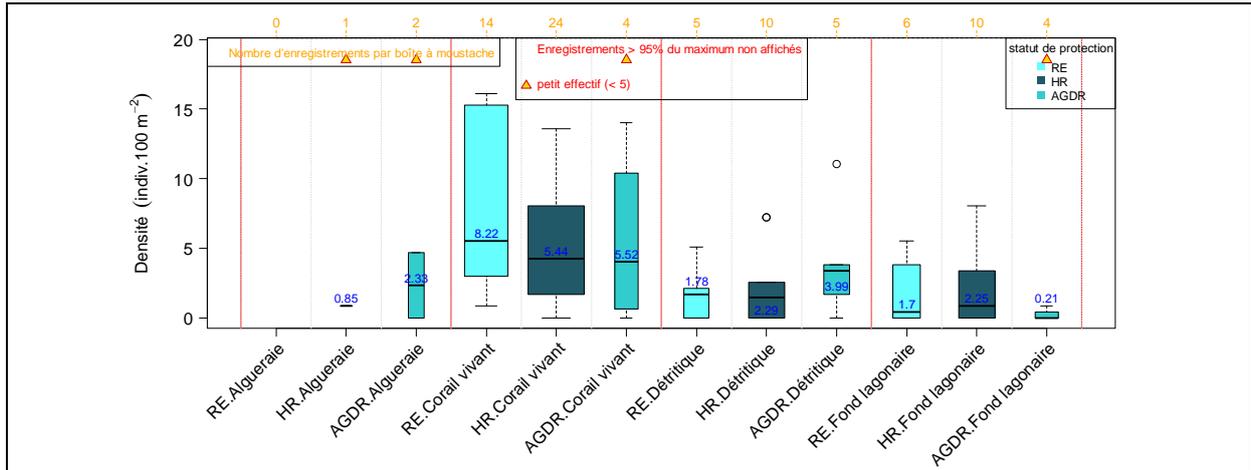
*Habitat Corail Vivant : (ci-contre) :

- RE : densité max sur intermédiaire (Pewhane) ($p < 0.006$)
- HR : densité max sur frangeant et barrière

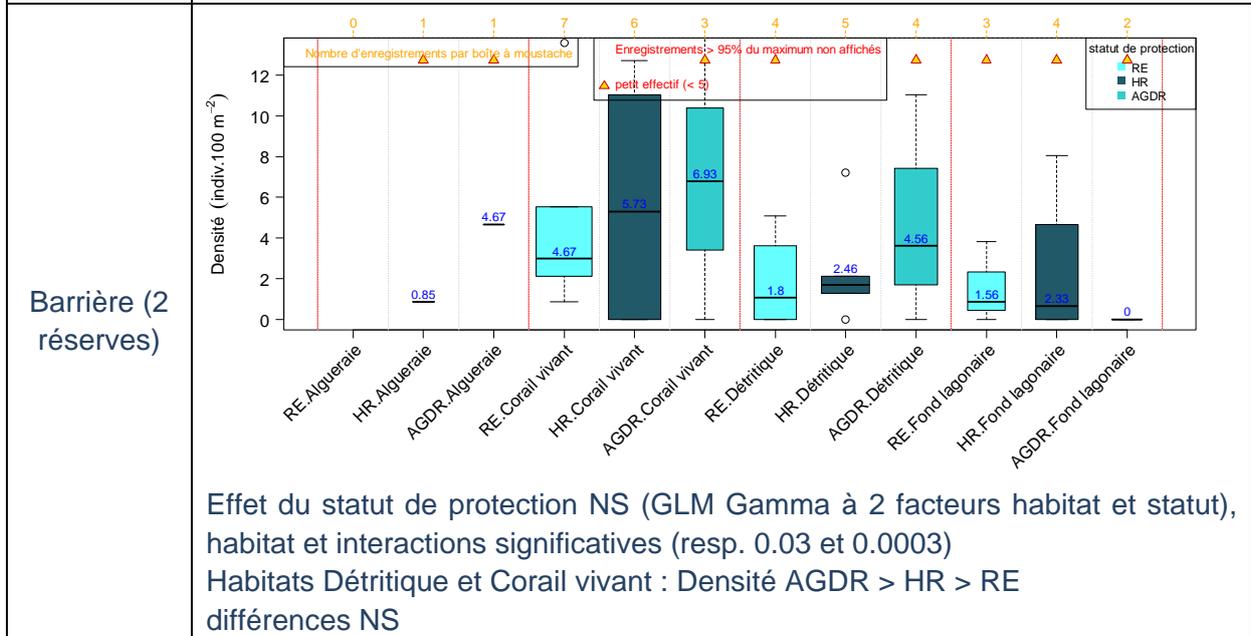
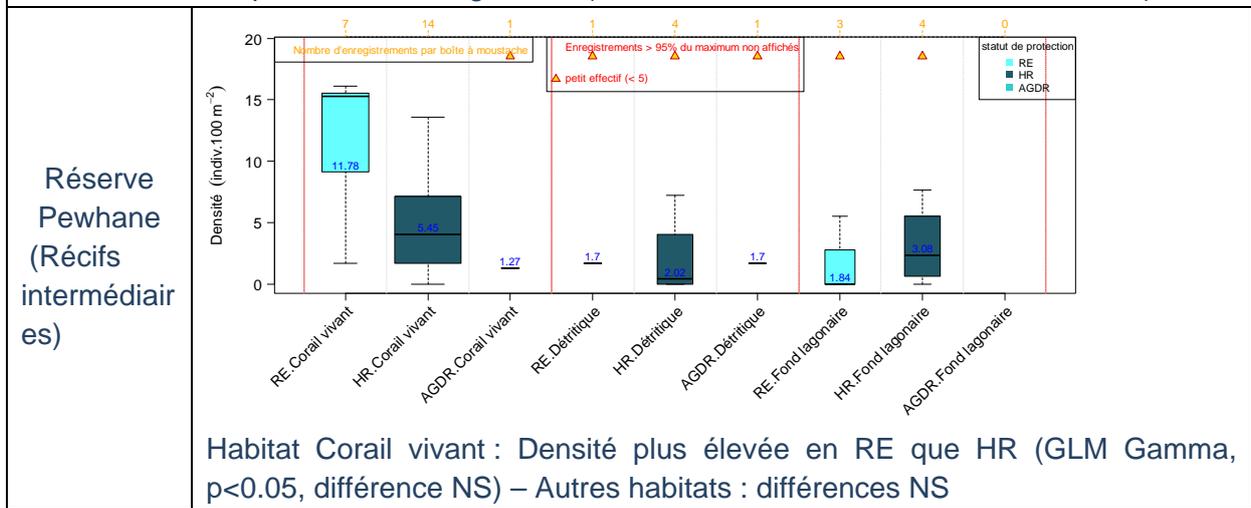


<p>Réserve Pewhane (Récifs intermédiaires)</p>	<p>Densité (indiv. 100 m⁻²)</p> <p>Nombre d'enregistrements par boîte à moustache</p> <p>petit effectif (< 5)</p> <p>statut de protection</p> <p>RE HR AGDR</p> <p>RE.Corail vivant HR.Corail vivant AGDR.Corail vivant RE.Détritique HR.Détritique AGDR.Détritique RE.Fond lagonaire HR.Fond lagonaire AGDR.Fond lagonaire</p> <p>Effets significatifs de habitat ($p < 0.002$), statut de protection ($p < 0.0002$) et interactions (0.02) (GLM Gamma à 2 facteurs) Habitat Corail vivant : densité plus élevée en RE que HR ($p < 0.0025$). et que dans AGDR (GLM Gamma, $p < 0.08$) Fond lagonaire, situation inverse mais différence NS (nb de stations moindre) Détritique : Densité plus élevée HR que dans AGDR (GLM Gamma, $p < 0.08$)</p>
<p>Barrière (2 réserves)</p>	<p>Densité (indiv. 100 m⁻²)</p> <p>Nombre d'enregistrements par boîte à moustache</p> <p>Enregistrements > 60% du maximum non affichés</p> <p>statut de protection</p> <p>RE HR AGDR</p> <p>RE.Algues raie HR.Algues raie AGDR.Algues raie RE.Corail vivant HR.Corail vivant AGDR.Corail vivant RE.Détritique HR.Détritique AGDR.Détritique RE.Fond lagonaire HR.Fond lagonaire AGDR.Fond lagonaire</p> <p>Situation contrastée selon les habitats, effets NS excepté interactions (GLM Gamma à 2 facteurs), Test par habitat : Fond lagonaire, effet significatif ($p < 0.007$) mais différence NS (trop de variabilité), Autres habitats : effets NS</p>
<p>Piscivores</p>	<p>Densités faibles quels que soient le statut de protection ou l'habitat (densités moyennes entre 0 et 0.42 individus/100m²). Densité élevée sur une station en réserve (habitat fond lagonaire) (44.5 individus/100m²) liée à un banc de jaunets (<i>L. kasmira</i>) Pas d'effet significatif du statut de protection</p>

Herbivores



Effet du statut de protection non significatif (GLM Gamma à 2 facteurs habitat et statut)



Planctonophages
 Densités faibles quels que soient le statut de protection ou l'habitat sauf sur habitat Corail vivant (densités entre 0 et 9 ind./100m², avec une station en réserve à densité élevée (34.3 individus/100m²) liée à un banc de fusiliers.
 Pas d'effet significatif du statut de protection (GLM Gamma)

Diagnostic (tendance non évaluée)

	Etat	Commentaires
Prédateurs		<ul style="list-style-type: none"> • Algueraie : Densité plus élevée dans AGDR • Effets significatifs de habitat ($p < 0.009$) et statut de protection ($p < 0.02$), différences NS
	Réserve Pewhane	<ul style="list-style-type: none"> • Effets significatifs de habitat ($p < 0.002$), statut de protection ($p < 0.0002$) et interactions ($p < 0.02$) • Habitat Corail vivant : densité plus élevée en RE que HR ($p < 0.0025$) et que dans AGDR (GLM Gamma, $p < 0.08$) • Fond lagonaire, situation inverse mais différence NS (nb de stations moindre) • Détritique : Densité plus élevée HR que dans AGDR (GLM Gamma, $p < 0.08$)
	Récif barrière (2 réserves+ AGDR)	<ul style="list-style-type: none"> • Situation contrastée selon les habitats, effets NS excepté interactions • Fond lagonaire : effet significatif ($p < 0.007$) mais différence NS (trop de variabilité) • Autres habitats : effets NS
Piscivores seulement		<ul style="list-style-type: none"> • Densités faibles quels que soient le statut de protection ou l'habitat sauf un banc de jaunets observé en RE • Pas d'effet significatif du statut de protection
Herbivores		Pas de différences entre statuts dans un même habitat
	Réserve Pewhane	<ul style="list-style-type: none"> • Habitat Corail vivant : Densité plus élevée en RE que HR (GLM Gamma, $p < 0.05$, différence NS) • Autres habitats: différences NS
Plancton ophages		<ul style="list-style-type: none"> • Densités faibles quels que soient le statut de protection ou l'habitat sauf sur habitat Corail vivant, densité élevée sur une station en RE due à un banc de fusiliers • Pas d'effet significatif du statut de protection

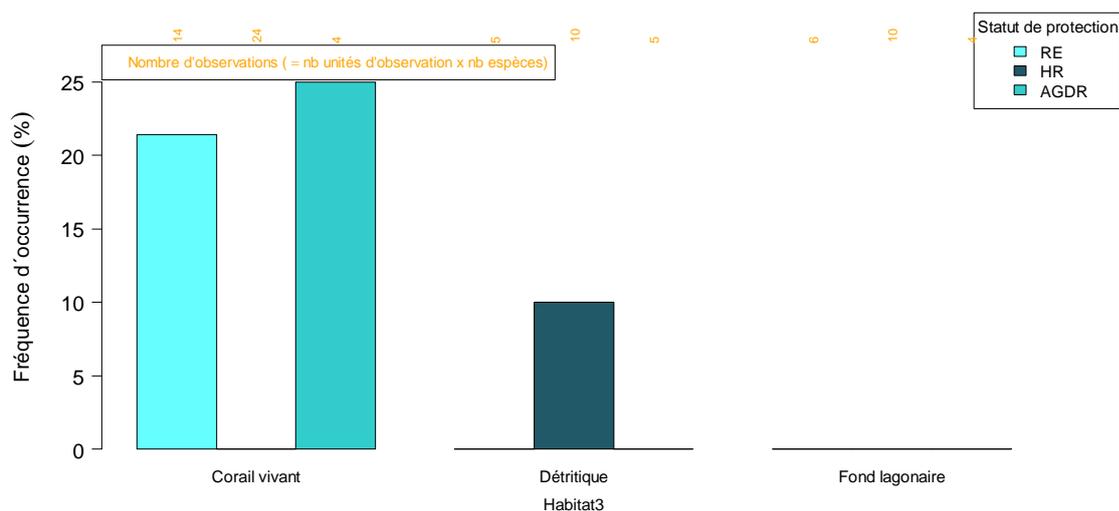
10.6. Fréquence d'occurrence du napoléon (*Cheilinus undulatus*)

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.

Résultats



- Dans l'habitat Corail vivant, trois individus ont été observés en RE et un en AGDR.
- Dans habitat détritique, un individu a été observé en HR.
- En 2012, la fréquence moyenne d'occurrence est de 5,8% ; elle était de 6,5% à Hyeheh en août, 0% à Borendy en juin et 2% à Bourail en mai.

Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
	Cinq d'individus observés dont 4 en RE (25 stations) et AGDR (16 stations) dans l'habitat corail vivant et 1 HR (45 stations) dans l'habitat Détritique Abondance maximale sur l'ensemble des campagnes 2012

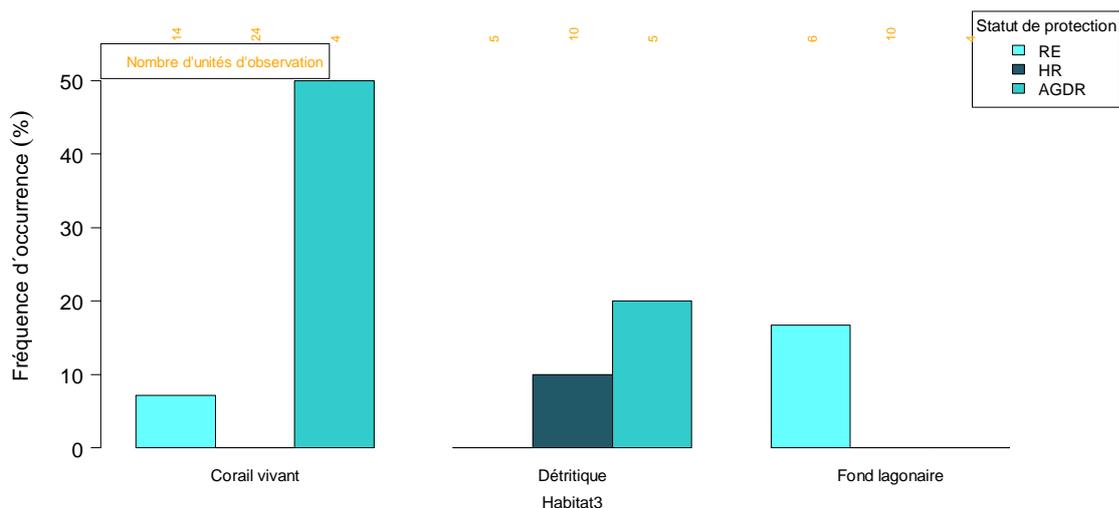
10.7. Fréquence d'occurrence des requins (famille Carcharhinidae)

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
Actions reliées	Faire évoluer le zonage et les niveaux de protection de l'AMP Actions d'information, actions contractuelles avec usagers
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



- 6 requins observés appartenant à 2 espèces (*C. amblyrhinchos* et *T. obesus*)
- 5 observés en RE ou AGDR et 1 observé HR.
- En 2012, la fréquence moyenne d'occurrence est de 7.1 %. Pour comparaison, elle a été 4.7 % à Hyehen en août, 6% à Borendi en juin et 8% à Bourail en mai.

Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
	Deux espèces et six observations, principalement en RE et en AGDR Fréquence élevée en comparaison des autres campagnes 2012 Espèce mobile, lien direct non avéré avec effet de la protection, mais abondance peut-être liée à une abondance de proies accrue dans RE et AGDR

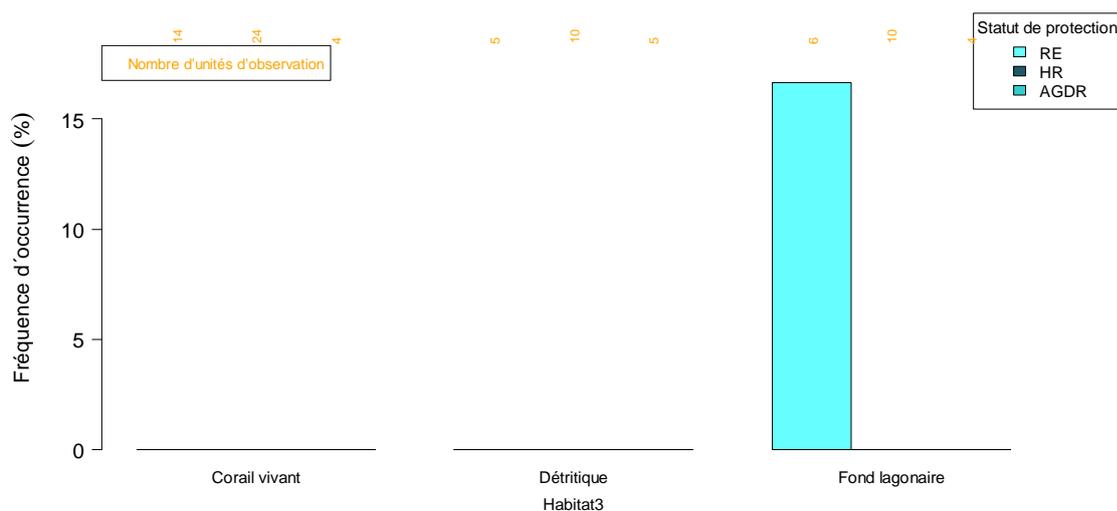
10.8. Fréquence d'occurrence des raies (famille Dasyatidae)

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
Actions reliées	Faire évoluer le zonage et les niveaux de protection de l'AMP Actions d'information, actions contractuelles avec usagers
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 (ici uniquement Dasyatidae) sont observées. Présence/absence pour les tests statistiques.

Résultats



- Une seule raie a été observée en RE dans l'habitat Fond lagonaire.

Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
	Observations insuffisantes pour conclure

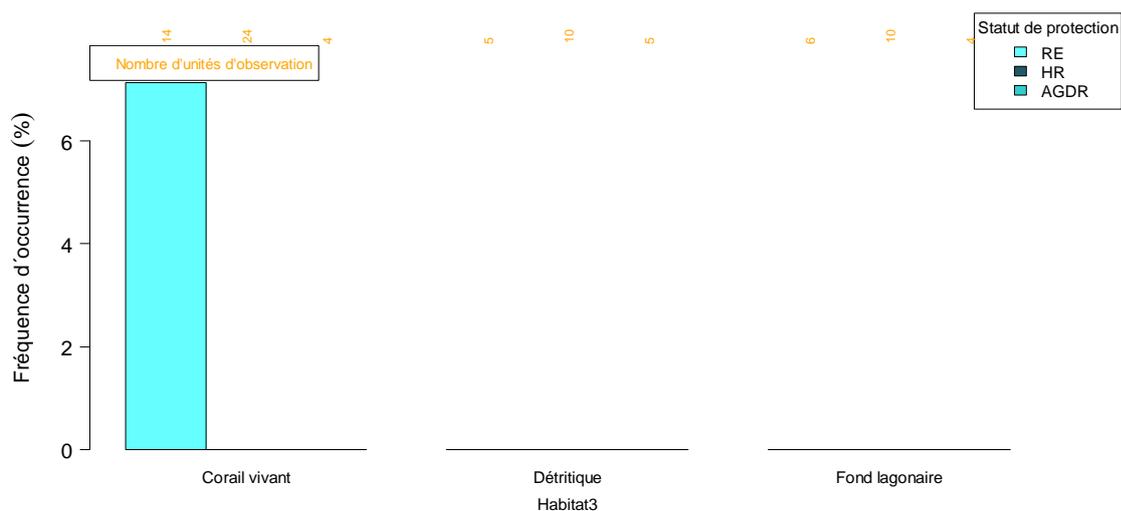
10.9. Fréquence d'occurrence des tortues (famille Cheloniidae)

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
Actions reliées	Faire évoluer le zonage et les niveaux de protection de l'AMP Actions d'information, actions contractuelles avec usagers
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



- Une seule tortue a été observée en RE dans l'habitat Corail vivant

Diagnostic (tendance non évaluée)

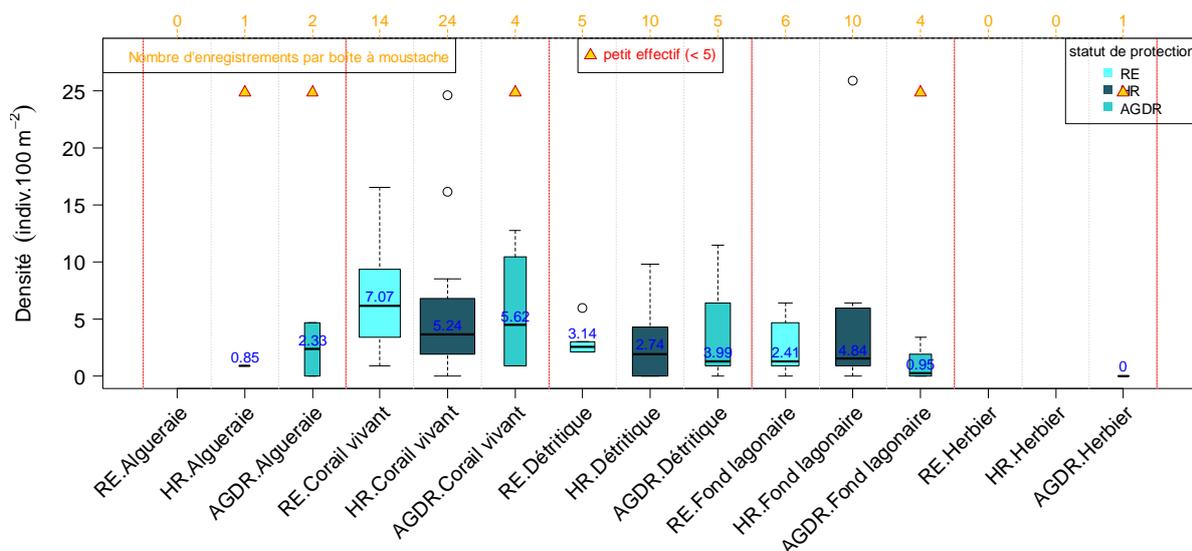
Etat	Commentaires
	Observations insuffisantes pour conclure

10.10. Densité d'abondance des espèces commerciales

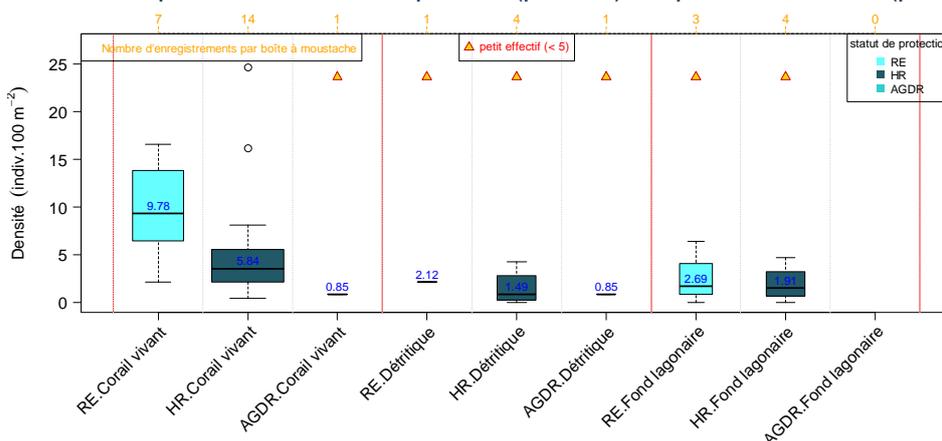
Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	Les espèces commerciales comprennent les principales espèces cibles et sont visées par tous les types de pêche. 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.



- Habitat Corail vivant : densité plus élevée en RE (différence non significative)
- Ci-dessous: Réserve Pewhane (Récifs intermédiaires), pour l'habitat Corail vivant, densité plus élevée en RE que HR ($p < 0.06$) et que dans AGDR ($p < 0.02$) (LM log).



Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
Ensemble	Habitat Corail vivant : Densité plus élevée en RE (NS) Différences non marquées dans les autres habitats
Barrière	Habitat Corail vivant: Densité plus élevée en AGDR (NS) Habitat Fond lagunaire : Densité plus élevée HR (NS)
Pewhane	Habitat Corail vivant: densité plus élevée en RE que HR ($p < 0.06$) et AGDR ($p < 0.02$)

10.11. Densité d'abondance des grands et moyens poissons des espèces commerciales

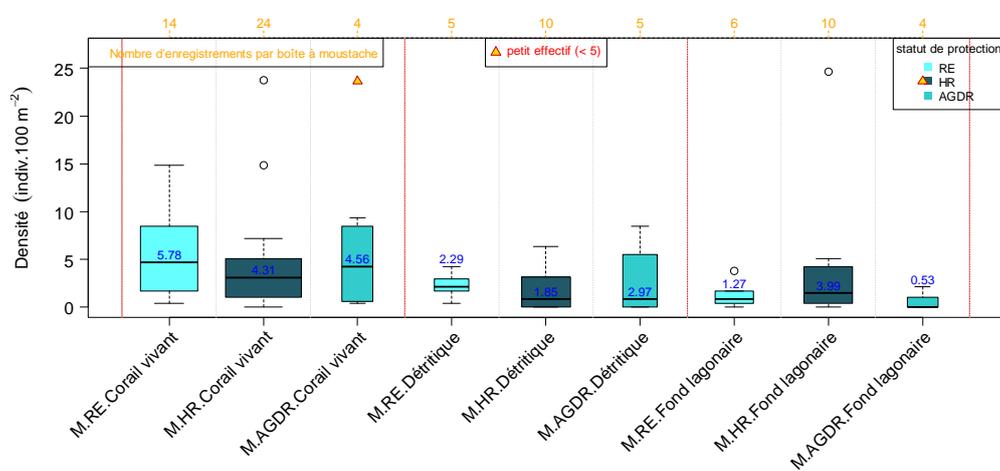
Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	Les espèces commerciales comprennent les principales espèces cibles et sont visées par tous les types de pêche. 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.

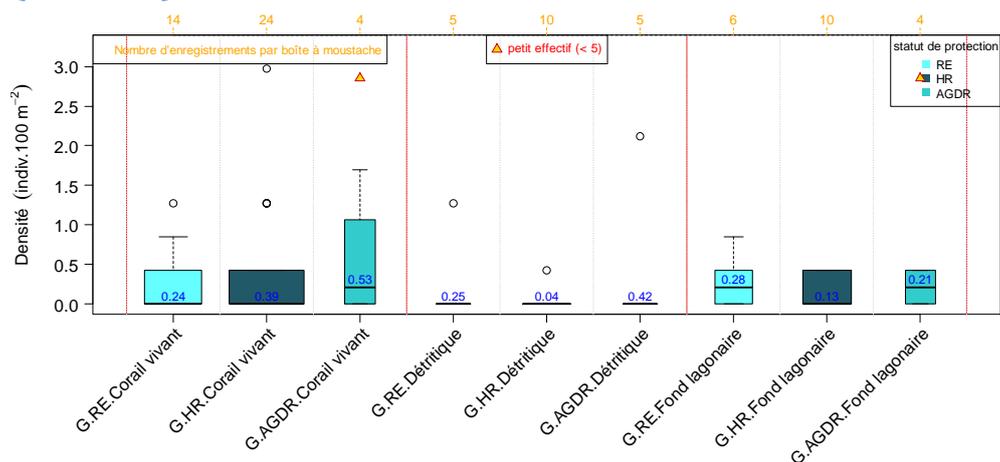
Calcul de la métrique : Densité des grands et des moyens individus d'espèces dites commerciales dans un rayon de 5 m autour de la STAVIRO.

Résultat

Ensemble de la zone

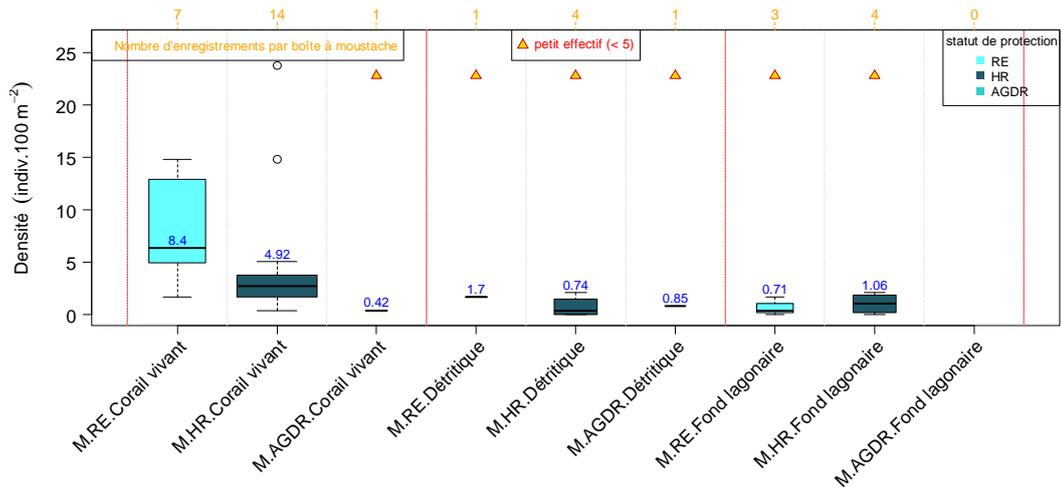


Moyens : Densité plus élevée en RE sur habitat Corail vivant (mais NS)

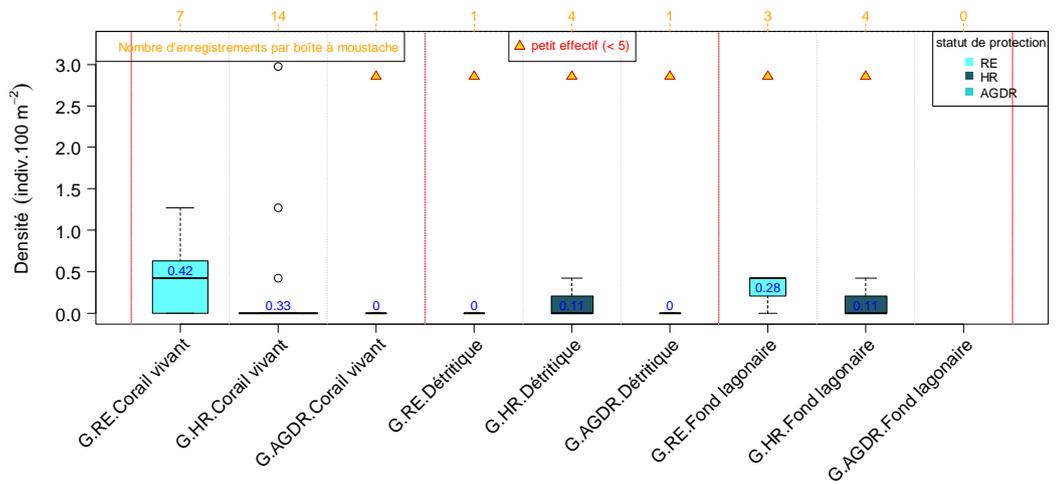


Grands : Pas de différences marquées entre statuts (par habitat)

Récifs intermédiaires



Moyens : Sur habitat Coraill vivant, densité plus élevée en RE que HR (p<0.05)



Grands : Sur habitat Coraill vivant, densité plus élevée en RE que HR (p<0.0002) et AGDR (mais NS, p<0.16)

Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
Ensemble	Sur habitat Coraill vivant, densité plus élevée pour les individus moyens (NS) et pas de différences marquées pour les grands poissons
Pewhane	Sur habitat Coraill vivant : -densité des moyens plus élevée en RE que HR (p<0.05) et que AGDR (NS) -densité des grands plus élevée en RE que HR (p<0.0002) et que AGDR (NS)

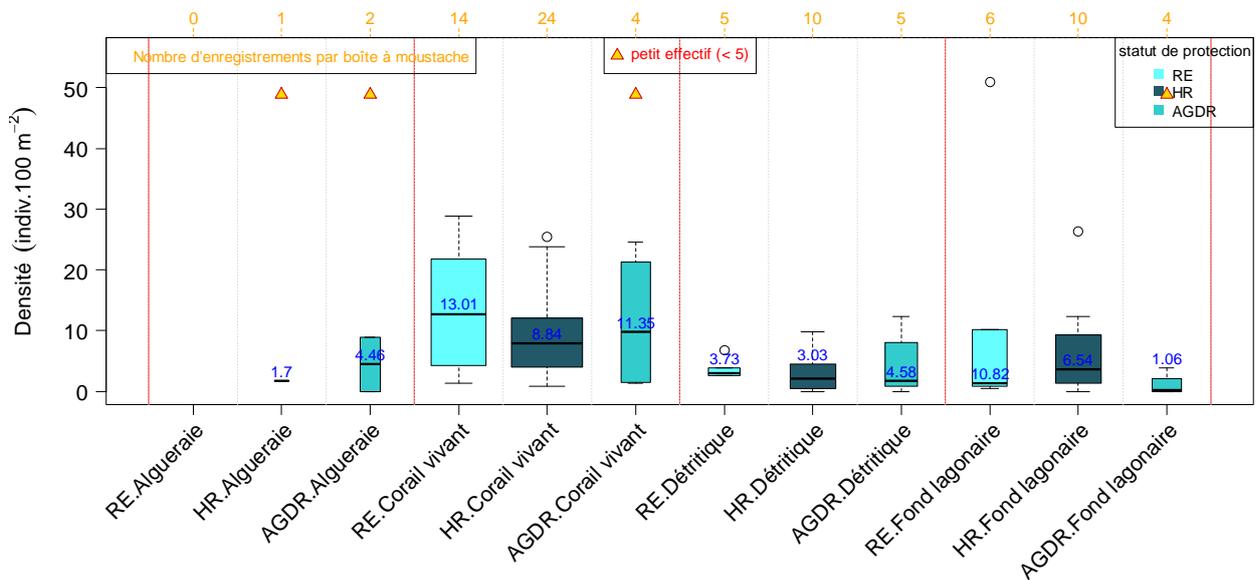
Rmq : Peu de grands individus en général. Cette métrique montre les mêmes signaux que la densité d'abondances toutes classes de taille confondues.

10.12. Densité d'abondance des espèces consommables

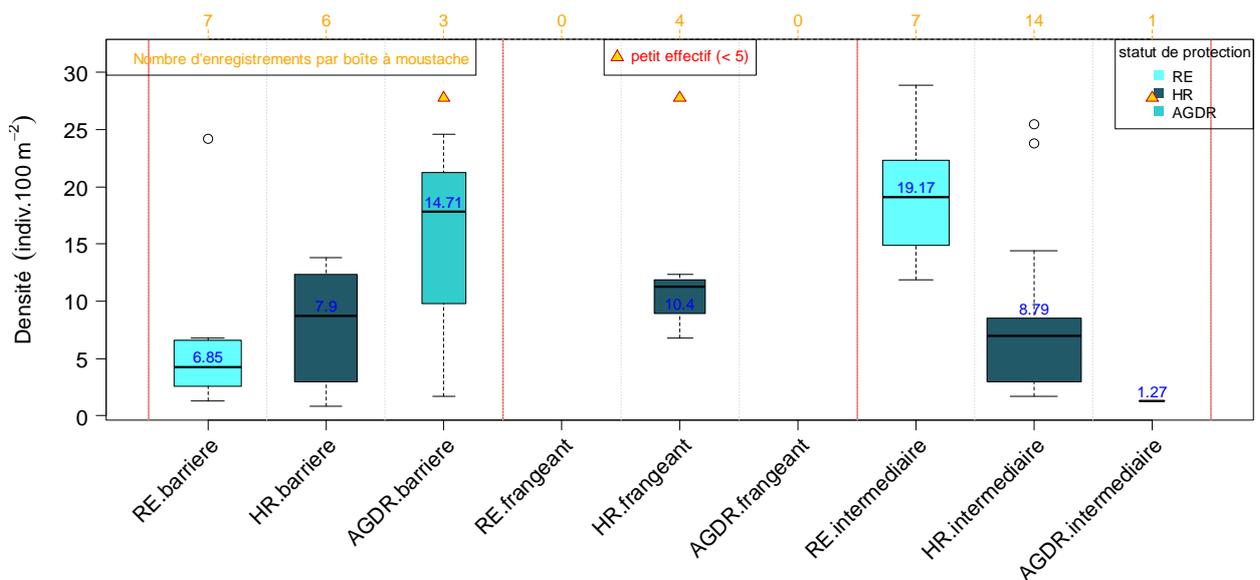
Lien avec les objectifs et actions de gestion

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	Les espèces consommables regroupent, plus largement que les espèces commerciales, les espèces dont la chair est consommable. Ces espèces sont particulièrement ciblées par la pêche récréative et informelle. 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 consommables dans un rayon de 5 m autour de la STAVIRO.



- Pas d'effet significatif du statut de protection (modèle LM Gamma). Différences entre statuts uniquement sur habitat corail vivant. Ci-dessous, habitat corail vivant :



- Barrière (Réserves Whan-Denece Pourape et Whanga Lédane) : densité plus élevée dans AGDR que dans RE ($p < 0.066$), densité plus élevée dans AGDR que HR (mais NS)
- Intermédiaire (Réserve Pewhane): densité plus élevée dans RE que HR ($p < 0.06$) et que dans AGDR (non testable, 1 obs.)
- Frangeant : densité assez élevée mais pas de stations dans habitat corail vivant dans AGDR (cf. état du corail, Figure 8, § 6).

Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
	Pas de différences en fonction du statut sur l'ensemble de la zone Sur les habitats Corail vivant et fond lagunaire, densités assez élevées.
Barrière	Habitat Corail vivant : densité plus élevée dans AGDR que dans RE ($p < 0.066$), densité plus élevée dans AGDR que HR (NS)
Récifs intermédiaires	Pewhane : Habitat Corail vivant : densité plus élevée dans RE que HR ($p < 0.06$) et que dans AGDR (1 seule obs.)

10.13. 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. L'espèce doit être plus fréquente dans la réserve, puis éventuellement dans les zones adjacentes par exportation. La métrique fréquence d'occurrence est préférée à la densité d'abondance en raison d'abondances faibles

Calcul de la métrique : Pourcentage de stations où des saumonées (*Plectropomus leopardus*) sont observées dans un rayon de 10 m autour de la STAVIRO.

Résultats

- Une seule observation de saumonée petits points. Au niveau du genre, un individu *Plectropomus sp.* observé et 3 saumonées gros points (*P. laevis*) observées.
- Toutes les observations dans l'habitat Corail vivant, 2 hors réserve et 3 en réserve

Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
	<ul style="list-style-type: none"> • 5 individus du genre <i>Plectropomus</i> observés sur habitat Corail vivant • Fréquence minimale sur l'ensemble des campagnes réalisées en 2012, y compris en se limitant à l'habitat corail vivant. • Observations insuffisantes lors de la campagne pour conclure sur l'effet de la protection

10.14. Fréquence d'occurrence et Densité d'abondance des loches (Serranidae de la liste IEHE)

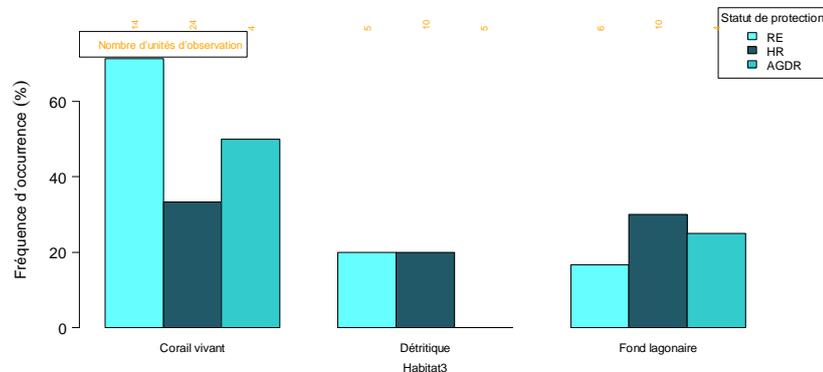
Lien avec les objectifs et actions

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 et la fréquence doivent être plus élevées dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation.

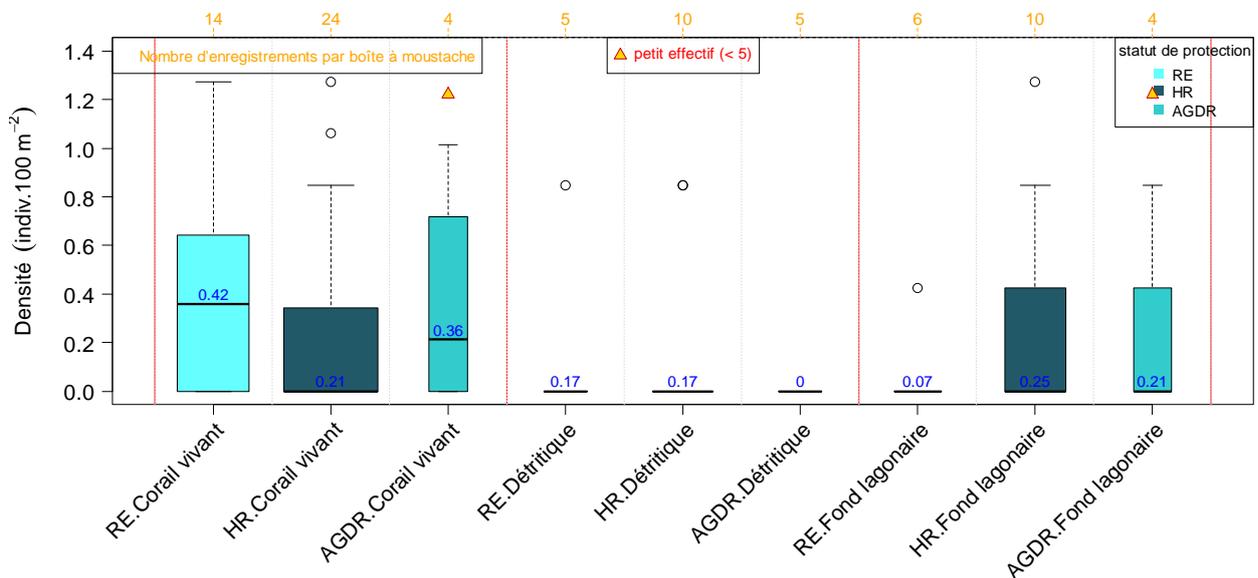
Calcul de la métrique : Pourcentage de stations où des loches sont observées dans un rayon de 10 m autour de la STAVIRO. Densité en nombres d'individus rapportés à une surface de 100 m².

Fréquence

- Les loches ont été observées dans trois habitats
- Fréquence plus élevée en RE ou AGDR dans l'habitat Corail vivant (non significatif)



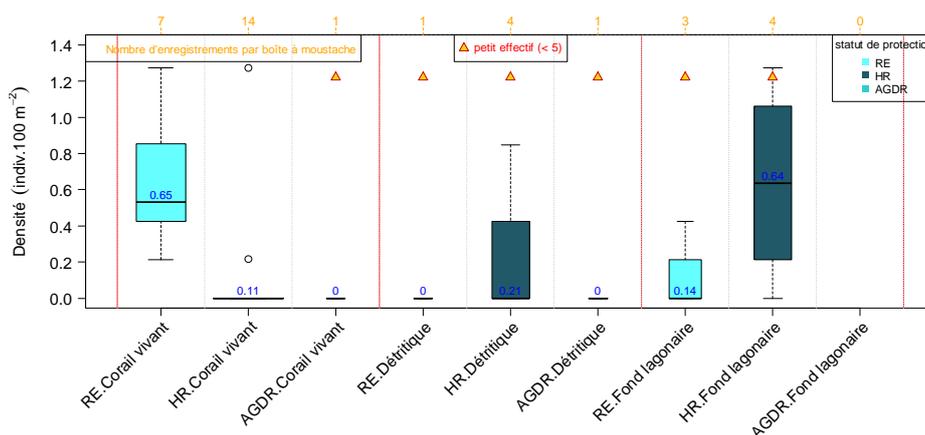
Densité d'abondance



Densité faible et erratique sur habitat détritique. Pas de différence entre statuts sauf sur Habitat Corail vivant (NS)

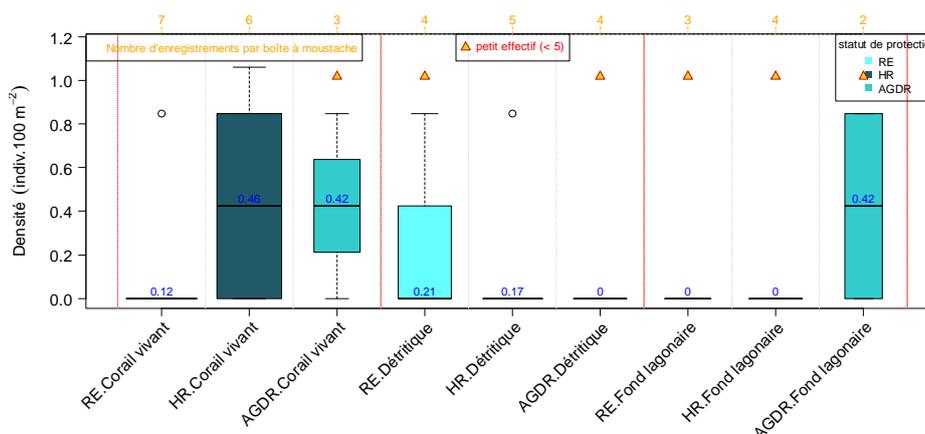
Récifs intermédiaires

- Habitat Corail vivant : Densité plus élevée dans RE (Pewhane) que HR ($p < 10^{-16}$) et AGDR (non testable)
- Habitat Fond lagonaire : densité relativement élevée HR, différence NS



Récif barrière

- Habitat Corail vivant : Pas de différences marquées
- Densité plus élevée en AGDR (Fond lagonaire) et en RE (Habitat détritique), mais NS



Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
	Fréquence d'observation assez élevée sur leurs habitats habituels. Habitat Corail vivant : fréquence plus élevée en RE (NS) Pas de différence de densité entre statuts
Pewhane	<ul style="list-style-type: none"> • Habitat Corail vivant : Densité plus élevée dans RE (Pewhane) que HR ($p < 10^{-16}$) et AGDR (non testable) • Densité relativement élevée sur Fond lagonaire • Différences NS sur les autres habitats
Barrière	<ul style="list-style-type: none"> • Habitat Corail vivant : pas de différences marquées entre statuts • Densité plus élevée en AGDR (Fond lagonaire) et en RE (Habitat détritique), mais NS

10.15. 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
Pertinence	Le bec de cane est ciblé principalement par la pêche à la ligne. L'espèce doit être plus fréquente dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation

Calcul de la métrique : Pourcentage de stations où des becs de cane sont observés dans un rayon de 10 m autour de la STAVIRO.

Résultat

Un individu observé hors réserve dans l'habitat Algueraie et un dans l'habitat Détritique. Les habitats préférés de cette espèce sont peu représentés dans les stations de 2012.

Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
	Observations insuffisantes dans cette campagne

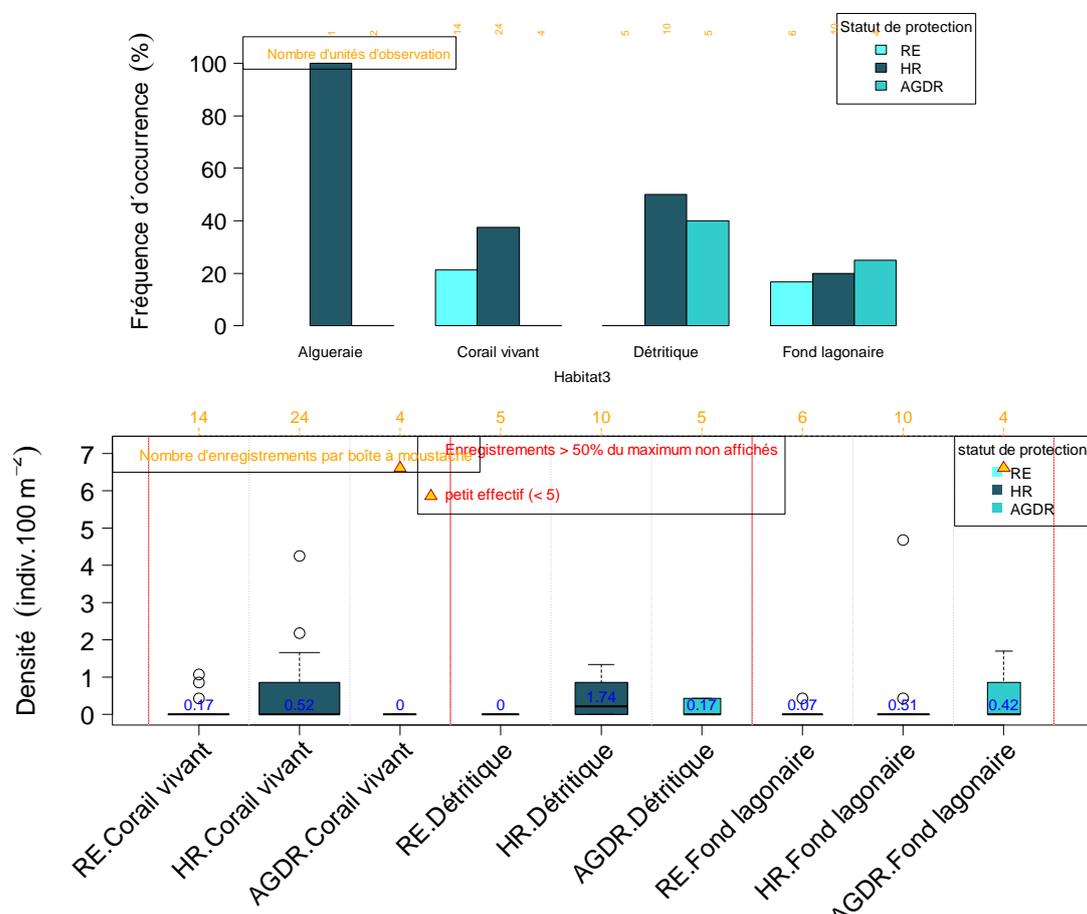
10.16. Fréquence d'occurrence et densité d'abondance des Lethrinidae pêchés

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	Les becs et bossus sont ciblés par la pêche à la ligne et secondairement par d'autres engins. Les Lethrinidae pêchés doivent être plus fréquents dans la réserve, puis éventuellement dans les zones adjacentes par exportation.

Calcul de la métrique : Pourcentage de stations où des Lethrinidae pêchés sont observés dans un rayon de 10 m autour de la STAVIRO et densité d'abondance par 100 m².

Espèces concernées en 2012 : *Lethrinus atkinsoni, nebulosus, obsoletus, harak et olivaceus*



Les Lethrinidae pêchés ont été observés sur quatre habitats sur cinq (NB : absents de la seule station en herbier et présents dans la seule station HR en alguaerie). Pas de différences entre statuts de protection ni en présence/absence, ni en densité d'abondance.

Diagnostic (tendance non évaluée)

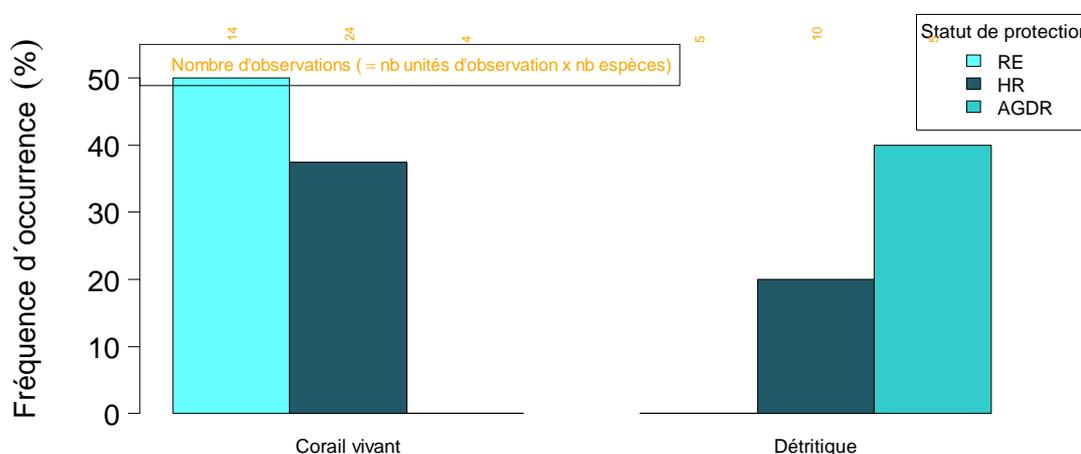
Etat	Commentaires
	Présence sur quatre habitats. Densités relativement faibles. Habitats préférés peu représentés. Pas de différences pertinentes entre statuts de protection. Pas de situation particulière sur barrière ou intermédiaire

10.17. Fréquence d'occurrence et densité du Dawa (*Naso unicornis*)

Lien avec les objectifs et actions

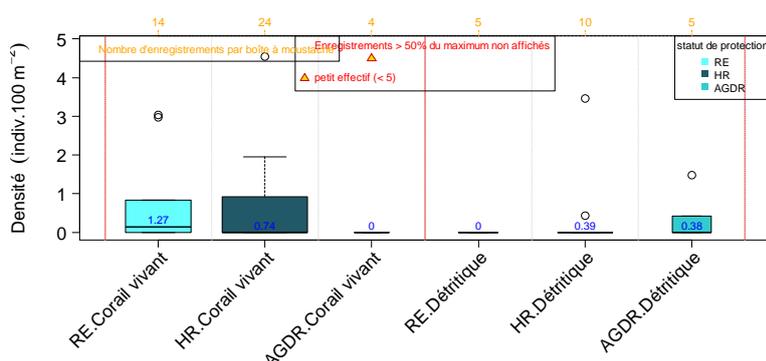
But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	Le dawa est ciblé principalement par la chasse sous-marine. La fréquence du dawa doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par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

Calcul de la métrique : Pourcentage de stations où des Dawa (*Naso unicornis*) sont observés dans un rayon de 10 m autour de la STAVIRO et densité par 100 m².



- Habitat Corail vivant : fréquence plus élevée en RE que HR (non significatif)
- Habitat Détritique : fréquence plus élevée en AGDR que HR (non significative)

Densité



Espèce surtout observée sur l'habitat corail vivant (pas de différence significative entre RE et HR)
Pewhane : Différence un peu plus marquée (RE>HR), mais NS

Diagnostic (tendance non évaluée)

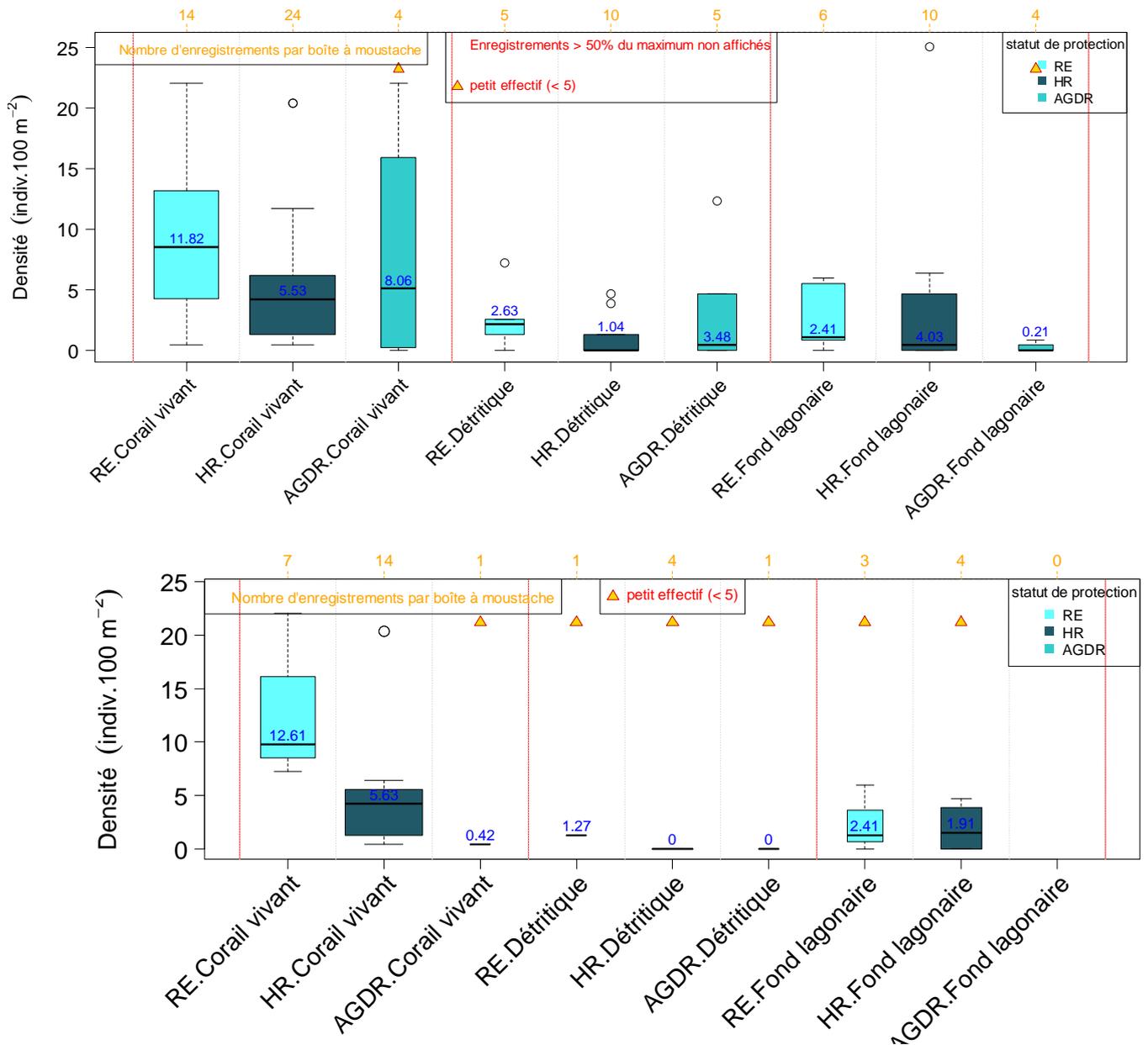
Etat	Commentaires
	Habitat Corail vivant : Densités assez similaires à celles observées à Hyehen et Borendy en 2012 Fréquence d'occurrence et densité d'abondance un peu plus élevées en RE que HR (mais non significatif)

10.18. Densité d'abondance des chirurgiens (Acanthuridae)

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. La plupart sont des espèces consommables.

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).



Récifs Intermédiaires : densité plus élevée en RE sur les habitats où la famille est rencontrée, très significativement sur habitat Corail vivant ($p < 3.10^{-5}$, GLM Gamma).

Diagnostic (tendance non évaluée)

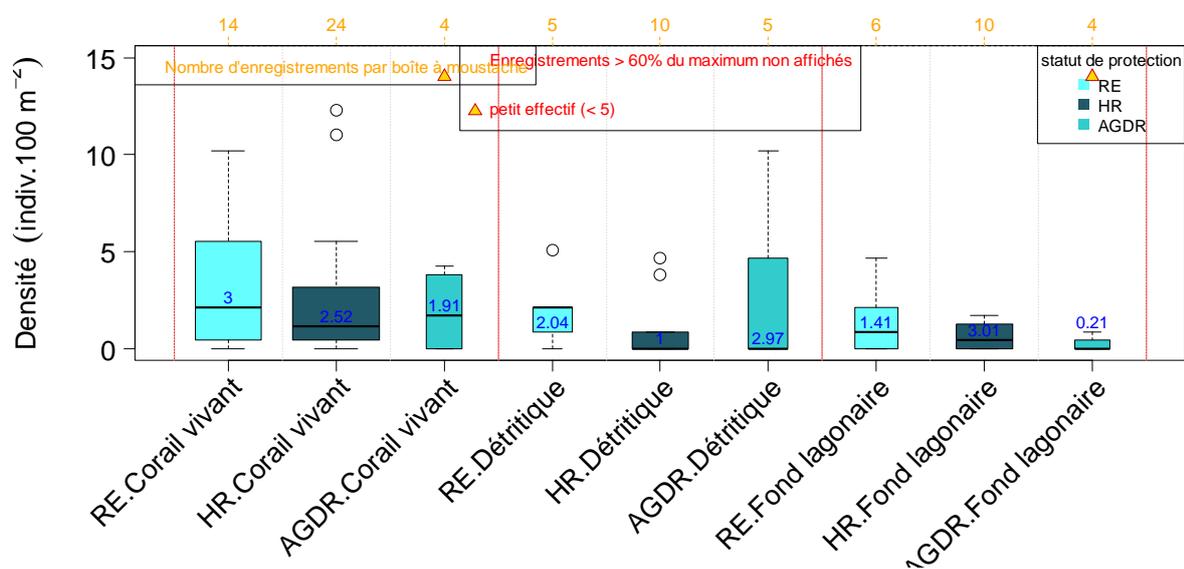
Etat	Commentaires
	<p>Situation contrastée selon les habitats :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corail vivant : Dens. élevée et RE>AGDR>HR (NS) • Détritique : Dens. moyenne et AGDR>RE>HR (NS) • Fond lagonaire : Dens. moyenne et HR>RE>AGDR (NS)
Barrière	<p>Situation contrastée selon les habitats :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corail vivant : Dens. élevée et AGDR > RE>HR (NS) • Détritique : Dens. moyenne et AGDR>RE>HR (NS) • Fond lagonaire : Dens. moyenne et HR>RE>AGDR (NS)
Pewhane	<p>Densité plus élevée en RE sur les habitats où la famille est rencontrée, très significativement sur habitat Corail vivant ($p < 3.10^{-5}$, GLM Gamma)</p>

10.19. Densité d'abondance des chirurgiens des espèces commerciales

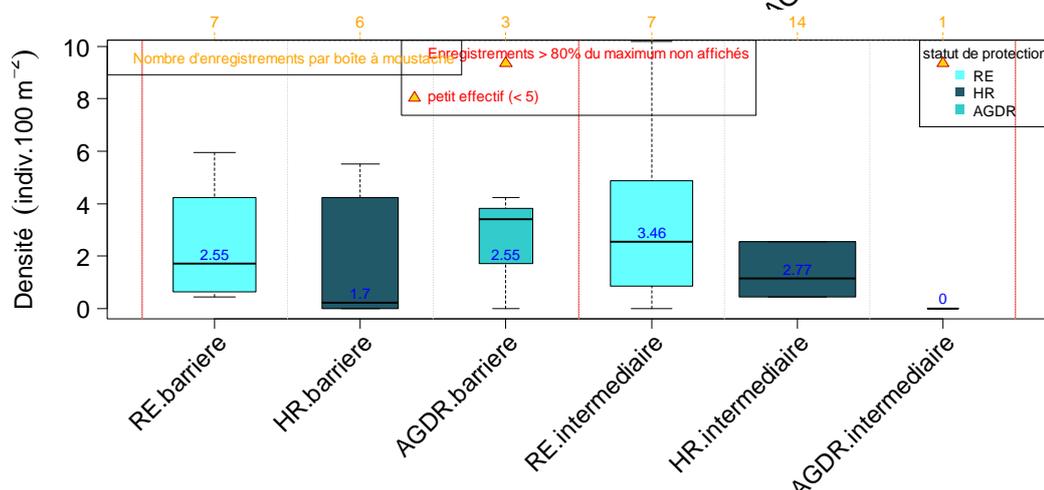
Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	1. Exploitation durable des ressources
Objectifs	1.1. Restaurer et maintenir les espèces-cibles
Pertinence	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 (Acanthuridae sans Ctenochaetus ni Zebrasoma), par unité d'observation, dans la zone de 5 m autour de la caméra rotative (rapportée à 100m²).



Habitat corail vivant



Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
	<ul style="list-style-type: none"> • Densités plus élevées en RE (en AGDR pour habitat détritique), mais NS • Habitat Corail vivant : Densités plus élevées en RE, du à Réserve Pewhane, mais différences non significatives

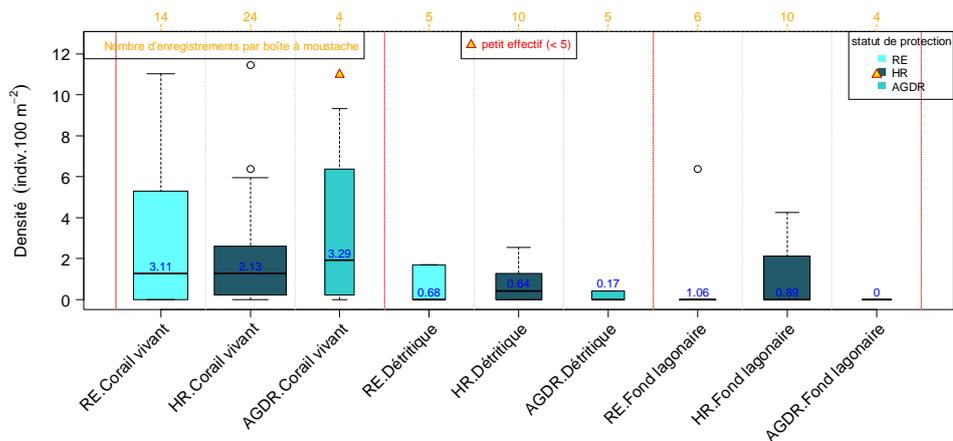
10.20. Densité d'abondance des perroquets (Scaridae)

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 de ces espèces sont commercialisées en Nouvelle Calédonie. La densité d'abondance doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation.

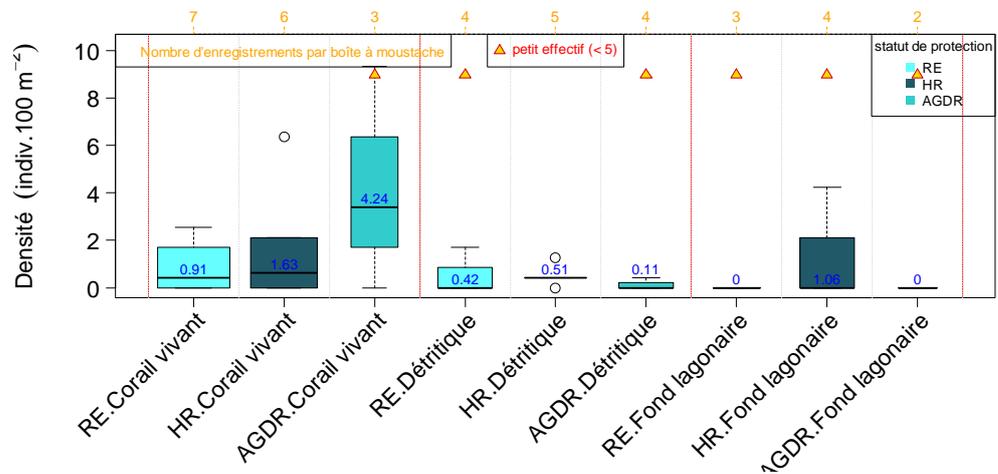
Calcul de la métrique : Densité des perroquets par unité d'observation, dans la zone de 5 m autour de la caméra rotative (rapportée à 100m²).

Zone d'étude



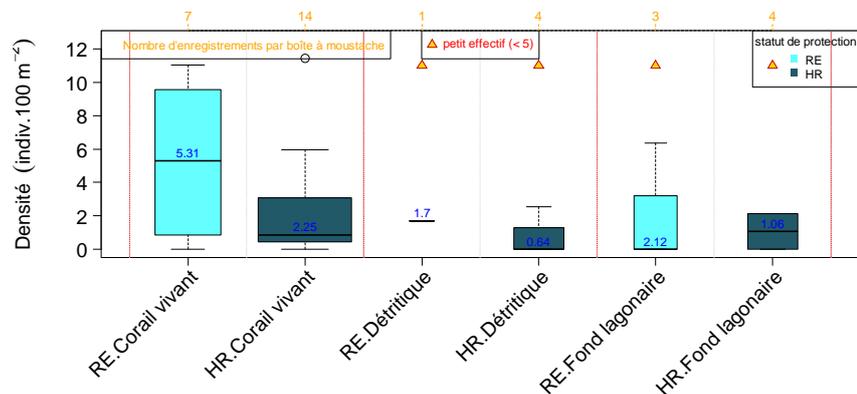
Barrière

Habitat Corail vivant : Densité élevée et plus élevée dans AGDR et RE que HR (NS)



Récifs intermédiaires

Densité plus élevée en RE que HR (mais différence NS)
Densité faible dans AGDR (non reporté car 1 seule station par habitat)



Diagnostic (tendance non évaluée)

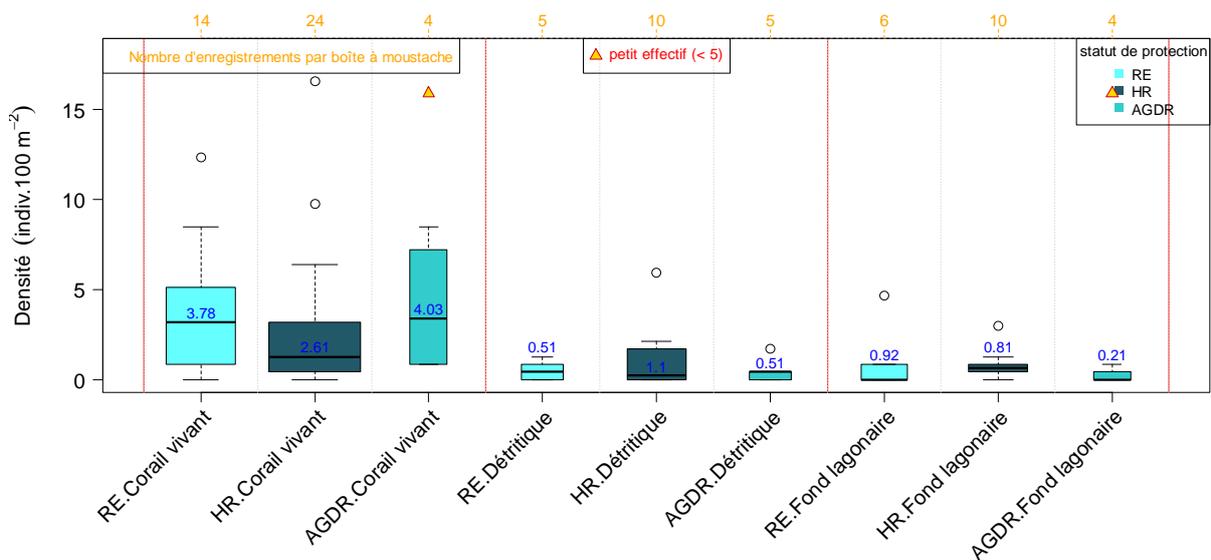
Etat	Commentaires
	<p>Densités plus élevées en habitat Corail vivant.</p> <p>Pas de différences significatives selon le statut de protection.</p> <p>Barrière: densité plus élevée dans AGDR - Pewhane: densité plus élevée dans RE</p>

10.21. Densité d'abondance des 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	Ces espèces regroupent essentiellement des chirurgiens, perroquets, et loches. La densité d'abondance doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation.

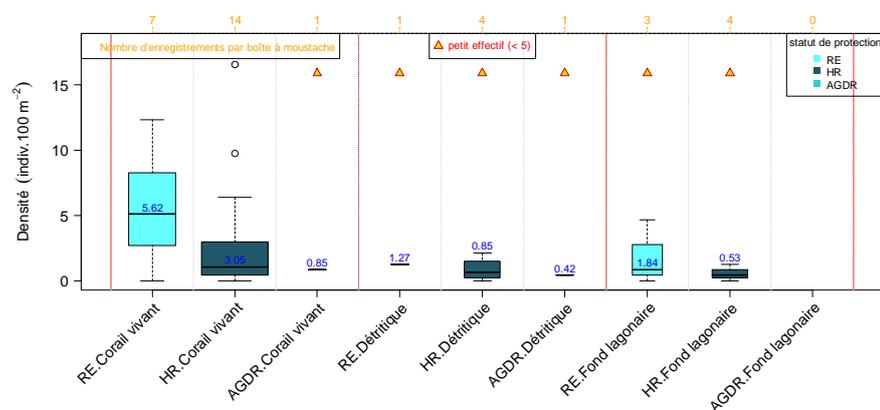
Calcul de la métrique : Densité des poissons d'espèces-cibles de la chasse par unité d'observation, dans la zone de 5 m autour de la caméra (rapportée à 100m²).



- Les espèces cibles de la chasse sont principalement présentes dans trois habitats et surtout dans l'habitat Corail vivant où la densité est plus élevée en RE et dans l'AGDR.
- Pas d'effets significatifs des différents statuts de protection (modèle LM Gamma)

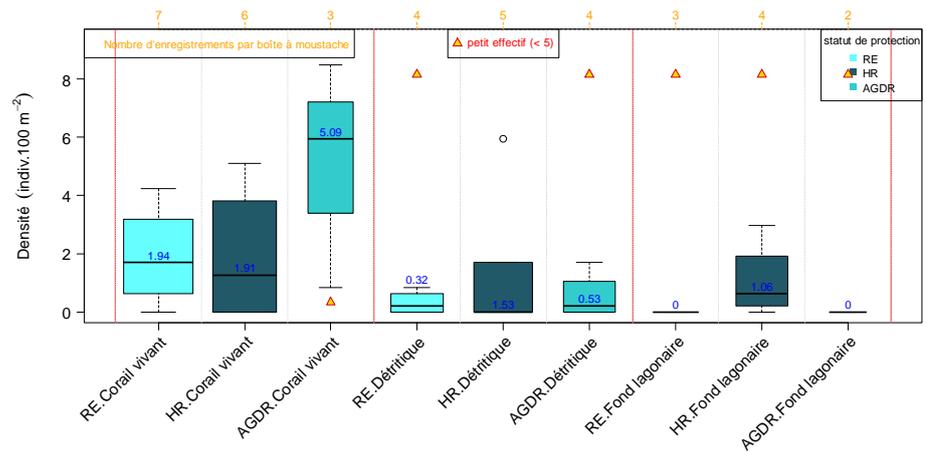
Récifs intermédiaires (Pewhane)

- Effet du statut de protection significatif (GLM Gamma, $p < 0.028$)
- Différences par habitat NS



Barrière

Habitat Corail vivant : Densité élevée et plus élevée dans AGDR et RE que HR (NS)
 Fond lagunaire : Densité plus élevée HR (NS)
 Détritique : pas de différences marquées



Diagnostic (tendance non évaluée)

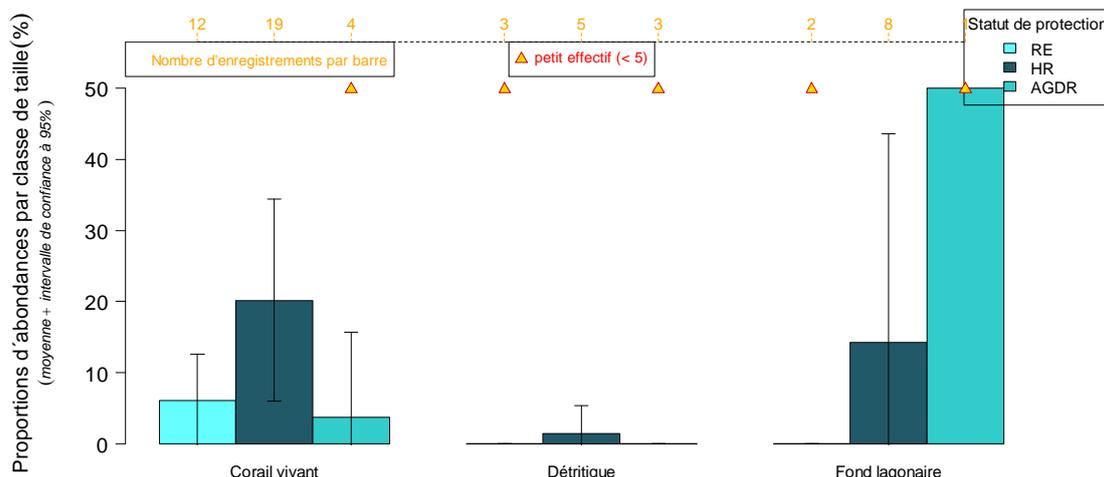
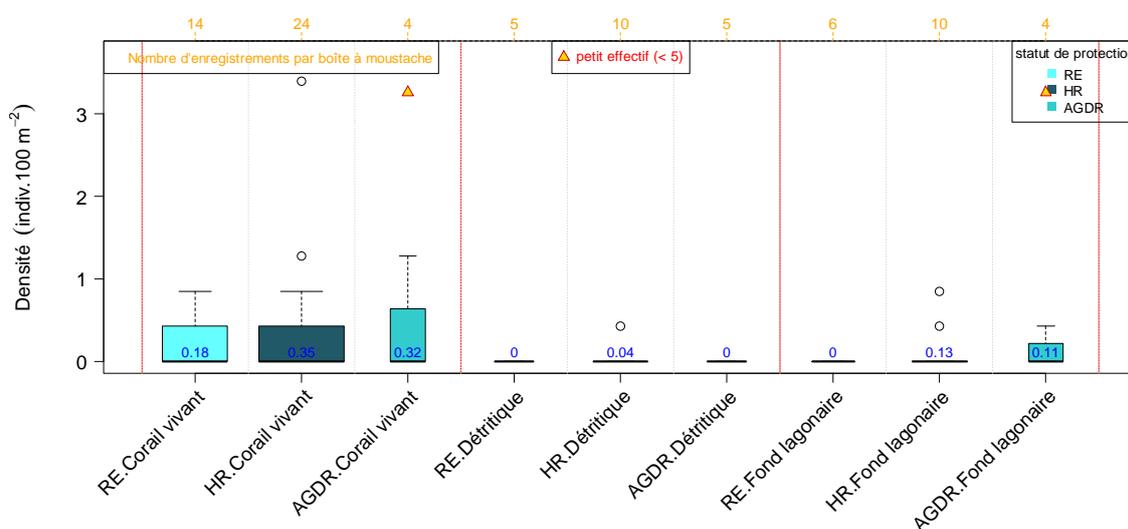
Etat	Commentaires
	<ul style="list-style-type: none"> Densités plus élevées sur habitat Corail vivant. Pas de différences significatives selon le statut de protection
Pewhane	<ul style="list-style-type: none"> Effet du statut de protection significatif (GLM Gamma, $p < 0.028$) Différences par habitat NS, bien que densité nettement plus élevée dans RE que HR et dans AGDR
Récif Barrière	Habitat Corail vivant : Densité élevée et plus élevée dans AGDR et RE que HR (NS)

10.22. Densité d'abondance et 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	Ces espèces regroupent essentiellement des chirurgiens, perroquets, et loches. La densité doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation

Calcul de la métrique : Densité (rapportée à 100m²) et 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).



Les plus importantes densités de grands individus sont présentes sur l'habitat Corail vivant. Grands individus rencontrés en AGDR sur l'habitat Fond lagonaire (picots kanak).

Diagnostic (tendance non évaluée)

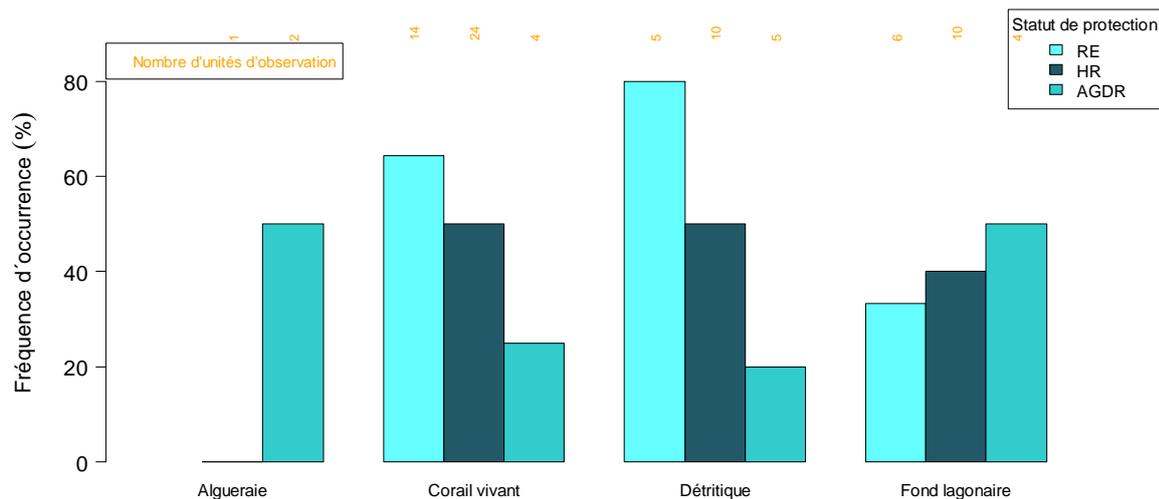
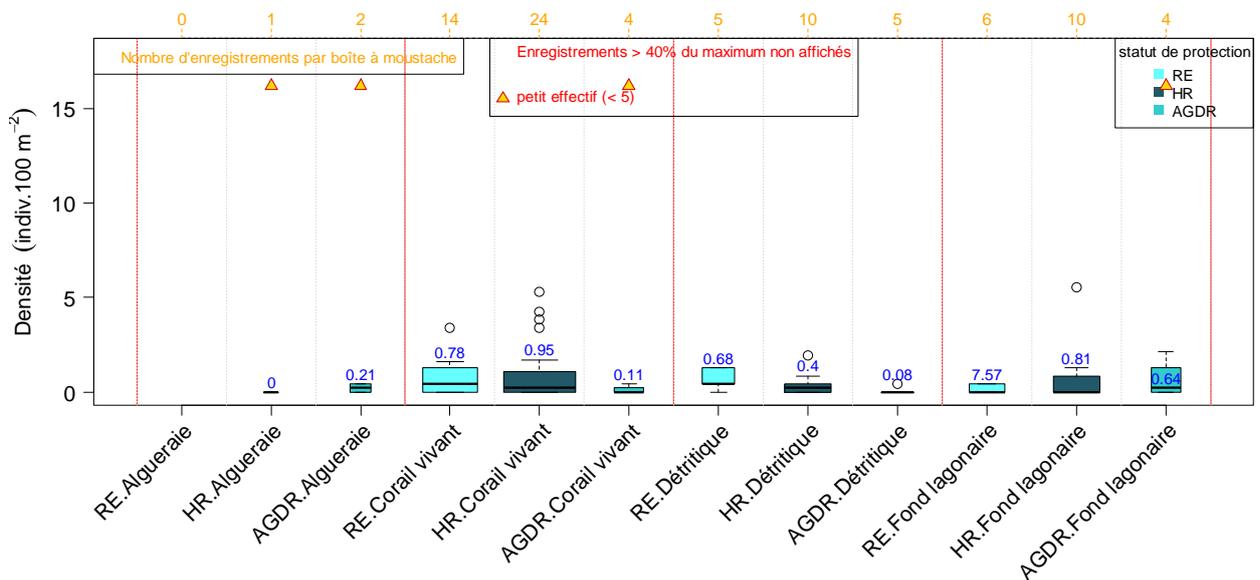
Etat	Commentaires
	Densités de grands individus plus importantes dans l'habitat Corail vivant. Pas de différences significatives en fonction du statut de protection

10.23. Densité d'abondance et fréquence d'occurrence des 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. La densité doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation

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



Diagnostic (tendance non évaluée)+

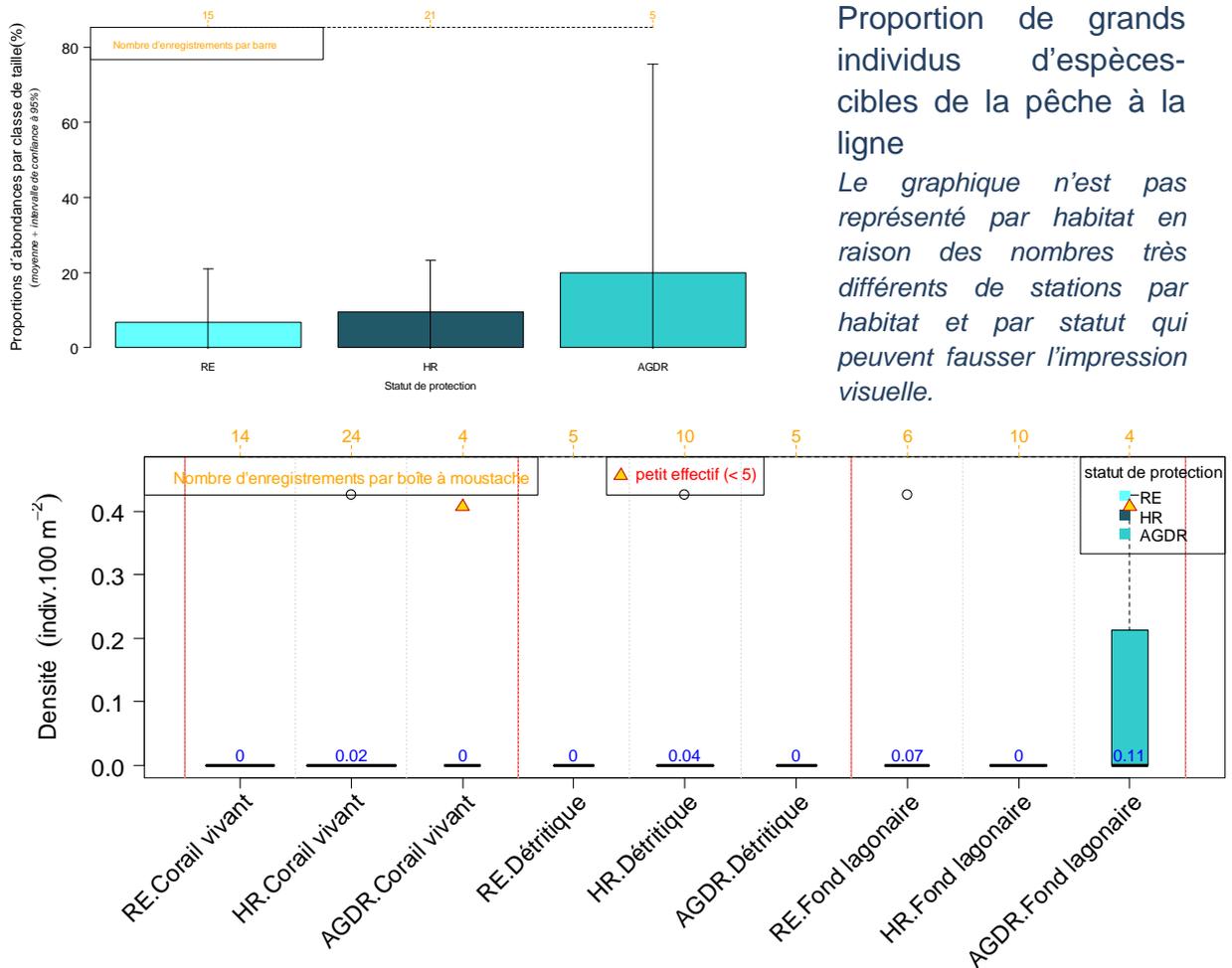
Etat	Commentaires
	Espèces assez fréquentes quel que soit l'habitat Densités faibles en général, pas d'effet apparent du statut de protection

10.24. Densité d'abondance et 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 doivent être plus abondants dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation.

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



Diagnostic (tendance non évaluée)

Etat	Commentaires
	<ul style="list-style-type: none"> • Très faibles densités de grands individus en comparaison avec les espèces-cibles de la chasse • Proportion de grands individus plus élevée en AGDR, différence non significative.

11. Annexe 2. 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

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 Pouebo, comprise dans la Zone Côtière Nord Est, inscrite au Patrimoine Mondial de l'Humanité. Cette zone comprend également trois réserves incluses dans une Aire de Gestion Durable des Ressources (AGDR). 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, 86 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.
- 32 indicateurs ont été calculés et représentés sous forme de carte disponible sur Sextant. 24 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.
- 131 espèces de poissons et de tortue appartenant à 18 familles ont été observées. Les familles les plus fréquentes sont les chirurgiens et les poissons-papillons (86% et 67% des stations), puis les perroquets (63%).
- Vingt-deux espèces de poissons-papillons ont été observées ainsi que plusieurs requins, signes d'un bon état de santé d'ensemble des récifs observés. En revanche, peu de tortues, de napoléons et de raies ont été vues.
- A l'échelle de la zone et sur le récif barrière, l'assemblage spécifique est nettement structuré par l'habitat mais ne diffère pas significativement entre les statuts de protection. Par contre, sur les récifs intermédiaires dans l'habitat Corail vivant, l'assemblage diffère significativement entre la réserve Pewhane et les zones hors réserve.
- Dans la Réserve Pewhane, recouvrement corallien et richesse spécifique des poissons-papillons sont plus élevés en réserve, et les indicateurs relatifs aux espèces pêchées, aux carnivores et aux herbivores, ainsi qu'aux chirurgiens et loches sont significativement plus élevés dans la réserve sur l'habitat Corail vivant. Les espèces-cibles sont également abondantes sur le tombant interne du récif barrière, mais avec des abondances plus élevées en dehors des réserves pour les chirurgiens, les perroquets et les loches. Sur le récif frangeant, recouvrement corallien et indicateurs relatifs aux poissons sont plus élevés hors AGDR.
- Au final, l'effet de la protection se révèle différent entre les réserves du récif barrière et la réserve Pewhane sur le récif intermédiaire, ainsi que sur le récif frangeant entre AGDR et hors AGDR.

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 Pouebo area, part of the New Caledonian World Heritage site, and encompassing three no-take marine reserves enclosed within a Locally Managed Area (LMA).
- The sampling design covers the entire area, and was stratified according to reef geomorphology and protection status. 86 stations were validated within 4 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.
- 32 indicators were computed and mapped (Sextant server). 24 indicators were analysed using the PAMPA computing tool. Outcomes were organized in a dashboard per management objective (biodiversity conservation and fisheries management).
- 131 fish and turtle species, belonging to 18 families were observed. Surgeonfish and butterflyfish were most frequently observed (86% and 67% of stations), and then parrotfish (63%).
- Twenty-two species of butterflyfish were observed, as well as several sharks, indicating an overall good ecological status of the reef, but turtles, humphead wrasses and rays were rarely seen.
- There was no significant effect of protection upon the overall species assemblage, nor on the barrier reef. But on intermediate reefs, it differed between the Pewhane reserve and unprotected areas.
- In Pewhane, coral cover and butterfly fish abundance were higher in reserve, and fished species, carnivore and herbivore species, surgeon fish and groupers were more abundant in the living coral habitat. Target species were also abundant on the inner slope of the barrier reef, but with higher abundances outside reserves for surgeon fish, parrotfish and groupers. On the fringing reef, coral cover and fish-related indicators were higher outside the LMA.
- Finally, the ecological status in the area appears satisfactory with abundant key coral reef species and coral cover. Yet, the protection effects differ between the barrier reef, the intermediate reef and the fringing reef.

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