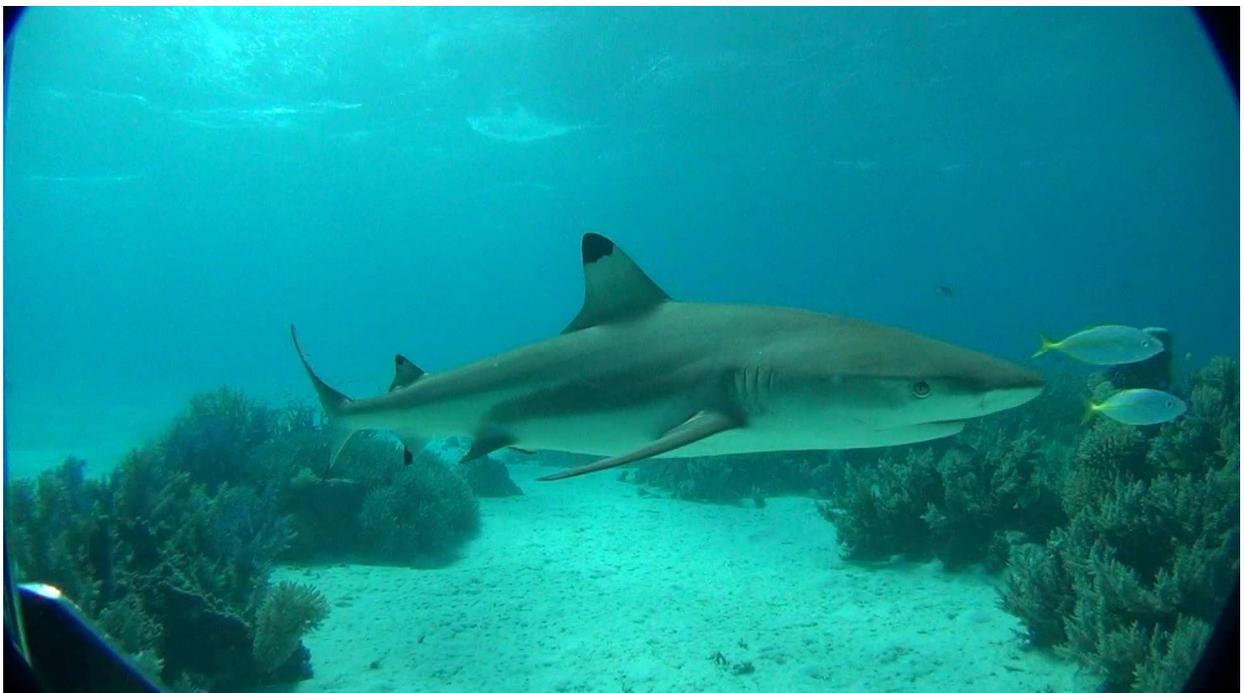


Rapport de stage :

Suivi de la biodiversité par vidéo sous-marine : analyse d'images et analyse des données recueillies dans la zone de Koné, Province Nord de Nouvelle-Calédonie

Encadrante : Dr Dominique PELLETIER
IFREMER Nouvelle-Calédonie

Tuteurs et correcteurs INTECHMER : MAHAUT Marie-Laure et MURAT Anne



JAC Cyrielle

Promotion TARA (2012-2014)

Avril- Septembre 2014

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Mme Dominique PELLETIER pour m'avoir accompagnée et m'avoir fait confiance durant tout mon stage. Sa bonne humeur, ses précieux conseils et sa disponibilité ont rendu ce stage vraiment agréable. Je la remercie également de m'avoir donné la chance de partir sur le terrain et notamment de faire partie de la mission sur les récifs éloignés.

Un grand merci à toute l'équipe du projet AMBIO : William ROMAN pour sa grande disponibilité et pour m'avoir formé sur l'analyse des vidéos et l'identification des poissons, Abi POWELL pour l'aide apportée sur les « poissons mystères » et pour les grandes discussions qu'on a pu avoir. Je remercie aussi Benoît SOULARD qui a été d'une aide précieuse que ce soit sur ArcGis ou sur Excel et Charlotte GIRAUD-CARRIER pour m'avoir énormément aidé dans le traitement des données sous R. Sans oublier Niels GINS qui m'a tenu compagnie pendant près de 3 mois et qui a été d'une grande aide pour les analyses habitat.

Je remercie INTECHMER pour m'avoir permis d'effectuer un stage de 5 mois et pour m'avoir formée pendant près de deux ans.

Je remercie ma maman qui m'a soutenue financièrement et sans qui je n'aurais pas pu faire mon stage en Nouvelle-Calédonie. Je la remercie aussi pour sa bonne connaissance de l'orthographe.

Je remercie Lucile PERIER pour m'avoir supporté pendant 5 mois comme colocataire.

Je remercie Jules HELIOU pour m'avoir fait découvrir les travaux de Dominique PELLETIER et pour m'avoir facilité la vie en Nouvelle-Calédonie.

Enfin un très grand merci à tous les stagiaires de l'IRD pour leur joie et leur bonne humeur au quotidien !

Merci à tous !

Sommaire

Présentation de la structure d'accueil.....	p.1
Introduction.....	p.2
I-Matériel et méthode.....	p.5
A. Matériel.....	p.5
1- Matériel vidéo.....	p.5
2- Matériel informatique.....	p.6
3- Outils d'identification.....	p.6
B. Méthode.....	p.6
1- Plan d'échantillonnage.....	p.6
2- Déploiement des caméras sur le terrain.....	p.7
3- Traitement des vidéos.....	p.8
a. Analyses de l'habitat.....	p.9
b. Analyses de l'ichtyofaune.....	p.9
4- Analyses des données.....	p.10
II- Présentation de la zone d'étude : Koné.....	p.12
III- Résultats.....	p.14
A. Analyses de l'habitat.....	p.14
1- Recouvrement en corail vivant.....	p.14
2- Typologie des stations de Koné.....	p.15
B. Analyses des données ichtyofaune.....	p.16
1- Composition spécifique et statistiques générales d'écologie.....	p.16
2- Evaluation de l'efficacité de la réserve d'Oundjo en 2013.....	p.21
a. Conservation de la biodiversité : Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème.....	p.21
b. Conservation de la biodiversité : espèces emblématiques, menacés localement ou sous statut spécial, ou endémiques.....	p.23
c. Exploitation durable des ressource : maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces cibles.....	p.24

IV- Observations et discussion	p.26
A. Résultats.....	p.26
1- Analyses des données habitat.....	p.26
2- Analyses des données ichtyofaune.....	p.26
B. Méthodes.....	p.28
1- Analyses de l'habitat.....	p.28
2- Analyses de l'ichtyofaune.....	p.28
Conclusion	p.29

Index des figures

Figure 1 : Logo de l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer.....	p.1
Figure 2 : Carte de la Nouvelle Calédonie.....	p.2
Figure 3 : Situation géographique de Koné.....	p.4
Figure 4 : Représentation schématique d'un STAVIRO.....	p.5
Figure 5 : Photographie d'un STAVIRO.....	p.5
Figure 6 : Photo satellite des zones échantillonnées lors de la campagne.....	p.7
Figure 7 : Photo satellite de la zone d'étude.....	p.12
Photo 8 : Carte représentant la répartition des stations exploitables et inexploitable à Koné en 2007...	p.12
Photo 9 : Carte représentant la répartition des stations exploitables et inexploitable à Koné en 2013...	p.13
Figure 10 : Recouvrement biotique – Koné 2007.....	p.14
Figure 11 : Recouvrement biotique – Koné 2013.....	p.14
Figure 12 : Répartition des stations par classe d'habitat.....	p.15
Figure 13 : Richesse spécifique des années 2007 et 2013 en fonction des habitats.....	p.17
Figure 14 : Densité générale par type d'habitat pour l'année 2007 et l'année 2013.....	p.18
Figure 15 : Densité des Acanthuridae par type d'habitat en 2007 et 2013.....	p.18
Figure 16 : Densité des Scaridae par type d'habitat en 2013 et 2007.....	p.19
Figure 17 : Densité des Lethrinidae en fonction de l'habitat en 2007 et en 2013.....	p.20
Figure 18 : Richesse spécifique des poissons papillons en fonction de l'habitat en 2007 et 2013.....	p.20

Index des tableaux

Tableau 1 : Nombre de stations effectuées en 2007 et en 2013 inscrites dans un statut de protection particulier.....	p.12
Tableau 2 : Répartition des stations par habitat à Koné en 2007.....	p.16
Tableau 3 : Répartition des stations par habitat à Koné en 2013.....	p.16
Tableau 4 : Métriques permettant d'observer le maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème.....	p.21-22
Tableau 5 : Métriques permettant d'observer les espèces emblématiques ou localement menacées.....	p.23
Tableau 6 : Métriques permettant d'observer le maintien des populations d'espèces cibles.....	p.24-25

Lexique

Aimants ILS : système d'interrupteur magnétique dont les deux contacts se rapprochent seulement sous l'effet d'un champ magnétique

Complexité : représente la quantité et la diversité des creux, des trous et des cavités. Elle est estimée sur une échelle de 1 à 5

Livrée : coloration générale du corps du poisson

Réserve coutumière : espace marin dans lequel se trouvent des zones sacrées et dans lequel personne d'extérieur à la tribu le possédant n'a le droit de pénétrer. La pêche et la chasse sont autorisées dans cette réserve pour les habitants de la tribu

Station : point géographique fixe correspondant à la position du système vidéo

Présentation de la structure d'accueil :

J'ai eu l'opportunité d'effectuer mon stage au sein de l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) de Nouméa, en Nouvelle Calédonie, au sein de l'unité Lagons, Écosystèmes et Aquaculture Durable (LEAD), rattachée à la direction du Centre du Pacifique (COP) de Tahiti.



Figure 1 : Logo de l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

Source : <http://wwz.ifremer.fr/>

L'IFREMER (Figure 1), créé en 1984, est un Établissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) placé sous la tutelle conjointe des ministères de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire, de l'enseignement supérieur et de la recherche et enfin de l'agriculture et de la pêche [1].

Cet institut a trois missions principales :

- Connaître, évaluer et mettre en valeur les ressources des océans et permettre leur exploitation durable
- Améliorer les méthodes de surveillance, de prévision, d'évolution, de protection et de mise en valeur du milieu marin et côtier
- Favoriser le développement économique du monde maritime

L'équipe IFREMER de Nouméa est composée de plusieurs chercheurs travaillant dans différents domaines comme l'océanographie, la géologie, la biologie marine...

La totalité de mon stage a été effectuée au sein de l'équipe de recherche travaillant sur le projet AMBIO, dirigée par Madame Dominique PELLETIER, qui a pour but d'évaluer la performance des systèmes de gestion des écosystèmes côtiers incluant les Aires Marines Protégées (AMP).

Introduction

La Nouvelle-Calédonie est la troisième plus grande île du Pacifique Sud après la Papouasie Nouvelle-Guinée et la Nouvelle-Zélande (Figure 2). Elle est située à proximité du tropique du Capricorne entre les parallèles de latitude 19°S et 23°S et les méridiens de longitude 158°E et 172°E à environ 1500 km de l'Australie. L'archipel calédonien comprend une île principale, « la Grande Terre » d'une superficie de 16 890 km², à laquelle viennent s'ajouter un ensemble de récifs, d'îles et d'îlots épars : l'archipel des Loyauté (Ouvéa, Lifou, Maré, Tiga), l'île des Pins, l'archipel de îles Belep, Huon et Surprise, les îles Chesterfield et les récifs de Bellona, l'île Walpole, l'île Beautemps-Beaupré, les récifs de l'Astrolabe, le récif de Pétri, les îles Matthew et Hunter ainsi que 21 km² d'îles et îlots épars. L'ensemble de ces terres émergées totalise une superficie de 18 575 km² et environ 3 400 km de côtes (Pitoiset, 1999 ; [2]). La Nouvelle Calédonie et sa ZEE représente 13 % de la ZEE française [3].

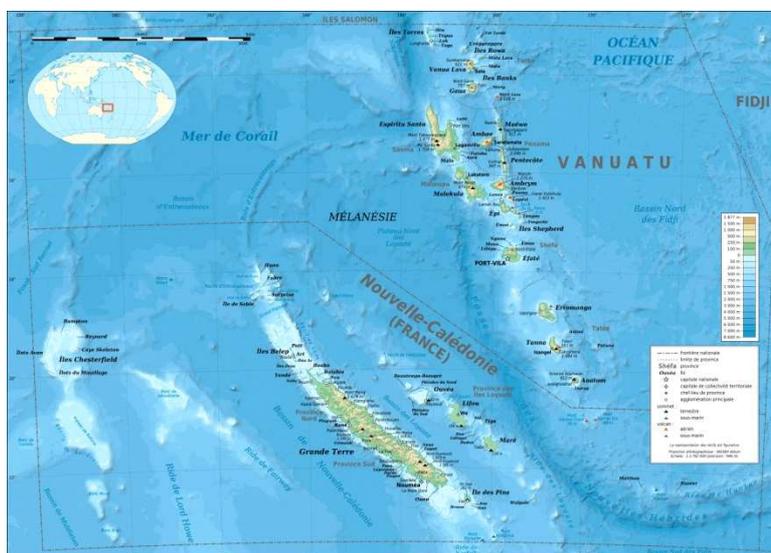


Figure 2 : Carte de la Nouvelle Calédonie

Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Nouvelle-Cal%C3%A9donie>

L'aire récifale de la Nouvelle Calédonie est estimée à environ 4537,94 km² (Lasne, 2007) et sa barrière récifale mesure près de 1500 km. C'est grâce à son climat, à son emplacement géographique et la grandeur de son lagon que cette île possède une grande biodiversité marine.

En 2008, une partie des lagons de la Nouvelle-Calédonie ont été inscrits sur la Liste du Patrimoine Mondial de l'UNESCO [2]. Cette mesure nécessite la mise en place d'un plan de gestion et de protection de la faune récifale et des habitats coralliens. Un état initial des communautés biologiques et des habitats coralliens a été établi (Wantiez et al, 2010).

En effet, cet écosystème exceptionnellement riche reste fragile car il est soumis à une activité anthropique croissante. La présence d'anciennes exploitations minières et de nombreux projets de développement relatifs à la richesse de la Grande Terre en Nickel ont un impact direct sur le lagon (sédimentation terrigène, creusement de chenaux, trafic maritime...) (Pelletier, 2007).

La biodiversité de cet écosystème peut être recensée grâce aux comptages en plongée (UVC) ou grâce à l'utilisation de vidéos sous-marine telles que les Stations Vidéos Rotatives (STAVIRO) (Pelletier et al, 2012).

Lors des comptages en plongée, deux protocoles principaux sont utilisés pour la description des habitats ; le premier est le « Line Intercept Transect method » (LIT) qui permet à une échelle très fine, une description quantitative de l'habitat mais sur une bande de moins d'un mètre de large (Clua et al, 2006). La deuxième technique utilisée est la « Medium Scale Approach » (MSA), qui observe à l'échelle de quadrats de 5 m*5 m. Cette technique part du principe que 90 % des poissons coralliens occupent des habitats inférieurs à 20 m² ; elle s'appuie sur une appréciation visuelle des recouvrements et abondances des différents composants benthiques, un niveau et une échelle de description appropriés pour comprendre les relations entre les poissons et leur habitat (Clua et al, 2006).

En ce qui concerne les comptages des poissons par UVC, les plongeurs effectuent des transects de 50 m. Tous les individus se situant dans la zone des 5 m autour du décamètre sont identifiés puis comptés.

En parallèle, différents protocoles d'observation par vidéo sous-marines sont en plein essor, telle que la vidéo appâtée, très utilisée en Australie, ou encore la vidéo tractée (Mallet et Pelletier, 2014). Ces deux techniques vidéos, n'ont pas la même utilité. La vidéo appâtée permet de dénombrer des espèces carnivores dans des zones où elles sont en faible abondance. Toutefois, ne connaissant pas le rayon d'impact de l'appât, cette technique ne permet pas d'estimer des densités d'abondance (Mallet et Pelletier, 2014). La vidéo tractée permet une observation de la faune et de la flore sur des distances importantes mais le bruit effectué par le bateau tractant la vidéo peut avoir un impact sur l'abondance des poissons (Mallet et Pelletier, 2014) et l'identification d'animaux mobiles sur un fond mobile est difficile, elle est donc essentiellement utilisée pour caractériser l'habitat.

D'autres techniques vidéos n'utilisant aucun dispositif attirant le poisson permettent aussi de compter l'ichtyofaune. Parmi ces techniques le STAVIRO (=Système Vidéo Rotatif) est le dispositif utilisé lors de ce stage. Son principal avantage est d'observer la faune sans aucune perturbation due à un appât ou au bruit du moteur. De plus, étant rotatif, il fournit une vision panoramique, plus représentative de la faune présente à un point et il permet également d'observer l'habitat à une échelle pertinente pour les relations entre poissons et habitat.

Depuis la mise en place de cette technique en 2007 (Pelletier et Leleu, 2008), plus de 2400 stations vidéos ont été effectuées sur l'ensemble des récifs calédoniens (Pelletier et al, 2013).

L'objectif de ce stage a été d'observer et d'analyser les séquences vidéos effectuées à Koné, ville située sur la côte Ouest de la Grande Terre, à 267 Km de Nouméa (Figure 3).



Figure 3 : Situation géographique de Koné

Deux campagnes ont été faites sur le site de Koné en juin 2013 et en décembre 2007 et février 2008. L'objectif principal de mon stage était d'analyser et de comparer les séquences vidéos de 2013 à celles de la campagne de 2007 dont une partie avait déjà été analysée. Koné ayant connu, entre ces deux années, une augmentation de population et donc une anthropisation plus importante, l'hypothèse de travail est que des différences, au niveau de la faune ou de l'habitat devraient être observées. De plus cette zone d'étude comprend une réserve coutumière* appartenant à la tribu d'Oundjo. Le deuxième objectif de mon stage était donc de déterminer si cette réserve avait une influence sur la répartition et l'abondance de l'ichtyofaune.

I- Matériel et méthodes

A. Matériel

1- Matériel vidéo

Depuis 2007 l'IFREMER a développé une station d'observation vidéo de la biodiversité récifale : le STAVIRO. Cette technique repose sur l'utilisation de systèmes vidéo non appâtés, autonomes et déployés directement depuis un bateau sans intervention de plongeurs. Le caisson caméra est couplé à un moteur qui effectue une rotation de 60° toutes les 30 secondes. Le STAVIRO réalise une rotation complète en 3 minutes et le système doit effectuer 3 rotations.

Les caméras utilisées depuis 2007 sont des caméras Haute Définition (HD) équipées de caissons étanches (Figure 4). La prise de contrôle (enregistrement, stop, pause...) des caméras ne nécessite pas d'ouverture du caisson et repose sur l'activation d'une carte électronique programmable à l'aide d'un système magnétique de type ILS*. Le caisson moteur renferme un moteur de type tourne broche équipé d'un capteur optique permettant de contrôler son angle et sa vitesse de rotation. Les moteurs sont alimentés par une batterie 12V et par deux piles LR20 1,2V.

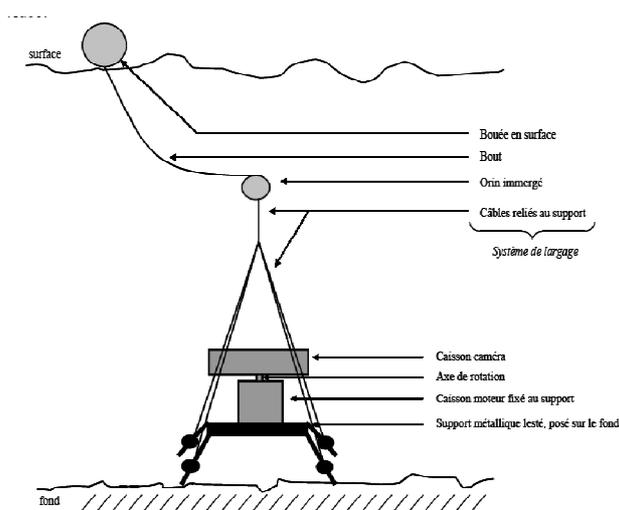


Figure 4 : Représentation schématique d'un STAVIRO

Source : Boureau (2009)



Figure 5 : Photographie d'un STAVIRO

La stabilité du système est assurée par un trépied en aluminium et lesté entre 6 et 12kg. Le caisson caméra se situe à environ 80 cm du fond (Figure 5). Les trépieds sont équipés de bras afin de fixer le système de largage composé de 3 fils de nylon, d'une bouée intermédiaire et d'un bout qui permet de larguer et de récupérer le système depuis la surface. La bouée intermédiaire met les fils de nylon en tension et d'éviter qu'ils ne s'emmêlent lors de la rotation.

2- Matériel informatique

Un ordinateur et un écran appropriés à la technologie full HD ont été utilisés pour faciliter et rendre plus confortable l'identification des poissons, de l'habitat. Le logiciel utilisé pour visionner les vidéos est PowerDVD 11 car il permet de réaliser des captures d'images et possède un mode ralenti ou rembobinage (très utiles lorsque le nombre de poissons est élevé). Les données vidéo sont stockées en double sur 2 disques durs externes afin sécuriser le stockage des données.

3- Outils d'identification

Plusieurs ouvrages scientifiques sont utilisés pour faciliter l'identification des espèces de poissons présentées sur les vidéos :

- Allen, G., R. Steene, P. Humann & N. Deloach. 2003. Reef Fish Identification – Tropical Pacific. New World Publication, Jacksonville, Florida. 500 p
- Randall, J.E 2005. Reef and Shore Fishes of the South Pacific, New Caledonia to Tahiti and Pitcairn Islands. University of Hawai Press, Honolulu. 706 p
- Laboute, P. e F. Grandperrin. 2000. Poissons de Nouvelle Calédonie, Editions Catherine Ledru, Nouméa. 519 p

Ces ouvrages sont utilisés simultanément lors de l'analyse vidéo pour avoir plusieurs images du même poisson ce qui permet de se rendre compte des variations de livrées*. L'ouvrage «Poissons de Nouvelle-Calédonie» aide à remarquer les particularités locales de certains poissons et permet d'éviter d'identifier des espèces non présentes dans le lagon calédonien.

Afin de faciliter l'identification de chaque espèce, j'ai contribué à l'élaboration d'un guide des espèces observées sur les différents sites déjà analysés en Nouvelle Calédonie (Grand Nouméa, Bellona, Ouano...). Ce guide contient une photo de chaque espèce, directement extraite de la vidéo, ainsi que le nom latin et vernaculaire de l'espèce. Le guide met en évidence, sans aucun artifice ni éclairage les signes distinctifs, et les différentes livrées des mâles et femelles ou juvéniles et adultes de chaque espèce. Ce travail a été délivré aux provinces dans le cadre du projet AMBIO, et permettra aux futurs stagiaires et autres personnes en formation d'appréhender plus facilement l'identification des espèces à la vidéo.

B. Méthodes

1- Le plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage est préparé avant la mission grâce à des photos satellites du site et de l'atlas des récifs de NC. La répartition des stations sur la zone d'étude est définie en fonction de l'habitat, du statut de protection et de la position de stations réalisées au cours de missions antérieures.

2- Déploiement des caméras sur le terrain

Au cours de mon stage, j'ai eu l'occasion de participer du 30 Juin au 11 Juillet à une campagne d'observation par STAVIRO menée en collaboration avec le Gouvernement de Nouvelle Calédonie. Pendant deux semaines j'ai contribué au déploiement de 86 stations STAVIRO autour des Iles de Walpole, Matthew et Hunter ainsi que sur les récifs de Petri et du Grand et Petit Astrolabe (Figure 6). Chaque jour, j'ai également pris part à la saisie des données de terrain sur l'ordinateur, à la préparation et à l'entretien des caméras.

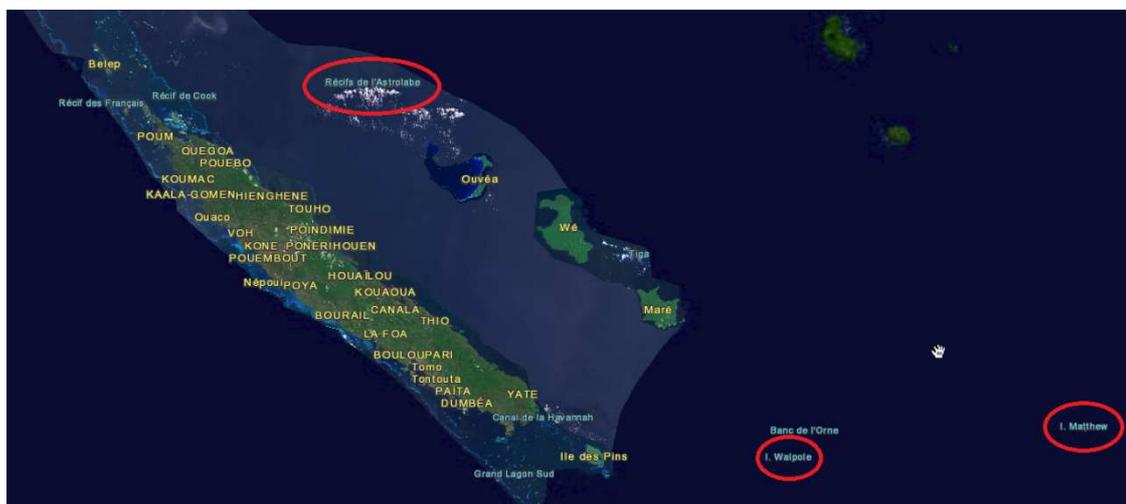


Figure 6 : Carte des zones échantillonnées lors de la campagne

Sur le terrain, les informations suivantes sont relevées et reportées dans un fichier Excel (Annexe 1):

- Le code de la station (ex : KO13001 où KO signifie Koné, 13 l'année 2013 et 001 le nom de la station)
- La date et l'heure
- Le nom du point
- Le type de milieu (fond lagonaire, pente externe...)
- Les coordonnées géographiques du point (latitude et longitude)
- La visibilité et la profondeur (relevée grâce à un profondimètre installé sur le trépied)
- Les commentaires (informations complémentaires et difficultés rencontrées)
- L'exploitabilité de la vidéo
- Les conditions météorologiques (ensoleillement, force du vent, état de la mer...)
- Le nom de l'équipage et le nom du bateau

- Les commentaires sur les images (passage de requins, de raies...), saisis au moment du dérushing des vidéos, en fin de journée.

En pratique, l'utilisation alternée de deux systèmes STAVIRO par bateau permet d'effectuer environ 30 stations par jour. Les systèmes sont donc utilisés par paire.

Du fait de la durée de chaque station (environ 15 minutes), l'espacement idéal entre les deux STAVIRO est d'environ 500 m mais cela dépend des conditions météorologiques. Ainsi, si 30 points sont espacés de 500 m, il est possible d'échantillonner 7,5 km² par jour.

La mise en place des caméras peut être rendue difficile pour plusieurs raisons :

- la profondeur : la profondeur minimale pour effectuer une station est de 1,4 m par temps calme et 2 m en cas de houle. En deçà, le système de largage doit être enlevé pour éviter l'emmêlage des fils.
- la houle : en cas de forte houle les caméras peuvent être posées par des plongeurs en bouteille ou en apnée quand le bateau ne peut s'approcher du récif.
- la nature du substrat et sa topographie rend la pose plus difficile parce qu'il faut que le système soit horizontal.

Lorsque le bateau arrive sur la zone, il commence par rechercher un emplacement adéquat (fond dégagé et horizontal, à environ 3 ou 4 m d'une patate de corail ou d'un tombant) pour poser le système. Une ardoise sur laquelle sont inscrits la date, le nom du point, le lieu et les indications météo est présentée devant la caméra après le début de l'enregistrement.

Le système est déposé au fond et sa position est immédiatement relevée par GPS depuis le bateau. La profondeur est aussi relevée à l'aide d'un profondimètre attaché sur le trépied. Tout commentaire susceptible d'aider à l'analyse de la vidéo est notée sur la feuille terrain (présence d'une patate de corail proche, distance du tombant...).

A la fin de la journée, un rapide visionnage des vidéos permet d'identifier les vidéos qui sont inexploitable (chute, dysfonctionnement...) afin de pouvoir éventuellement les refaire le lendemain.

2- Post-traitement des vidéos

Ces analyses sont réalisées au bureau une fois la campagne terminée. La visibilité est estimée. Une vidéo est jugée exploitable quand la visibilité est supérieure à 5 m, et que la vision à 5 m permet l'analyse des images sur au moins 4 secteurs sur les 6.

a. Analyses de l'habitat

Les systèmes STAVIRO permettent d'effectuer un grand nombre de relevés dans les différents habitats récifo-lagonaires. L'objectif est d'obtenir grâce aux vidéos une idée précise du type d'habitat sur lequel elles ont été posées.

L'habitat étant identique au cours des trois rotations, une seule rotation donc environ 3 minutes est analysée par vidéo.

Les descripteurs de l'habitat utilisés sont inspirés de la Medium Scale Approach ([Clua et al, 2006](#)). Ces descripteurs sont (voir Fiche Habitat, Annexe 2):

- la profondeur (en mètres)
- la topographie (codée de 1 à 5 entre 0 et + de 3m)
- la complexité* (codée de 1 à 5)
- la composition du substrat (en pourcentage de recouvrement) :
 - Sable
 - Débris, petits et moyens blocs, gros blocs, dalle
 - Corail dur : corail mort, corail vivant, et pour le corail vivant, les différentes formes de coraux vivants
- le pourcentage de recouvrement par des macroalgues, par des algues rases
- le pourcentage de recouvrement en herbier total, selon la hauteur, et selon la densité de l'herbier
- les espèces remarquables (acanthaster, éponge, corail mou, oursins, bénitiers...)

Toutes ces informations sont saisies dans un fichier type sous Excel.

b. Analyses des poissons

Une identification des espèces de poissons et un comptage sont effectués lors de l'analyse vidéo. Pour cela, une liste nommée IEHE (Annexe 3) a été développée en Nouvelle Calédonie.

Elle comprend l'ensemble des familles dont au moins une espèce est consommable, emblématique ou présentant un intérêt écologique (par exemple les espèces indicatrices). Cette liste compte 429 espèces appartenant à 38 familles.

L'analyse des vidéos commencent après environ 5 minutes, pour limiter l'impact de la pose de la caméra et du bateau. Puis ce sont 3 rotations complètes soit environ 9 minutes qui sont analysées par vidéo. Le reste de la vidéo est aussi regardé sans comptage afin de ne pas omettre le passage d'une espèce emblématique (requins, tortues...).

Tous les individus sont identifiés au niveau taxonomique le plus fin possible. Les espèces du même genre qui diffèrent par une caractéristique difficile à distinguer sur la vidéo ont été regroupées sous forme de complexe (Acanthurus sp2, Naso sp3, Plectropomus sp4, Ge sp5). Les espèces d'un même complexe ont une forme, une taille, une coloration et un comportement similaire.

Pour chaque individu rencontré il faut aussi estimer la classe de taille dans laquelle il se trouve. Le classement s'effectue en trois catégories :

- Petit : jusqu'à 33% de la taille maximale de l'espèce
- Moyen : de 33% à 66% de la taille maximale
- Gros : au-delà de 66% de la taille maximale.

Tous les individus rencontrés dans un secteur d'une rotation sont pris en compte en fonction de leur espèce et de leur classe de taille. S'il y a un doute sur l'éventuel double comptage d'un même poisson sur deux secteurs, cet individu n'est pas pris en compte afin d'éviter la surestimation du nombre d'individu.

La surface d'analyse est partagée en deux parties, la première se situe entre 0 et 5 m et la seconde entre 5 et 10 m. Si un poisson compté dans la zone des 10 m se rapproche et rentre dans celle des 5 m, il faut transférer sa donnée dans la zone adéquate du tableau.

Certaines fois, un problème de rotation est observé, ainsi il y a plus ou moins que les 6 secteurs initialement prévus. Ceci est pris en compte dans les résultats statistiques des analyses.

3- Analyse des données

En ce qui concerne l'habitat, les données de recouvrement biotique et abiotique sont importées dans le logiciel ArcGis pour construire des cartes. Sur la zone de Koné, le taux de recouvrement en sable, en corail vivant, en algues et en herbier ont été cartographiés.

Les données habitat sont par ailleurs analysées en vue d'obtenir une typologie des stations basée sur l'habitat. Cette typologie sera ensuite également représentée sous forme de carte dans ArcGis. Chaque station appartient alors à un type d'habitat caractérisé par ses recouvrements biotiques et abiotiques et par les profondeurs, topographie et complexité.

Il est indispensable de caractériser chaque station par un type d'habitat afin d'en tenir compte lors de l'analyse des variations des abondances des poissons. L'habitat est en effet un facteur essentiel de la répartition spatiale des peuplements de poisson.

La typologie est basée sur des techniques d'analyse multivariée (Pelletier et al, 2013). Dans ce travail, les données ont fait l'objet d'une analyse en composantes principales, suivie d'une classification hiérarchique ascendante.

Cela permet d'avoir une vision globale des habitats de la zone avant de commencer l'analyse des poissons.

En ce qui concerne ces données ichtyofaune, elles sont mises au format qui permet de calculer des indicateurs écologiques, de les représenter graphiquement et les analyser statistiquement grâce à l'outil de calcul PAMPA.

Cet outil permet de calculer différentes métriques importantes en terme d'écologie comme par exemple l'abondance ou la richesse spécifique. Une fois ces métriques produites par l'outil PAMPA, elles peuvent également être représentées sous forme de cartes.

Un fichier des métadonnées de chaque carte est ensuite créée afin de pouvoir les publier sur le portail web Sextant, serveur cartographique de l'IFREMER.

II-Présentation de la zone d'étude : Koné

La zone d'étude englobe les communes de Koné, Voh et Pouembout, sur la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie. Dans cette zone, la barrière de corail est relativement proche de la côte à cet endroit, et le lagon est en général assez peu profond. Cette zone a subi d'importantes modifications de nature à entraîner des impacts, comme la construction d'une usine de nickel et l'accroissement qui s'en suit de la population autour de Koné.



Figure 7 : Photo satellite de la zone d'étude

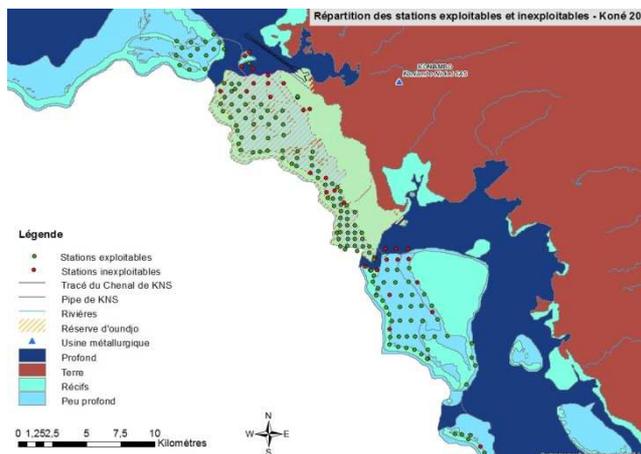


Figure 8 : Stations exploitables et inexploitées à Koné en 2007

La première mission à Koné s'est déroulée en décembre 2007 et en février 2008. 187 stations* ont été effectuées parmi lesquelles 146 ont été validées pour l'analyse ichtyofaune (Figure 8) dont 80 dans la réserve de Oundjo (Tableau 1). Cette mission a été réalisée avant la construction de l'usine.

En 2013, le plan d'échantillonnage a été construit en stratifiant la zone en 5 sous-zones : le plateau de Konié, le récif de Gatope, devant l'usine, le plateau des massacres et la réserve d'Oundjo (Figure 7).

Lors de la seconde mission, en juin 2013, 176 stations ont été réalisées dont 12 devant l'usine et 72 dans la réserve coutumière d'Oundjo (pêche interdite à toute personne extérieure à la tribu). Finalement, 139 stations ont été validées (Figure 8) pour l'analyse de l'ichtyofaune dont 59 se trouvent dans la réserve coutumière d'Oundjo (Tableau 1).

Statut de protection	Réserve coutumière (RC)	Hors réserve
Nombre de stations exploitables en 2007	80	66
Nombre de stations exploitables en 2013	59	80

Tableau 1 : Nombre de stations validées en 2007 et en 2013 en fonction du statut de protection.

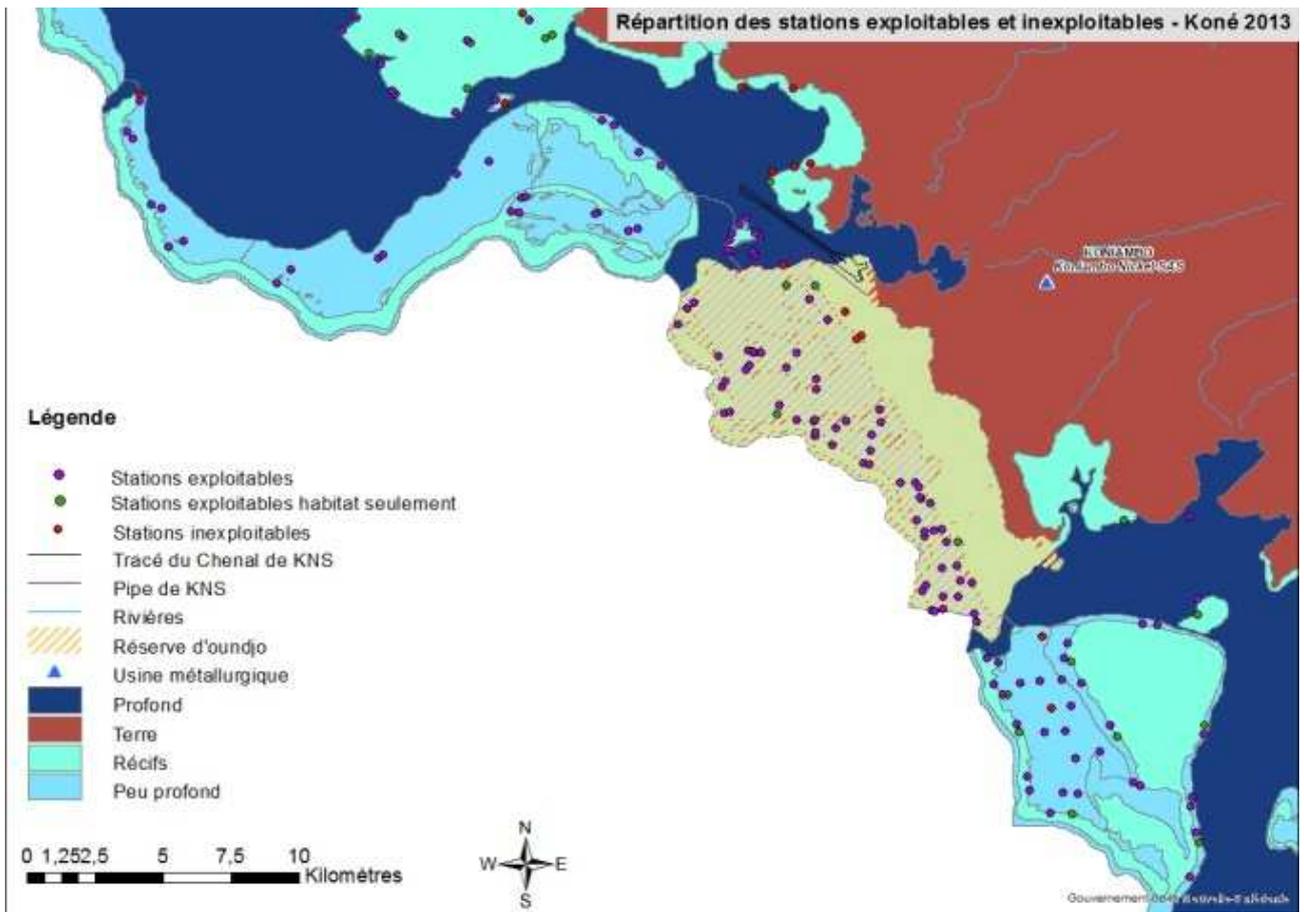


Figure 9 : Stations réalisées à Koné en 2013

III- Résultats de l'analyse des données

A. Analyse habitat

1- Recouvrement en corail vivant

De nombreuses cartes ont été réalisées (Annexe 4) pour les deux années (herbier, macro-algues...) mais seules celles du corail vivant sont représentées ici (Figures 10 et 11). En effet herbier et macro-algues sont peu fréquents sur la zone et le recouvrement en corail vivant est un élément important pour connaître l'état du récif.

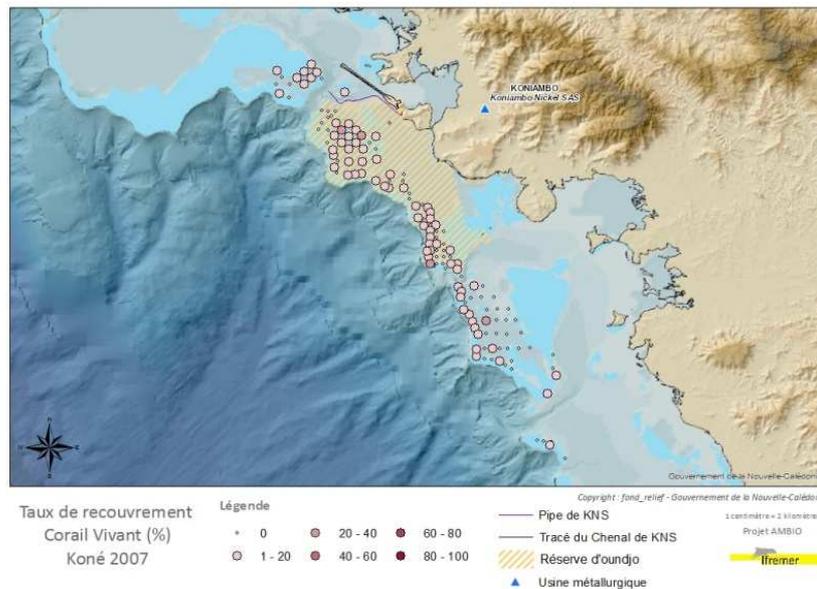


Figure 10. Recouvrement en corail vivant observé à Koné en 2007

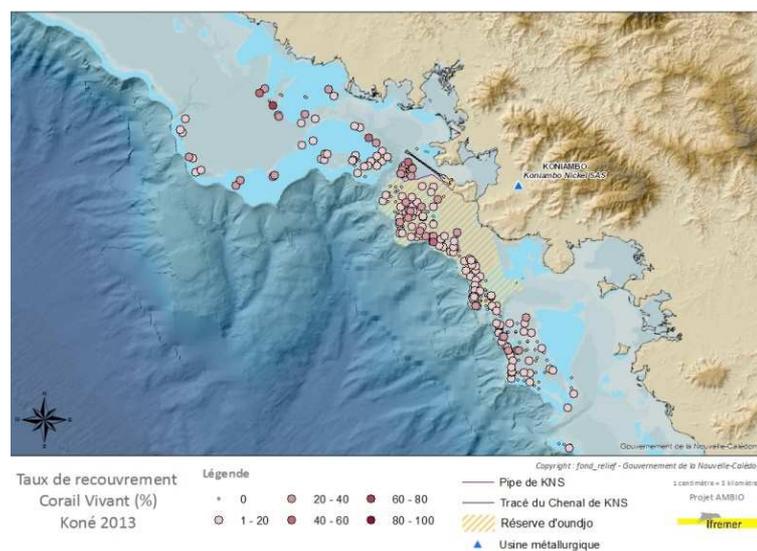


Figure 11 : Recouvrement biotique – Koné 2013

D'après ces deux cartes, le taux de recouvrement en corail vivant est plus important en 2013 qu'en 2007 notamment au niveau de la réserve coutumière d'Oundjo.

2- Typologie des stations de Koné

Les résultats de la typologie sont représentés en Figure 12.

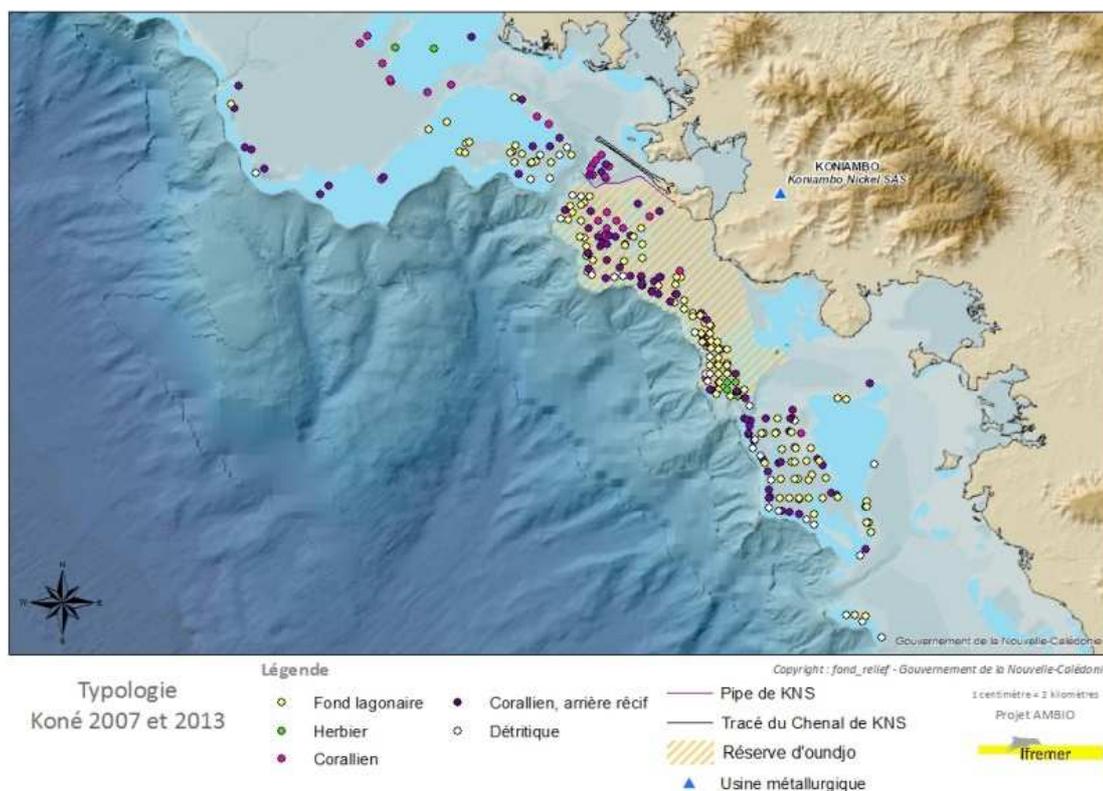


Figure 12 : Répartition des stations par classe d'habitat

La typologie en cinq classes distingue de manière satisfaisante les principaux habitats rencontrés dans le lagon avec deux habitats de fond sableux : herbier et fond lagonaire, et trois habitats de fonds durs : corallien, corallien et arrière récif, et fond détritique.

La classe « herbier » est caractérisée par un important pourcentage d'herbier (79,4 %) et un important pourcentage de sable (100%).

La classe « fond lagonaire » est caractérisée par un pourcentage important de sable (89,2%) ainsi que par un taux de macro-algues (2,5%) supérieur à la moyenne (1,8%).

La classe « corallien » est caractérisée par un important taux de recouvrement en corail dur (73,8%) dont 49,4 % de mort et 24,5 % de vivant. La moyenne en corail vivant de l'ensemble des stations étant de 7,66 %, cette classe est considérée comme riche en corail vivant.

La classe « corallien et arrière récif » est caractérisée par un pourcentage de corail dur égal à 25,2 % dont 11,6 % est vivant, cette valeur est toujours supérieure à la valeur moyenne de corail vivant sur l'ensemble des stations (7,66%) mais inférieure à celle de la classe « corallien » (24,5%). Les stations correspondant à cette classe comportent donc un taux de recouvrement en corail vivant moins important que celle appartenant à la classe « corallien ».

La classe « détritique » est caractérisée par un important taux de gravier et débris (39,6%), ainsi que de bloc (8,7%).

La répartition des stations effectuées en 2007 dans chaque classe est représentée dans le tableau 2 et celle des stations de 2013 dans le tableau 3.

Habitat	Nombre de stations	Proportion des stations
Herbier	3	2,05%
Fond lagonaire	75	51,37 %
Corallien	6	4,11 %
Corallien, arrière récif	34	23,29 %
Détritique	28	19,18 %

Tableau 2 : Répartition des stations par habitat à Koné en 2007

Ainsi en 2007, le principal habitat observé correspond à un fond meuble puisque 51,37 % des stations appartiennent aux fonds lagonaire. Peu de stations appartiennent à l'habitat herbier (2,1%).

Habitat	Nombre de station	Proportion des stations
Herbier	5	3,6 %
Fond lagonaire	48	34,53 %
Corallien	25	17,99 %
Corallien, arrière récif	56	40,29 %
Détritique	5	3,59 %

Tableau 3 : Répartition des stations par habitat à Koné en 2013

En 2013, les principaux habitats observés appartiennent à des habitats de fonds durs : corallien (18.0 % des stations), corallien et arrière récif (40,3 % des stations).

Mais il y a également 34,5 % des stations qui ont été effectuées sur des fonds lagonaire. Peu de stations appartiennent à l'habitat herbier (3,7%). Ce dernier apparaît donc peu représenté sur la zone d'étude.

B. Analyse des données ichtyofaune

1- Composition spécifique et statistiques générales

Dans cette partie nous allons comparer, à l'aide de 5 métriques d'écologie, les données de 2007 et celles de 2013. La première métrique calculée est la richesse spécifique par habitat de chacune des deux années (Figure 13).

Pour l'ensemble des graphiques, AP désigne l'année 2013 et AV désigne les données de l'année 2007. De plus la valeur inscrite en bleu correspond à la moyenne.

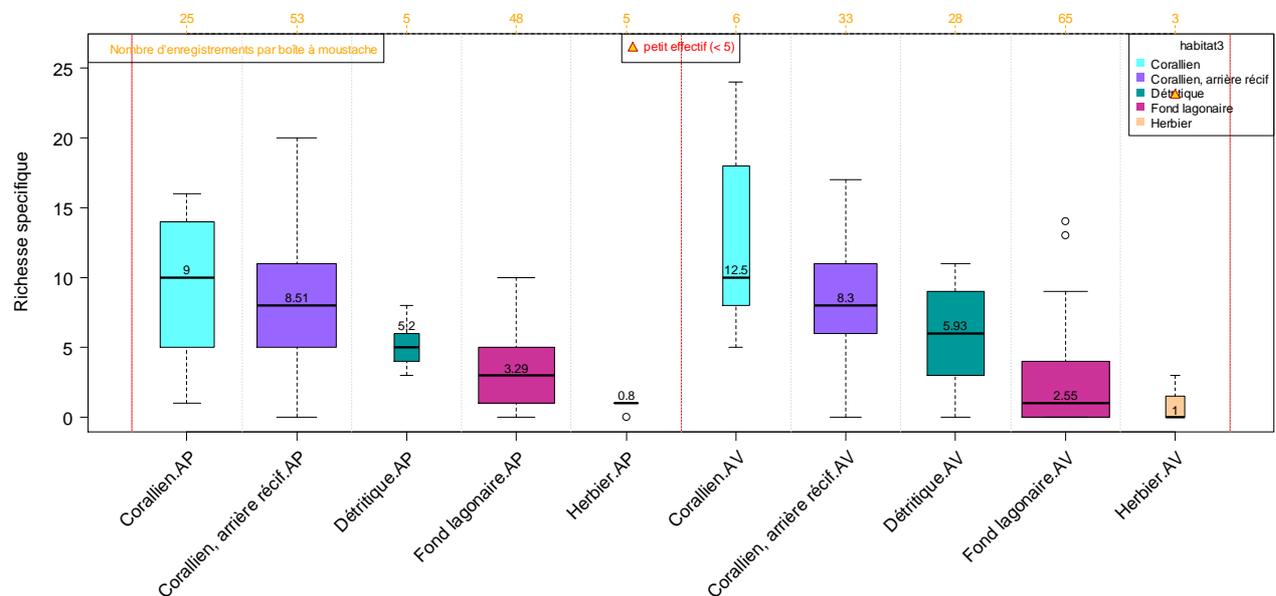


Figure 13 : Richesse spécifique des années 2007 et 2013 en fonction des habitats

Sur ce graphique, on observe des richesses spécifiques plus importantes pour les deux années dans les milieux coralliens que dans les autres types d'habitat. De plus, au vu de ce graphique nous ne pouvons pas dire qu'il y a une différence importante au niveau de la richesse spécifique par habitat entre 2007 et 2013.

Sur l'ensemble des graphiques suivants, l'habitat « herbier » n'est pas représenté du fait du faible nombre de stations.

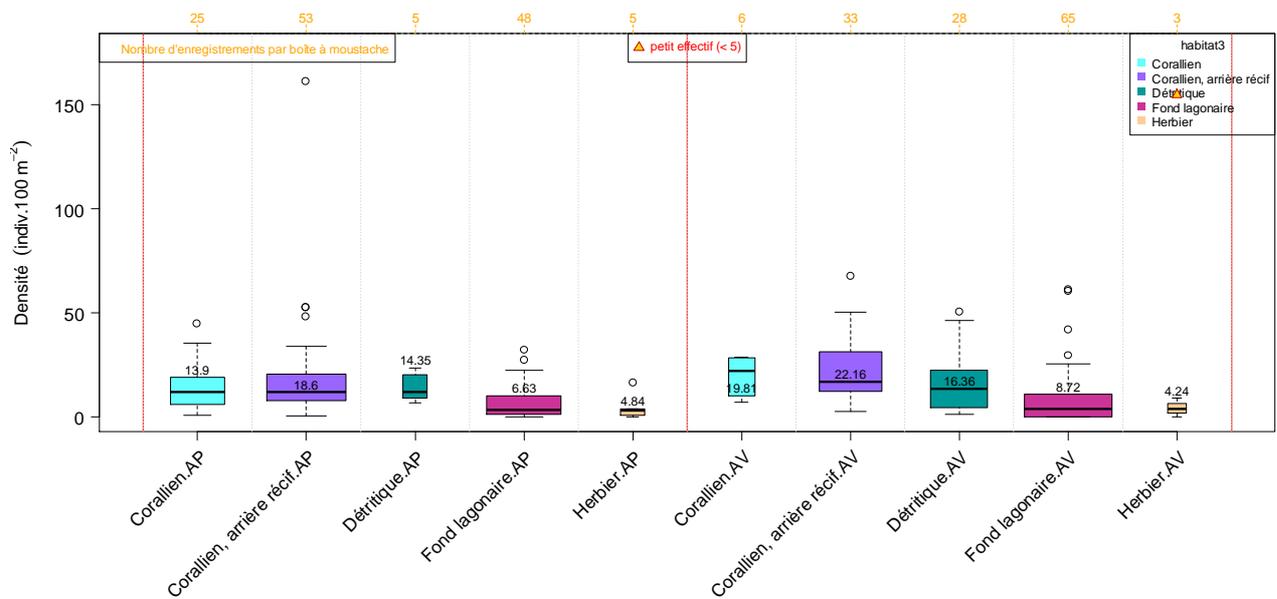


Figure 14 : Densité générale par type d'habitat pour l'année 2007 et l'année 2013

La seconde métrique calculée est la densité générale par habitat (Figure 14). Il n'apparaît sur ce graphique pas de différence importante entre 2007 et 2013. Cependant pour les deux années, la densité en ichtyofaune apparaît plus faible dans l'habitat « fond lagonaire » que dans les autres habitats. En effet, la moyenne se trouve aux alentours de 9 ind.100m⁻² pour les fonds lagonaire alors qu'elle est environ 15 ind.100m⁻² pour les autres habitats.

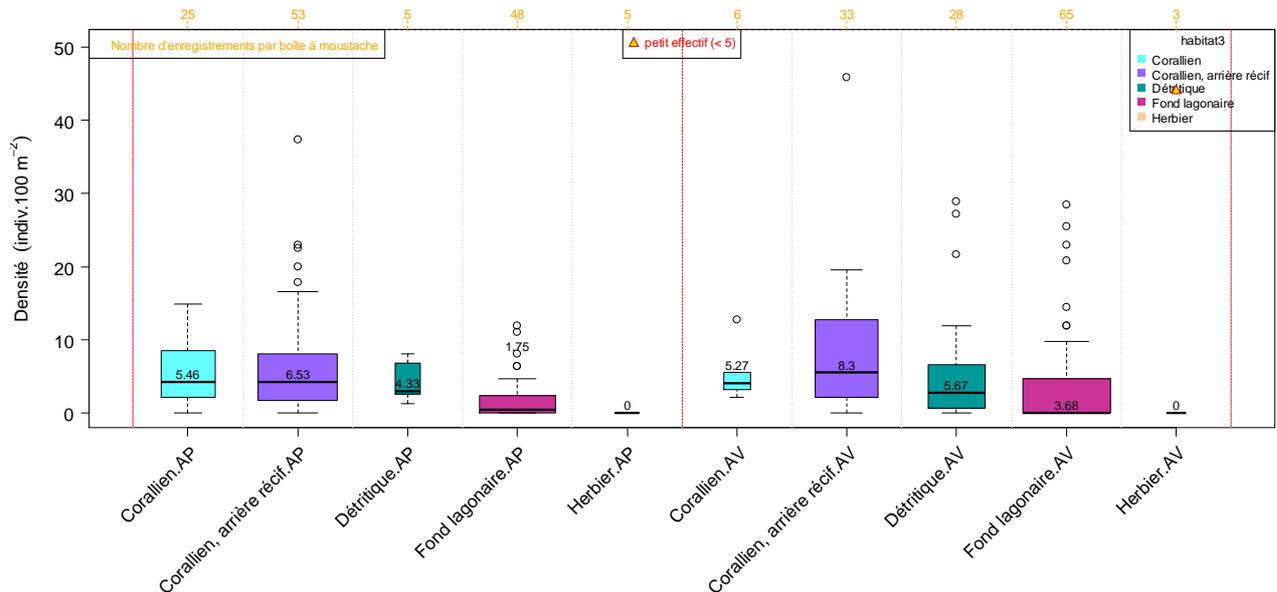


Figure 15 : Densité des Acanthuridae par type d'habitat en 2007 et 2013

La troisième métrique calculée est la densité de poissons chirurgiens (Acanthuridae) sur les deux années en fonction de l'habitat (Figure 15).

On n'observe pas de différence importante entre les deux années même s'il semble que la densité de poissons chirurgiens était plus importante en 2007 dans l'habitat « corallien, arrière récif » (moyenne 8,3 ind.100m⁻²) qu'en 2013 où la moyenne est égale à 6,5 ind.100m⁻².

La quatrième métrique étudiée est la densité de poissons perroquets (Figure 16). En effet ces espèces jouant un grand rôle dans la consolidation des récifs coralliens, et sont de plus commercialisés et très recherchés par les chasseurs sous-marins.

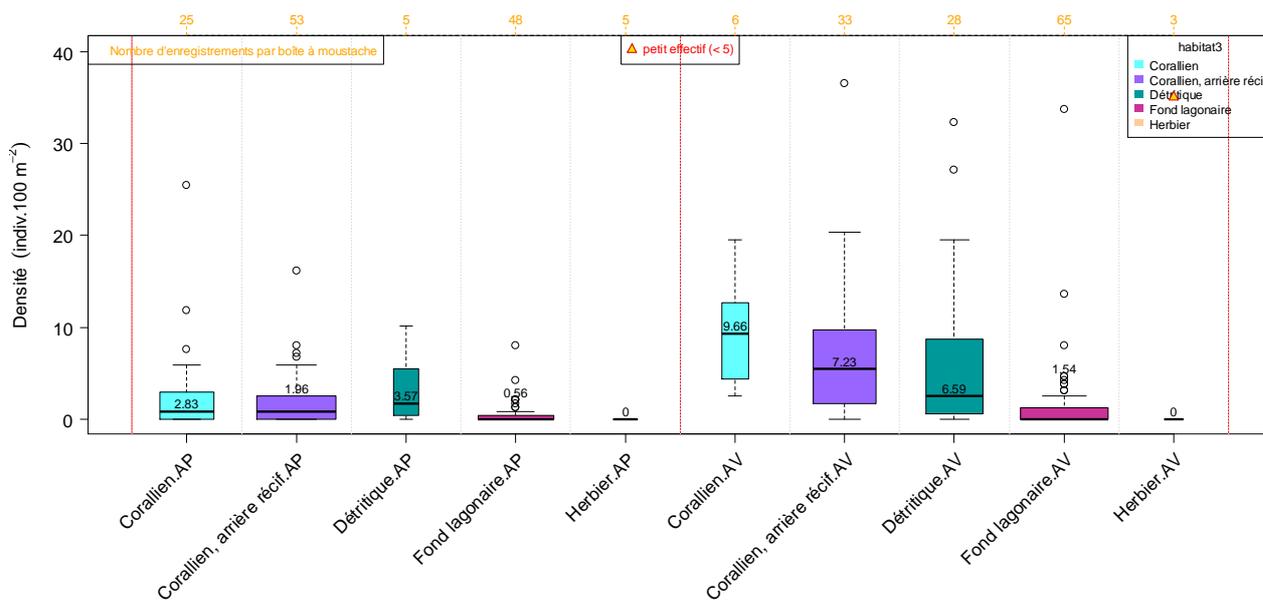


Figure 16 : Densité des Scaridae par type d'habitat en 2013 et 2007

On observe sur ce graphique une importante diminution de la densité des perroquets entre les deux années en ce qui concerne les habitats « corallien » et « corallien, arrière récif », principaux habitats de ces espèces. En effet, en 2007, la moyenne pour le milieu corallien se trouve à 9,7 ind.100m⁻² alors qu'elle chute à 2,8 ind.100m⁻² en 2013.

La cinquième métrique étudiée est la densité en Lethrinidae (Figure 17). En Nouvelle-Calédonie, cette famille est très ciblée par les pêcheurs à la ligne, il est donc important de la suivre.

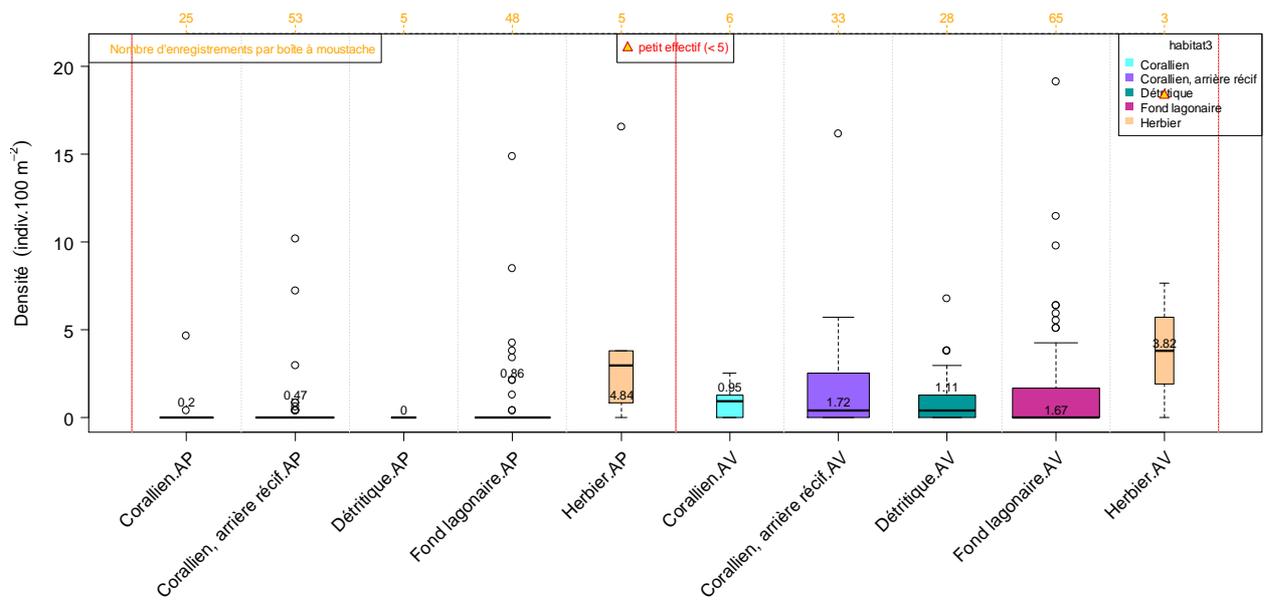


Figure 17 : Densité des Lethrinidae en fonction de l'habitat en 2007 et en 2013

Ce graphique montre une faible diminution de densité entre 2007 et 2013 et ce sur tous les habitats.

Enfin la dernière métrique étudiée est la richesse spécifique des poissons papillons. Les Chaetodontidae étant un important indicateur écologique de l'état de santé des récifs coralliens, cette métrique est très importante à prendre en compte.

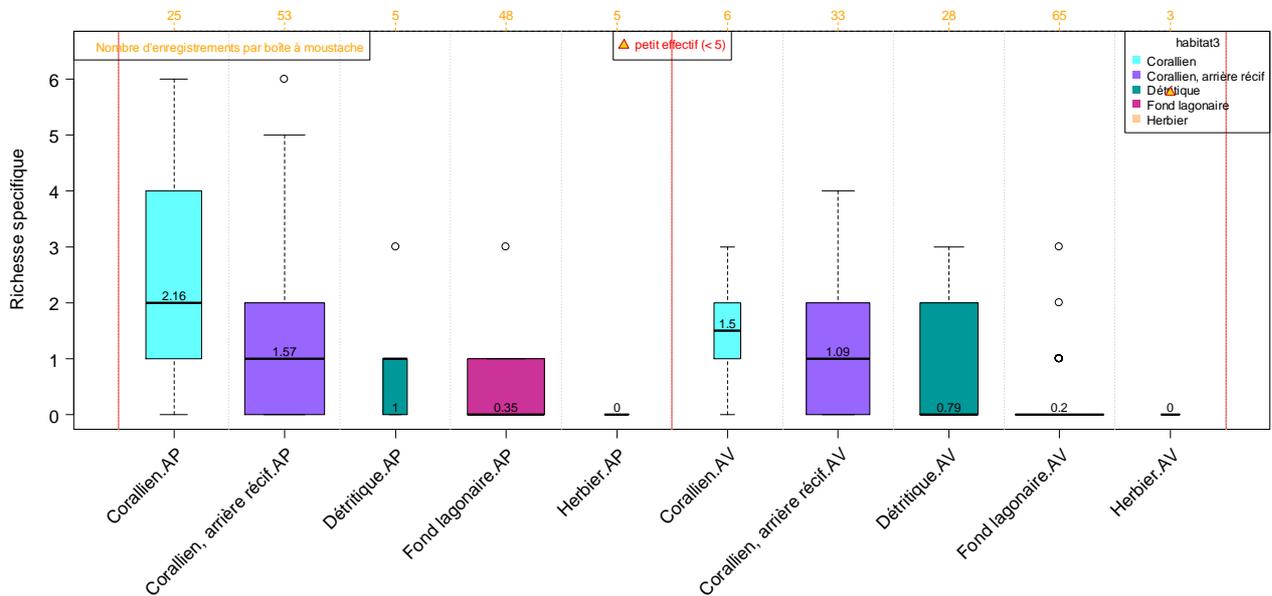


Figure 18 : Richesse spécifique des poissons papillons en fonction de l'habitat en 2007 et 2013

Sur la Figure 18, on observe que le nombre d'espèces par station est plus important dans les habitats coralliens que dans les autres habitats mais les différences entre 2007 et 2013 ne sont pas importantes.

2- Évaluation de l'efficacité de la réserve d'Oundjo en 2013

Afin d'évaluer l'efficacité de cette réserve coutumière, deux buts de gestion ont été considérés : la conservation de la biodiversité, se déclinant en 2 objectifs (diversité et espèces remarquables), et la gestion durable des ressources de la pêche.

19 métriques différentes ont donc été effectuées, les fiches métriques contenant les représentations graphiques et cartographiques se trouvent en Annexe. Dans le cadre de ce stage, les tests statistiques n'ont pas été effectués. Les métriques seront calculées uniquement sur les données 2013.

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

Pour répondre à cet objectif, 7 métriques ont été calculées (Tableau 4). Dans l'ensemble de ces métriques, ni l'habitat herbier ni l'habitat détritique ne seront pris en compte vu le faible nombre de stations dans ces habitats.

Etat et évolution de la biodiversité	Diagnostic à partir des données actuelles
<p>Richesse spécifique par station <i>Nombre d'espèces par unité d'observation (dans un rayon correspondant à la limite de visibilité)</i></p>	<p><u>Pertinence</u> : La richesse spécifique par station permet de caractériser l'état d'un peuplement et de suivre son évolution dans le temps. C'est une métrique qui est particulièrement sensible à la dégradation naturelle (cyclone) ou anthropique (destruction, pollution de l'habitat).</p> <p><u>Résultat</u> : La richesse spécifique est plus élevée en réserve coutumière (RC) dans les habitats : Corallien, Corallien et arrière récif mais pas dans fond lagonaire et herbier. Aucun de ces résultats n'est significatif.</p>
<p>Densité d'abondance des Acanthuridae par unité d'observation <i>Densité de chirurgiens dans un rayon de 5m autour de la caméra</i></p>	<p><u>Pertinence</u> : Les chirurgiens sont la famille la plus abondante et sont les acteurs majeurs de la régulation des algues qui prolifèrent sur le récif.</p> <p><u>Résultat</u> : La densité de poissons chirurgien dans la réserve coutumière est plus importante en réserve dans l'habitat Corallien d'arrière récif (moyenne à 8,1 ind.100m⁻² en réserve coutumière contre 5,33 ind.100m⁻² hors réserve) et dans les fonds lagonaire. En ce qui concerne l'habitat corallien, la moyenne est plus élevée (5,96 ind.100m⁻²) hors réserve (HR) qu'en RC (3,86 ind.100m⁻²). Aucun de ces résultats n'est significatif.</p>

<p>Densité d'abondance de Mullidae par unité d'observation</p> <p><i>Densité de barbillons dans un rayon de 5m autour de la caméra</i></p>	<p><u>Pertinence</u> : Les barbillons sont présents dans tous les habitats. Leur chair est de qualité mais sont généralement peu consommés en Nouvelle-Calédonie.</p> <p><u>Résultat</u> : La moyenne est plus faible dans la RC dans tous les habitats sauf Corallien ou la valeur est quasiment égale. Aucune de ces valeurs n'est significative.</p>
<p>Densité d'abondance des Scaridae par unité d'observation</p> <p><i>Densité de perroquets dans un rayon de 5m autour de la caméra</i></p>	<p><u>Pertinence</u> : Les poissons perroquets sont les principaux artisans de la consolidation des récifs. La plupart de ces espèces sont commercialisées en Nouvelle-Calédonie.</p> <p><u>Résultat</u> : La moyenne est plus élevée (7,18 ind.100m⁻² contre 1,45 ind.100m⁻² en habitat Corallien) dans la RC dans les deux habitats coralliens et identique dans les fonds lagonaire. Aucun de ces résultats n'est significatif.</p>
<p>Densité d'abondance des Siganidae par unité d'observation</p> <p>Densité de picots dans un rayon de 5m autour de la caméra</p>	<p><u>Pertinence</u> : Les picots sont une famille cible de la pêche à la ligne ou au filet maillant. Ce sont des espèces consommables voire commercialisées en Nouvelle-Calédonie.</p> <p><u>Résultat</u> : Les valeurs sont identiques par habitat quelque soit la protection.</p>
<p>Densité d'abondance des Serranidae par unité d'observation</p> <p>Densité des loches dans un rayon de 5m autour de la caméra</p>	<p><u>Pertinence</u> : Les loches sont des espèces cibles de la chasse sous-marine et de la pêche à la ligne. Elles sont fortement consommées en Nouvelle-Calédonie.</p> <p><u>Résultat</u> : La densité est très faible quelque soit la protection et l'habitat. Aucune différence significative.</p>
<p>Richesse spécifique des Chaetodontidae</p> <p>Nombre d'espèces de papillons par unité d'observation dans un rayon de 5m autour de la caméra</p>	<p><u>Pertinence</u> : Le nombre d'espèce de papillons est un indicateur de la bonne santé des formations coralliennes vivantes. Ils permettent de suivre l'état d'un peuplement corallien. Ils sont particulièrement sensibles à une destruction naturelle ou anthropique.</p> <p><u>Résultat</u> : La richesse spécifique des papillons est plus élevée quelque soit l'habitat dans la RC. Par exemple, la moyenne en HR dans l'habitat Corallien, arrière récif est égale à 2 alors que dans la RC elle est égale à 3,43. Aucune de ces valeurs n'est significative.</p>

Tableau 4 : Métriques permettant d'observer le maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème

b. Conservation de la biodiversité : espèces emblématiques, menacés localement ou sous statut spécial, ou endémiques

57 stations ont été effectuées en réserves et 79 hors réserve

Pour répondre à cet objectif, 4 métriques (Tableau 6) ont été calculées :

Etat et évolution de la biodiversité	Diagnostic à partir des données actuelles
Fréquence d'occurrence des raies et des requins	<p><u>Pertinence</u> : Les requins et les raies sont des espèces menacées même si elles sont protégées localement depuis 2013. L'existence de zones protégées doit entraîner une augmentation de la fréquence d'occurrence de ces espèces dans la zone d'étude.</p> <p><u>Résultat</u> : Espèces plus souvent observées dans la RC avec un nombre moins important de stations.</p>
Fréquence d'occurrence des Cheloniidae	<p><u>Pertinence</u> : L'existence de zones protégées doit entraîner une augmentation de la fréquence d'occurrence de cette espèce dans la zone d'étude.</p> <p><u>Résultat</u> : Espèces plus souvent observées dans la RC avec un nombre moins important de stations.</p>
Fréquence d'occurrence des napoléons	<p><u>Pertinence</u> : Le napoléon est une espèce menacée (Liste rouge IUNC), emblématique, uniquement observée dans les formations récifales en bonne santé.</p> <p><u>Résultat</u> : Espèce plus souvent observées HR avec un nombre moins important de station en RC.</p>
Fréquence d'occurrence des espèces remarquables	<p><u>Pertinence</u> : Les espèces remarquables regroupent les espèces emblématiques et localement menacées.</p> <p><u>Résultat</u> : Espèces plus souvent observées dans la RC avec un nombre moins important de stations.</p>

Tableau 5 : Métriques permettant d'observer les espèces emblématiques ou localement menacées

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

8 métriques (Tableau 7) ont été calculées pour répondre à ce dernier objectif :

Etat et évolution des ressources	Diagnostic à partir des données actuelles
<p>Densité d'abondance des espèces commerciales <i>Densité des espèces commerciales dans un rayon de 5m autour de la caméra</i></p>	<p><u>Pertinence</u> : Les espèces commerciales dont les principales espèces cibles et sont visées par tous les types de pêche.</p> <p><u>Résultat</u> : Pour tous les habitats, la densité moyenne d'espèces commerciales est plus importante en réserve que hors réserve. Par exemple pour l'habitat corallien, la densité moyenne est de 2,78 ind.100m⁻² HR et 6,19 ind.100m⁻² en RC. En ce qui concerne les fonds lagunaires, les densités moyennes sont très proches dans les deux statuts. Aucun de ces résultats n'est significatif.</p>
<p>Densité d'abondance des espèces consommables <i>Densité des espèces consommables dans un rayon de 5m autour de la caméra</i></p>	<p><u>Pertinence</u> : Les espèces consommables regroupent les espèces commerciales mais également les espèces dont la chair est consommable. Ces espèces sont particulièrement ciblées par la pêche récréative.</p> <p><u>Résultat</u> : Quelque soit l'habitat, les densités moyennes d'espèces consommables sont plus faibles en réserve que hors réserve (1,08 ind.100⁻² en réserve pour les fonds lagunaires contre 3,69 ind.100⁻² hors réserve). Ces résultats ne sont pas significatifs.</p>
<p>Fréquence d'occurrence des grands et moyens <i>Plectropomus leopardus</i></p>	<p><u>Pertinence</u> : La saumonée est une espèce ciblée principalement par la chasse sous-marine et secondairement par la pêche à la traîne. La densité d'abondance doit être plus élevée dans la réserve.</p> <p><u>Résultat</u> : Cette espèce est plus souvent observée en réserve coutumière que hors de la réserve avec un nombre moins important de stations dans la réserve (57 en RC contre 79 HR).</p>
<p>Fréquence d'occurrence des grands et moyens <i>Lethrinus nebulosus</i></p>	<p><u>Pertinence</u> : Le bec de cane est une espèce ciblée principalement par la pêche à la ligne. La densité des grands et des moyens doit être plus élevée dans la réserve.</p> <p><u>Résultat</u> : Le bec de cane est plus souvent observé en réserve (9,12%) qu'en dehors de la réserve coutumière (2,45%).</p>

<p>Densité d'abondance des grands et moyens Lethrinidae pêchés</p>	<p><u>Pertinence</u> : Les Lethrinidae sont une famille ciblée par la pêche à la ligne et secondairement par la chasse sous-marine et le filet maillant. La densité des grands et moyens doit être plus important dans la réserve.</p> <p><u>Résultat</u> : Que ce soit pour les grands ou pour les moyens individus, les Lethrinidae sont plus souvent observés dans la réserve coutumière qu'en dehors. Ainsi pour les grands individus, la densité moyenne en réserve est de 0,57 indiv.100m⁻² alors qu'elle est de 0.3 indiv.100m⁻² hors réserve. Aucun de ces résultats n'est significatif.</p>
<p>Densité d'abondance de <i>Naso unicornis</i></p>	<p><u>Pertinence</u> : Le Dawa est une espèce ciblée principalement par la chasse sous-marine. La densité de <i>Naso unicornis</i> doit être plus élevée dans la réserve.</p> <p><u>Résultat</u> : Pour les grands individus, la densité moyenne est deux fois plus élevée en réserve (0.1 ind.100m⁻²) que hors réserve (0.05 ind.100m⁻²). Pour les moyens individus, la densité est aussi plus élevée en réserve puisqu'elle atteint 0.25 ind. 100m⁻² alors qu'elle est égale à 0,15 ind.100m⁻² hors réserve. Aucun de ces résultats n'est significatif.</p>
<p>Densité d'abondance des grands et moyens individus des espèces cibles de la chasse</p>	<p><u>Pertinence</u> : Les densités des grands et moyens individus des espèces-cibles de la chasse doivent être supérieures en RC sur l'ensemble des habitats.</p> <p><u>Résultat</u> : Pour les deux habitats coralliens, la densité des espèces cibles de la chasse est plus importante en réserve avec une moyenne de 2,35 ind.100m⁻² HR dans l'habitat Corallien contre 5,69 ind.100m⁻² en RC. Pour l'habitat fond lagunaire, c'est HR que la densité est plus élevée (1,31 ind.100m⁻² contre 0,98 ind.100m⁻² en RC). Aucun de ces résultats n'est significatif.</p>
<p>Densité d'abondance des grands et moyens individus des espèces-cibles de la pêche à la ligne</p>	<p><u>Pertinence</u> : Les densités des grands et moyens individus des espèces cibles de la pêche à la ligne doivent être supérieures en RC sur l'ensemble des habitats.</p> <p><u>Résultat</u> : Pour les habitats Corallien, arrière récif et fond lagunaire, la moyenne est légèrement plus élevée en RC (1,24 ind.100m⁻² en fond lagunaire et 2.2 ind.100m⁻² en Corallien, arrière récif) qu'en HR (1.79 ind.100m⁻² pour l'habitat Corallien, arrière récif et 0,44 ind.100m⁻² en fond lagunaire). Pour l'habitat Corallien, la moyenne est plus élevée HR (1,52 ind.100⁻²) qu'en RC (0.85 ind.100m⁻²). Aucun de ces résultats n'est significatif.</p>

Tableau 6 : Métriques permettant d'observer le maintien des populations d'espèces cibles

IV- Discussion

A. Résultats

1. Analyse des données habitat

Pour l'habitat, les représentations cartographiques (Figures 10 et 11) permettent d'avoir une vision d'ensemble sur le taux de recouvrement en corail vivant pour les deux années. Ces résultats ne nous permettent pas de conclure sur l'état du corail en 2013 par rapport à 2007. Effectivement, il est difficile, même avec les points GPS de reposer la caméra lors de la mission en 2013 au même endroit que celle posée en 2007. De plus en 2013, des stations ont été posées à des endroits où aucune station n'avait été effectuée en 2007. Les stations ne correspondent pas 2 à 2 entre les deux années.

En revanche, sur la Figure 11, on observe de forts taux de corail vivant dans la zone située juste entre le pipe et le chenal. La création d'une typologie a permis une classification objective de chaque station dans un habitat, et ce en fonction de leur pourcentage de recouvrement en corail dur, en débris, en sable...

Les commentaires rédigés sur le terrain pour chaque station corroborent en général les résultats de la typologie. Certaines stations notées comme étant sur le récif sont classées dans l'habitat détritique ou fond lagonaire, probablement du fait de la pose du système sur du sable, un peu en retrait du récif, ces derniers étant peu profonds (environ 80 cm).

2. Analyse des données ichtyofaune

En ce qui concerne l'ichtyofaune, les récifs coralliens sont le centre d'une importante biodiversité et d'une importante abondance de poissons par rapport aux fonds meubles comme les fonds lagonaires. Ceci explique que la richesse spécifique est plus élevée en 2007 que en 2013 dans les habitats coralliens et que l'abondance des poissons est moins élevée sur les fonds lagonaires. Les différences pour ces deux métriques entre 2007 et 2013 concernant les habitats coralliens peuvent provenir du fait que moins de stations en 2007 ont été réalisées dans ces habitats et que celles-ci sont riches en poissons, cela a donc pour conséquence d'élever les moyennes.

La densité moyenne des poissons chirurgiens n'a que peu augmenté en 2013 sur l'habitat corallien, mais peut être en raison d'une répartition différente des stations entre 2007 et 2013. En effet, dans tous les autres habitats la densité diminue légèrement entre 2007 et 2013. Les chirurgiens étant des espèces importantes pour la régulation des algues sur les récifs coralliens, il pourrait être intéressant de voir si une augmentation du taux d'algues a été observée en 2013. De plus la saisonnalité pourrait aussi expliquer cette légère différence puisque les données 2007 ont été prises en été et les données 2013 en hiver.

Une diminution du nombre de perroquets est observée en 2013 par rapport à l'année 2007. Le poisson perroquet étant un poisson cible d'un bon nombre de pêche et la pression démographique ayant augmenté à Koné, cette différence peut être due à une pêche plus importante ; cependant à un effet de la saisonnalité ne peut être exclu.

Une faible abondance des Lethrinidae, espèces-cibles de la pêche à la ligne et au filet, a été observée sur les deux années ; ce résultat peut être dû à la pêche ; en effet de nombreuses stations ont été réalisées dans les habitats préférés de ces espèces.

Enfin, le nombre d'espèces de poissons papillons est un indicateur de la bonne santé des formations coralliennes et ces poissons sont très sensibles à la dégradation de leur habitat.

Aucune différence notable de richesse spécifique de ces espèces n'a été observée entre 2007 et 2013, on peut donc en déduire qu'il n'y a pas eu de modification majeure de l'état de santé des récifs coralliens dans la zone de Koné.

Quelque soit le statut de protection, la richesse spécifique est plus importante sur les fonds durs qui comprennent les fonds coralliens, que sur les fonds meubles. Elle est aussi légèrement plus élevée dans la réserve coutumière (RC) par rapport à l'extérieur de la réserve (HR), cette réserve semble avoir un effet modéré mais positif sur la diversité des espèces.

La densité des Acanthuridae est plus élevée dans la RC sur tous les habitats sauf l'habitat Corallien. Cependant, le nombre de stations dans ce dernier habitat est faible (6 stations). On peut donc en déduire que la réserve semble avoir un effet positif pour les Acanthuridae pour tous les habitats.

La densité des Mullidae montre le même type de résultat, à savoir que: les résultats de l'habitat corallien diffèrent de ceux des autres habitats, avec peu de stations toutefois dans cet habitat dans la RC. Pour cette famille, la réserve ne semble avoir aucun effet positif car les abondances sont plus faibles dans la réserve qu'à l'extérieur.

Pour les Scaridae, espèces fréquemment pêchées, les abondances sont plus élevées en réserve seulement sur les fonds durs et identiques sur les fonds meubles peuvent signifier deux choses : soit les pêcheurs de la réserve de Oundjo ne pêchent des perroquets que sur les fonds lagunaires avec par exemple des éperviers soit les perroquets sont pêchés hors de la réserve seulement dans les habitats coralliens.

En ce qui concerne les Siganidae et les Serranidae, les abondances faibles quelque soit le statut de protection et quelque soit l'habitat nous permettent d'émettre l'hypothèse que ces espèces sont fortement pêchées que se soit en réserve ou hors réserve ou alors que les habitats observés ne correspondent pas au lieu de vie de ces espèces (peu de récifs coralliens riches, peu de profondeur, peu d'herbier...).

Enfin la richesse spécifique des papillons étant plus importante dans la réserve coutumière nous pouvons en déduire que les récifs coralliens sont en meilleure santé dans celle-ci que dans le reste du site de Koné.

En ce qui concerne les résultats sur la fréquence des espèces emblématiques, le nombre d'observations n'est pas suffisant pour émettre l'hypothèse que la réserve coutumière d'Oundjo peut contribuer à une plus grande fréquence d'observation. Pour le napoléon, le fait qu'il n'est pas du tout été observé en réserve ne doit pas être interprété négativement en terme d'effet de la protection. Cette espèce est souvent assez mobile.

La densité des espèces commerciales étant plus importante dans la réserve coutumière, on peut émettre l'hypothèse que les espèces appartenant à cette liste ne sont pas celles préférentiellement pêchées par les pêcheurs d'Oundjo. A l'inverse, les espèces consommables étant en plus faible abondance dans la réserve, nous pouvons supposer que les espèces de cette liste sont pêchées de manière plus importante dans la réserve que hors de celle-ci.

Les observations plus nombreuses des saumonées et des becs de canne en réserve peuvent nous laisser penser que se sont des espèces très chassées dans le reste du lagon. Cependant les fréquences concernant les saumonées sont très faibles, il est donc difficile de conclure sur l'effet de protection de la réserve. A l'inverse, l'effet réserve est observé pour les becs de canne.

Les densités en Lethrinidae, particulièrement faibles, permettent difficilement d'émettre une quelconque hypothèse concernant l'effet de protection de la réserve. On peut par ailleurs suggérer que ces faibles abondances sont dues au faible pourcentage d'herbier, habitat très prisés par un important nombre d'espèces de cette famille, ainsi qu'à la faible profondeur du lagon. En ce qui concerne les dawas, les densités très faibles ne permettent pas non plus d'émettre une hypothèse sur l'effet de la réserve coutumière. Ces densités peuvent être expliquées par l'absence de récif corallien riche qui est l'habitat majoritaire de cette espèce.

Les densités d'espèces cibles de la chasse plus élevées dans la réserve dans les habitats coralliens nous permettent de suggérer que la chasse est pratiquée sur les récifs à l'extérieur de la réserve. Toutefois, le nombre de stations effectuées dans les habitats corallien étant plus faible en réserve que hors réserve, il faut modérer ces résultats.

Enfin les densités faibles des espèces cibles de la pêche à la ligne que ce soit en réserve ou hors réserve nous laisse penser que ce type de pêche est très courant dans et hors de la réserve. Les faibles différences entre la réserve et l'extérieur confirment aussi cette hypothèse.

En conclusion, l'ensemble de ces résultats montrent quasiment aucune différence significative entre la réserve coutumière et le reste du site échantillonné. On observe néanmoins, l'effet de protection de la réserve pour quelques espèces comme le bec de canne.

B. Méthodes

1. Analyse de l'habitat

Lors du traitement des vidéos en ce qui concerne l'habitat, plusieurs problèmes se sont posés, et en premier lieu la visibilité limitée. Ceci s'explique par une eau souvent chargée en particules, surtout dans la partie nord de la zone. Le second problème concernait le corail dur. A la vidéo, il m'a été très difficile de faire la différence entre du corail blanc et du corail blanchi.

La troisième difficulté que j'ai rencontrée concerne les coraux mous. En effet, lors des analyses vidéos des autres sites, ceux-ci étaient toujours en petit nombre. Sur Koné, leur présence trop importante sur certains secteurs a rendu le comptage impossible. Il a donc été décidé que les coraux mous seraient représentés en pourcentage de recouvrement au même titre que les coraux durs.

Enfin, les pourcentages de recouvrement (corail dur, algues, sable...) restent approximatifs du fait qu'ils ne sont pas calculés mais seulement estimés par l'observateur de la vidéo. Ils peuvent donc varier de quelques pourcents entre deux analyseurs. La formation de l'analyseur est donc essentielle. Toutefois, la typologie apparaît robuste à ce type d'incertitude.

2. Analyse de l'ichtyofaune

Le principal problème lors de l'analyse de l'ichtyofaune est la difficulté à estimer la distance et la taille des poissons notamment lorsque la visibilité est médiocre. La taille est estimée en classes de taille et donc l'incertitude qui en résulte est limitée. Pour la distance, en fonction de l'environnement autour (récif corallien, banc de sable...), de la taille du poisson et de la visibilité, celle-ci est parfois difficile à estimer. De plus la distance estimée peut varier entre les analyseurs.

Conclusion

A l'heure actuelle, la Nouvelle-Calédonie est une zone du monde où l'impact anthropique reste faible mais sa biodiversité lagonaire riche reste néanmoins fragile. Il est par conséquent important d'en suivre l'évolution.

La technique vidéo STAVIRO permet d'observer et de dénombrer l'ichtyofaune tout en caractérisant l'habitat.

Lors de ce stage, l'utilisation des Stations Vidéos Rotatives avait pour but de déterminer si des changements au niveau des communautés de poissons ou au niveau de l'habitat pouvaient être observés au niveau géographique avec la présence de la réserve coutumière d'Oundjo, ou au niveau temporel à partir des données des deux campagnes de 2007 et 2013. Entre ces deux années, la construction d'une mine et l'accroissement de la population sont en effet susceptibles d'avoir des impacts sur le lagon et sa biodiversité. Les stations n'ayant pas été posées exactement au même endroit en 2007 et 2013, une comparaison appariée n'était pas possible. Les analyses réalisées dans ce travail n'ont pas permis de mettre en évidence des modifications de l'habitat entre 2007 et 2013. En revanche, les recouvrements coralliens apparaissent plus importants dans la réserve coutumière que dans les autres sites de la zone. En ce qui concerne l'ichtyofaune, les différences observées entre l'année 2007 et l'année 2013 ne sont pas significatives. A l'exception de certaines métriques dans certains habitats, nos analyses ne permettent pas de mettre en évidence une évolution entre ces deux années.. De même, nos résultats ne permettent pas de démontrer des effets de la réserve d'Oundjo sur l'ichtyofaune, même si plusieurs résultats positifs sont observés pour certaines espèces.

Toutefois, des analyses et tests statistiques plus poussés peuvent être envisagés afin d'améliorer ces résultats. Par ailleurs, il pourrait aussi être judicieux de prendre en compte d'autres facteurs comme la saisonnalité ou le taux de sédimentation par exemple. D'un point de vue personnel, ce stage a été très enrichissant car j'ai eu l'occasion de me former à chaque étape de l'utilisation des Stations Vidéos Rotatives. En effet, en ce qui concerne les campagnes sur le terrain, j'ai appris à poser et relever les systèmes STAVIRO, remplir les feuilles de terrain, ainsi qu'à entretenir les systèmes. J'ai ensuite eu l'occasion de m'occuper du traitement des vidéos en analysant l'habitat et en identifiant et dénombrant l'ichtyofaune. Enfin j'ai eu l'occasion d'utiliser l'outil de calcul PAMPA et le logiciel R afin d'obtenir des graphiques permettant d'établir un diagnostic sur l'état d'un milieu. Ce stage m'a permis de découvrir le travail dans une équipe de recherche et d'acquérir plus de rigueur et d'autonomie.

Bibliographie

Clua, E., Legendre, P., Vigliola, L., Magron, F., Kulbicki, M., Sarramegna, S., Labrosse, P., Gazin, R. 2006. Medium scale approach (MSA) for improved assessment of coral reef fish habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 33 (2006) 219-230

Lasne, G. 2007. Les coraux de la Nouvelle-Calédonie : Synthèse bibliographique. Cellule de coordination du CRISP

Pelletier, B. 2007. Geology of the New-Caledonia region and its implications for the study of the New-Caledonian biodiversity. *Compendium of marine species from New-Caledonia II.7 - Ed.spéciale*: 2-15.

Pelletier, D., K. Leleu, D. Mallet, G. Hervé, G. Mou-Tham, M. Boureau, N. Guilpart. 2012. Remote high-Definition Rotating Video Enables Fast Spatial Survey of Marine Underwater Macrofauna and Habitats. *PLoS ONE* 7(2): e30536.

Mallet, D., L. Wantiez, S. Lemouellic, L. Vigliola, D. Pelletier. 2013. Complementarity of rotating video and underwater visual census for assessing reef fish assemblages of coral reef slopes. *PLoS ONE* 9(1) : e84344.

Mallet, D. & D. Pelletier. 2014. Current challenges in observing coastal underwater biodiversity: contributions of underwater video techniques. *Fisheries Research* 154, 44-62.

Pelletier, D., Leleu, K. (2008). "Rapport ZONECO : Utilisation de techniques vidéos pour l'observation et le suivi des ressources et des écosystèmes récifo-lagonaire"

Pitoiset 1999. Nouvelle-Calédonie, Horizons Pacifique. *Ed; Autrement, Collection Monde, HS n°114, ISBN : 2-862606-907-2.*

Wantiez, L. 2010. "Plan de suivi opérationnel de l'ensemble du Bien récifal et lagonaire de Nouvelle-Calédonie inscrit au patrimoine mondial" IFRECOR, Aquarium des Lagons, Université de la Nouvelle-Calédonie. 63 pages

Références internet

[1] <http://wwz.ifremer.fr/>

[2] <http://www.outre-mer.gouv.fr/?presentation-nouvelle-caledonie.html>

[3] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Nouvelle-Cal%C3%A9donie>

Annexe 3: Liste des espèces emblématiques ou ayant un intérêt emblématique

1 Commerciales / 2 Consommables / 3 Emblématiques / 4 Intérêt écologique /
5 Pêche, capture interdites / * potentiellement ciguatoxique

A. LES POISSONS DE RECIFS

Carcharhinidae (14)

Carcharhinus albimarginatus^{2,5}
Carcharhinus amblyrhynchos^{2,5}
Carcharhinus brevipinna^{2,5}
Carcharhinus falciformis^{2,5}
Carcharhinus leucas^{2,5}
Carcharhinus limbatus^{2,5}
Carcharhinus melanopterus^{2,5}
Carcharhinus obscurus^{2,5}
Carcharhinus plumbeus^{2,5}
Carcharhinus sorrah^{2,5}
Galeocerdo cuvier^{2,5}
Negaprion acutidens^{2,5}
Prionace glauca^{2,5}
Triaenodon obesus^{2,5}

Lamnidae (3)

Carcharodon carcharias^{2,5}
Isurus oxyrinchus^{2,5}
Isurus paucus^{2,5}

Sphyrnidae (2)

Sphyrna lewini^{2,5}
Sphyrna mokarran^{2,5}

Stegostomatidae (1)

Stegostoma fasciatum^{2,5}

Ginglymostomatidae (1)

Nebrius ferrugineus^{2,5}

Rhincodontidae (1)

Rhincodon typus^{2,5}

Myliobatidae (5)

*Aetobatus narinari*²
Aetomylaeus maculatus
Aetomylaeus vespertilio
Manta alfredi
Mobula tarapacana

Dasyatidae (7)

Dasyatis bennettii
*Himantura fai*²
Himantura granulata
Netrygon kuhlii
Pastinachus sephen
Taeniura meyeri
Urogymnus asperrimus

Rhinobatidae (1)

Rhynchobatus djiddensis

Dugongidae (1)

Dugong dugon^{2,3,5}

Cheloniidae (4)

Caretta caretta^{2,3,5}
Chelonia mydas^{2,3,5}
Eretmochelys imbricata^{2,3,5}
Dermodochelys coriacea^{2,3,5}

Elapidae (3)

Laticauda colubrina^{3,5}
Laticauda laticaudata^{3,5}
Hydrophiinae sp.^{3,5}

Acanthuridae (40)

Acanthurus achilles
*Acanthurus albipectoralis*²
Acanthurus auranticavus
Acanthurus bariene
*Acanthurus blochii*¹
*Acanthurus dussumieri*¹
Acanthurus grammoptilus
Acanthurusguttatus
Acanthurus leucopareius
*Acanthurus lineatus*¹
*Acanthurus mata*¹
*Acanthurus nigricauda*¹
*Acanthurus nigricans*¹
*Acanthurus nigrofuscus*²

Acanthurus nigros

*Acanthurus nubilus*²

*Acanthurus olivaceus*¹

*Acanthurus pyroferus*¹

*Acanthurus triostegus*²

*Acanthurus thompsoni*²

*Acanthurus xanthopterus*¹

*Ctenochaetus binotatus*²

*Ctenochaetus cyanocheilus*²

*Ctenochaetus striatus*²

*Naso annulatus*¹

*Naso bracycentron*¹

*Naso brevirostris*¹

*Naso caesius*¹

Naso fageni

*Naso hexacanthus*¹

*Naso lituratus*¹

*Naso lopezi*¹

Naso maculatus

*Naso tonganus*¹

*Naso unicornis*¹

Naso vlamingii

Paracanthurus hepatus

*Prionurus maculatus*²

*Zebrasoma scopas*²

*Zebrasoma velifer*²

Balistidae (16)

*Abalistes stellatus*⁴

*Balistapus undulatus*⁴

*Balstoides conspicillum*⁴

*Balistoides viridescens*⁴

Melichthys niger

*Melichthys vidua*⁴

*Odonus niger*⁴

Pseudobalistes flavimarginatus

*Pseudobalistes fuscus*⁴

*Rhinecanthus aculeatus*⁴

*Rhinecanthus lunula*⁴

Rhinecanthus rectangulus

Rhinecanthus verrucosus

*Sufflamen bursa*⁴
*Sufflamen chrysopterum*⁴
*Sufflamen fraenatum*⁴

Caesionidae (13)

*Caesio caeruleaurea*²
*Caesio cuning*²
*Caesio lunaris*²
*Caesio teres*²
Dipterygonotus balteatus
Gymnocaesio gymnoptera
Pterocaesio chrysozona
*Pterocaesio digramma*²
*Pterocaesio marri*²
*Pterocaesio pisang*²
Pterocaesio tessellata
*Pterocaesio tile*²
*Pterocaesio trilineata*²

Carangidae (39)

*Alectis ciliaris*²
Alepes apercna
Alepes vari
*Atule mate*¹
Carangoides chrysophrys
Carangoides coeruleopinnatus
Carangoides dinema
*Carangoides ferdau*¹
*Carangoides fulvoguttatus*¹
Canrangoides gymnostethus
Carangoides hedlandensis
Carangoides malabaricus
*Carangoides orthogrammus*¹
*Carangoides plagiotaenia*¹
*Caranx ignobilis*²
*Caranx lugubris*¹
*Caranx melampygus*¹
*Caranx papuensis*¹
*Caranx sexfasciatus*¹
Caranx tille
Decapterus macarellus
Elagatis bipinnulata
Gnathanodon speciosus
Megalaspis cordyla
Naucrates ductor
Pseudocaranx dentex
Scomberoides commersonianus
*Scomberoides lysan*²
Scomberoides tol
Selar boops
Selar crumenophthalmus
Seriola dumerili
Seriola lalandi

Seriola rivoliana
*Trachinotus anak*¹
*Trachinotus baillonii*¹
*Trachinotus blochii*¹
Trachinotus coppingeri
Uraspsis uraspsis

Chaetodontidae (33)

*Chaetodon auriga*⁴
*Chaetodon baronessa*⁴
*Chaetodon bennetti*⁴
*Chaetodon citrinellus*⁴ *Chaetodon*
*ephippium*⁴ *Chaetodon*
*flavirostris*⁴ *Chaetodon*
*guentheri*⁴
*Chaetodon kleinii*⁴
*Chaetodon lineolatus*⁴
*Chaetodon lunula*⁴
*Chaetodon lunulatus*⁴
*Chaetodon melannotus*⁴
*Chaetodon mertensii*⁴
Chaetodon meyeri
Chaetodon ornatissimus
*Chaetodon pelewensis*⁴
*Chaetodon plebeius*⁴
*Chaetodon rafflesii*⁴
*Chaetodon reticulatus*⁴
*Chaetodon speculum*⁴
*Chaetodon trifascialis*⁴
*Chaetodon ulietensis*⁴
*Chaetodon unimaculatus*⁴
*Chaetodon vagabundus*⁴
*Coradion altivelis*⁴
*Forcipiger flavissimus*⁴
*Forcipiger longirostris*⁴
Hemitaurchthys polylepis
*Heniochus acuminatus*⁴
*Heniochus chrysostomus*⁴
*Heniochus monoceros*⁴
*Heniochus singularius*⁴
*Heniochus varius*⁴

Chanidae (1)

*Chanos chanos*¹

Ephippidae (3)

*Platax orbicularis*⁴
*Platax pinnatus*⁴
*Platax teira*⁴

Haemulidae (12)

Diagramma picta
*Plectorhinchus albovittatus*²
*Plectorhinchus chaetodonoides*²
Plectorhinchus chrysotaenia
Plectorhinchus flavomaculatus
*Plectorhinchus gibbosus*²
*Plectorhinchus lessonii*²
*Plectorhinchus lineatus*²
Plectorhinchus obscurus
*Plectorhinchus picus*²
Plectorhinchus vittatus
Pomadasys argenteus

Kyphosidae (4)

*Kyphosus cinerascens*¹
*Kyphosus pacificus*¹
*Kyphosus sydneyanus*¹
*Kyphosus vaigiensis*¹

Labridae (28)

Bodianus anthioides
*Bodianus axillaris*²
Bodianus bilunulatus
Bodianus dictynna
*Bodianus loxozonus*²
Bodianus mesothorax
*Bodianus perditio*¹
Bodianus unimaculatus
*Cheilinus chlorourous*²
*Cheilinus fasciatus*²
*Cheilinus trilobatus*²
*Cheilinus undulatus*²
*Choerodon anchorago*²
*Choerodon fasciatus*²
*Choerodon graphicus*²
*Choerodon jordani*²
Coris aygula
Coris batuensis
Coris dorsomacula
*Coris gaimard*²
Coris picta
Coris sandayeri
*Epibulus insidiator*²
*Hemigymnus fasciatus*²
*Hemigymnus melapterus*²
Oxycheilinus celebicus
Oxycheilinus digramma
Oxycheilinus unifasciatus

Lethrinidae (22)

*Gnathodentex aureolineatus*²
Gymnocranius audleyi
*Gymnocranius euanus*¹
Gymnocranius grandoculis
Gymnocranius oblongus
*Lethrinus atkinsoni*¹
*Lethrinus erythracanthus*¹
*Lethrinus genivittatus*¹
*Lethrinus harak*¹
Lethrinus laticaudis
*Lethrinus lentjan*¹
Lethrinus miniatus^{1*}
*Lethrinus nebulosus*¹
*Lethrinus obsoletus*¹
*Lethrinus olivaceus*²
Lethrinus ravus
*Lethrinus rubrioperculatus*¹
Lethrinus semicinctus
Lethrinus variegatus
*Lethrinus xanthochilus*²
*Monotaxis grandoculis*²
Monotaxis heterodon

Lutjanidae (22)

Aphareus furca
*Aprion virescens*¹
Lutjanus adetii
Lutjanus argentimaculatus
Lutjanus bohar^{2*}
*Lutjanus fulviflamma*²
*Lutjanus fulvus*²
*Lutjanus gibbus*²
*Lutjanus kasmira*²
Lutjanus lutjanus
Lutjanus monostigma
Lutjanus quinquelineatus
Lutjanus rivulatus
Lutjanus russelli
Lutjanus sebae
Lutjanus vitta
Macolor macularis
*Macolor niger*²
Paracaesio sordida
Paracaesio xanthura
Symphorichthys spilurus
*Symphorus nematophorus*²

Mullidae (17)

*Mulloidichthys flavolineatus*²
Mulloidichthys pfluegeri
*Mulloidichthys vanicolensis*²
*Parupeneus barberinoides*²

*Parupeneus barberinus*¹
*Parupeneus ciliatus*²
*Parupeneus crasiilabris*¹
*Parupeneus cyclostomus*²
Parupeneus heptacanthus
*Parupeneus indicus*²
*Parupeneus multifasciatus*²
*Parupeneus pleurostigma*²
*Parupeneus spilurus*²
Upeneus moluccensis
Upeneus sulphureus
Upeneus tragula
Upeneus vittatus

Priacanthidae (4)

Cookeolus japonicus
*Heteropriacanthus cruentatus*¹
*Priacanthus hamrur*¹
Priacanthus macracanthus

Scaridae (28)

*Bolbometopon muricatum*³
*Calatomus carolinus*¹
*Calatomus ocellatus*¹
Chlorurus bleekeri
*Chlorurus frontalis*¹
Chlorurus japanensis
*Chlorurus microrhinos*¹
*Chlorurus sordidus*¹
*Hipposcarus longiceps*¹
*Leptoscarus vaigiensis*¹
*Scarus altipinnis*¹
*Scarus chameleon*¹
*Scarus dimidiatus*¹
*Scarus flavipectoralis*²
*Scarus fortensis*¹
*Scarus frenatus*¹
*Scarus ghobban*¹
*Scarus globiceps*¹
Scarus longipinnis
*Scarus niger*¹
*Scarus oviceps*¹
*Scarus psitacus*¹
Scarus quoyi
*Scarus rivulatus*¹
*Scarus rubroviolaceus*¹
*Scarus schlegeli*¹
*Scarus spinus*¹

Scombridae (10)

*Acanthocybium solandri*¹
*Euthynnus affinis*¹
Grammatorcynus bicarinatus

*Grammatorcynus bilineatus*¹
Gymnosarda unicolor
*Rastrelliger kanagurta*¹
*Scomberomorus commerson*¹
*Thunnus alalunga*¹
*Thunnus albacares*²
*Thunnus obesus*¹

Serranidae (47)

Aethaloperca rogaa
*Anyperodon leucogrammicus*¹
Aporops bilinearis
*Cephalopholis argus*¹
Cephalopholis aurantia
*Cephalopholis boenak*¹
*Cephalopholis leopardus*¹
Cephalopholis micrprion
*Cephalopholis miniata*¹
Cephalopholis sexmaculata
Cephalopholis sonnerati
Cephalopholis spiloparea
*Cephalopholis urodeta*¹
*Cephalopholis altivelis*¹
Diploprion bifasciatum
*Epinephelus areolatus*²
Epinephelus chlorostigma
*Epinephelus coeruleopunctatus*²
*Epinephelus coioides*²
Epinephelus corallicola
*Epinephelus cyanopodus*²
*Epinephelus fasciatus*²
*Epinephelus fuscoguttatus*¹
*Epinephelus hexagonatus*¹
*Epinephelus howlandi*¹
Epinephelus lanceolatus
Epinephelus macrospilos
*Epinephelus maculatus*²
Epinephelus malabaricus^{3,3}
*Epinephelus merra*²
*Epinephelus ongus*²
*Epinephelus polyphkadion*²
Epinephelus retouti
Epinephelus rivulatus
Epinephelus spilotoceps
Epinephelus tauvina
Gracila albomarginata
Grammistes sexlineatus
Grammistops ocellatus
Plectranthias kamii
Plectropomus aerolatus
Plectropomus laevis^{2*}
*Plectropomus leopardus*²
Pogonoperca punctata

Pseudanthias pleurotaenia
Variola albimarginata
*Variola louti*²

Siganidae (12)

*Siganus argenteus*²
*Siganus corallinus*²
*Siganus doliatus*²
Siganus fuscescens
*Siganus lineatus*²
*Siganus puellus*²
*Siganus punctatus*²
*Siganus spinus*²
Siganus uspi
Siganus vermiculatus
*Siganus vulpinus*²
Siganus woodlandi

Sphyraenidae (8)

*Sphyraena barracuda*²
Sphyraena forsteri
Sphyraena helleri
Sphyraena jello
*Sphyraena obtusata*²
Sphyraena putnamae
Sphyraena qenie
Sphyraena waitii

Zanclidae (1)

Zanclus cornutus

B. POISSONS DE FOND DE BAIE/ FOND SABLEUX

Albulidae (2)

Albula argentea
Albula glossodontata

Chirocentridae (1)

Chirocentrus dorab

Gerreidae (3)

Gazza minuta
Leiognathus equulus
Leiognathus fasciatus

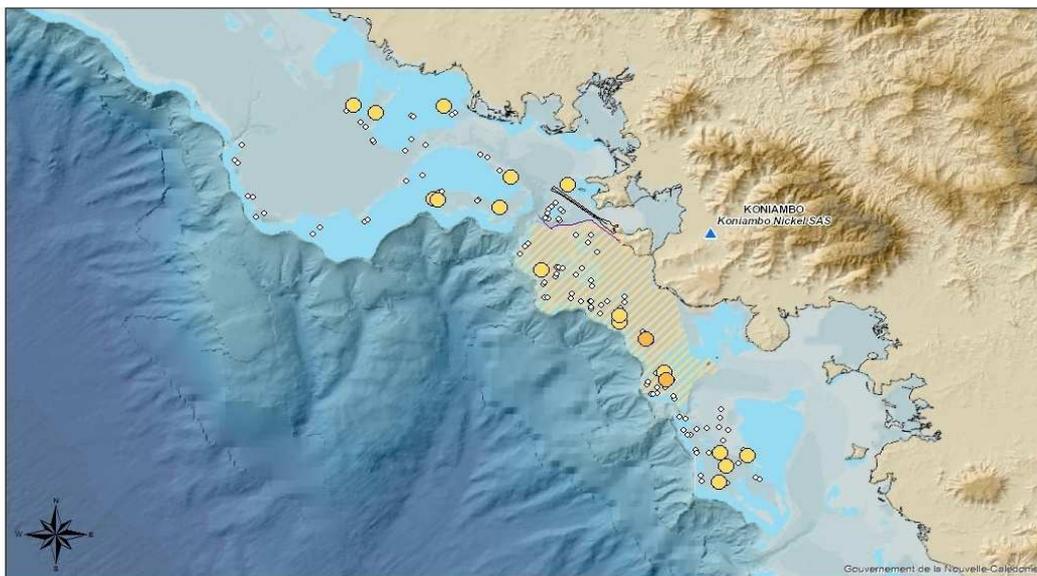
Megalopidae (2)

Megalops cyprinoides
Polydactylus sexfilis

Mugilidae (15)

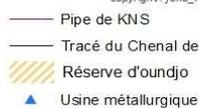
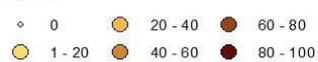
Cestraeus goldiei
Cestraeus oxyrhynchus
Cestraeus plicailis
Chelon macrolepis
Chelon melinopterus
Chelon planiceps
Chelon subviridis
Crenimugil crenilabis
Crenimugil heterocheilus
Moolgarda engeli
Moolgarda seheli
Mugil cephalus

Annexe 4: Représentations cartographiques des recouvrements biotiques



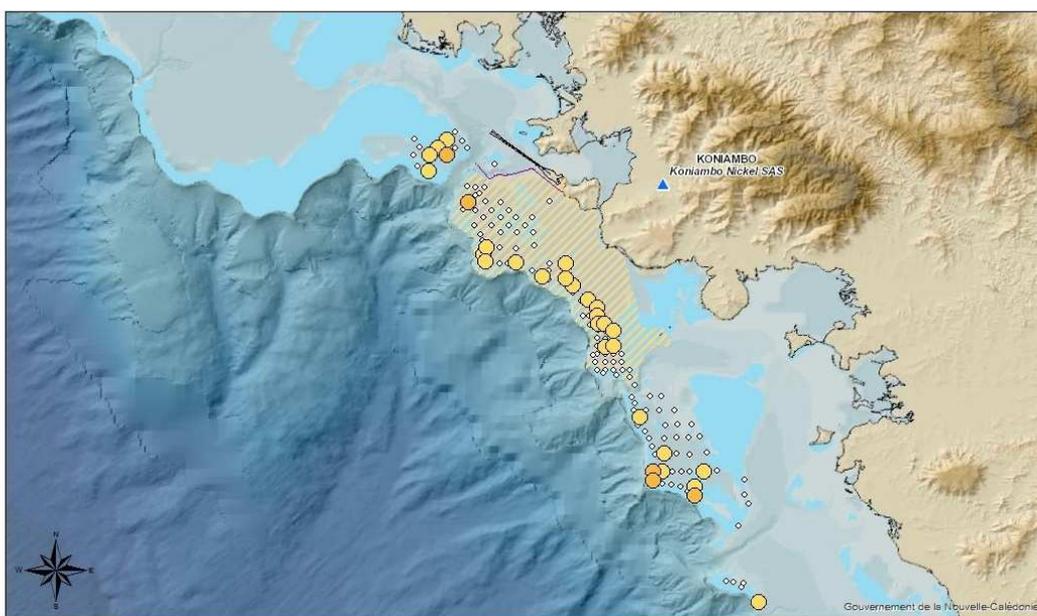
Taux de recouvrement
Macroalgues(%)
Koné 2013

Légende



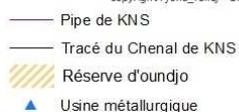
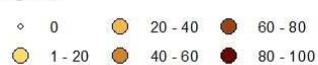
1 centimètre = 3 kilomètres
Projet AMBIO
Ifremer

Copyright : fond_relief - Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie



Taux de recouvrement
Macroalgues (%)
Koné 2007

Légende



1 centimètre = 3 kilomètres
Projet AMBIO
Ifremer

Copyright : fond_relief - Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie

Annexe 5: Fiches métriques

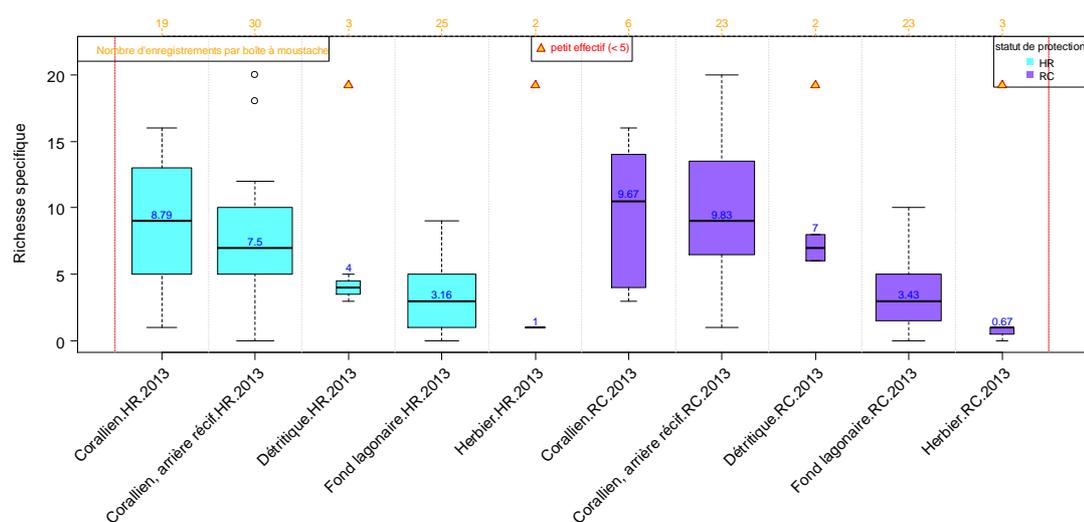
1. Richesse spécifique par unité d'observation

Lien avec les objectifs et actions

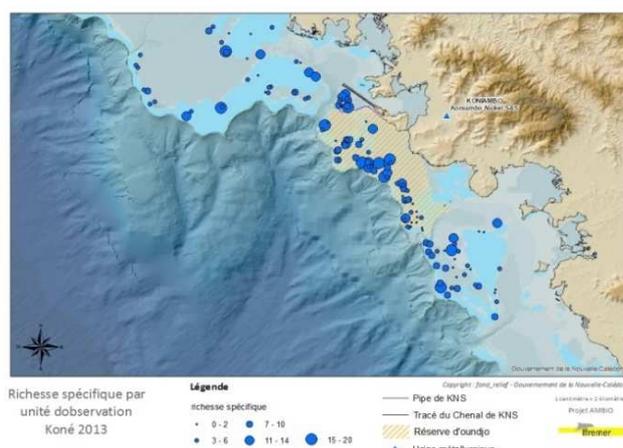
But de gestion	1. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectifs	Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème
Pertinence	La richesse spécifique par station permet de caractériser l'état d'un peuplement et de suivre son évolution dans le temps. C'est une métrique qui est particulièrement sensible à la dégradation naturelle (cyclone) ou anthropique (destruction/modification, pollution de l'habitat).

Calcul de la métrique : Nombre d'espèces par unité d'observation dans un rayon de 5m autour du STAVIRO.

Représentation graphique



Représentation cartographique



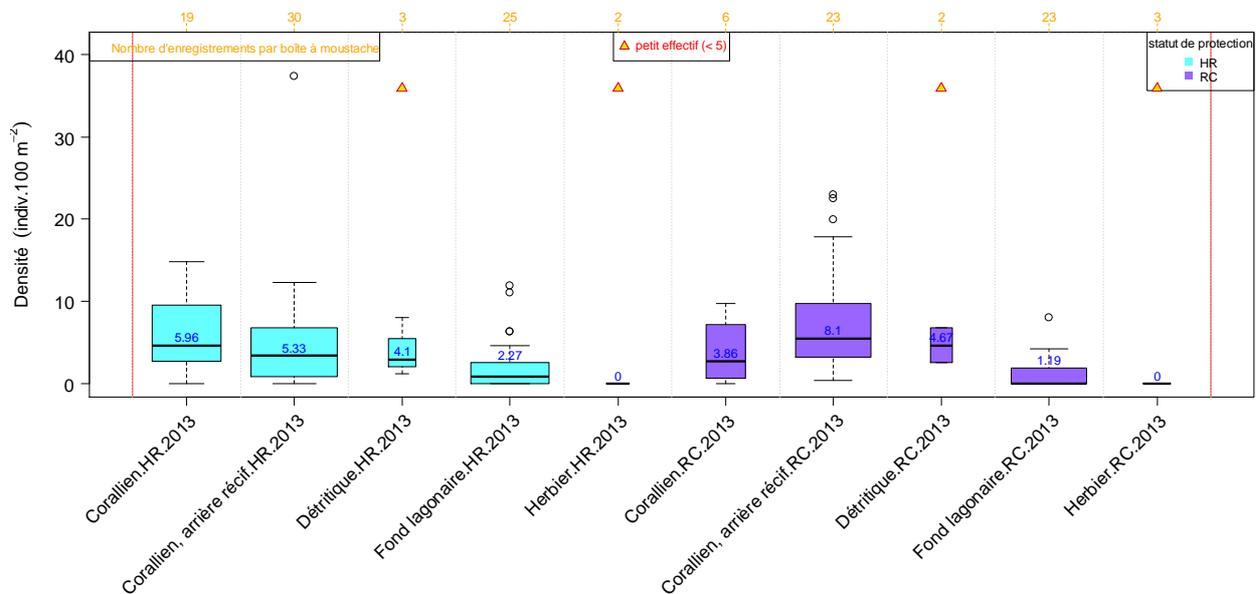
2. Densité d'abondance par unité d'observation des Acanthuridae

Lien avec les objectifs et actions

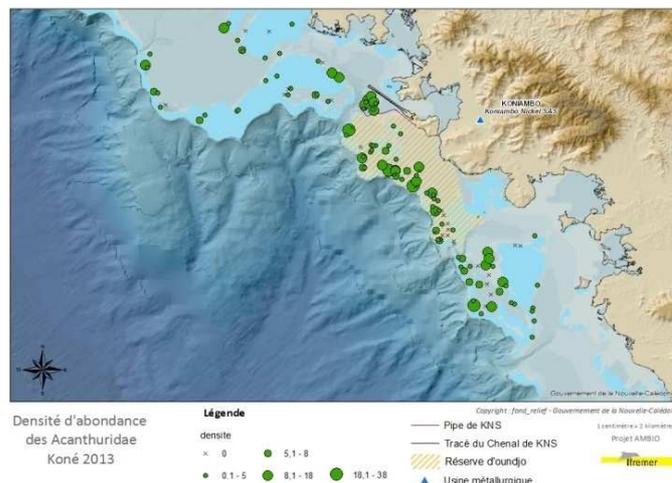
But de gestion	1. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectifs	Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème
Pertinence	Les chirurgiens sont la famille la plus abondante et sont des acteurs majeurs de la régulation des algues qui prolifèrent sur le récif

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

Représentation graphique



Représentation cartographique



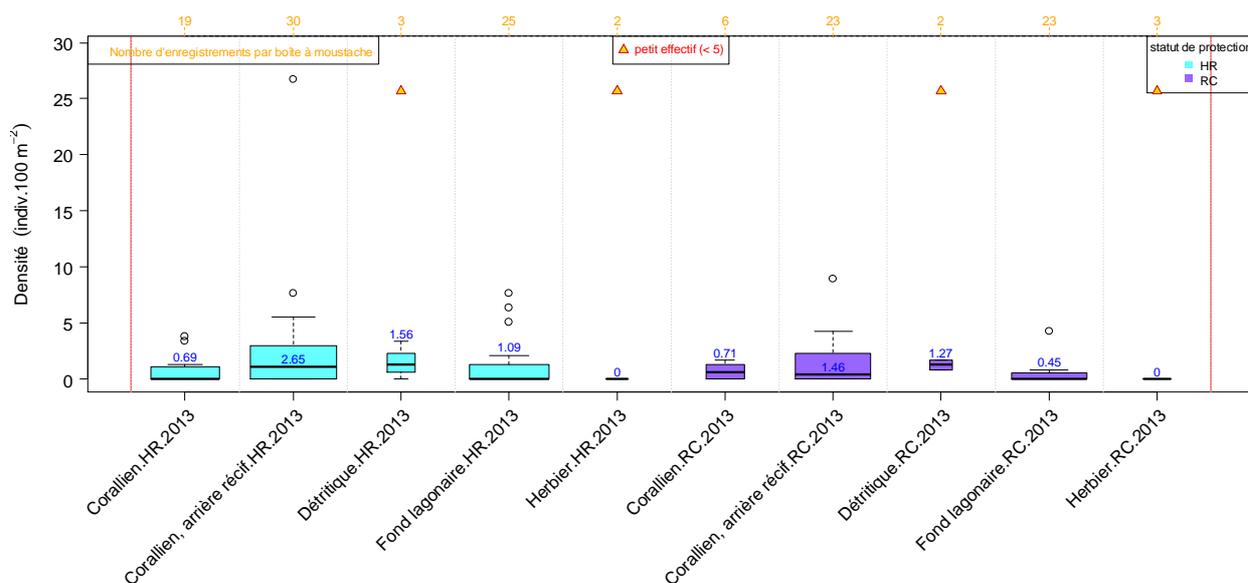
3. Densité d'abondance par unité d'observation des Mullidae

Lien avec les objectifs et actions

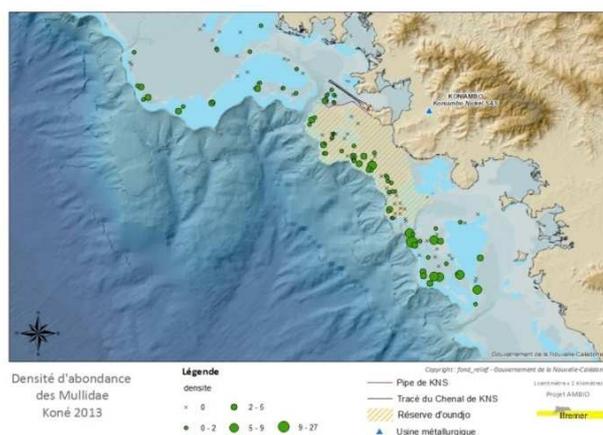
But de gestion	1. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectifs	Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème
Pertinence	Les barbillons sont présents dans tous les habitats. Leur chair est de qualité mais ne sont en général peu consommés en Nouvelle Calédonie

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

Représentation graphique



Représentation cartographique



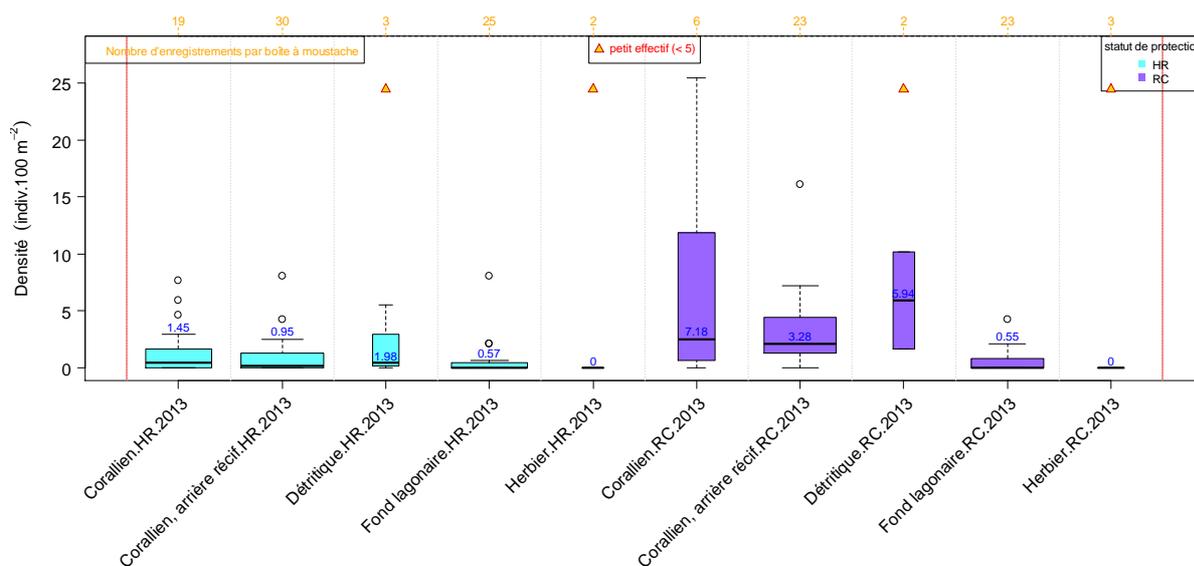
4. Densité d'abondance par unité d'observation des Scaridae

Lien avec les objectifs et actions

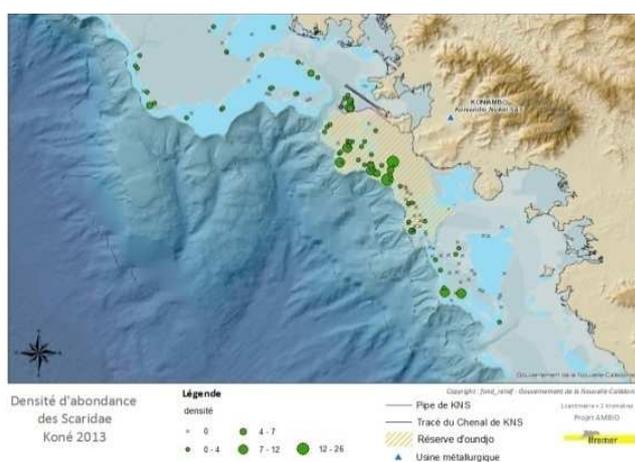
But de gestion	1. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectifs	Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème
Pertinence	Les poissons perroquets sont les principaux artisans de la consolidation des récifs. La plupart de ces espèces sont commercialisées en Nouvelle Calédonie.

Calcul de la métrique : Densité des Scaridae, par unité d'observation, dans la zone de 5m autour de la caméra.

Représentation graphique



Représentation cartographique



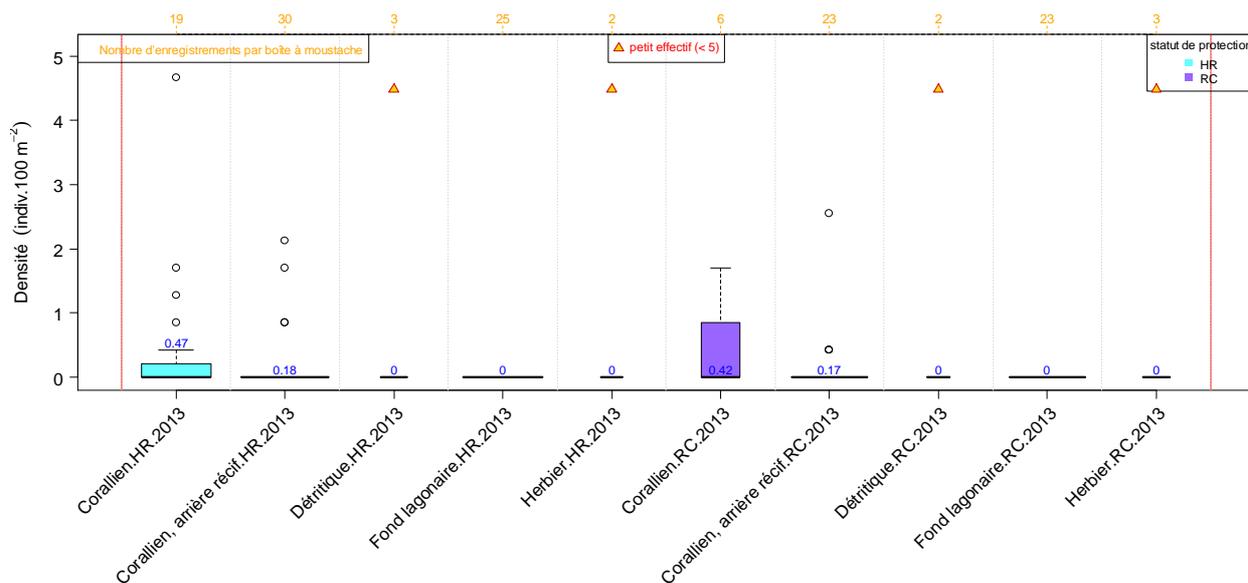
5. Densité d'abondance par unité d'observation des Siganidae

Lien avec les objectifs et actions

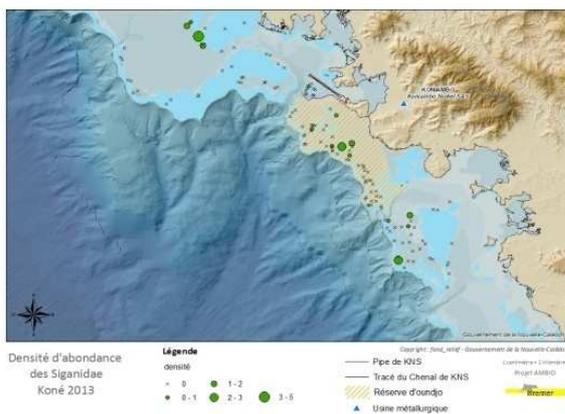
But de gestion	1. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectifs	Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème
Pertinence	Les picots sont une famille cible de la pêche à la ligne ou au filet maillant. Ce sont des espèces consommables voire commercialisées en Nouvelle Calédonie.

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

Représentation graphique



Représentation cartographique



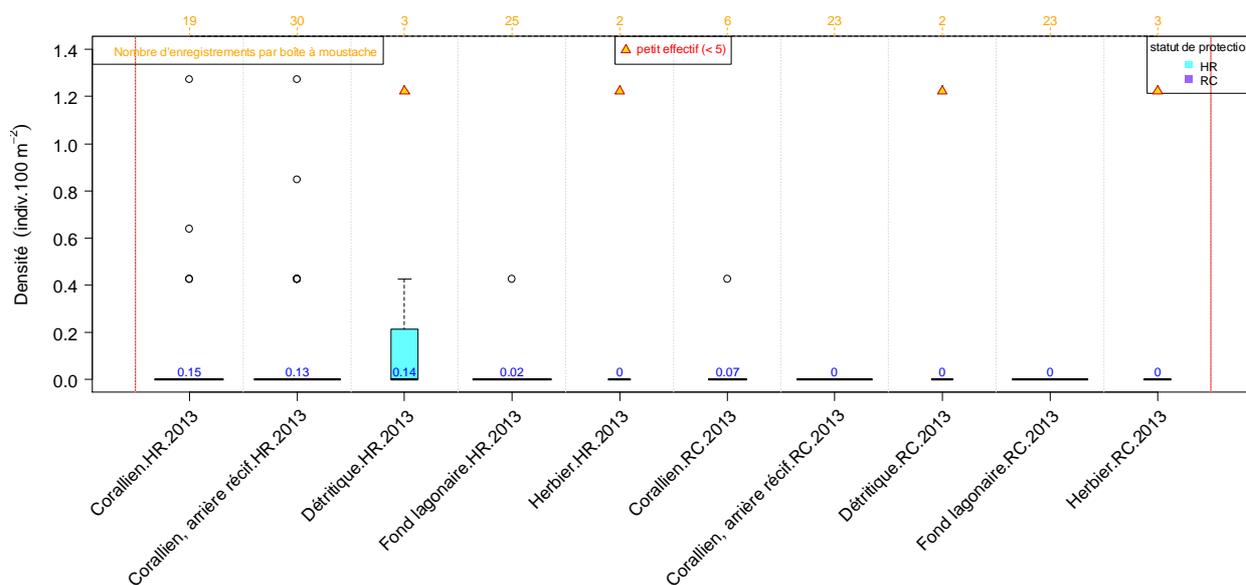
6. Densité d'abondance par unité d'observation des Serranidae

Lien avec les objectifs et actions

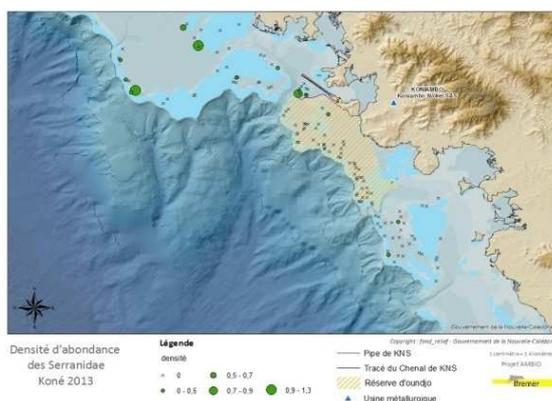
But de gestion	1. Restauration et conservation de la biodiversité
Objectifs	Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème
Pertinence	Les loches sont des espèces cibles de la chasse sous marine et à la ligne. Elles sont fortement consommées en Nouvelle Calédonie notamment pas les plaisanciers.

Calcul de la métrique : Densité des Serranidae, par unité d'observation, dans la zone de 5m autour de la caméra.

Représentation graphique



Représentation cartographique



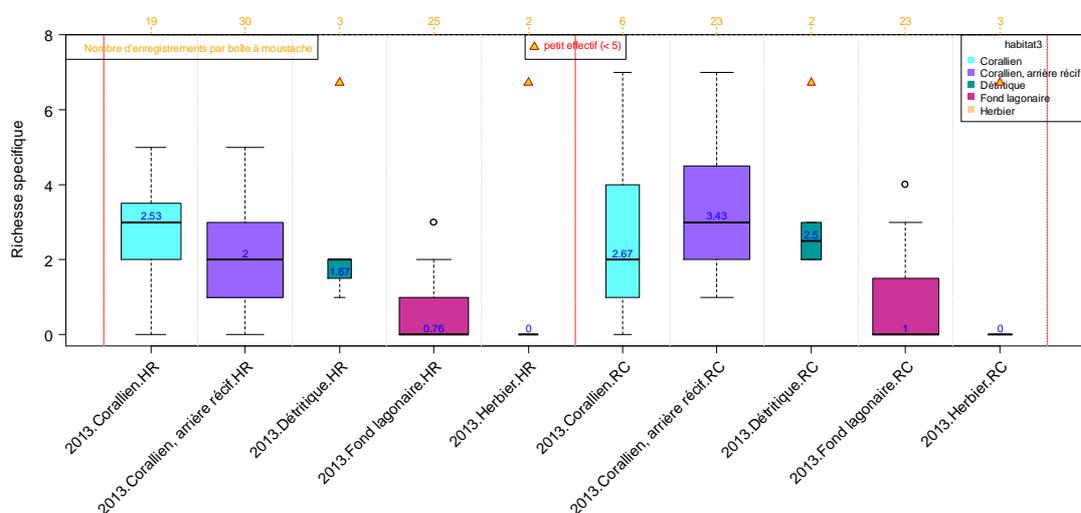
7. Richesse spécifique des Chaetodontidae par unité d'observation

Lien avec les objectifs et actions

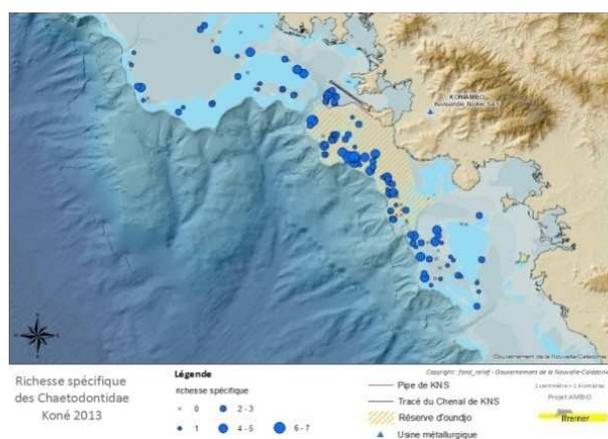
But de gestion	1. Conservation de la biodiversité
Objectifs	Maintien d'un ensemble de peuplements et d'espèces représentatif de l'écosystème
Actions reliées	Faire évoluer le zonage et les niveaux de protection de l'AMP.
Pertinence	Le nombre d'espèce de papillons est un indicateur de la bonne santé des formations coralliennes en raison du lien entre cette famille et les formations coralliennes vivantes. Ils permettent de suivre l'état d'un peuplement corallien. Ils sont particulièrement sensibles à une dégradation naturelle (cyclone) ou anthropique (destruction/modification, pollution de l'habitat).

Calcul de la métrique : Nombre d'espèces de papillons Chaetodontidae par unité d'observation dans un rayon de 5m autour du STAVIRO.

Représentation graphique



Représentation cartographique

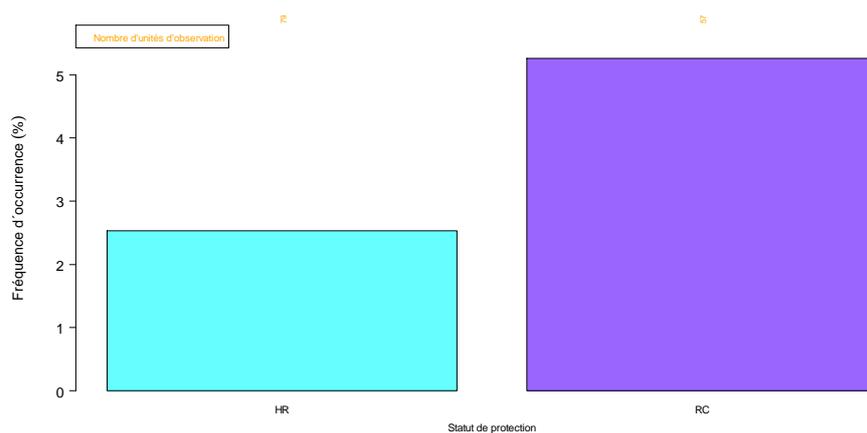


8. Fréquence d'occurrence des raies et des requins

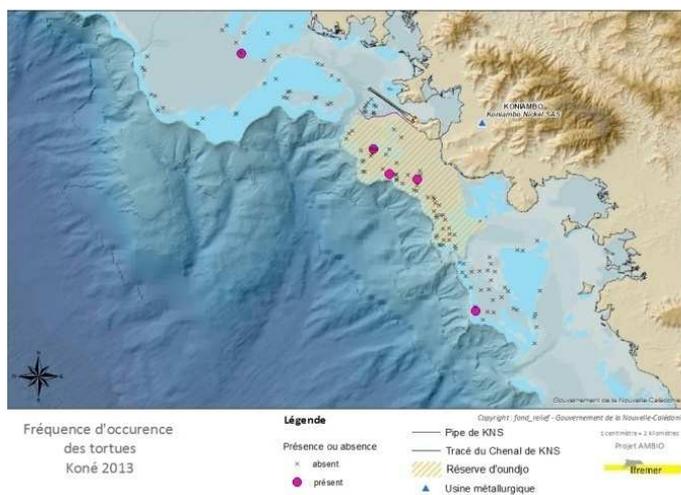
But de gestion	1. Conservation de la biodiversité
Objectifs	Conservation des espèces emblématiques, menacées localement ou sous statut spécial, ou endémiques
Pertinence	Les requins et les raies sont des espèces menacées même si elles sont protégées localement depuis 2013. L'existence de zones protégées doit entraîner une augmentation de la fréquence d'occurrence de ces espèces dans la zone d'étude.

Calcul de la métrique : Pourcentage des stations où des requins et des raies sont observés.

Représentation graphique



Représentation cartographique

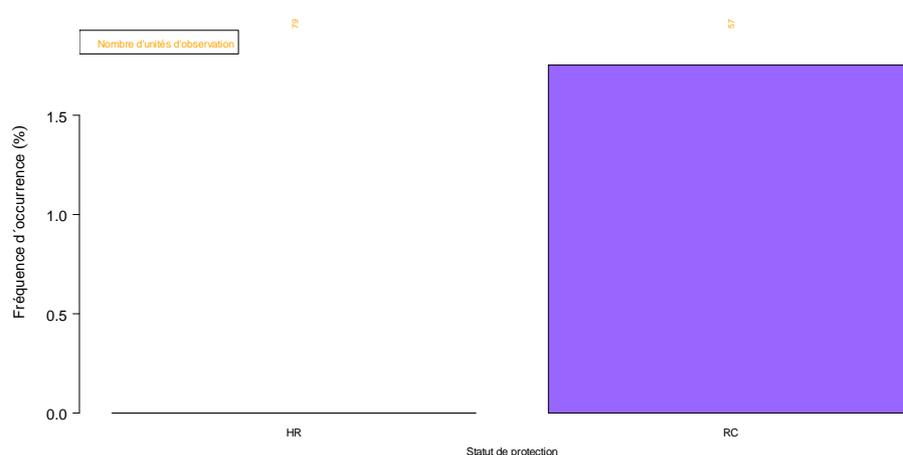


9. Fréquence d'occurrence des Cheloniidae

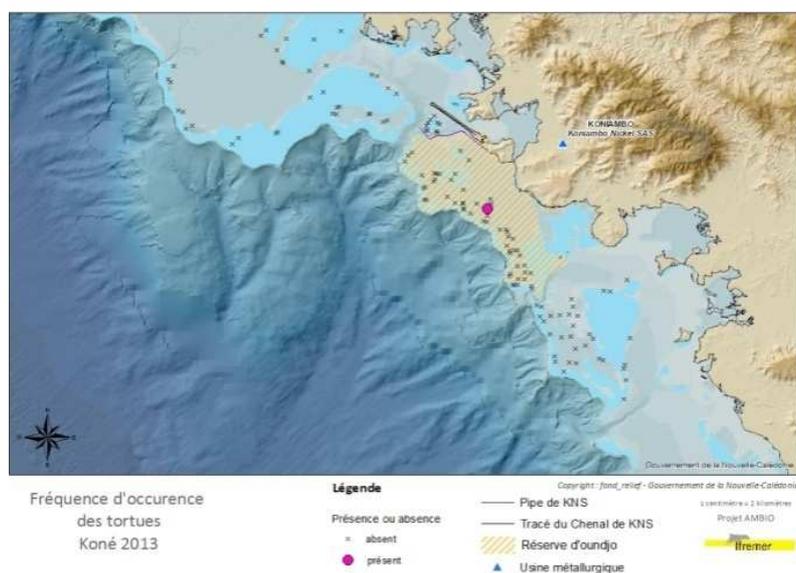
But de gestion	1. Conservation de la biodiversité
Objectifs	Conservation des espèces emblématiques, menacées localement ou sous statut spécial, ou endémiques
Pertinence	L'existence de zones protégées doit entraîner une augmentation de la fréquence d'occurrence de cette espèce dans la zone d'étude.

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

Représentation graphique



Représentation cartographique

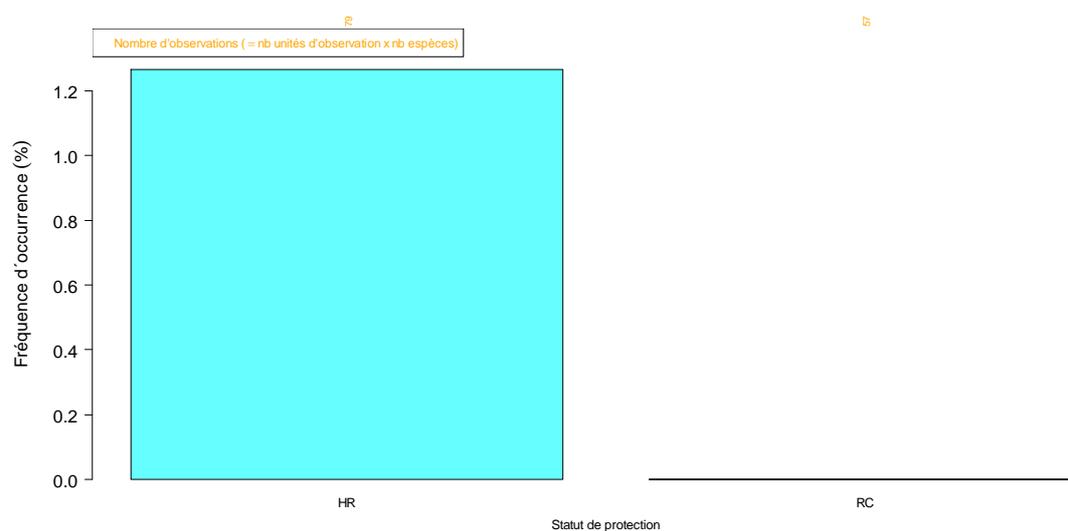


10. Fréquence d'occurrence des napoléons

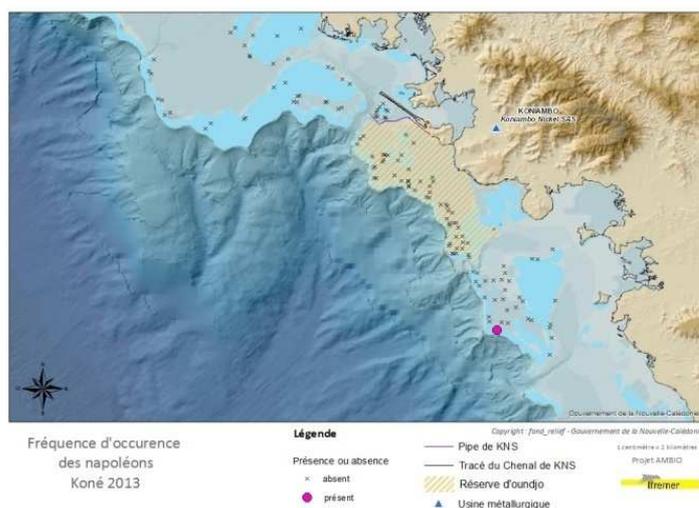
But de gestion	1. Conservation de la biodiversité
Objectifs	Conservation des espèces emblématiques, menacées localement ou sous statut spécial, ou endémiques
Pertinence	Le napoléon est une espèce menacée (Liste rouge IUNC), emblématique, uniquement observée dans les formations récifales en bonne santé.

Calcul de la métrique : Pourcentage des stations où des napoléons sont observés.

Représentation graphique



Représentation cartographique

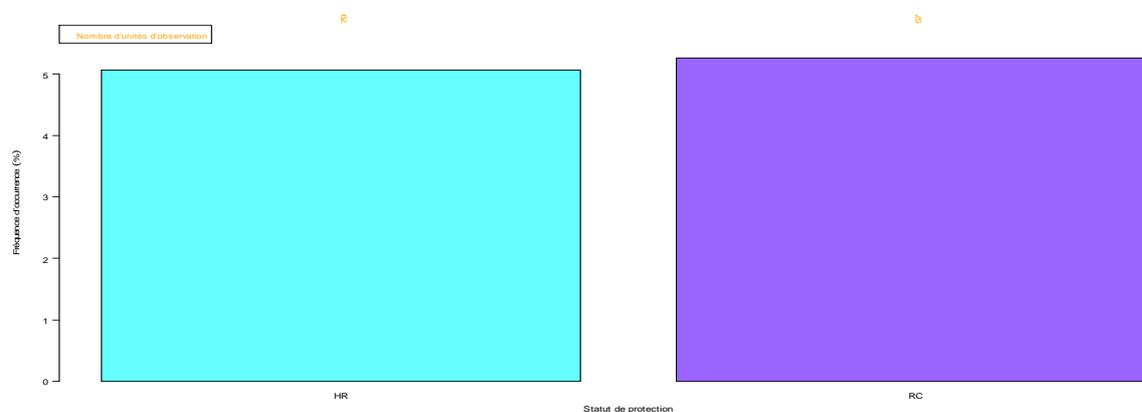


11. Fréquence d'occurrence des espèces remarquables

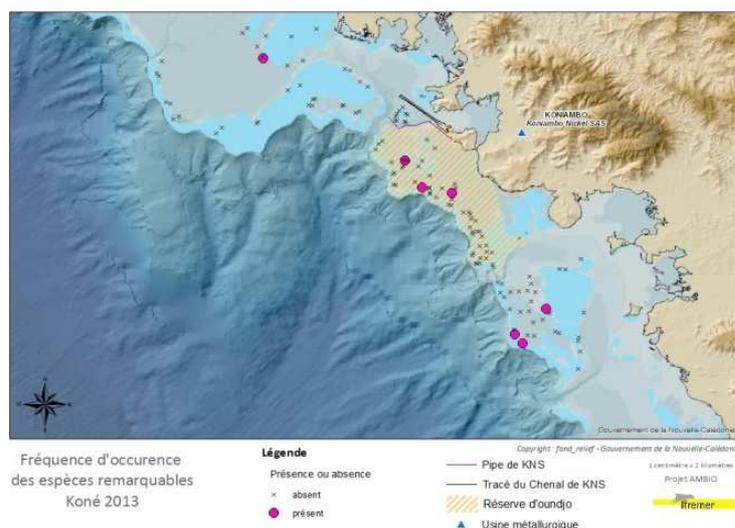
But de gestion	1. Conservation de la biodiversité
Objectifs	Conservation des espèces emblématiques, menacées localement ou sous statut spécial, ou endémiques
Pertinence	Les espèces remarquables regroupent les espèces emblématiques et localement menacées.

Calcul de la métrique : Pourcentage des stations où des espèces remarquables sont observées.

Représentation graphique



Représentation cartographique

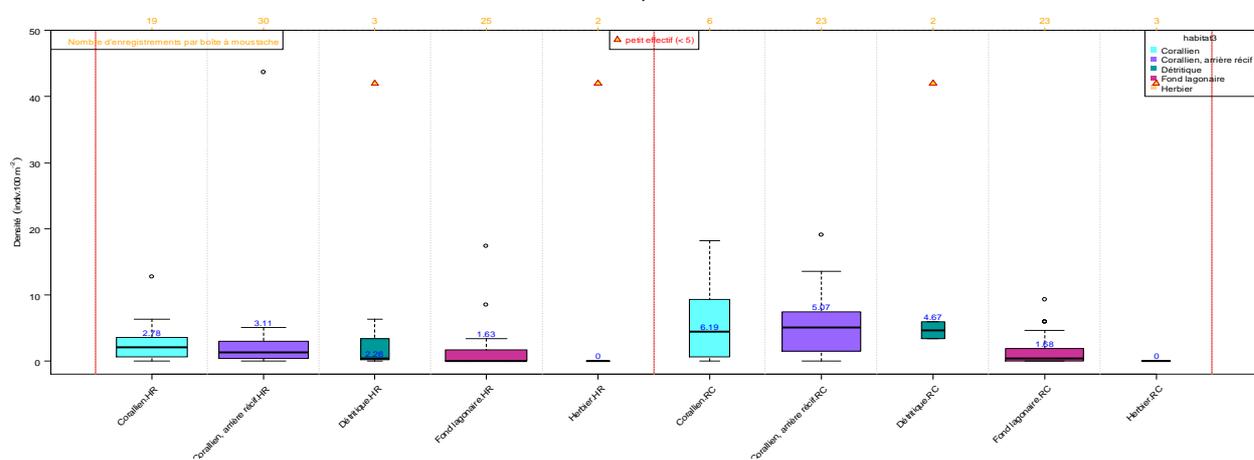


12. Densité d'abondance des espèces commerciales

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	2. Exploitation durable des ressources
Objectifs	Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces cibles
Pertinence	Les espèces commerciales sont les principales espèces cibles et sont visées par tous les types de pêches.

Représentation graphique

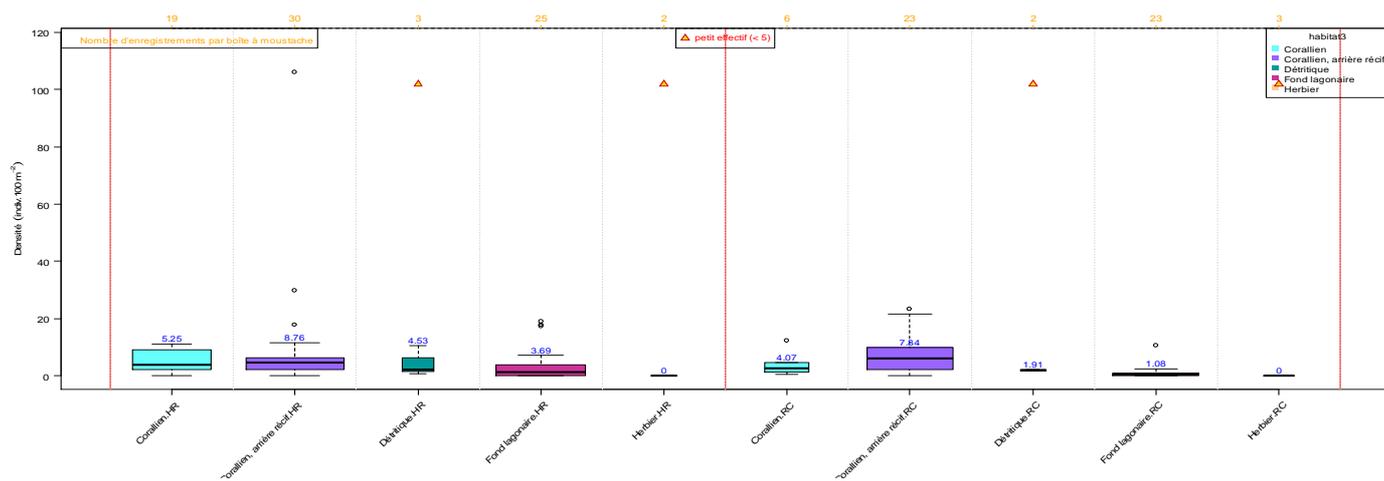


13. Densité d'abondance des espèces consommables

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	2. Exploitation durable des ressources
Objectifs	Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces cibles
Pertinence	Les espèces consommables regroupent les espèces commerciales mais également les espèces dont la chair est consommable. Ces espèces sont particulièrement ciblées par la pêche récréative

Représentation graphique

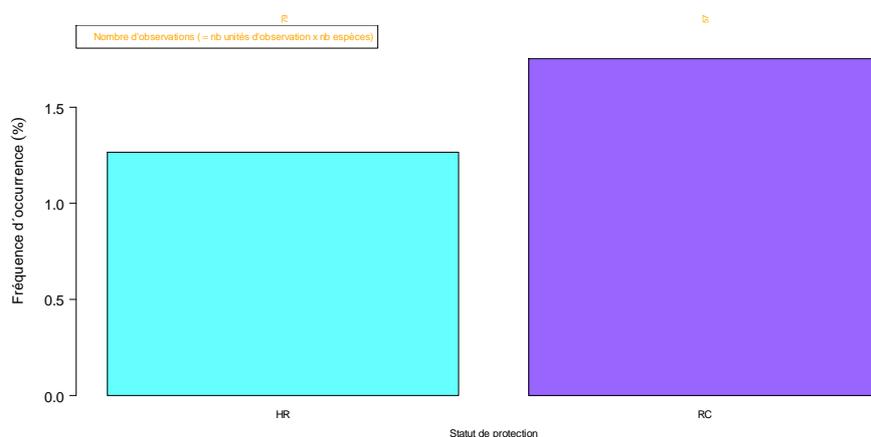


14. Fréquence d'occurrence des grands et moyens *Plectropomus leopardus*

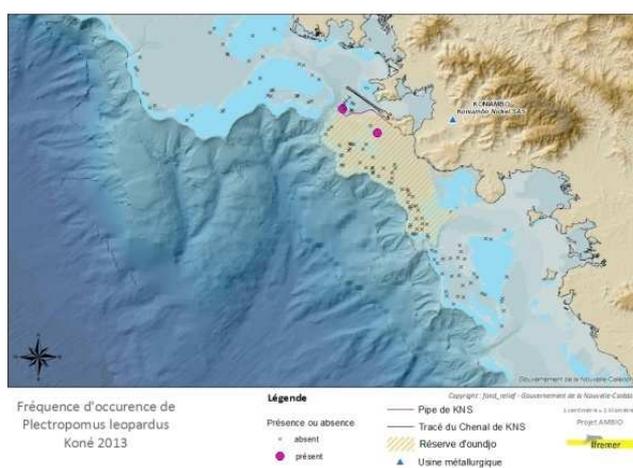
Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	2. Exploitation durable des ressources
Objectifs	Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces cibles
Pertinence	<p>La saumonée est une espèce ciblée principalement par la chasse sous marine et secondairement par la pêche à la traine. La densité d'abondance doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation</p> <p>Les densités étant très faibles, la métrique fréquence d'occurrence semble plus appropriée</p>

Représentation graphique



Représentation cartographique

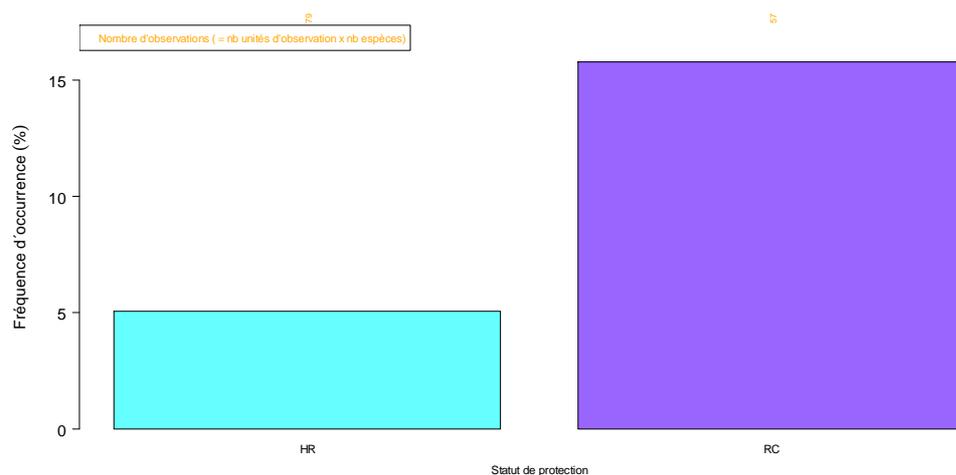


15. Fréquence d'occurrence des grands et moyens *Lethrinus nebulosus*

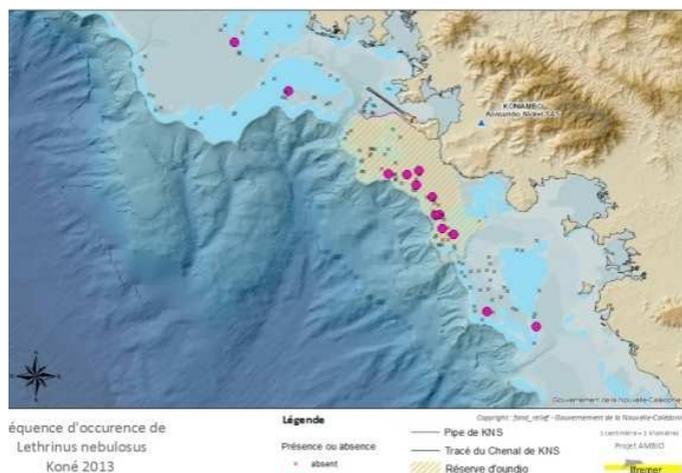
Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	2. Exploitation durable des ressources
Objectifs	Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces cibles
Pertinence	Le bec de canne est une espèce ciblée principalement par la pêche à la ligne. La densité des grands et des moyens <i>Lethrinus nebulosus</i> doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation

Représentation graphique



Représentation cartographique

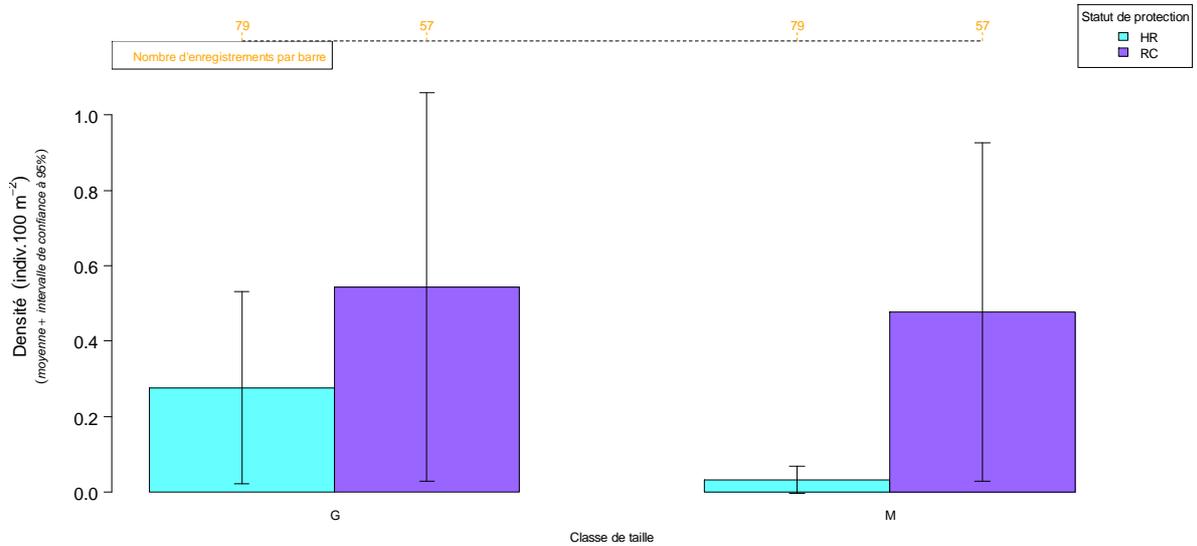


16. Densité d'abondance des Lethrinidae grands et moyens par unité d'observation

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	2. Exploitation durable des ressources
Objectifs	Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces cibles
Pertinence	Les Lethrinidae (bossu et bec de canne) sont une famille ciblée par la pêche à la ligne et secondairement par la chasse sous marine et le filet maillant. La densité des grands et des moyens Lethrinidae doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation.

Représentation graphique

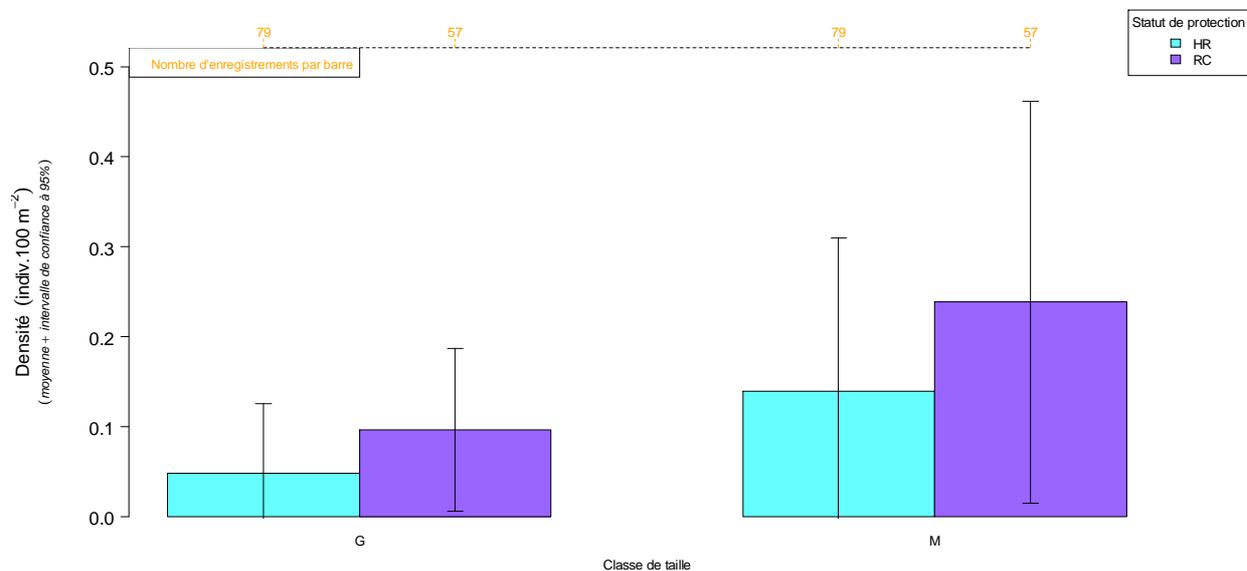


17. Densité d'abondance des grands et moyens *Naso unicornis* par unité d'observation

Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	2. Exploitation durable des ressources
Objectifs	Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces cibles
Pertinence	<p>Le Dawa est une espèce ciblée principalement par la chasse sous marine.</p> <p>La densité des <i>Naso unicornis</i> doit être plus élevée dans la réserve, puis éventuellement augmenter dans les zones adjacentes par exportation.</p>

Représentation graphique

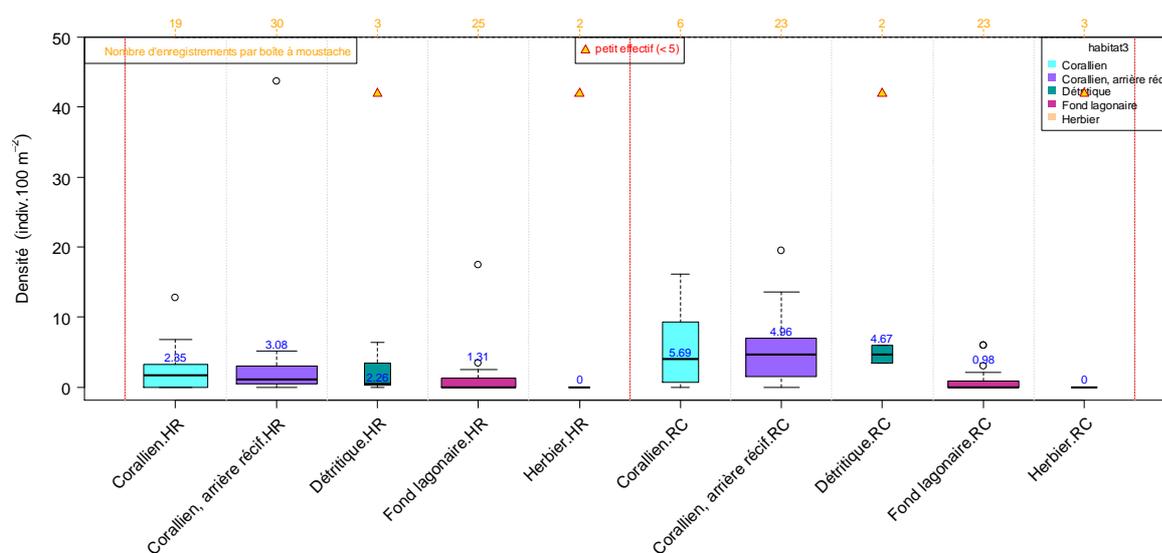


18. Densité d'abondance des grands et moyens individus des espèces cibles de la chasse sous marine.

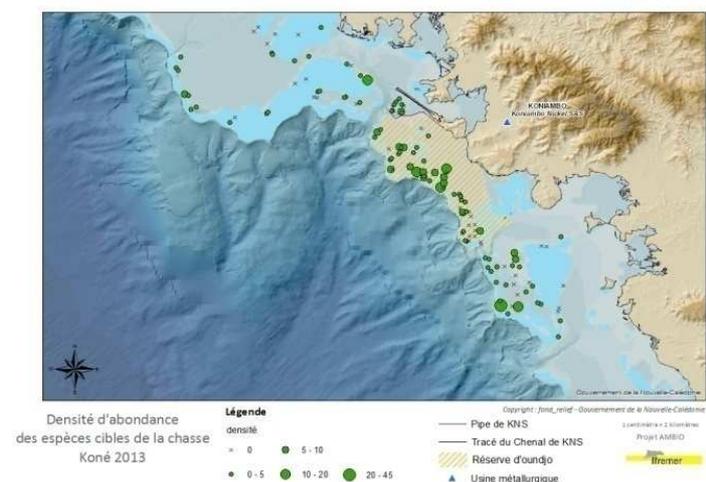
Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	2. Exploitation durable des ressources
Objectifs	Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces cibles
Pertinence	Les densités des grands et moyens individus des espèces cibles de la pêche à la ligne doivent être supérieures en RC sur l'ensemble des habitats

Représentation graphique



Représentation cartographique

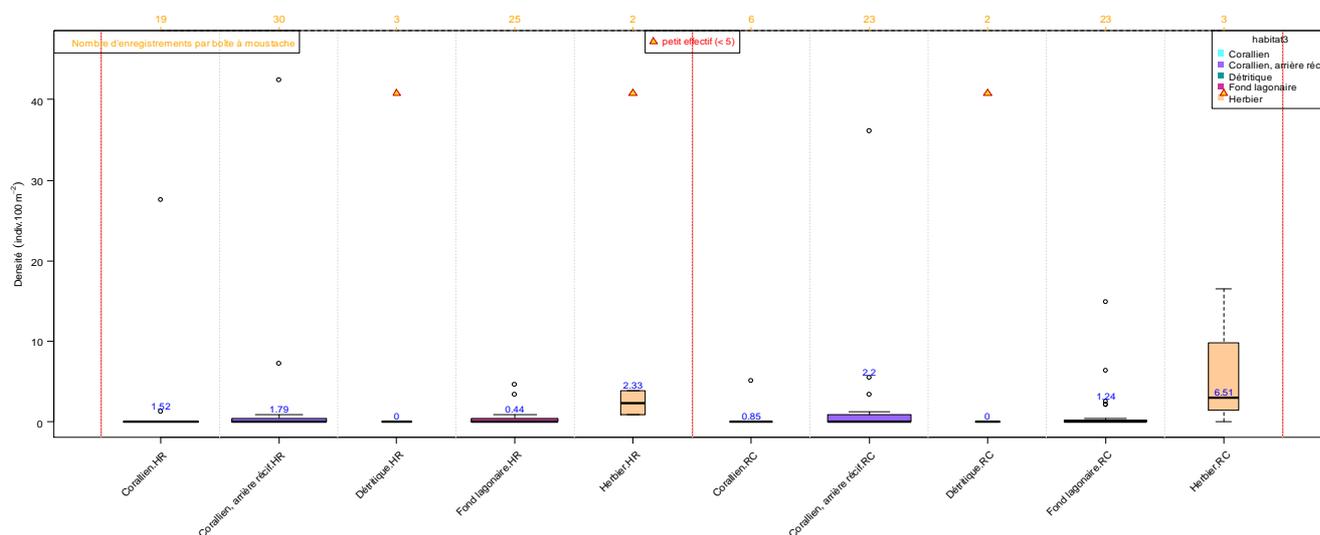


19. Densité d'abondance des grands et moyens individus des espèces cibles de la pêche à la ligne

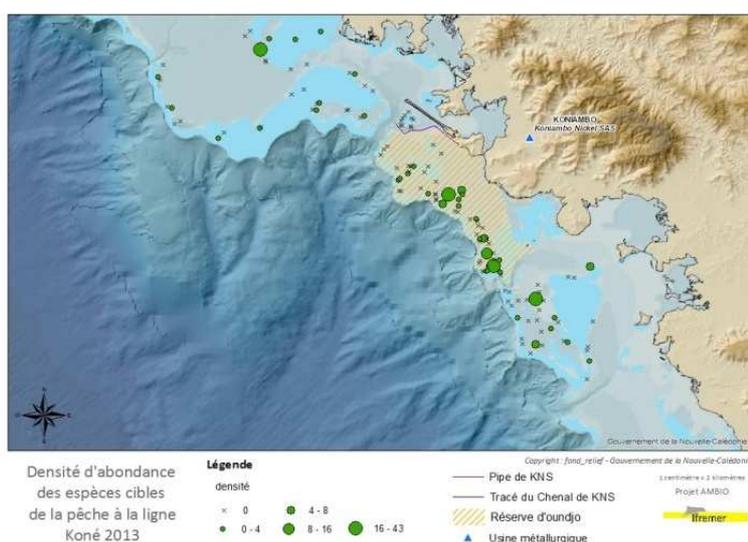
Lien avec les objectifs et actions

But de gestion	2. Exploitation durable des ressources
Objectifs	Maintenir et/ou restaurer les populations d'espèces cibles
Pertinence	Les densités des grands et moyens individus des espèces cibles de la pêche à la ligne doivent être supérieures en RC sur l'ensemble des habitats.

Représentation graphique



Représentation cartographique



Résumé

Ce rapport présente mon travail au sein de l'équipe du projet AMBO de l'IFREMER Nouméa. Il a pour objet l'analyse et le traitement des données vidéos collectées dans le lagon de Koné (Nouvelle-Calédonie) en 2013 dans le but d'effectuer une courte étude de l'état écologique de la zone.

Après une présentation de la technique vidéo utilisée (Stations Vidéos Rotatives) et des protocoles d'analyse des images, une description de la zone étudiée est réalisée.

Dans un second temps, ce rapport de stage comporte les différents résultats sur l'état écologique du site d'étude.

Mots clés : Stations Vidéos Rotatives, Ichtyofaune, Habitat, Réserve, SIG, Statistiques

Abstract

This study describes my work within the AMBIO project at the IFREMER center of Noumea. The aim of this study is to analyze and to treat underwater video to make a short ecological report of Koné lagoon.

After an explanation of the video technics used (STAVIRO) and of the pictures analyze protocols, you will find a description of the working area.

Next, this report presents ecological status of this place.

Key-words: STAVIRO, Fish, Habitat, Reserve, SIG, Statistics