

VOL  
10

# NOUVELLE CALEDONIE

RAPPORT FINAL DE LA GLOBAL REEF EXPEDITION



Khaled bin Sultan  
Living Oceans  
Foundation

VOL  
**10**

# NOUVELLE CALEDONIE

RAPPORT FINAL DE LA GLOBAL REEF EXPEDITION



**Khaled bin Sultan**  
**Living Oceans**  
Foundation

Samuel Purkis, Alexandra C. Dempsey, Renée D. Carlton,  
Katie Lubarsky, Serge Andréfouët, Mohammed Faisal



©2019 Khaled bin Sultan Living Oceans Foundation. Tous droits réservés.  
Science Without Borders®

Les conclusions présentées dans ce rapport ont été recueillies dans le cadre de la Global Reef Expedition grâce au soutien de Son Altesse Royale le Prince Khaled bin Sultan.

L'objectif de ce rapport final est de respecter les exigences relatives au Rapport final de la Global Reef Expedition : Mission de recherche en Nouvelle-Calédonie. Ce document a été rédigé conformément au permis de recherche approuvé par *le Haut-Commissaire de la République en Nouvelle-Calédonie, réf. 157/CMRT*, délivré le 9 octobre 2013 ; *le Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, n° 2013-2733/GNC*, délivré le 1<sup>er</sup> octobre 2013 et *n° 2013-3329/GNC*, délivré le 26 novembre 2013 ; et *la Présidence du Secrétariat Général de la Province Sud, n° 2421-2013/ARR/DENV*, délivré le 6 novembre 2013. La Province Nord a donné son autorisation pour que des recherches soient menées sur le récif de Cook via l'IRD.

La Khaled bin Sultan Living Oceans Foundation (KSLOF) a été constituée en Californie sous l'article 501 c) 3), en tant que fondation privée d'intérêt public, en septembre 2000. La Living Oceans Foundation a pour objectif de fournir des solutions scientifiques destinées à protéger et à restaurer la santé des océans.

Plus plus d'informations, rendez-vous sur [www.lof.org](http://www.lof.org)  
Facebook : [www.facebook.com/livingoceansfoundation](https://www.facebook.com/livingoceansfoundation)  
Twitter : @LivingOceansFdn

Khaled bin Sultan Living Oceans Foundation  
821 Chesapeake Ave. #5913  
Annapolis, MD 21403-9998

Expert scientifique par intérim : Dr. Samuel Purkis  
Directeur de la gestion scientifique : Alexandra C. Dempsey  
Écologiste marine : Renée D. Carlton

Citation : Global Reef Expedition : Nouvelle-Calédonie. Rapport final. Purkis, S., Dempsey, A., Carlton, R., Lubarsky, K., Andréfouët, S. et Faisal, M. (2019) Khaled bin Sultan Living Oceans Foundation, Annapolis, MD. Vol 10.  
ISBN : 978-0-9975451-4-2

# TABLE DES MATIÈRES

<b>RÉSUMÉ ANALYTIQUE</b>	2
<b>1.0 INTRODUCTION</b>	4
<b>2.0 MÉTHODES</b>	
2.1 Description des sites	8
2.2 Cartographie des habitats	9
2.2a) Images satellite	11
2.2b) Vidéo benthique	11
2.2c) Classification des habitats	12
2.2d) Sondages acoustiques des profondeurs aquatiques	12
2.3 Étude de la communauté du récif corallien	14
2.3a) Évaluation de la couverture benthique	14
2.3b) Évaluations des poissons	16
<b>3.0 RÉSULTATS</b>	
3.1 Cartographie des habitats	20
3.2 Évaluation de la couverture benthique	21
3.2a) Atolls d'Entrecasteaux	21
3.2b) Récif de Cook	24
3.2c) Baie de Prony	26
3.2d) Île des Pins	27
3.3 Évaluation de la communauté de poissons	28
3.3a) Diversité des espèces de l'assemblage de poissons	29
3.3b) Densité de poissons	30
3.3c) Biomasse de poissons	31
3.3d) Distribution par taille des poissons	32
<b>4.0 DISCUSSION</b>	36
<b>5.0 RECOMMANDATIONS DE CONSERVATION</b>	42
<b>REMERCIEMENTS</b>	44
<b>OUVRAGES CITÉS</b>	46
<b>ANNEXES</b>	48

*La Khaled bin Sultan Living Oceans Foundation (KSLOF) a été généreusement financée par Son Altesse Royale le Prince Khaled bin Sultan en vue de protéger et de préserver les récifs coralliens du monde entier. Le Prince Khaled a imaginé une fondation qui se serve de la science, de l'éducation et de la sensibilisation – simultanément – pour renforcer les efforts de conservation des récifs coralliens à l'échelle mondiale. Pour accomplir la mission de la Fondation, la KSLOF a conçu un plan visant à examiner minutieusement les récifs coralliens du monde entier, connu sous le nom de Global Reef Expedition (GRE). Cette expédition a permis à des scientifiques des quatre coins de la planète d'effectuer des recherches approfondies sur les récifs coralliens afin d'obtenir des informations précieuses ainsi que les outils nécessaires à l'élaboration de mesures de conservation régionales et mondiales.*

La mission GRE en Nouvelle-Calédonie a constitué l'un des efforts d'étude les plus rigoureux jamais entrepris par la Fondation. Cette enquête majeure permet à la KSLOF de disposer d'une analyse exhaustive des habitats benthiques, du substrat benthique et des communautés de poissons des atolls d'Entrecasteaux, du récif de Cook, de la baie de Prony et de l'île des Pins.

Les récifs de Nouvelle-Calédonie sont parmi les habitats les plus beaux et les mieux préservés au monde. Les données collectées par la KSLOF et les célèbres scientifiques néo-calédoniens bénéficieront grandement aux efforts de gestion et de surveillance continues du Parc Naturel de la Mer de Corail, créé en avril 2014. La KSLOF estimait qu'il était important d'étudier les récifs de Nouvelle-Calédonie, non seulement pour en favoriser la conservation, mais également pour apporter des données

vitales aux efforts de conservation des récifs coralliens du monde entier entrepris par la Fondation.

La mission GRE en Nouvelle-Calédonie a été spécifiquement sélectionnée pour développer des cartes des habitats en haute résolution et mieux comprendre les habitats coralliens uniques qui s'y trouvent. Entre octobre et novembre 2013, des scientifiques de la KSLOF ont collaboré étroitement avec des chercheurs de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), ainsi qu'avec des experts du monde entier pour documenter et cartographier les habitats et les communautés de poissons du récif corallien des atolls d'Entrecasteaux, du récif de Cook, de l'île des Pins et de la baie de Prony. Les recherches en Nouvelle-Calédonie ont été menées avec les objectifs suivants :

Les experts ont effectué 554 transects benthiques et

- 1 Identifier et décrire les habitats marins peu profonds et élaborer des cartes bathymétriques et des habitats ;**
- 2 Évaluer la composition, la structure et la santé des récifs coralliens à l'aide d'un protocole d'évaluation normalisé ;**
- 3 Évaluer la diversité, l'abondance et la structure de la population de poissons, de coraux et d'autres invertébrés et algues, y compris les espèces à grande valeur commerciale.**

504 relevés de poissons, et ont cartographié plus de 2 600 km<sup>2</sup> de récifs coralliens et d'habitats avoisinants en eaux peu profondes sur 10 sites dans toute la Nouvelle-Calédonie. Les 74 sites de plongée sélectionnés par la Global Reef Expedition en Nouvelle-Calédonie étaient un mélange d'habitats isolés et de lieux proches de centres de population humaine.

## CARTOGRAPHIE DE L'HABITAT

Des cartes bathymétriques et de l'habitat en haute résolution ont été créées pour les 10 sites étudiés en Nouvelle-Calédonie. Ces cartes possèdent une résolution spatiale de 2 m x 2 m. Les classifications des habitats sur les cartes décrivent clairement le substrat et les habitats récifaux rencontrés à chaque emplacement. Les cartes et les données qui en ont été tirées bénéficieront aux efforts de planification spatiale marine et sont disponibles sur notre site Web, [www.lof.org/maps](http://www.lof.org/maps). Nous encourageons le public, les scientifiques et les responsables politiques à consulter ces cartes, en particulier pour les personnes concernées par la gestion marine, afin de mieux comprendre les zones qui ont besoin d'être protégées.

## ÉVALUATIONS DE LA COUVERTURE BENTHIQUE

Pour évaluer les communautés benthiques dans les récifs de Nouvelle-Calédonie, les scientifiques de la KSLOF ont utilisé des méthodes d'enquête normalisées et des évaluations photographiques afin de mesurer la couverture de corail vivant, les communautés algales et la diversité corallienne. Les analyses ont donné des résultats inattendus, à la fois intrigants et enthousiasmants. Comme prévu, les atolls d'Entrecasteaux et le récif de Cook – qui étaient les récifs les plus éloignés étudiés en Nouvelle-Calédonie – présentaient l'une des couvertures de corail vivant les plus importantes observées. A contrario, l'île des Pins se trouvait au fin fond de ce classement. Cette constatation est probablement due à la proximité des centres de population humaine de l'île. La découverte la plus surprenante a été le pourcentage exceptionnellement élevé de couverture de corail vivant constaté dans la baie de Prony. Cet endroit possédait l'une des couvertures de corail vivant les plus élevées jamais observées par la Global Reef Expedition. Compte tenu de la quantité de ruissellement de sels nutritifs et de sédiments observée dans la baie de Prony en raison des mines de cuivre avoisinantes, ce constat était inattendu. D'autres études concernant la résilience de ces coraux et la communauté benthique dans la baie de Prony pourraient nous éclairer sur la capacité d'adaptation des coraux aux environnements très stressants.

## ÉVALUATION DE LA COMMUNAUTÉ DE POISSONS

Les communautés de poissons en Nouvelle-Calédonie ont été analysées en regroupant les poissons selon leur niveau trophique et leur classe de taille, et les conclusions de cette étude pour chaque site de plongée ont été comparées. En plus des communautés benthiques, les atolls d'Entrecasteaux et le récif de Cook ont obtenu d'excellents scores en matière de biomasse de poissons, de diversité et de diversité moyenne des espèces par rapport au reste de la Nouvelle-Calédonie. Ces conclusions sont certainement liées à des activités de pêche moins intenses en raison du caractère isolé de ces sites. À l'inverse, la baie de Prony et l'île des Pins possédaient une diversité de poissons, une biomasse et une diversité des espèces plus faibles, probablement à cause de l'intensité de la pêche à ces endroits.

## RECOMMANDATIONS DE CONSERVATION

Alors que les efforts de conservation en Nouvelle-Calédonie font partie des plus avancés du Pacifique Sud, nous espérons que les données présentées dans ce rapport feront la lumière sur les domaines qui nécessitent une attention supérieure ainsi qu'une gestion plus vigoureuse. Il apparaît clairement que les pêcheries à proximité de la côte sont directement touchées par les communautés locales présentes sur les îles de Grande Terre et des Pins. Ces zones ne sont actuellement pas protégées par le Parc Naturel de la Mer de Corail ; il est donc impératif d'élargir les limites du parc afin de les y inclure. Régler le problème de la densité de la pêche permettra non seulement de diversifier les populations de poissons et de renforcer la biomasse générale, mais également probablement d'accroître la couverture de corail vivant. Appliquer des limites de taille et/ou de prises dans la Zone économique exclusive (ZEE) de Nouvelle-Calédonie en améliorant la législation et en la faisant exécuter à meilleur escient, en particulier pour les poissons à grande valeur commerciale, pourrait permettre de renforcer le nombre de grands poissons prédateurs. Les régions qui dépendent de la pêche de subsistance profiteront grandement du renforcement des réglementations liées à la pêche et de la mise en œuvre d'aires marines protégées où il est interdit de pénétrer et de pêcher, car ces mesures permettront une meilleure gestion des poissons récifaux, en particulier autour de l'île des Pins. La KSLOF salue les efforts de conservation de la Nouvelle-Calédonie et espère qu'elle se servira des recommandations prodiguées dans ce rapport pour continuer à améliorer ses pratiques de gestion dans la région. Nous croyons qu'au travers de pratiques de gestion continues et améliorées, les récifs coralliens de toute la Nouvelle-Calédonie pourront prospérer.

Alors que les efforts de conservation en Nouvelle-Calédonie font partie des plus avancés du Pacifique Sud, nous espérons que les données présentées dans ce rapport feront la lumière sur les domaines qui nécessitent une attention supérieure ainsi qu'une gestion plus vigoureuse.

1.0

Le monde considère que les récifs de Nouvelle-Calédonie abritent certains des habitats marins tropicaux les plus beaux et les mieux préservés de la planète<sup>1,2</sup>. La Nouvelle-Calédonie est isolée dans la partie sud-ouest de l'Océan Pacifique, à 1 300 km environ à l'est de l'Australie<sup>3</sup>. Le pays se trouve dans la mer de Corail, qui abrite certains des récifs coralliens à la biodiversité la plus riche au monde<sup>4</sup>. En juillet 2008, l'UNESCO a inscrit les atolls d'Entrecasteaux, ainsi que le lagon qui entoure la Grande Terre et quatre autres sites marins, au patrimoine mondial<sup>5,6</sup>, dans le but de préserver et de protéger les habitats du récif corallien de Nouvelle-Calédonie. Cette reconnaissance a incité le gouvernement local à élargir la protection de ses habitats marins à l'intégralité de la Zone économique exclusive (ZEE)<sup>5</sup>. Leur vision consistait à créer un vaste parc marin qui permettrait à la Nouvelle-Calédonie de gérer de manière plus efficace ses ressources marines. Le 4 septembre 2012, le gouvernement de Nouvelle-Calédonie a annoncé son plan pour développer un « parc naturel » qui engloberait toute la ZEE en vue de protéger l'intégralité de ses eaux et habitats naturels. Le *Parc Naturel de la Mer de Corail* a été adopté le 23 avril 2014, protégeant 1,3 million km<sup>2</sup>, ce qui en fait l'une des plus grandes zones marines protégées au monde<sup>5</sup>. Cet engagement envers la conservation correspondait parfaitement à la mission de préservation de la Khaled bin Sultan Living Oceans Foundation (KSLOF), et nous a donc poussés à collaborer avec la Nouvelle-Calédonie dans le cadre de la Global Reef Expedition (GRE).

La Nouvelle-Calédonie bénéficie d'une juridiction particulière par rapport aux autres collectivités et territoires d'outre-mer français, et est dotée une grande autonomie politique. La France, le gouvernement local et les trois provinces (Nord, Sud et îles Loyauté) se partagent les différentes responsabilités et compétences au sein d'un cadre juridique complexe. Les règles traditionnelles du peuple kanak jouent également un rôle important dans de nombreuses décisions à l'échelle locale, en particulier en ce qui concerne les ressources naturelles.

La Living Oceans Foundation a estimé qu'il était important d'étudier les récifs de Nouvelle-Calédonie, non seulement pour aider ces trois juridictions à conserver ces beaux coraux, mais également pour collecter de données essentielles qui participeront aux efforts de conservation de la Fondation dans le monde entier. Entre octobre et novembre 2013, la GRE de la KSLOF a étudié des atolls et des récifs au nord et au sud de la Grande Terre, en Nouvelle-Calédonie (Figure 1). La KSLOF s'est lancée dans la mission en Nouvelle-Calédonie dans le but de développer des cartes des habitats en haute résolution afin de favoriser les efforts de conservation et de mieux comprendre les habitats récifaux de cet environnement unique. Au cours de cette expédition, la KSLOF a collaboré avec l'*Institut de Recherche pour le Développement*

(IRD), ainsi qu'avec des chercheurs du monde entier pour documenter et cartographier les habitats et les communautés de poissons des atolls d'Entrecasteaux, du récif de Cook, de l'île des Pins et de la baie de Prony. Les recherches en Nouvelle-Calédonie ont été menées avec les objectifs suivants :

- 1 **Identifier et décrire les habitats marins peu profonds et élaborer des cartes bathymétriques et des habitats ;**
- 2 **Évaluer la composition, la structure et la santé des récifs coralliens à l'aide d'un protocole d'évaluation normalisé ;**
- 3 **Évaluer la diversité, l'abondance et la structure de la population de poissons, de coraux et d'autres invertébrés et algues, y compris les espèces à grande valeur commerciale.**

Tous les sites étudiés lors de la mission GRE en Nouvelle-Calédonie ont été choisis spécifiquement car ils étaient, au moment de l'expédition en 2013, des sites prioritaires en termes de conservation et qu'ils nécessitaient des connaissances scientifiques supplémentaires. La plupart des sites de recherche choisis étaient également isolés et difficiles d'accès, en particulier au nord, de sorte que la GRE a pu combler plusieurs lacunes importantes en matière de recherche.

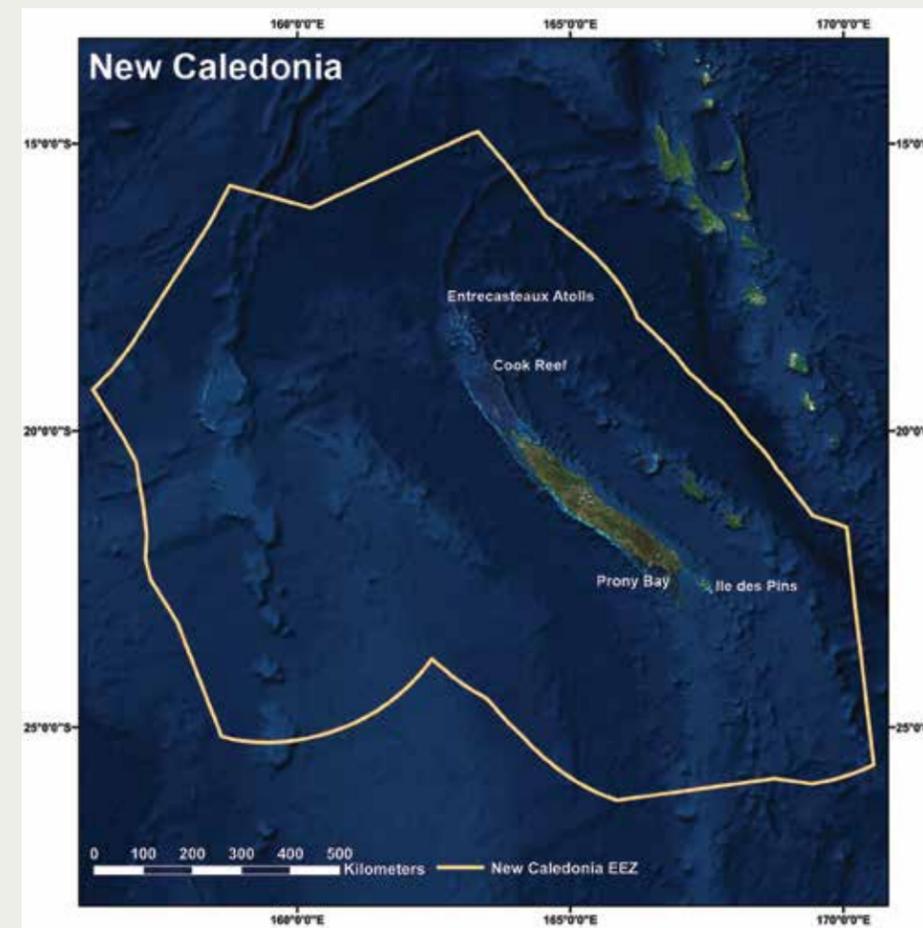
Tous les sites étudiés lors de la mission GRE en Nouvelle-Calédonie ont été **choisis spécifiquement** car ils étaient des sites **prioritaires en termes de conservation.**

Les informations rassemblées pendant la GRE permettront de colmater les brèches en ce qui concerne la connaissance des habitats marins entourant les récifs au nord et au sud de la Grande Terre. Les données contenues dans ce rapport appuieront également les activités locales de surveillance et les programmes de recherche en cours, car il n'existe actuellement aucun protocole d'échantillonnage normalisé dans les différentes stations d'échantillonnage. En outre, les informations spécifiques récoltées pendant la GRE ou générées après la campagne (par exemple, maladies coralliennes,

cartes des habitats) demeurent une denrée rare pour la Nouvelle-Calédonie<sup>7</sup>. Grâce au navire de recherche *M/Y Golden Shadow*, la KSLOF et les scientifiques invités de Nouvelle-Calédonie ont pu effectuer une étude approfondie de ces lieux reculés. La Khaled bin Sultan Living Oceans Foundation espère que les précieuses informations récoltées au cours de cette expédition faciliteront la gestion et la protection des pêcheries marines et des habitats marins proches des côtes en Nouvelle-Calédonie.

Figure 1

CARTE ILLUSTRANT LA ZONE ÉCONOMIQUE EXCLUSIVE (ZEE) DE NOUVELLE-CALÉDONIE. LE PARC NATUREL DE LA MER DE CORAIL S'ÉTEND JUSQU'ÀUX LIMITES DE LA ZEE. LES RÉGIONS ÉTUDIÉES LORS DE LA GLOBAL REEF EXPEDITION APPARAISSENT SUR LA CARTE.



NOUVELLE CALÉDONIE

# 2.0

## MÉTHODES



## 2.1

### DESCRIPTION DES SITES

La Global Reef Expedition a cartographié et étudié des récifs coralliens en Nouvelle-Calédonie. Au total, 74 sites de plongée ont été étudiés, tandis que 554 transects d'habitats benthiques et 504 relevés sur les poissons ont été effectués. Les sites de plongée ont été sélectionnés en fonction de leur accessibilité en bateau et dans le but d'inclure tous les types d'habitats du récif corallien (Figure 3a).

Les analyses exhaustives, décrites dans ce document, ont été choisies de manière à représenter des endroits isolés et inhabités qui, au moment de l'échantillonnage, n'avaient jamais été étudiés à ce point. Le *M/Y Golden Shadow* et ses navires de soutien ont été donnés à titre gracieux au fins de cette expédition pour permettre à la KSLOF et aux chercheurs néo-calédoniens de rassembler facilement des données dans les régions les plus reculées de Nouvelle-Calédonie. Le Tableau 1 contient le nombre total de relevés effectués dans chaque atoll.

Les atolls d'Entrecasteaux se trouvent à environ 40 km au nord de la barrière corallienne qui entoure la Grande Terre et les îles Bélep<sup>1</sup>. Les atolls qui composent le groupe d'Entrecasteaux sont : Pelotas, Portail, Surprise, Huon, Petit Guilbert, Gros Guilbert, et Mérite. Ces atolls sont inhabités et ont été déclarés zones de pêche interdite en 2011, dans le cadre de l'inscription en 2008 des « Lagons de Nouvelle-Calédonie » au patrimoine mondial de l'UNESCO. Depuis 2018, un nouveau plan de gestion interdit aussi toute visite dans plusieurs secteurs, y compris les atolls de Pelotas et de Guilbert. Les atolls d'Entrecasteaux possèdent chacun un vaste avant-récif sur leur périmètre qui plonge abruptement vers les profondeurs. Les lagons sont dotés de récifs isolés bien développés. Leurs pourtours sont composés de sections intertidales et subtidales, qui sont séparées par de larges passages. Ces caractéristiques permettent à des récifs et à des communautés de poissons uniques de s'épanouir. Les atolls sont composés de peu de terres émergées, à l'exception d'Huon, où une bande d'environ 3 km de sable est exposée et qui abrite une large population d'oiseaux et l'un des sites de nidification de tortues de mer les plus importants de l'ouest du Pacifique. Surprise est composé de deux îlots, qui accueillent également d'importantes colonies d'oiseaux et plusieurs sites de nidification de tortues de mer<sup>8</sup>.

Le récif de Cook se trouve à l'extrême nord de la barrière de corail qui entoure la Grande Terre et les îles Bélep. La barrière de corail qui entoure la Grande

**Tableau 1** NOMBRE TOTAL DE SITES DE PLONGÉE ET DE TRANSECTS EFFECTUÉS PAR ÎLE.

EMPLACEMENT	NOMBRE DE SITES DE PLONGÉE	NOMBRE DE TRANSECTS DE BENTHOS	NOMBRE DE TRANSECTS DE POISSONS
RÉCIF DE COOK	12	79	77
BAIE DE PRONY	3	20	26
ÎLE DES PINS	20	119	150
PETIT GUILBERT	2	15	14
GROS GUILBERT	2	18	12
HUON	14	124	96
MÉRITE	2	16	14
PELOTAS	4	39	19
PORTAIL	5	42	36
SURPRISE	10	82	60

**Figure 2** PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE DE LA BAIE DE PRONY, NOUVELLE-CALÉDONIE, ILLUSTRANT LE RUISSellement DE LIMON DEPUIS LES MINES DE NICKEL (VOIR FLÈCHES).



## 2.2

Terre est l'une des plus longues au monde<sup>9,10</sup>, avec environ 1 500 km de longueur, et entoure un énorme lagon peu profond (40 000 km<sup>2</sup>)<sup>1</sup>. Cette partie de la barrière de corail est également inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO.

De l'autre côté de l'île principale de la Nouvelle-Calédonie, au sud-est de la Grande Terre, la baie de Prony est bordée d'argile rouge riche en métal, tandis que les ruissellements dus à l'érosion naturelle et aux mines de nickel peuvent avoir des répercussions sur la baie. Ces mines sont exploitées depuis bien plus d'un siècle (Figure 2)<sup>9</sup>. La baie de Prony est également marquée par la présence de cheminées hydrothermales naturelles de plus de 30 mètres de hauteur, dont le sommet de certaines se situe à

quelques mètres de la surface<sup>11</sup>. Cet environnement a permis à des communautés de récifs coralliens uniques de s'adapter à des conditions inhabituelles et d'accueillir des genres coralliens absents des autres régions de la Nouvelle-Calédonie<sup>11</sup>.

L'île des Pins est une île haute carbonatée entourée d'un vaste système récifal et située au sud de la barrière de corail qui entoure le lagon de la Grande Terre. L'île est habitée par environ 2 000 personnes, tandis que des touristes s'y rendent fréquemment pour la visiter<sup>5</sup>. Elle est également inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO depuis 2008, et fait l'objet de contrôles périodiques tous les quatre ans depuis lors.

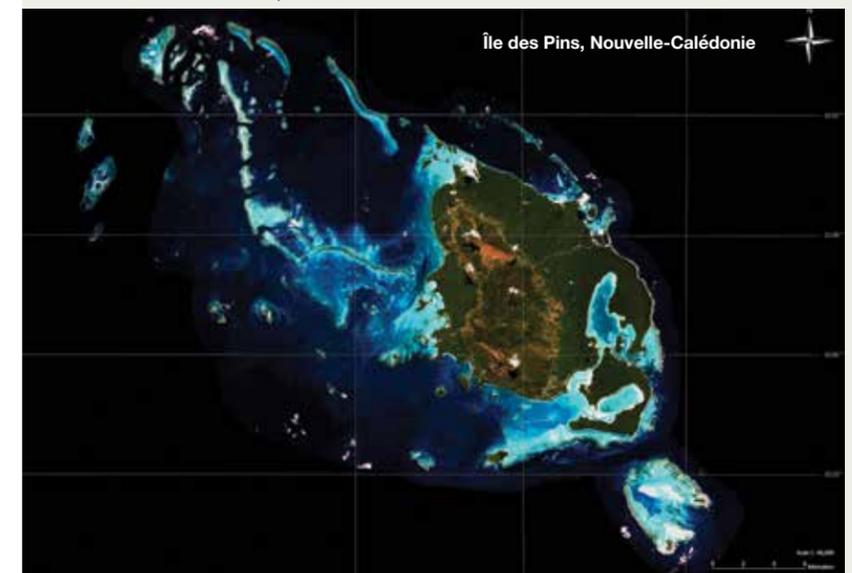
### CARTOGRAPHIE DE L'HABITAT

Des cartes bathymétriques et de l'habitat en haute résolution ont été créées pour les environnements marins peu profonds découverts dans le lagon et pour les récifs à l'aide des images satellite multispectrales du WorldView-2, fournies par DigitalGlobe, Inc., ainsi que des données obtenues de relevés aériens et de vérifications au sol (voir exemples de ces cartes aux Figures 3a-c). Ces cartes et les données qui en découlent serviront non seulement pour la planification de l'espace marin, mais également pour les recherches futures sur les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie.

Les cartes s'étendent du rivage jusqu'à environ 25 m de profondeur. Avant les études sur le terrain, un relevé aérien du littoral de chaque île et des habitats marins peu profonds environnants a été effectué. Les vérifications au sol, effectuées pour définir les différentes catégories d'habitat et guider l'interprétation des données de détection, ont notamment consisté en des sondages des profondeurs, des échantillons de sédiments et de substrats durs, des mesures par plongée, et des transects photographiques à petite échelle.

**Figure 3a**

CES TROIS EXEMPLES DE CARTES REPRÉSENTENT L'ÎLE DES PINS, EN NOUVELLE-CALÉDONIE. EXEMPLE A) D'UNE IMAGE SATELLITE AUX COULEURS VÉRITABLES CAPTURÉE PAR LA SONDE WORLDVIEW-2, B) D'UNE CARTE DES HABITATS ET C) D'UN MODÈLE BATHYMÉTRIQUE À SPECTRE. | IMAGE SATELLITE





## 2.2

c

### TYPES D'HABITAT

La classification de tous les types d'habitats marins et terrestres a été définie à l'aide des images satellite, des vérifications au sol, et des vidéos benthiques. La combinaison de toutes les données récoltées a permis de créer un système de classification des habitats et de former le logiciel *eCognition* au développement de modèles de classification en fonction des objets. Au total, 31 types d'habitats ont été définis pour tous les sites étudiés (Tableau 2). En calculant et en présentant la couverture totale de chaque type d'habitat, plusieurs habitats ont parfois été combinés. Par exemple, en ce qui concerne les habitats coralliens d'arrière-récif, nous avons combiné les patates de corail internes et les structures coralliennes internes pour représenter ce large environnement récifal.

## 2.2

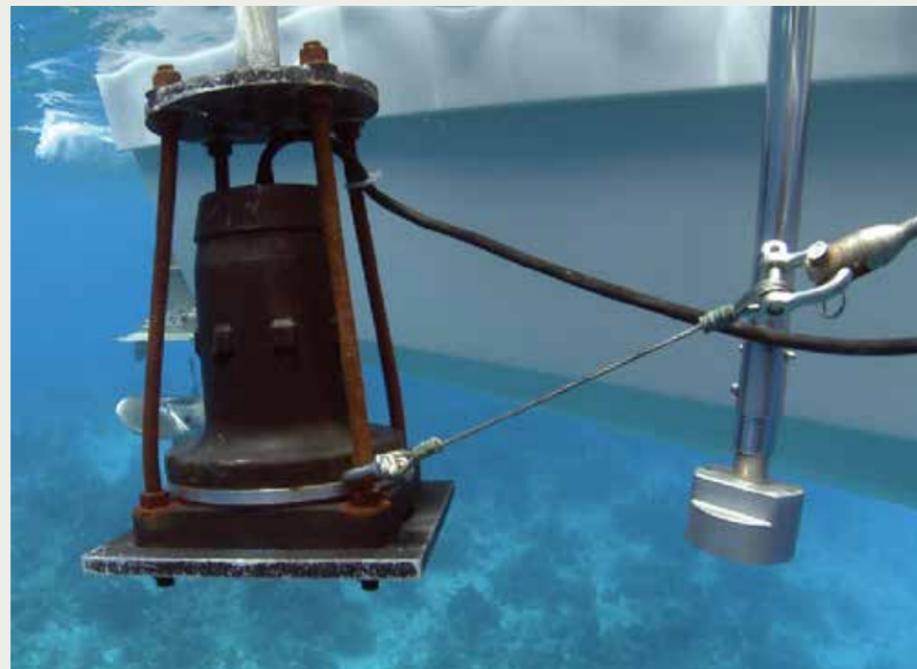
d

### SONDAGES ACOUSTIQUES DES PROFONDEURS AQUATIQUES

Les sondages par sonar ont été obtenus par la KSLOF le long des transects à l'aide d'une *Hydrobox de Syqwest Inc.*, un transducteur à faisceau unique fonctionnant à 50 Hz (Figure 5). Chaque sondage a été positionné à l'aide du GPS différentiel, tandis que les données ont été enregistrées sur un ordinateur renforcé. Les sondages ont été utilisés pour générer un modèle satellite de calcul de la profondeur des eaux basé sur l'affaiblissement spectral de la lumière dans la colonne d'eau. Les cartes topo-bathymétriques finales possédaient la même résolution spatiale que les images satellite depuis lesquelles elles avaient été extraites (à savoir 2 m x 2 m).

**Figure 5**

SONARS ACOUSTIQUES UTILISÉS POUR LES SONDAGES. PROFILEUR DE LA COUCHE INFÉRIEURE AU FOND OCÉANIQUE (GAUCHE) ET SONAR À FAISCEAU UNIQUE (DROITE).



**Tableau 2**

TYPES D'HABITATS BENTHIQUES UTILISÉS POUR ÉLABORER LES CARTES ET CALCULER LES ZONES. LA MESURE DE CHAQUE ZONE EST PRÉSENTÉE DANS LE TABLEAU 3 POUR CHAQUE SITE ÉTUDIÉ. LA KSLOF A RASSEMBLÉ CERTAINS HABITATS (COLONNE DE DROITE) AU SEIN D'UN TYPE PLUS GÉNÉRAL (COLONNE DE GAUCHE) AUX FINS DE CE RAPPORT.

TYPES D'HABITAT	
Corail d'arrière-récif	Patates de corail internes Structure corallienne interne
Pente récifale externe profonde	
Eaux lagonaires profondes	
Corail lagonaire	Structure d'acropores lagonaire Patates de corail lagonaires Récif lagonaire frangeant Récif lagonaire isolé Pinacles lagonaires de corail branchu Pinacles lagonaires de corail massif
Substrat lagonaire	Pavage récifal interne Arrière-récif de débris Arrière-récif de sédiments Fond stérile lagonaire Tablier de sédiment lagonaire dominé par le sédiment
Substrat lagonaire dominé par les macroalgues	Fond lagonaire de macroalgues sur sédiment Pinacles lagonaires en conglomérat calcaire d'algues rouges Tablier de sédiment lagonaire de macroalgues sur sédiment
Communautés algales du littoral	Dorsale de corallinales (crête récifale)
Macroalgues denses sur sédiment	
Communauté récifale externe peu profonde	Pente récifale externe peu profonde Terrasse récifale externe peu profonde
Platier récifal externe	
Herbiers marins denses	
Vasières	
Tapis algal au sommet du récif	
Terrestre	Sable de plage Végétation terrestre Zones terrestres sans végétation
Zones humides	
Urbain	

## 2.3

### ÉTUDE DE LA COMMUNAUTÉ DU RÉCIF CORALLIEN

Les scientifiques de la Living Oceans Foundation et leurs confrères de la GRE ont utilisé une combinaison de méthodes quantitatives, notamment des transects en bande, des transects linéaires, et des quadrats, pour évaluer les communautés de benthos et de poissons des récifs néo-calédoniens. Cette méthode de collecte normalisée permet d'obtenir des données robustes qui peuvent être comparées à l'échelle régionale et mondiale. Ce rapport aborde largement les tendances et les modèles pour préparer une analyse plus approfondie.

## 2.3

a

### ÉVALUATIONS DE LA COUVERTURE BENTHIQUE

La couverture benthique (Case 1) a été évaluée le long de transects de 10 m à l'aide des observations enregistrées et/ou d'évaluations photographiques tenant compte du type de substrat et de la quantité de plancher océanique recouverte par les principaux groupes fonctionnels. Parmi les principaux groupes fonctionnels se trouvaient : les coraux (identifiés jusqu'au genre), les autres invertébrés sessiles (identifiés jusqu'au phylum ou à la classe), et six groupes fonctionnels d'algues. Au moins deux experts de la KSLOF ont plongé pour effectuer des relevés à l'aide d'une méthode linéaire. Pour ce faire, l'expert devait installer un câble de transect de 10 m et prendre note

du type d'organisme et de substrat tous les 10 cm (100 points par transect). Au moins quatre transects sur les cinq strates de profondeur ont été effectués sur chaque site de plongée (Figure 6). Lorsque cela était possible, des relevés étaient effectués à 25, 20, 15, 10 et 5 m de profondeur.

À certains endroits, nous avons eu recours à une évaluation photographique pour étayer les transects linéaires. Parfois, il n'était pas possible d'effectuer des transects linéaires pour chaque profondeur, de telle sorte que ces données étaient complétées par des évaluations photographiques. Avec cette technique, un plongeur scientifique utilisait un quadrat de 1 m x 1 m, et le retournait 10 fois par transect afin d'obtenir un transect photographique complet de 1 m x 10 m (Figure 7) pour chaque profondeur. Comme expliqué ci-dessus, lorsque cela était possible, le plongeur prenait des clichés à 20, 15, 10, et 5 m de profondeur. Pour déterminer la composition de la communauté benthique et la couverture corallienne et algale, les photographies numériques ont été téléchargées et analysées à l'aide de *Coral Point Count with Excel Extensions* (CPCe), un logiciel développé par le National Coral Reef Institute (NCRI) de la Nova Southeastern University<sup>12</sup>. Les images de 1 m x 1 m étaient importées dans le logiciel, qui ajoutait à chacune d'entre elles 50 points choisis au hasard. Un scientifique de la KSLOF définissait ensuite le type

d'organisme et de substrat directement sous chaque point (Figure 8). Ces données étaient alors exportées vers un tableur Microsoft Excel et ajoutées à la base de données de l'étude benthique afin d'y être analysées plus en profondeur.

Les pourcentages de couverture de substrat benthique calculés pour chaque île représentaient le pourcentage moyen de tous les transects effectués sur cette île, classés par profondeur, puis par site. Le pourcentage de chaque type de substrat était calculé en divisant le nombre total d'échantillons observés à chaque profondeur de chaque transect par le nombre total de points enregistrés, multiplié par 100. Le pourcentage moyen de tous les transects de l'île est présenté comme la mesure de chaque type de substrat. Afin d'analyser plus en détail les couvertures de coraux et d'algues, la somme des types d'algues ou genres de corail spécifiques enregistrés sur chaque

#### Case 1 CLASSEMENT DES TYPES DE SUBSTRAT RENCONTRÉS LORS DES RELEVÉS SOUS-MARINS PAR TRANSECT BENTHIQUE.

HABITAT BENTHIQUE	
TYPE DE SUBSTRAT	
	Corail vivant
	Corail mort
	Débris homogénéisés
	Pavage
	Débris
	Sable/sédiment
	Corail mort récemment
COUVERTURE VIVANTE	
	Algues
	Macroalgues
	Algues corallines encroûtantes
	Algues corallines dressées
	Gazon de sédiments
	Gazon
	Cyanobactéries
	Autres invertébrés
	Corail (jusqu'au genre)

Figure 6 UN PLONGEUR EN PLEIN RELEVÉ BENTHIQUE. LE PLONGEUR UTILISE UN TRANSECT DE 10 M ET PREND NOTE DU TYPE DE SUBSTRAT BENTHIQUE ET DE LA COUVERTURE TOUTS LES 10 CM. PHOTO DE KEN MARKS.



Figure 7

UN PLONGEUR PREND UNE PHOTO D'UN QUADRAT CARRÉ DE 1 M X 1 M. DIX PHOTOS SONT PRISES POUR CHAQUE TRANSECT À DIFFÉRENTES PROFONDEURS, ET DES DONNÉES SUPPLÉMENTAIRES SONT RÉCOLTÉES À L'AIDE DES TRANSECTS, COMME ILLUSTRÉ EN FIGURE 6. PHOTO DE PHILIP RENAUD.

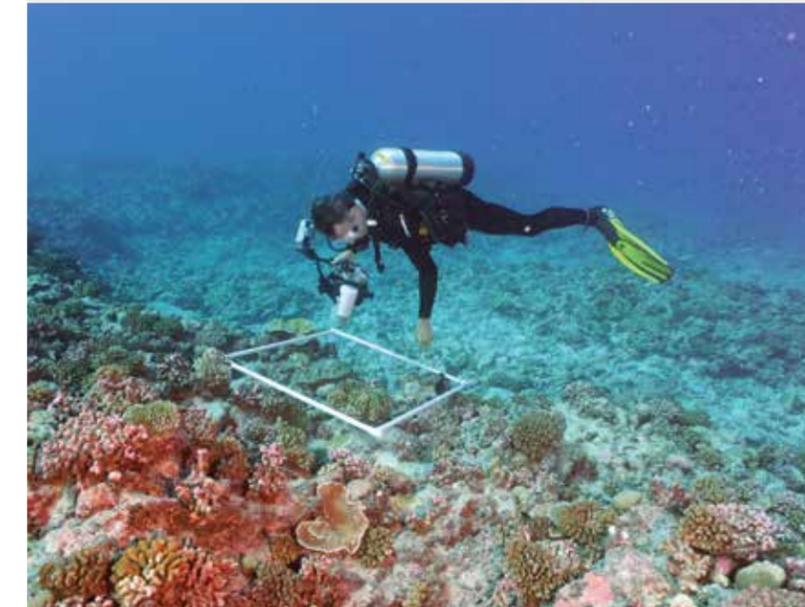
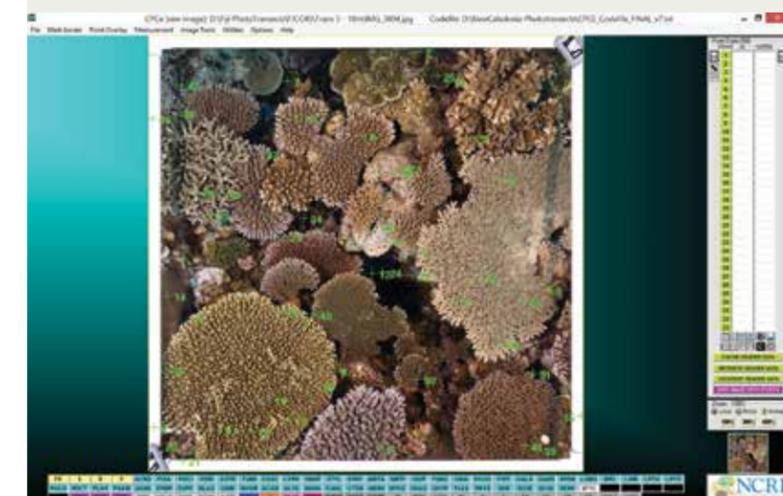


Figure 8

EXEMPLE D'UNE PHOTO D'UN QUADRAT IMPORTÉE DANS LE LOGICIEL CPCe, AVEC DES POINTS PLACÉS AU HASARD À IDENTIFIER. CINQUANTE POINTS SONT SUPERPOSÉS AU HASARD SUR CHAQUE PHOTO DE QUADRAT, ET LE TYPE DE SUBSTRAT ET DE COUVERTURE VIVANTE EST IDENTIFIÉ POUR CHAQUE POINT.



transect a été divisée par le nombre total d'algues ou de coraux observés par transect. Les moyennes des pourcentages pour chaque type d'algue sont présentées à la **Figure 12**.

Pour mesurer la diversité corallienne générale (par genre), nous avons utilisé l'indice de diversité de Simpson, fréquemment utilisé pour définir la diversité des espèces au sein d'une communauté<sup>13</sup>. Cet indice utilise le nombre total de colonies coralliennes individuelles d'un genre spécifique observé par île, ainsi que le nombre total de genres, afin de fournir un nombre représentant la diversité totale de la communauté de l'île. Cet indice permettait d'évaluer la diversité sur une échelle allant de 0 à 1, où 0 représentait une faible diversité et 1 une diversité optimale.

Cette méthode de collecte normalisée permet d'obtenir des données robustes qui peuvent être comparées à l'échelle régionale et mondiale.

dans les niveaux trophiques 2,0-3,0 sont généralement d'importantes espèces indicatrices qui contribuent à la santé du récif en prodiguant certains services tels que la taille des algues qui, sans cela, empêcheraient l'installation des jeunes coraux<sup>27,28</sup>. Ces poissons sont notamment les poissons-demoiselles, les nasons, les poissons-chirurgiens, les poissons-papillons et certains petits poissons-perroquets. Les poissons des niveaux trophiques 3,1-4,0 comprennent des plus gros herbivores, planctonophages, omnivores ou carnivores qui se nourrissent de petits invertébrés benthiques. Les poissons inclus dans ces classes sont notamment les labres, certaines espèces de poissons-papillons, les poissons-demoiselles, les capitaines, les rougets, les vivaneaux et les poissons-balistes. Les poissons des niveaux trophiques 4,1-4,5 sont généralement considérés comme de grands prédateurs et se nourrissent des poissons des niveaux trophiques inférieurs. Ces poissons prédateurs englobent les grands labres, mérours, poissons-éperviers, vivaneaux et rougets ainsi que les requins. La majorité des poissons qui importent aux yeux des pêcheries locales se situent dans les niveaux trophiques 3,6-4,0 et 4,1-4,5<sup>26</sup>.

En analysant les communautés de poissons à l'aide des niveaux trophiques, nous avons cherché à comprendre les structures des communautés et à déterminer la manière dont la pression de la pêche peut influencer les communautés de poissons.

## 2.3

### b ÉVALUATIONS DES POISSONS

Des relevés de poissons récifaux ont été effectués par les scientifiques de la KSLOF et leurs confrères à certains emplacements de chaque site. Les transects des relevés couvraient des profondeurs entre 1 m et 22 m, mais la plupart des relevés avaient lieu entre 5 m et 20 m de profondeur (**Figure 9**). Les transects étaient déployés à des sections profondes (>12 m) et peu profondes (<10 m) des récifs, en fonction de ce que permettait la morphologie du site de plongée. Au moins deux transects profonds et deux transects peu profonds étaient effectués sur chaque site par les plongeurs. Les assemblages de poissons des sites de plongée ont été étudiés à l'aide d'une technique de recensement visuel des poissons semblable aux principes de sondage décrits par English et al. (1994)<sup>14</sup>. Le plongeur identifiait et comptait les poissons le long d'un transect de 30 m x 4 m pendant une période de 10 à 15 minutes.

Les assemblages de poissons étaient décrits selon la diversité des espèces, leur abondance, et la biomasse du stock actuel. Les poissons étaient identifiés jusqu'à leur espèce quand les conditions le permettaient, à l'aide de guides photographiques<sup>15-18</sup>, tandis que leur longueur était arrondie au centimètre le plus proche. L'abondance de chaque espèce d'une taille donnée était estimée par comptage réel ou par regroupement, dans le cas d'un banc de poissons. La biomasse de chaque espèce était ensuite calculée à l'aide de la formule  $P=aLb$ , où  $P$  est le poids en

grammes,  $L$  est la longueur en centimètres, et  $a$  et  $b$  sont des constantes de croissance spécifiques à l'espèce dérivées des relations taille-poids<sup>19-23</sup>. Les données d'abondance et de biomasse étaient ensuite converties et exprimées en densité d'individus/100 m<sup>2</sup>, et en biomasse par kg/100 m<sup>2</sup>.

Les poissons comptés étaient également classés dans des catégories au niveau trophique en fonction de leur régime par espèce<sup>22</sup>. La correspondance entre les niveaux trophiques et les habitudes alimentaires n'est pas tout à fait directe ni bien définie en raison du large chevauchement entre les aliments consommés par les différentes espèces<sup>24</sup>. Les niveaux trophiques dans lesquels une espèce spécifique est classée peuvent ainsi être considérés comme élastiques et représentatifs d'une moyenne de ses aliments. Les niveaux trophiques ont été exprimés numériquement et ont largement représentés les herbivores (2,0-2,5), les corallivores (2,6-3,0), les planctonophages (3,1-3,5), les carnivores benthiques (3,6-4,0) et les piscivores (4,1-4,5)<sup>25</sup>. En analysant les communautés de poissons à l'aide des niveaux trophiques, nous avons cherché à comprendre les structures des communautés et à déterminer la manière dont la pression de la pêche peut influencer les communautés de poissons. Les poissons des niveaux trophiques 2,0-2,5 et 2,6-3,0 sont généralement petits et ne sont pas considérés comme importants pour les pêcheries locales<sup>26</sup>. Les poissons classés

Figure 9

UN SCIENTIFIQUE COMPTABILISE LES POISSONS OBSERVÉS LE LONG D'UN TRANSECT DE 30 M X 4 M PENDANT UNE PÉRIODE DE 10 À 15 MINUTES. PHOTO DE KEN MARKS.



# 3.0

## RÉSULTATS



## 3.1 CARTOGRAPHIE DE L'HABITAT

Au total, 2 662 km<sup>2</sup> d'images satellite, 593 vidéos de drop-cam et près de 3 millions de sondages des profondeurs ont été utilisés pour cartographier les atolls d'Entrecasteaux, le récif de Cook, la baie de Prony et l'île des Pins en Nouvelle-Calédonie. En tout, les différents types d'habitats récifaux (autrement dit, le substrat contenant une quantité significative de colonies de corail vivant), y compris le corail d'arrière-récif, le corail lagonaire, les pinacles lagonaire, les récifs lagonaire isolés et les communautés d'avant-récif recouvraient environ 330 km<sup>2</sup>. Les communautés d'avant-récif, qui regroupaient des pentes récifales externes profondes et peu profondes, s'étendaient sur 214 km<sup>2</sup>, et abritaient la majorité des habitats récifaux observés pour la Nouvelle-Calédonie (Tableau 3). Les communautés lagonaire et d'arrière-récif représentaient 119 km<sup>2</sup>.

La plupart des habitats d'avant-récif cartographiés se trouvaient autour de l'île des Pins et du récif de Cook, avec respectivement 65 km<sup>2</sup> et 58 km<sup>2</sup>. Les habitats d'avant-récif des atolls d'Entrecasteaux mesuraient entre 4,2 et 38 km<sup>2</sup>, Surprise possédant la plus grande zone d'avant-récif. Les habitats coralliens d'arrière-récif étaient surtout présents autour des atolls d'Entrecasteaux et de l'île des Pins. Parmi les habitats dominés par le corail lagonaire, le corail massif était le plus abondant, en particulier à Surprise, à Huon, sur l'île des Pins, dans la baie de Prony et sur le récif de Cook. La baie de Prony était le seul site présentant des pinacles lagonaire de corail branchu, sur 16 km<sup>2</sup>, absents de toutes les autres zones cartographiées en Nouvelle-Calédonie.

**Tableau 3**

ZONE TOTALE (EN KM<sup>2</sup>) DE TYPE D'HABITAT, PAR ÎLE, CALCULÉE À PARTIR DES CARTES DES HABITATS. LES TIRETS INDIQUENT QU'AUCUN HABITAT DE CE TYPE N'A ÉTÉ DÉCOUVERT À CET ENDROIT.

TYPES D'HABITAT	SUPERFICIE TOTALE (KM <sup>2</sup> )									
	Récif de Cook	Baie de Prony	Île des Pins	Petit Guilbert	Gros Guilbert	Huon	Mérite	Pelotas	Portail	Surprise
Corail d'arrière-récif	6,78	--	12,01	0,53	2,17	3,19	0,60	2,90	3,42	9,97
Pente récifale externe profonde	29,96	--	35,32	2,50	5,50	10,31	1,56	1,75	4,17	17,52
Eaux lagonaire profondes	270,23	154,58	89,04	--	--	189,59	--	--	--	350,46
Corail lagonaire	10,14	30,89	20,82	--	0,06	6,35	0,20	0,36	0,92	7,95
Substrat lagonaire	37,43	44,38	162,70	1,37	9,77	87,11	7,20	16,92	9,29	57,87
Substrat lagonaire dominé par les macroalgues	2,53	2,29	25,76	--	--	16,41	--	4,29	2,48	14,85
Communautés algales du littoral	0,53	--	2,32	--	0,56	2,29	0,13	0,26	0,61	1,40
Macroalgues denses sur sédiment	2,66	--	8,81	0,13	3,68	5,26	1,82	--	--	--
Communauté récifale externe peu profonde	27,75	--	29,65	2,54	2,85	9,21	3,16	2,45	8,28	19,20
Platier récifal externe	7,13	--	20,67	0,57	0,19	1,74	0,59	0,21	0,14	6,26
Herbiers marins denses	1,76	--	1,59	--	--	--	--	--	--	--
Vasières	--	1,29	--	--	--	--	--	--	--	--
Tapis algal au sommet du récif	--	2,58	--	--	--	--	--	--	--	--
Terrestre	--	108,35	158,17	--	--	--	--	--	--	0,60
Zones humides	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Urbain	--	--	0,34	--	--	--	--	--	--	--

## 3.2 ÉVALUATION DE LA COUVERTURE BENTHIQUE ATOLLS D'ENTRECASTEAUX

a

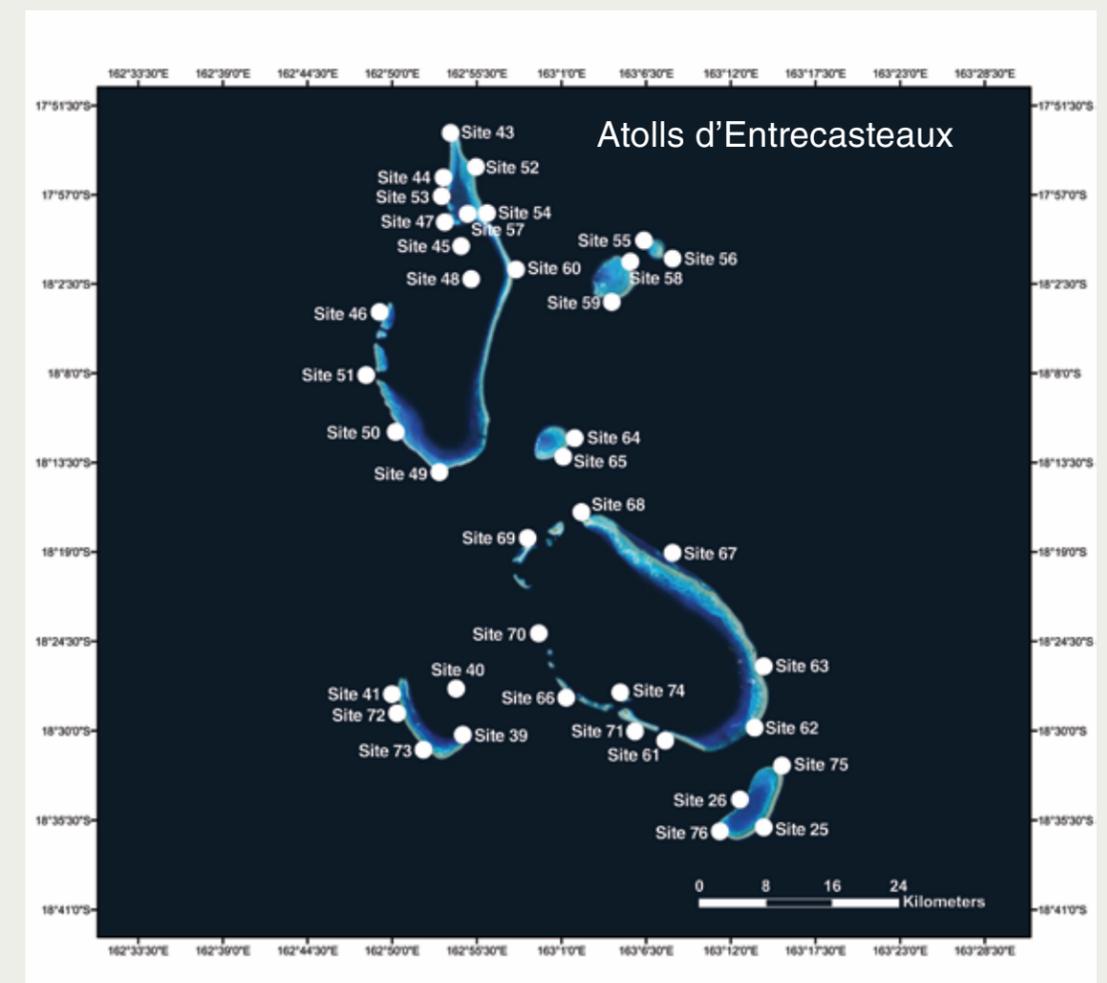
Les atolls d'Entrecasteaux étaient le groupe d'atolls le plus au nord étudié en Nouvelle-Calédonie (Figure 10). Le substrat dominant dans les atolls était le fond dur, ou pavage, couvert de corail ou d'algues en fonction de l'emplacement, comme l'illustre la Figure 11.

Pelotas possédait la plus importante couverture de corail vivant observée dans les atolls d'Entrecasteaux, avec 47 % du substrat (±4 % E.T. ; 4 sites; 39 transects; Figure 11). Le corail vivant était réparti de manière uniforme à toutes les profondeurs

étudiées autour de l'atoll. Dans d'autres cas, comme à Portail, une couverture corallienne plus élevée que la moyenne a été constatée à certaines profondeurs spécifiques. Pelotas présentait principalement des *Acropora*, qui constituaient 50 % (±23 % E.T. ; 4 sites; 39 transects) du corail vivant observé. Le Site 26, à Pelotas, contenait une couverture de *Millepora* largement supérieure à la moyenne, avec 26 % (±4 % E.T. ; 8 transects) du corail vivant observé. La diversité corallienne de l'atoll était relativement faible, avec 0,68 sur l'indice de Simpson, probablement à cause de la large prédominance des *Acropora*.

**Figure 10**

SITES DE RELEVÉS DE BENTHOS ET DE POISSONS DANS LES ATOLLS D'ENTRECASTEAUX, NOUVELLE-CALÉDONIE.



Les algues couvraient 47 % ( $\pm 4$  % E.T. ; 4 sites; 39 transects) du substrat à Pelotas et étaient principalement composées d'algues corallines encroûtantes et de gazon algal (Figure 12). Les algues corallines encroûtantes représentaient 45 % ( $\pm 15$  % E.T. ; 4 sites; 39 transects) des algues observées, contre 39 % ( $\pm 8$  % E.T. ; 4 sites; 39 transects) pour le gazon algal. Le Site 26 présentait plus de macroalgues que la moyenne, ce qui, ajouté à la présence élevée de *Millepora*, pourrait indiquer un apport de nutriments dans la zone<sup>29</sup>. Pelotas est l'atoll situé le plus au sud, au bord du profond canal

qui sépare les atolls d'Entrecasteaux du récif de Cook. Ce canal apporte peut-être un flux de nutriments, ou génère des remontées autour de Pelotas ; néanmoins, ce phénomène n'a pas été mesuré directement et nécessitera une analyse plus approfondie. Des études précédentes sur les récifs au sud de la Nouvelle-Calédonie ont démontré que les remous et les remontées y étaient courants, de sorte que des événements semblables pourraient également se dérouler dans les atolls situés au nord<sup>2,30</sup>.

Les atolls de Mérite, de Portail, de Surprise et de Gros Guilbert possèdent une couverture benthique similaire. Le

corail vivant représentait entre 32 % et 36 % du substrat, tandis que les algues en couvraient entre 56 % et 60 %, même si la communauté algale variait légèrement entre les différents atolls. La communauté algale de Mérite était dominée par le gazon algal, qui représentait 43 % ( $\pm 4$  % E.T. ; 2 sites; 16 transects) des algues observées (Figure 12). Les corallines encroûtantes étaient le deuxième type d'algue le plus présent, avec 31 % ( $\pm 8$  % E.T. ; 2 sites ; 16 transects) des algues observées à cet endroit (Figure 12). Étonnamment, Mérite possédait également le pourcentage le plus élevé de cyanobactéries de tous les récifs observés au cours de la mission GRE en Nouvelle-Calédonie, avec 18 % ( $\pm 4$  % E.T. ; 2 sites; 16 transects) des algues rencontrées. Les tapis de cyanobactéries rivalisent avec le corail vivant et peuvent occuper un précieux espace qui pourrait permettre aux nouveaux coraux de s'installer<sup>31</sup>. Ce phénomène mérite d'être surveillé plus étroitement. Les communautés algales de Portail, de Surprise et de Gros Guilbert étaient dominées par les algues corallines encroûtantes, qui y représentaient respectivement 42 % ( $\pm 12$  % E.T. ; 5 sites; 42 transects), 46 % ( $\pm 12$  % E.T. ; 5 sites; 42 transects) et 49 % ( $\pm 8$  % E.T. ; 5 sites; 42 transects) des algues. Portail présentait la plus importante couverture de macroalgues enregistrée dans les atolls d'Entrecasteaux, avec 13 % ( $\pm 3$  % E.T. ; 5 sites ; 42 transects) des algues observées.

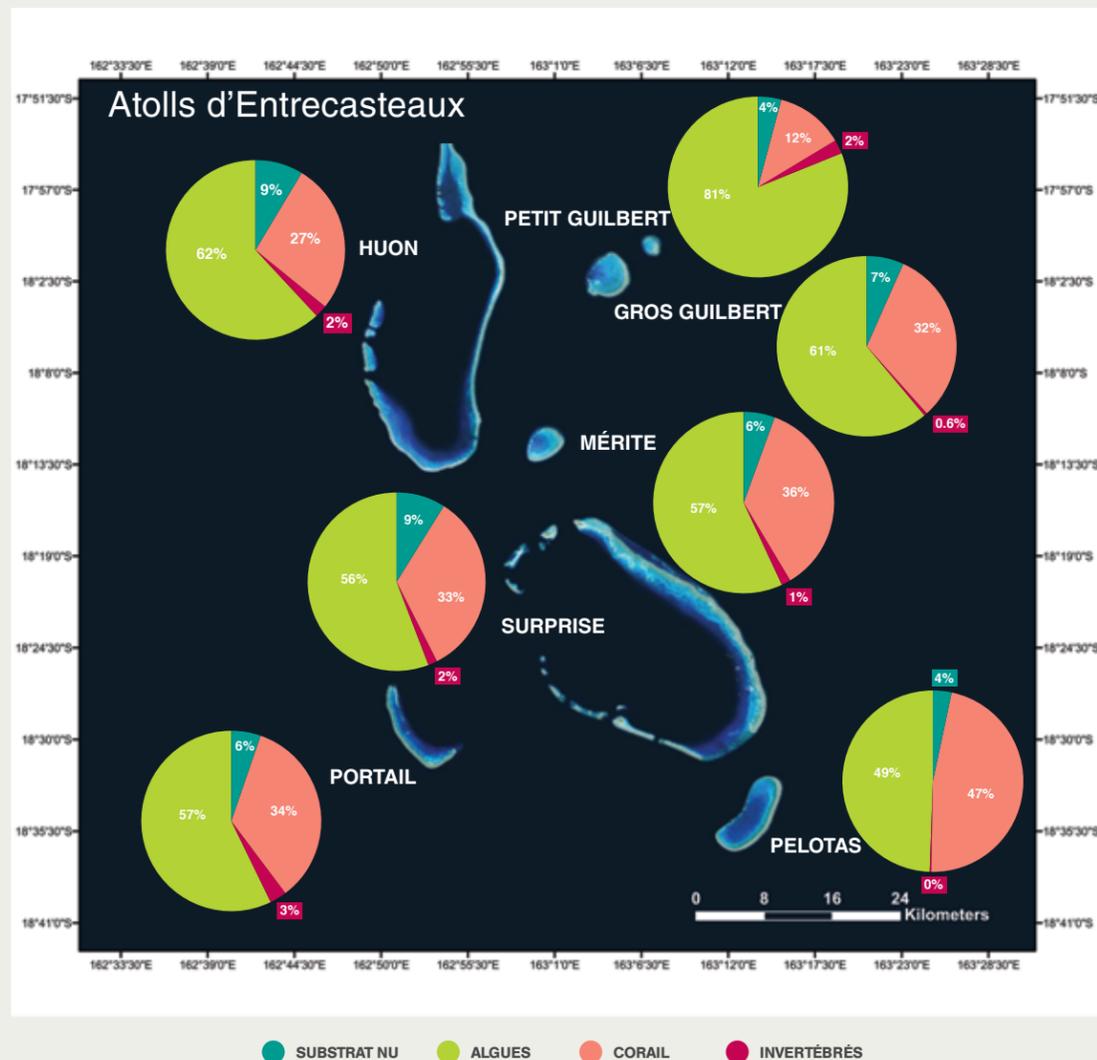
Guilbert présentait également une quantité considérable de cyanobactéries et d'algues calcaires dressées. Les cyanobactéries représentaient 18 % ( $\pm 9$  % E.T. ; 2 sites; 15 transects) de toutes les algues observées, et les algues calcaires dressées 12 % ( $\pm 12$  % E.T. ; 2 sites; 15 transects). Le pourcentage de cyanobactéries le plus élevé, à savoir 25 % ( $\pm 12$  % E.T. ; 2 sites; 15 transects) a été observé au Site 55 à Petit Guilbert, où la majorité se trouvaient entre 20 et 25 m de profondeur.

Les communautés de corail de ces deux atolls étaient légèrement différentes, mais toutes deux étaient dominées par les *Acropora*. À Petit Guilbert, les *Acropora* et les *Porites* étaient les deux genres de corail dominants, avec respectivement 13 % ( $\pm 14$  % E.T. ; 2 sites ; 15 transects) et 28 % ( $\pm 36$  % E.T. ; 2 sites ; 15 transects) du corail vivant observé. Huon, bien que dominé par les *Acropora*, possédait un assemblage de genres de corail plus diversifié, semblable à celui de Portail, avec un indice de diversité corallienne de 0,85. Le Site 48, situé sur la partie exposée d'Huon, présentait un pourcentage bien supérieur de corail observé à 25 m, ce qui n'était pas le cas des autres sites des atolls d'Entrecasteaux.

Les *Acropora* dominaient le corail vivant dans les atolls de Mérite, Portail, Surprise et Gros Guilbert. Même s'il s'agissait du corail dominant, les *Acropora* ne représentaient que 29 % ( $\pm 10$  % E.T. ; 5 sites; 42 transects) du corail observé à Portail. Cet atoll possédait la biodiversité la plus avancée des sites étudiés dans les atolls d'Entrecasteaux, avec un indice de 0,88, calculé à l'aide de l'indice de diversité de Simpson. Les atolls de Mérite et de Surprise possédaient des indices de diversité moindres. Mérite était principalement dominé par les *Acropora*, pour un indice de 0,63, soit la plus faible diversité de tous les sites étudiés en Nouvelle-Calédonie, tandis que celui de Surprise était de 0,77. Nous avons observé des pourcentages moyens de corail vivant plus élevés sur les sites situés le plus au sud de l'atoll de Surprise, en particuliers aux Sites 61 et 62. La couverture de corail vivant sur ces sites était semblable à celle de l'atoll de Pelotas, son voisin.

Les atolls à la couverture de corail vivant la plus faible étaient ceux de Petit Guilbert et d'Huon, soit les plus au nord étudiés en Nouvelle-Calédonie (Figure 11). Ces atolls possédaient respectivement un couverture de corail vivant de 12 % ( $\pm 7$  % E.T. ; 2 sites ; 15 transects) et de 27 % ( $\pm 7$  % E.T. ; 14 sites ; 124 transects). Le substrat de ces atolls était dominé par les algues corallines encroûtantes et le gazon algal, qui, ensemble, représentaient 65 % de toutes les algues de Petit Guilbert et 81 % de celles d'Huon (Figure 12). Petit

**Figure 11** COUVERTURE BENTHIQUE MOYENNE (%) DE CHAQUE ÎLE ÉTUDIÉE DANS LES ATOLLS D'ENTRECASTEAUX, NOUVELLE-CALÉDONIE. LES TYPES DE SUBSTRAT SONT LE SUBSTRAT NU, LES ALGUES, LE CORAIL VIVANT ET LES INVERTÉBRÉS. CES VALEURS ONT ÉTÉ CALCULÉES À PARTIR DES RELEVÉS DE BENTHOS, EN MOYENNE PAR PROFONDEUR PUIS PAR SITE. NOMBRE DE TRANSECTS (N) POUR CHAQUE ATOLL : PETIT GUILBERT, N=15 ; GROS GUILBERT, N=18 ; HUON, N=124 ; MÉRITE, N=16 ; PELOTAS, N=39 ; PORTAIL, N=42 ; SURPRISE, N=82.



## 3.2

### b RÉCIF DE COOK

Le récif de Cook est une extension en forme de doigt située au point le plus au nord de la barrière de corail qui forme le lagon autour de la Grande Terre. Ce récif se trouve à environ 40 km au sud des atolls d'Entrecasteaux et sa topographie est de type éperons et sillons. Les relevés effectués autour du récif de Cook ont notamment permis d'étudier des parties exposées et protégées de l'habitat d'avant-récif (Figure 13). Le corail vivant représentait 22 % ( $\pm 8$  % E.T. ; 12 sites ; 79 transects) du substrat (Figure 14). Les genres dominants étaient les *Acropora* et les *Porites*, qui représentaient respectivement 28 % ( $\pm 10$  % E.T. ; 12 sites ; 79 transects) et 12 % ( $\pm 12$  % E.T. ; 12 sites ; 79 transects) du corail vivant. La diversité corallienne du récif de Cook était légèrement supérieure à celle observée à Portail et dans les atolls d'Entrecasteaux au nord, avec un indice de 0,89.

Les algues recouvraient 68 % ( $\pm 8$  % E.T. ; 12 sites ; 79 transects) du benthos autour du récif de Cook et étaient dominées par les corallines encroûtantes, représentant 50 % ( $\pm 12$  % E.T. ; 12 sites ; 79 transects) des algues rencontrées (Figure 12). Le gazon algal était le deuxième type d'algue le plus présent, avec 29 % ( $\pm 13$  % E.T. ; 12 sites ; 79 transects) des formes observées. Les cyanobactéries rencontrées au récif de Cook était le deuxième plus gros pourcentage d'algues rencontré en Nouvelle-Calédonie pendant la GRE, seulement 4 % derrière la quantité observée à Mérite. La quantité de cyanobactéries rencontrées n'a pas pu être reliée à certaines profondeurs ou à certains sites, empêchant de déterminer si les concentrations élevées constituaient un cas isolé.

Figure 12

COMPOSITION RELATIVE DES ALGUES (%) SUR CHAQUE SITE ÉTUDIÉ EN NOUVELLE-CALÉDONIE. LES DONNÉES PRÉSENTÉES REPRÉSENTENT LA MOYENNE EN FONCTION DE LA PROFONDEUR DES DONNÉES COLLECTÉES PAR TRANSECT BENTHIQUE SUR CHAQUE SITE. LA MOYENNE DU NOMBRE (N) DE TRANSECTS POUR CHAQUE SITE APPARAÎT DANS LE GRAPHIQUE POUR CHAQUE SITE. RÉCIF DE COOK, N=79 ; PETIT GUILBERT, N=15 ; GROS GUILBERT, N=18 ; HUON, N=124 ; MÉRITE, N=16 ; PELOTAS, N=39 ; ÎLE DES PINS, N=119 ; PORTAIL, N=42 ; PRONY BAY, N=20 ; SURPRISE, N=82.

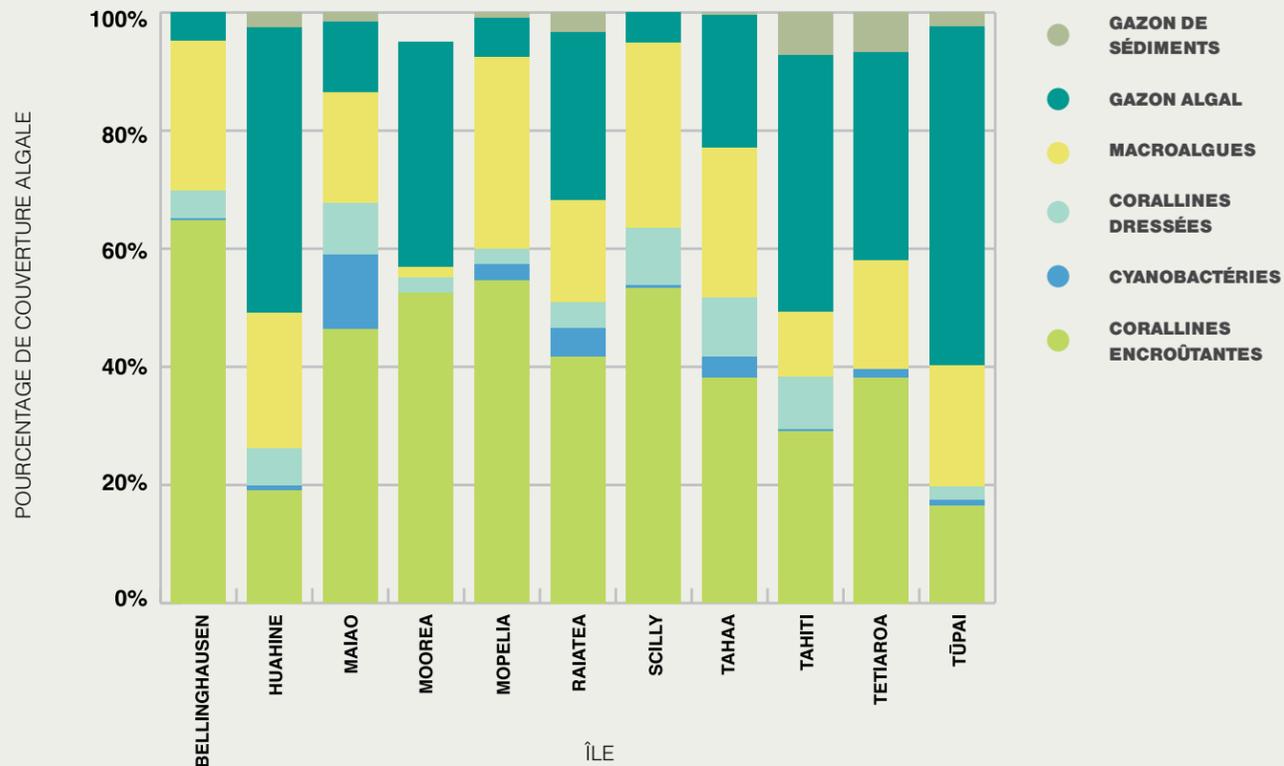


Figure 13

SITES DE RELEVÉS DE BENTHOS ET DE POISSONS SUR LE RÉCIF DE COOK, NOUVELLE-CALÉDONIE.

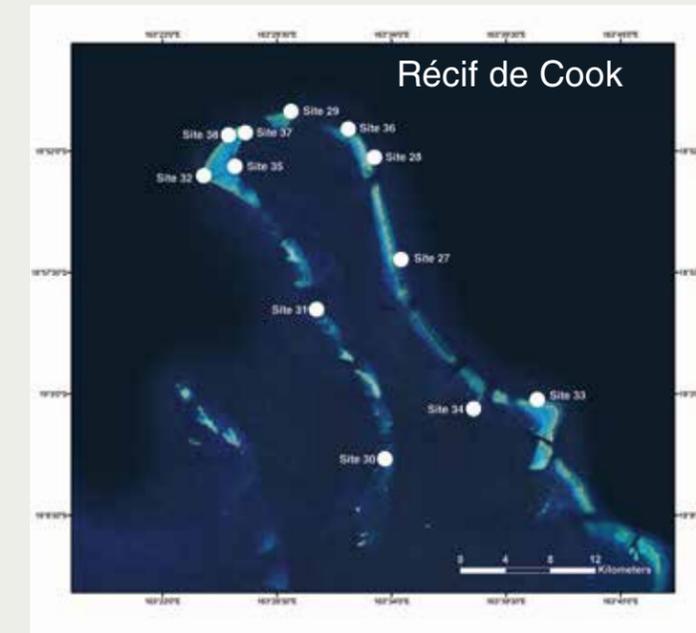
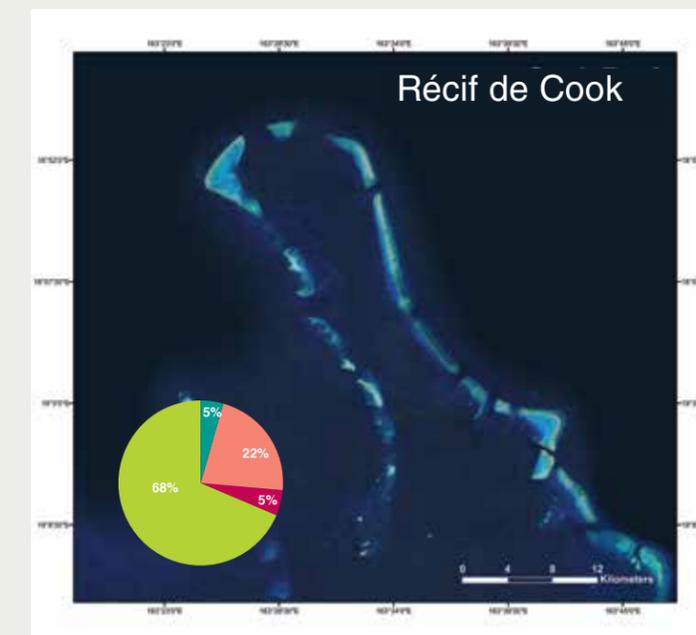


Figure 14

COUVERTURE BENTHIQUE MOYENNE (%) SUR LE RÉCIF DE COOK, NOUVELLE-CALÉDONIE. LES TYPES DE SUBSTRAT SONT LE SUBSTRAT NU, LES ALGUES, LE CORAIL VIVANT ET LES INVERTÉBRÉS. CES VALEURS ONT ÉTÉ CALCULÉES À PARTIR DES RELEVÉS DE BENTHOS, EN MOYENNE PAR PROFONDEUR PUIS PAR SITE. NOMBRE DE TRANSECTS (N) POUR CHAQUE EMPLACEMENT : N=79.



## 3.2

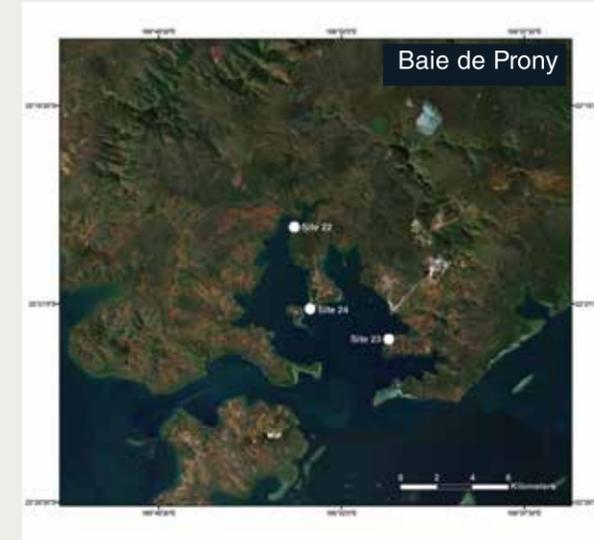
c

### BAIE DE PRONY

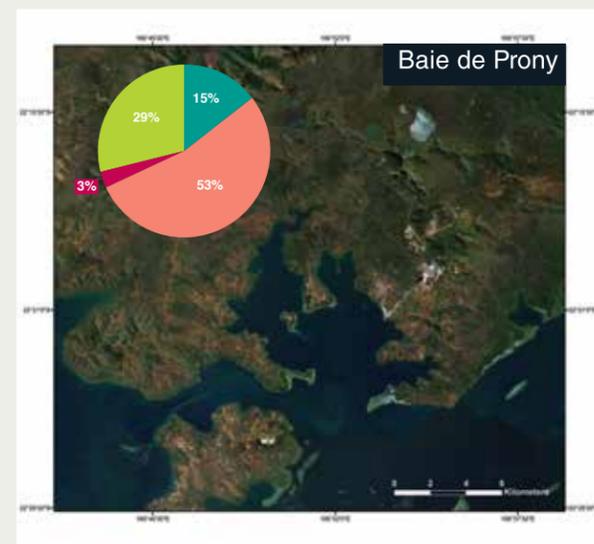
La baie de Prony était le site le plus singulier étudié en Nouvelle-Calédonie. Compte tenu de sa proximité avec la Grande Terre (Figure 15) et de sa sédimentation élevée, une faible couverture de corail vivant pourrait être escomptée. Étonnamment, les recherches ont révélé tout le contraire. La baie de Prony possédait le pourcentage de corail vivant le plus élevé observé par rapport aux autres endroits étudiés en Nouvelle-Calédonie. Le corail vivant représentait 53 % ( $\pm 17$  % E.T. ; 3 sites ; 20 transects) du substrat (Figure 16). Ce chiffre est 7 % supérieur à celui de Pelotas, le plus élevé des atolls d'Entrecasteaux, et 32 % supérieure à celui de l'île des Pins, située juste au sud de la baie de Prony. La communauté corallienne de la baie de Prony, semblable à celle des autres sites de Nouvelle-Calédonie, était dominée par les *Acropora*, qui représentaient 39 % ( $\pm 17$  % E.T. ; 3 sites ; 20 transects) du corail observé. Curieusement, la baie présentait un pourcentage bien plus élevé de *Turbinaria*, de *Leptoseris* et de *Pachyseris* que les autres sites étudiés. Cette constatation indique que ces genres de corail peuvent s'être adaptés à cet improbable habitat pour créer une communauté corallienne singulière ; néanmoins, cet aspect devra être étudié plus en profondeur. Malgré cette communauté corallienne unique, la diversité était inférieure à celle observée près de l'île des Pins, avec un indice de 0,78. Cette plus faible diversité pourrait être due à des « super coraux » mieux adaptés aux conditions troubles<sup>32-34</sup>.

Contrairement à ce qui avait été observé dans les atolls d'Entrecasteaux et le récif de Cook, les corallines encroûtantes n'étaient pas l'algue la plus présente dans la baie de Prony. Le gazon algal, le gazon algal avec sédiment et les macroalgues étaient les principales algues observées (Figure 12). Cette situation était inattendue compte tenu de l'important ruissellement issu des mines de nickel sur les collines entourant la baie de Prony. Le ruissellement apporte probablement de nouveaux nutriments dans l'eau, permettant aux algues charnues de prospérer. Néanmoins, des analyses plus poussées seront nécessaires car nous n'avons effectué aucun relevé des nutriments.

**Figure 15** SITES DE RELEVÉS DE BENTHOS ET DE POISSONS DANS LA BAIE DE PRONY, NOUVELLE-CALÉDONIE.



**Figure 16** COUVERTURE BENTHIQUE MOYENNE (%) DANS LA BAIE DE PRONY, NOUVELLE-CALÉDONIE. LES TYPES DE SUBSTRAT SONT LE SUBSTRAT NU, LES ALGUES, LE CORAIL VIVANT ET LES INVERTÉBRÉS. CES VALEURS ONT ÉTÉ CALCULÉES À PARTIR DES RELEVÉS DE BENTHOS, EN MOYENNE PAR PROFONDEUR PUIS PAR SITE. NOMBRE DE TRANSECTS (N) POUR CHAQUE EMPLACEMENT : N=20.



## 3.2

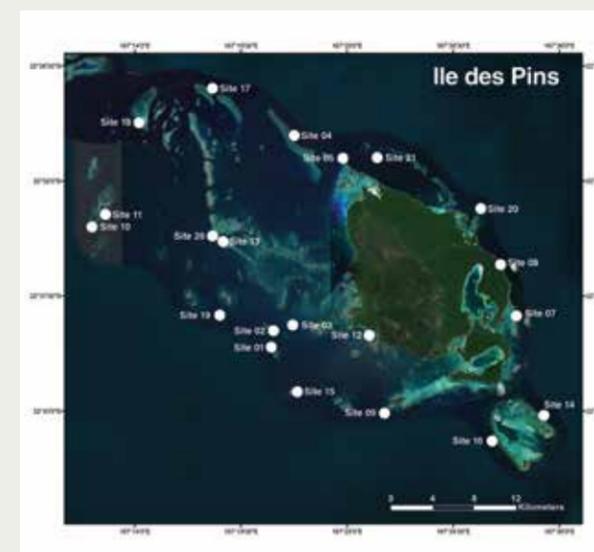
d

### ÎLE DES PINS

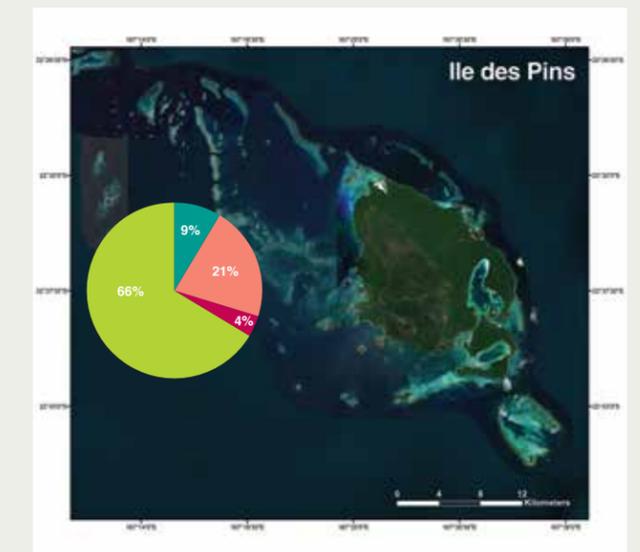
L'île des Pins est une île située à côté de la partie la plus au sud de la barrière de corail qui entoure la Grande Terre. L'île est souvent visitée par des touristes, tandis que sa population habituelle est de 2 000 habitants<sup>5</sup>. Les récifs qui entourent l'île des Pins possédaient la couverture de corail vivant la plus faible observée en Nouvelle-Calédonie (Figure 17). Le corail vivant ne représentait que 21 % ( $\pm 9$  % E.T. ; 20 sites ; 119 transects) du substrat (Figure 18). Parmi le corail étudié, le genre dominant était les *Acropora*, qui représentaient 25 % ( $\pm 12$  % E.T. ; 20 sites ; 119 transects) du corail observé, suivi par les *Porites* et les *Montipora*, représentant respectivement 11 % ( $\pm 8$  % E.T. ; 20 sites ; 119 transects) et 11 % ( $\pm 6$  % E.T. ; 20 sites ; 119 transects) du corail. Néanmoins, la diversité des genres de corail se trouvait parmi les plus élevées observées en Nouvelle-Calédonie, avec 0,88, soit légèrement moins que sur le récif de Cook et au même niveau que Portail, au nord.

Les algues représentaient 66 % ( $\pm 9$  % E.T. ; 20 sites ; 119 transects) du substrat autour de l'île des Pins, et étaient majoritairement composées de gazon algal (Figure 12). Les corallines encroûtantes étaient le deuxième type d'algue le plus présent, avec 28 % ( $\pm 12$  % E.T. ; 20 sites ; 119 transects) des algues observées. La communauté algale de l'île des Pins possédait le pourcentage le plus élevé d'algues calcaires dressées observé en Nouvelle-Calédonie. Le groupe des algues calcaires dressées est composé des macroalgues calcifiantes telles que les *Halimeda*. Les algues calcaires dressées représentaient 9 % ( $\pm 8$  % E.T. ; 20 sites ; 119 transects) des algues observées sur l'île des Pins. Guilbert, des atolls d'Entrecasteaux, était le seul autre endroit présentant un nombre significatif d'algues calcaires dressées, avec 7 % ( $\pm 9$  % E.T. ; 4 sites ; 33 transects) des algues observées.

**Figure 17** SITES DE RELEVÉS DE BENTHOS ET DE POISSONS SUR L'ÎLE DES PINS, NOUVELLE-CALÉDONIE.



**Figure 18** COUVERTURE BENTHIQUE MOYENNE (%) SUR L'ÎLE DES PINS, NOUVELLE-CALÉDONIE. LES TYPES DE SUBSTRAT SONT LE SUBSTRAT NU, LES ALGUES, LE CORAIL VIVANT ET LES INVERTÉBRÉS. CES VALEURS ONT ÉTÉ CALCULÉES À PARTIR DES RELEVÉS DE BENTHOS, EN MOYENNE PAR PROFONDEUR PUIS PAR SITE. NOMBRE DE TRANSECTS (N) SUR L'ÎLE DES PINS : N=119.



## 3.3 ÉVALUATION DE LA COMMUNAUTÉ DE POISSONS

En 2013, la population de poissons en Nouvelle-Calédonie affichait une distinction claire entre les sites au large des côtes (atolls d'Entrecasteaux et récif de Cook) et ceux proches des côtes (baie de Prony et île des Pins). La baie de Prony, sur l'île principale, possédait la diversité des espèces et la biomasse moyennes les plus faibles de tous les sites, tandis que l'île des Pins possédait la densité de poissons la moins élevée (Tableau 4). Ces deux sites présentaient systématiquement pour chaque indicateur

des valeurs inférieures que tous les sites au large, malgré le fait que plus d'un tiers des relevés aient été effectués dans ces sites. Pelotas, des atolls d'Entrecasteaux, possédait la communauté de poissons en meilleure santé et la biomasse, la diversité des espèces et la densité de poissons moyennes les plus élevées de tous les sites étudiés en Nouvelle-Calédonie.

**Pelotas possédait la communauté de poissons en meilleure santé avec la biomasse, la diversité des espèces et la densité de poissons moyennes les plus élevées de tous les sites étudiés en Nouvelle-Calédonie.**

**Tableau 4** INTENSITÉ ET DIVERSITÉ DE L'ÉCHANTILLONNAGE ET ESTIMATION DE LA DIVERSITÉ MOYENNE DES ESPÈCES (NOMBRE D'ESPÈCES/120 M<sup>2</sup>), DENSITÉ MOYENNE (INDIVIDUS/100 M<sup>2</sup>) ET BIOMASSE MOYENNE (KG/100 M<sup>2</sup>) DES POISSONS SUR 10 SITES EN NOUVELLE-CALÉDONIE.

LIEU / ÎLE	NOMBRE DE STATIONS DE RELEVÉ	NOMBRE DE RÉPLICATS DE TRANSECTS	# TOTAL DE FAMILLES	# TOTAL D'ESPÈCES	DIVERSITÉ DES ESPÈCES MOYENNE	DENSITÉ MOYENNE	BIOMASSE MOYENNE
Île des Pins	20,0	150,0	40,0	366,0	28,0	119,5	5,5
Baie de Prony	3,0	26,0	27,0	153,0	18,3	138,3	2,7
Récif de Cook	12,0	77,0	37,0	331,0	35,4	151,5	12,5
Portail	5,0	36,0	35,0	255,0	40,4	177,3	16,2
Huon	14,0	96,0	41,0	323,0	38,6	159,2	13,3
Petit Guilbert	2,0	14,0	28,0	193,0	40,0	162,3	13,1
Gros Guilbert	2,0	12,0	31,0	198,0	38,7	204,0	23,1
Surprise	10,0	60,0	36,0	276,0	40,6	172,9	18,4
Mérite	2,0	14,0	29,0	185,0	43,4	180,6	16,1
Pelotas	4,0	19,0	28,0	230,0	47,0	207,9	24,1
<b>TOTAL</b>	<b>75,0</b>	<b>504,0</b>	<b>47,0</b>	<b>545,0</b>			
<b>MOYENNE</b>	<b>6,8</b>	<b>45,8</b>	<b>33,1</b>	<b>247,0</b>	<b>37</b>	<b>167,3</b>	<b>14,5</b>

## 3.3 DIVERSITÉ DES ESPÈCES DE L'ASSEMBLAGE DE POISSONS

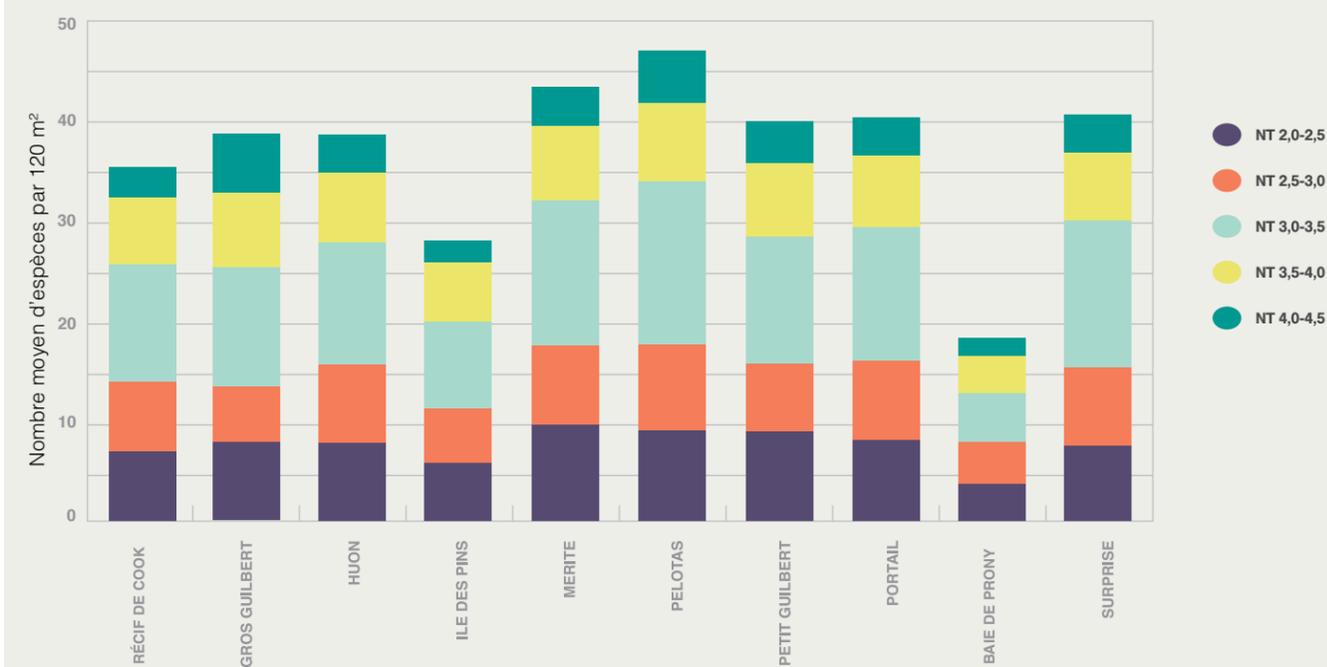
a

Au total, 545 espèces appartenant à 47 familles différentes ont été étudiées en Nouvelle-Calédonie pendant la période de recherche (Tableau 4). Le nombre total d'espèces étudiées était le plus faible dans la baie de Prony (153 espèces) et le plus élevé sur l'île des Pins (366 espèces). Néanmoins, la quantité élevée d'espèces observées sur l'île des Pins est probablement due, en partie, au plus grand nombre de relevés effectués sur ce site, environ 30 % du nombre total de transects étant issus de l'île des Pins. Cette donnée apparaît clairement lors du calcul de la diversité des espèces par transect de 30 m x 4 m (120 m<sup>2</sup>). Ainsi, par superficie, l'île des Pins possédait la deuxième plus faible diversité des espèces moyenne, avec 28,0 espèces/120 m<sup>2</sup>. La baie de Prony possédait la plus faible diversité avec 18,3 espèces/120 m<sup>2</sup>, tandis que Pelotas possédait la plus intense, avec 47,0 espèces/120 m<sup>2</sup>.

En règle générale, tous les sites possédaient des proportions similaires d'espèces de chaque niveau trophique (Figure 19), ce qui indique que les communautés de poissons de chaque site partageaient une structure trophique semblable. Sur tous les sites,

les niveaux trophiques 3,1-3,5 possédaient la diversité des espèces la plus élevée de tous les niveaux trophiques, même si cette tendance était moins prononcée dans la baie de Prony. Sur tous les sites, les niveaux trophiques 4,1-4,5 possédaient la plus faible diversité des espèces ; à part Gros Guilbert, où les niveaux trophiques à la diversité des espèces la plus faible étaient 2,6-3,0. Néanmoins, le nombre moyen d'espèces dans chaque catégorie différait largement entre les sites au large et les sites proches des côtes. La baie de Prony possédait systématiquement la diversité des espèces la plus faible à tous les niveaux trophiques, tandis que Pelotas possédait la plus élevée à tous les niveaux, à l'exception de 4,1-4,5, où Gros Guilbert se démarquait. La plus grande différence entre ces deux sites se trouvait aux niveaux trophiques 3,1-3,5, avec une valeur moyenne de 16,31 espèces/120 m<sup>2</sup> (+/-5,83 E.T.) à Pelotas contre seulement 4,85 espèces/120 m<sup>2</sup> (+/-3,00 E.T.) dans la baie de Prony. La plus petite différence entre ces sites se trouvait aux niveaux trophiques 4,1-4,5, avec une valeur moyenne de 5,17 espèces/120 m<sup>2</sup> (+/-3,47 E.T.) à Pelotas contre 1,81 espèce/120 m<sup>2</sup> (+/-1,17 E.T.) dans la baie de Prony.

**Figure 19** ESTIMATION DE LA DIVERSITÉ DES ESPÈCES (NOMBRE D'ESPÈCES/120 M<sup>2</sup>) VENTILÉE PAR NIVEAU TROPHIQUE SUR 10 SITES DE NOUVELLE-CALÉDONIE.



## 3.3

### b DENSITÉ DE POISSONS

La moyenne générale en termes de densité de poissons en 2013 pour tous les sites étudiés était de 165,4 individus/100 m<sup>2</sup>, Pelotas possédant la plus élevée (207,9 individus/100 m<sup>2</sup>) et l'île des Pins possédant la plus faible (119,5 individus/100 m<sup>2</sup>) ; **Tableau 4, Figure 20**.

Sur tous les sites, les niveaux trophiques 3,1-3,5 possédaient la densité de poissons la plus élevée, oscillant entre 58,71 individus/100 m<sup>2</sup> (+/-64,34 E.T.) sur l'île des Pins et 116,67 individus/100 m<sup>2</sup> (+/-118,55 E.T.) à Gros Guilbert (**Figure 20**). Pour toutes les îles, les niveaux trophiques 4,1-4,5 possédaient la densité de poissons la plus faible, oscillant entre 2,37 individus/100 m<sup>2</sup> (+/-2,13 E.T.) sur l'île des Pins et 8,75 individus/100 m<sup>2</sup> (+/-12,38 E.T.) à Gros Guilbert. En général, les tendances pour les niveaux trophiques 3,1-3,5, 3,6-4,0 et 4,1-4,5 étaient constantes ; par contre, celles concernant les niveaux trophiques 2,0-3,0 variaient selon les sites. Dans

le récif de Cook, à Gros Guilbert, sur l'île des Pins, à Mérite et à Petit Guilbert, les niveaux trophiques 2,0-2,5 possédaient une densité supérieure à celle des niveaux 2,6-3,0. Sur tous les autres sites, cette configuration était inversée. Curieusement, alors que Gros Guilbert possédait la deuxième densité globale moyenne la plus élevée (204,0 individus/100 m<sup>2</sup>) et la densité moyenne la plus élevée à tous les niveaux trophiques à part 2,6-3,0, sa densité moyenne dans cette catégorie était la deuxième plus faible de tous les sites, avec 21,94 individus/100 m<sup>2</sup> (+/-23,92 E.T.).

**Figure 20** ESTIMATION DE LA DENSITÉ MOYENNE DE POISSONS (INDIVIDUS/100 M<sup>2</sup>) VENTILÉE PAR NIVEAU TROPHIQUE SUR 10 SITES DE NOUVELLE-CALÉDONIE.



## 3.3

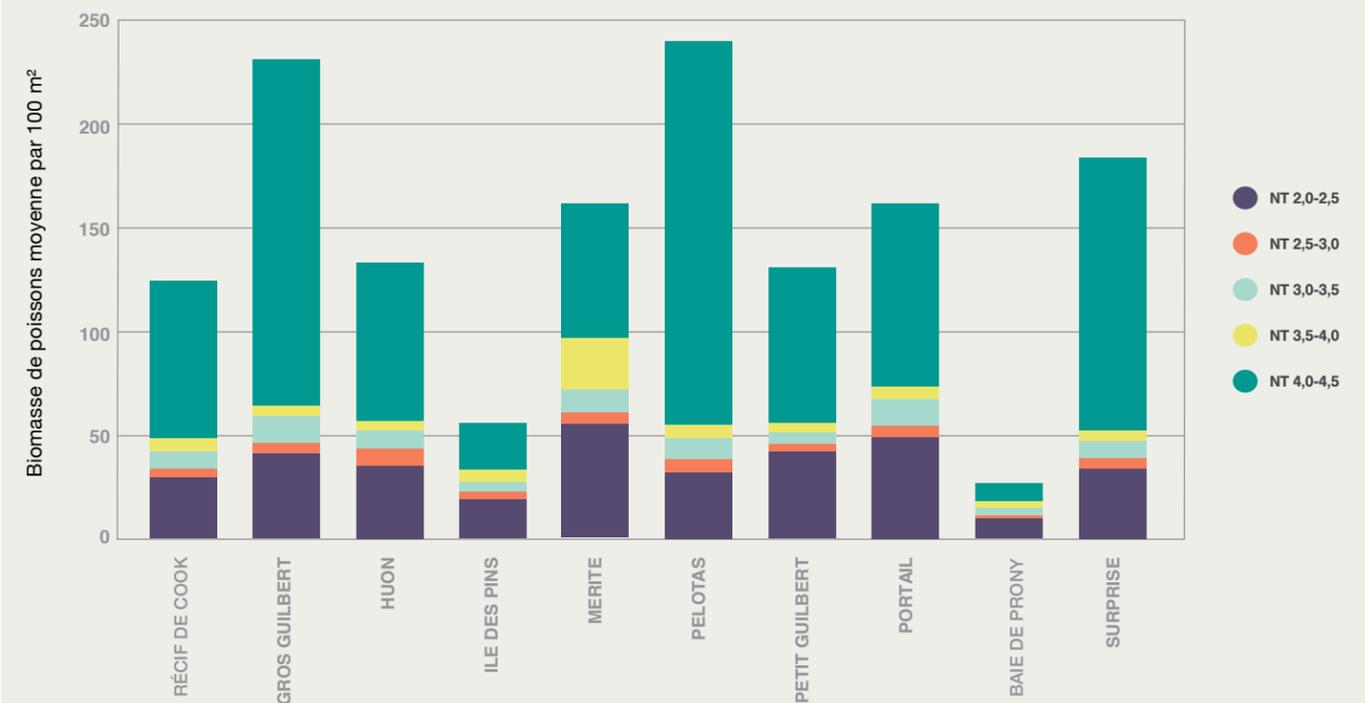
### c BIOMASSE DE POISSONS

Il existait une nette différence en termes de biomasse de poissons entre les sites au large et proches de la côte, l'île des Pins et la baie de Prony possédant une biomasse moyenne bien inférieure à celle des autres sites (**Figure 21**). La baie de Prony possédait la biomasse moyenne la plus faible (2,7 kg/100 m<sup>2</sup>), tandis que la biomasse moyenne la plus élevée, rencontrée à Pelotas (24 kg/100 m<sup>2</sup>) ; **Tableau 4**, était près de neuf fois plus élevée. En réalité, la biomasse moyenne du récif de Cook (12,5 kg/100 m<sup>2</sup>), soit la plus faible des sites au large, était 2,25 fois plus élevée que celle de l'île des Pins (5,5 kg/100 m<sup>2</sup>), qui était la plus élevée des sites côtiers.

Sur tous les sites, à part la baie de Prony, les niveaux trophiques 4,1-4,5 constituaient la plus grande proportion de la biomasse totale, ce qui indique que plusieurs prédateurs supérieurs y étaient présents. À Pelotas et Gros Guilbert, cette tendance était

particulièrement marquée, 70 % de la biomasse totale de ces deux sites étant issue des niveaux trophiques 4,1-4,5 (18,52 kg/100 m<sup>2</sup> +/-24,25 E.T. à Pelotas, 16,70 kg/100 m<sup>2</sup> +/-31,97 E.T. à Gros Guilbert). Dans la baie de Prony, les niveaux trophiques 2,0-2,5 représentaient la plus grande proportion de la biomasse (0,99 kg/100 m<sup>2</sup> +/-1,30 E.T.). En règle générale, les niveaux trophiques 2,6-3,0 possédaient la plus faible biomasse, à l'exception d'Huon et de Pelotas, où les niveaux trophiques 3,6-4,0 fermaient la marche. Étonnamment, Mérite possédait une biomasse bien plus importante pour les niveaux trophiques 3,6-4,0 (2,49 kg/100 m<sup>2</sup> +/-7,39 E.T.) que tous les autres sites. À titre de comparaison, le récif de Cook possédait la deuxième plus importante biomasse pour ces niveaux trophiques, avec 0,66 kg/m<sup>2</sup> (+/-1,14 E.T.), soit environ le quart du chiffre de Mérite.

**Figure 21** ESTIMATION DE LA BIOMASSE MOYENNE DE POISSONS (KG/100 M<sup>2</sup>) VENTILÉE PAR NIVEAU TROPHIQUE SUR 10 SITES DE NOUVELLE-CALÉDONIE.



## 3.3 DISTRIBUTION PAR TAILLE DES POISSONS

d

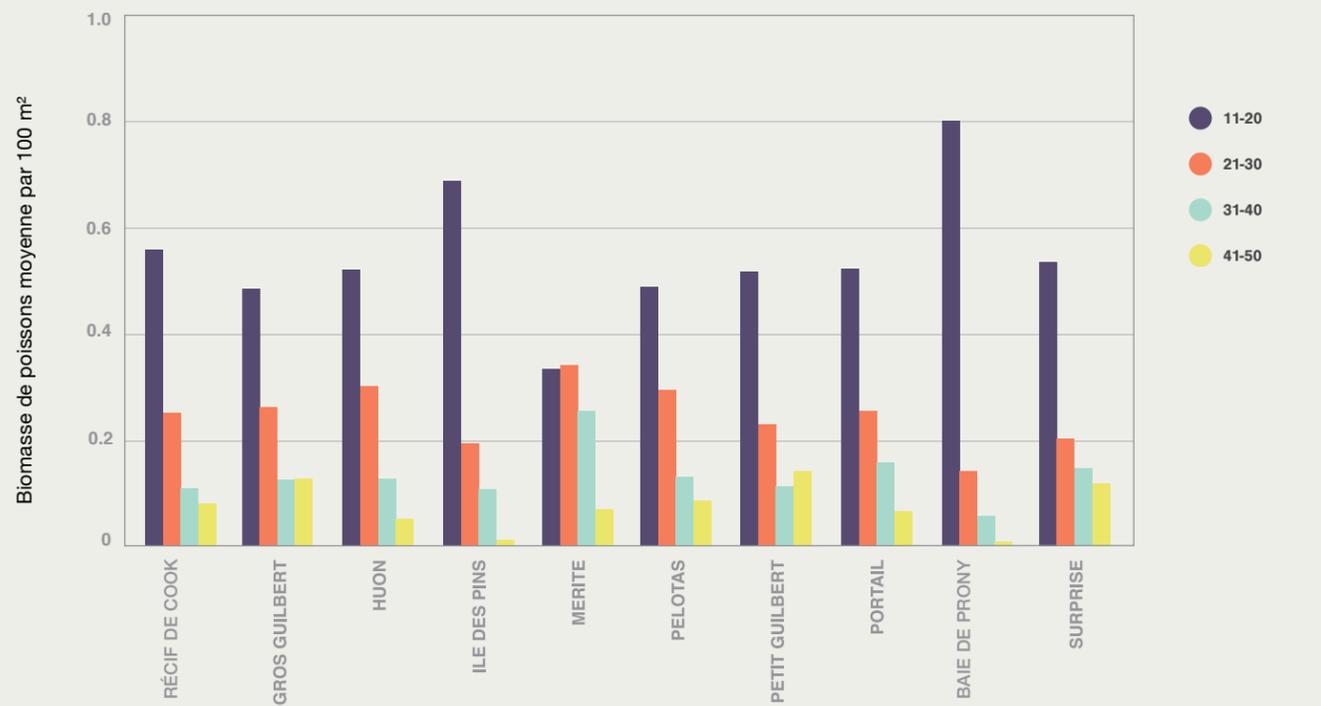
Les petits poissons (11-20 cm) représentaient la plus grande proportion de poissons observée sur tous les sites, à l'exception de Mérite, où la population était principalement composée de poissons de 21-30 cm (Figure 22). Les communautés de poissons des sites proches des côtes étaient caractérisées par des poissons plus petits que ceux des sites situés au large. La baie de Prony possédait la plus grande proportion de petits poissons, 80,0 % de ses poissons appartenant à la catégorie 11-20 cm. La baie de Prony possédait également la plus faible proportion de grands poissons, 0,7 % des poissons observés appartenant à la catégorie 41-50 cm. L'île des Pins suivait avec une configuration similaire, même si les poissons y étaient légèrement plus gros. En revanche, les sites au large possédaient des proportions plus faibles de poissons de la catégorie 11-20 cm, oscillant entre 33,4 % à Mérite et 56,0 % dans le récif de Cook. Les plus gros poissons étaient plus fréquents également sur ces sites, ceux de la catégorie 41-50 cm représentant entre 5,1 % (Huon) et 14,1 % (Petit Guilbert) des poissons observés.

Sur la plupart des sites, la proportion de poissons de chaque catégorie était inversement proportionnelle à la taille. Néanmoins, les tendances observées à Petit Guilbert, Gros Guilbert et Mérite contredisaient cette observation. Petit Guilbert et, dans une moindre mesure, Gros Guilbert, étaient les seuls sites où les poissons de la catégorie 41-50 cm étaient plus nombreux que ceux de la catégorie 31-40 cm, celles-ci représentant respectivement 13,5 % et 11,8 % des poissons observés sur le premier site. À Mérite, les poissons de la catégorie 21-30 cm étaient plus nombreux que ceux de la catégorie 11-20 cm, avec respectivement 34,2 % et 33,4 % des poissons du site. En réalité, Mérite possédait la plus grande proportion de poissons des catégories 21-30 cm et 31-40 cm, 25,4 % des poissons observés appartenant à cette dernière catégorie. Cette situation pourrait être liée au fait que Mérite possédait la plus grande biomasse de poissons des niveaux trophiques 3,6-4,0 parmi tous les sites étudiés.

Les données collectées au cours de cette mission seront **essentiels** pour suivre les **changements** dans le temps et adapter les plans de gestion en vue de mieux **conserver** ces habitats.

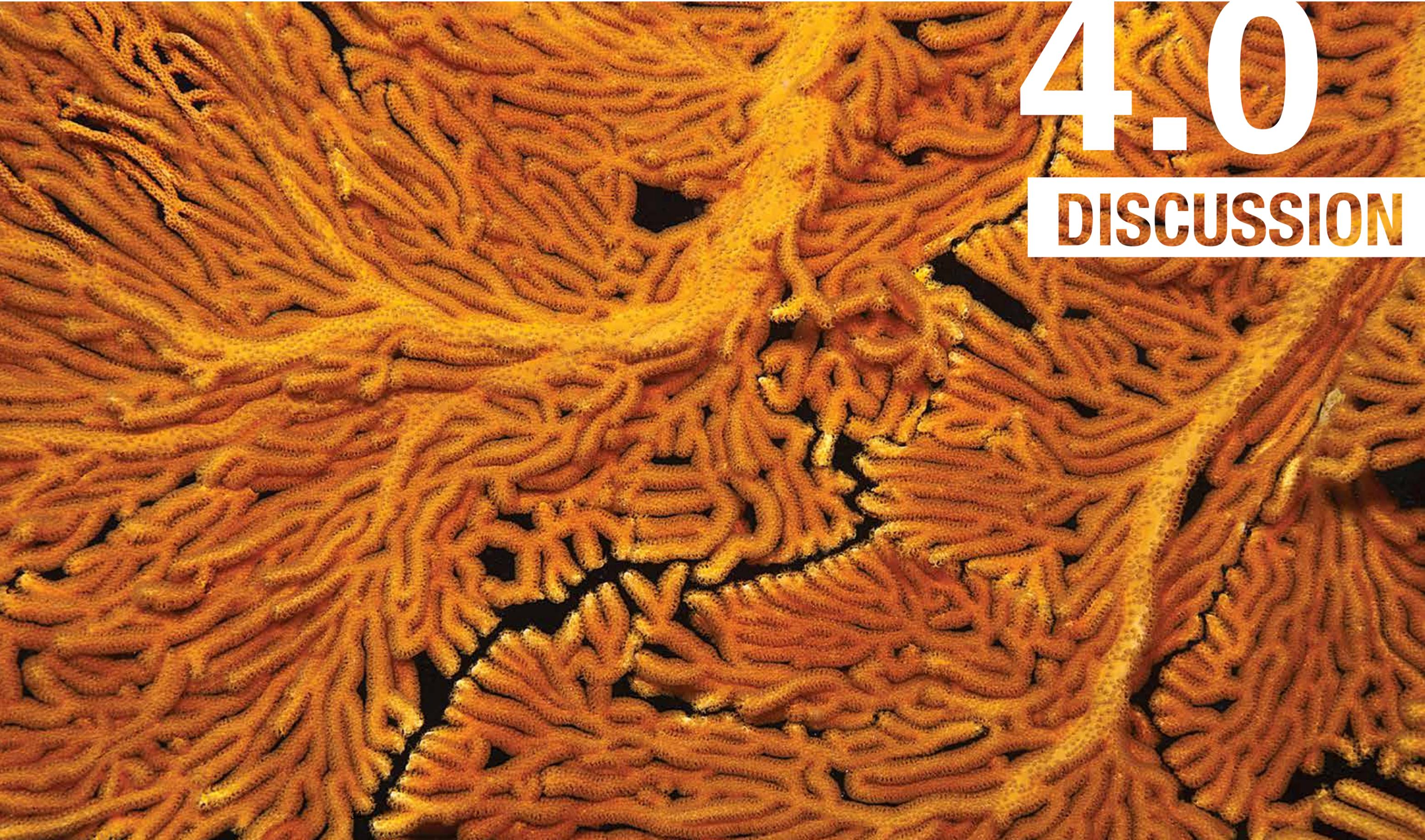
Figure 22

DISTRIBUTION PAR TAILLE RELATIVE (%) DE CERTAINES FAMILLES IMPORTANTES DE POISSONS EN FONCTION DES DENSITÉS TOTALES SUR 10 SITES DE NOUVELLE-CALÉDONIE. LES FAMILLES INCLUSES SONT LES SUIVANTES : ACANTHURIDAE (18 ESPÈCES), CARANGIDAE (2), HAEMULIDAE (1), LETHRINIDAE (1), LUTJANIDAE (7), NEMIPTERIDAE (1), SCARIDAE (17), SERRANIDAE (9), ET SIGANIDAE (2). LES POISSONS DONT LA LONGUEUR ÉTAIT INFÉRIEURE À 10 CM OU SUPÉRIEURE À 50 CM ONT ÉTÉ EXCLUS.



# 4.0

## DISCUSSION



## 4.0

Les observations récoltées au cours de la mission GRE en Nouvelle-Calédonie étaient des plus surprenantes et encourageantes. En général, les communautés benthique et de poissons de Nouvelle-Calédonie semblent être en relativement bonne santé par rapport à d'autres communautés de récifs coralliens d'autres régions du monde (Figures 23-25). Les données contenues dans ce rapport étaient les plus précises au moment de l'expédition et jettent les fondations essentielles pour poursuivre les efforts de conservation de ces précieux récifs. Néanmoins, il convient de noter que ces récifs sont dynamiques et qu'ils sont, et resteront, tributaires des événements environnementaux tels que les ouragans, les blanchissements, les invasions de couronnes d'épines et les maladies marines. Les données collectées au cours de cette mission seront essentielles pour suivre les changements dans le temps et adapter les plans de gestion en vue de mieux conserver ces habitats.

La baie de Prony était la région la plus déroutante étudiée en Nouvelle-Calédonie. En règle générale, les habitats des récifs coralliens riches en nutriments et en sédiments contiennent des algues en surabondance et sont moins lumineux<sup>35</sup>, ce qui complique la tâche des jeunes coraux qui doivent s'installer et grandir. La baie de Prony présente également des cheminées hydrothermales qui apportent de l'eau hyperalcaline, et certaines zones

possèdent un pH très élevé (pH 11)<sup>11</sup> qui, la plupart du temps, créent des conditions peu propices à la croissance des coraux. Les changements en matière de diversité et de dominance coralliennes sont également intéressants et nous poussent à croire que ces coraux pourraient être mieux adaptés à la vie dans ces conditions peu traditionnelles. Il est possible que la turbidité élevée<sup>32,33</sup> ou les cheminées hydrothermales apportent des nutriments différents qui contribuent à la croissance abondante du corail. Une étude de l'eau plus acidifiée a été réalisée par Camp et al. (2017)<sup>34</sup> dans le lagon de Bouraké, situé à proximité ; néanmoins, une étude des effets d'une eau plus basique pourrait permettre d'expliquer l'importante couverture corallienne dans la baie de Prony. Le couvert corallien élevé pourrait également être due à une exposition limitée aux vagues, qui minimise la tension physique externe infligée aux coraux et leur permet de subsister dans ces conditions plus difficiles. Cependant, ces récifs sont toujours exposés à d'autres facteurs de stress externes tels que l'arrivée d'eau fraîche et, plus récemment, de couronnes d'épines, qui peuvent gravement endommager les récifs. Ces nombreuses explications demandent une étude plus approfondie de la chimie de l'eau, des niveaux de nutriments, des facteurs de stress et des taux de croissance des coraux rencontrés sur ces récifs. Étonnamment, les communautés de poissons de la baie de Prony présentent une diversité

Figure 23 COMPARAISON DE LA DENSITÉ DE POISSONS AVEC LES AUTRES PAYS VISITÉS PAR LA GRE.

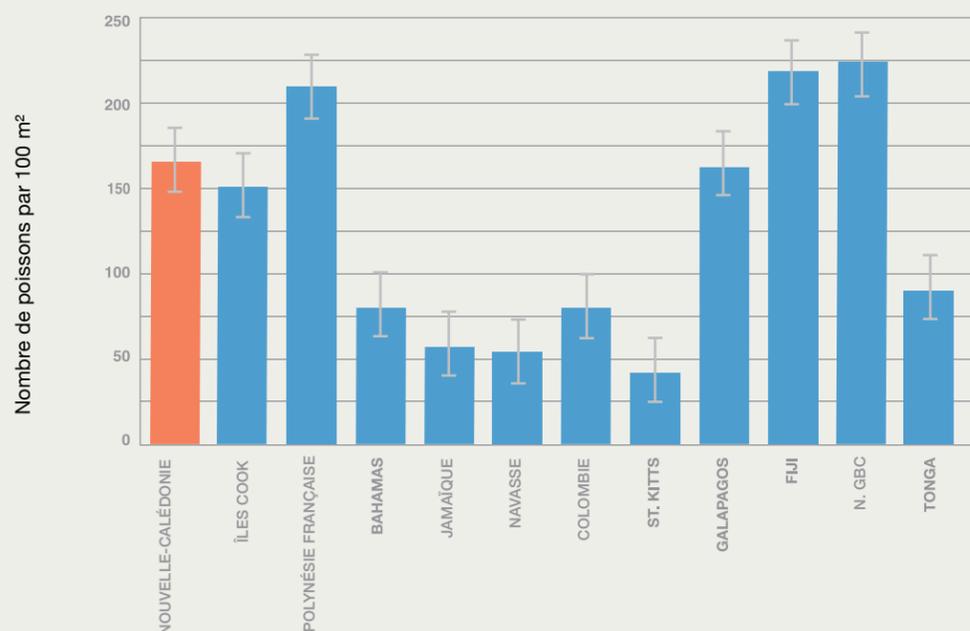
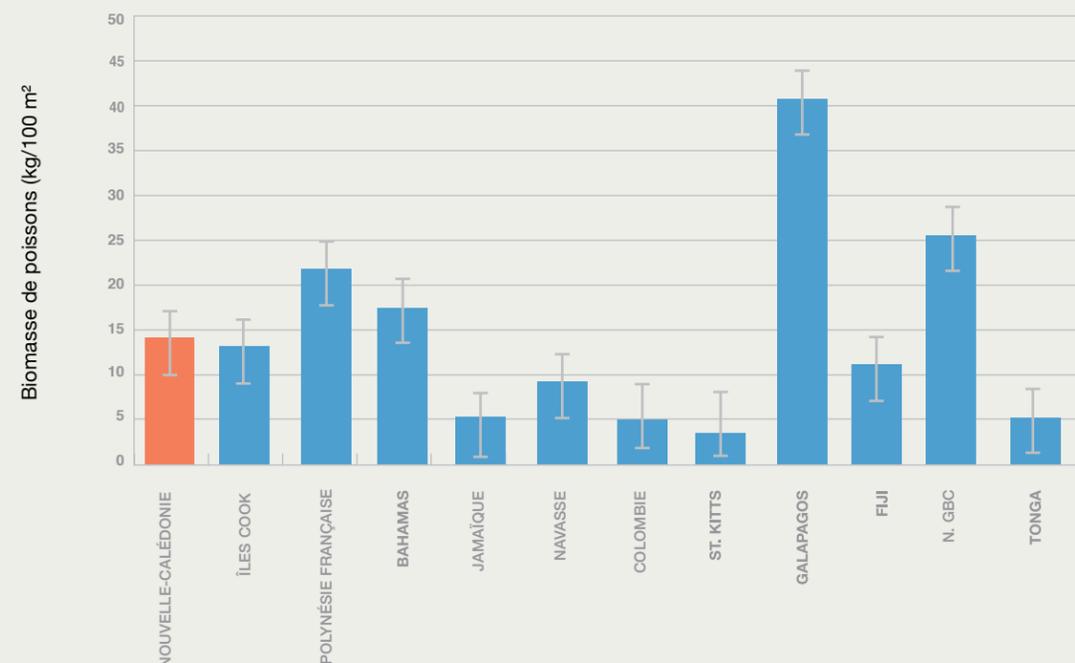


Figure 24 COMPARAISON DE LA BIOMASSE DE POISSONS AVEC LES AUTRES PAYS VISITÉS PAR LA GRE.



des espèces, une densité de poissons et une biomasse moyennes plus faibles que les autres sites. En raison des écarts rencontrés entre les différents sites de la baie de Prony, il est difficile d'expliquer la cause de cette situation, qui mérite d'être explorée plus en profondeur.

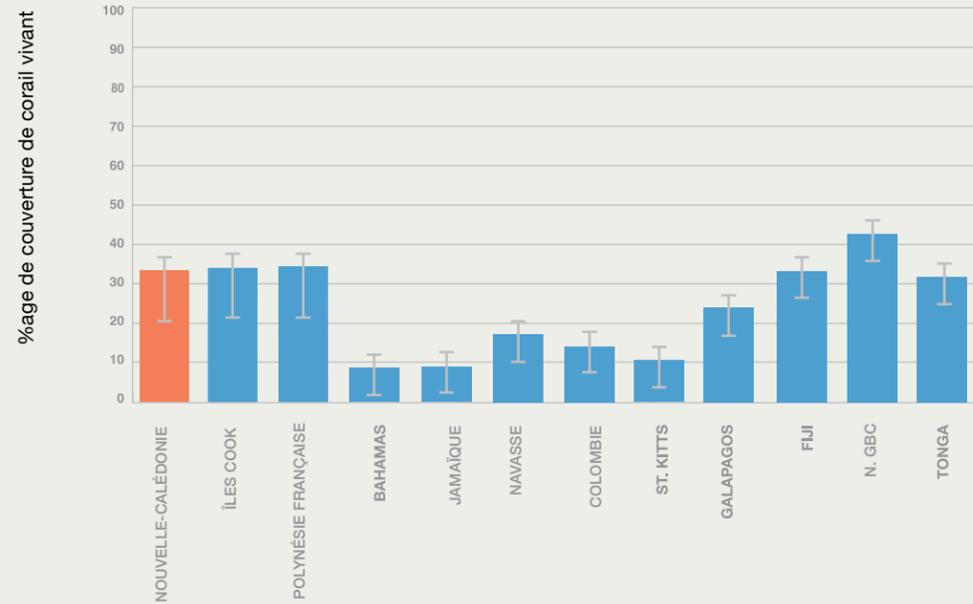
En règle générale, les populations de poissons de Nouvelle-Calédonie sont très solides. Néanmoins, il existe une distinction claire entre les récifs proches des côtes de la baie de Prony et de l'île des Pins et les récifs inhabités et plus isolés situés au large comme les atolls d'Entrecasteaux et le récif de Cook. La baie de Prony et l'île des Pins possédaient une diversité des espèces, une densité de poissons et une biomasse moyennes plus faibles que tous les atolls du nord. Les communautés de poissons de ces sites situés plus au sud étaient dominées par des poissons plus petits, tandis que les prédateurs supérieurs y étaient moins nombreux que sur les sites au large, ce qui indique une pression de la pêche plus importante ainsi qu'une rupture des communautés de poissons. Ce phénomène est probablement dû à la proximité de ces sites avec des centres de population humaine. La baie de Prony, qui possédait la communauté de poissons en plus mauvaise santé, se trouve juste à côté de l'île principale, où vit la majorité de la population de Nouvelle-Calédonie. La communauté de poissons de l'île des Pins était légèrement plus diversifiée et peuplée, peut-

être en raison de la plus faible population permanente de cette petite île ; néanmoins, la pêche de subsistance y est courante, ce qui explique probablement la biomasse et la diversité moins importantes au sein des communautés de poissons observées sur place.

La communauté benthique de l'île des Pins possédait la plus faible couverture de corail vivant ainsi qu'un pourcentage d'algues charnues plus élevé, probablement en raison de la biomasse et de la densité de poissons moins prononcées rencontrées sur ce site. La prédominance des petits poissons et le manque de brouteurs peuvent contribuer à la transformation de la communauté algale des corallines encroûtantes aux algues charnues ; toutefois, les corallines encroûtantes demeuraient la deuxième algue la plus observée, ce qui est encourageant. Des études ont démontré que les larves planctoniques recherchent particulièrement des corallines encroûtantes pour s'installer, et la prolifération d'algues charnues, telles que le gazon algal et les macroalgues, pourrait les empêcher de s'installer correctement<sup>36-38</sup>. En raison de la plus faible latitude de l'île des Pins, les macroalgues charnues pourraient également être plus persistantes à cause de la température plus fraîche de l'eau par rapport aux sites plus au nord<sup>6</sup>. La combinaison d'une eau plus fraîche et d'une pauvre communauté de poissons pourrait favoriser la présence de ces

**Figure 25**

COMPARAISON DU POURCENTAGE DE COUVERTURE DE CORAIL VIVANT AVEC LES AUTRES PAYS VISITÉS PAR LA GRE.



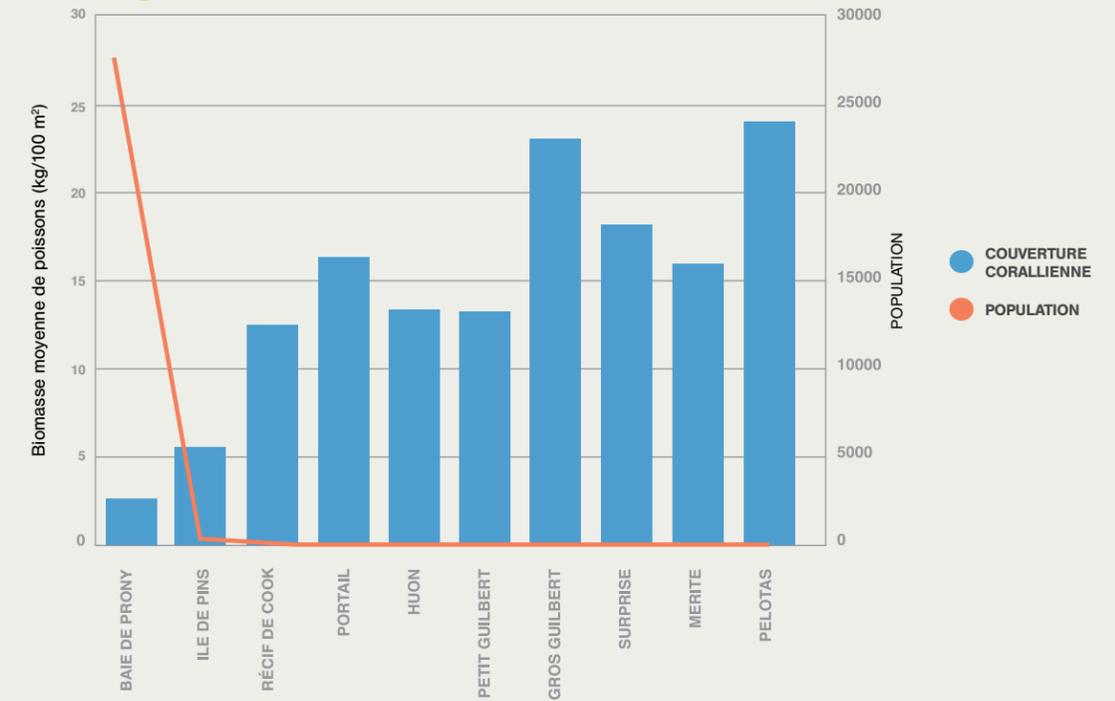
macroalgues plus hautes.

Les communautés benthique et de poissons des atolls d'Entrecasteaux et du récif de Cook occupaient les premières places du classement en matière de couverture corallienne, de diversité moyenne des espèces de poissons, de densité de poissons et de biomasse de poissons, tandis que de nombreux grands prédateurs y ont été observés. Il apparaît que la distance plus importante entre ces récifs et la Grande Terre a entraîné une pression de la pêche moindre et permis aux populations benthique et de poissons de prospérer (Figures 26-27). Les communautés benthique et de poissons de Pelotas se démarquaient parmi les atolls d'Entrecasteaux. Elles possédaient les meilleures diversité des espèces, densité et biomasse de tous les sites, ainsi que la plus importante couverture de corail vivant et la plus faible couverture algale. Si tous les sites plus au nord présentaient une biomasse élevée de prédateurs supérieurs, cette tendance était particulièrement marquée

à Pelotas. Mérite se distinguait également parmi les atolls d'Entrecasteaux par sa grande proportion de poissons de taille moyenne par rapport aux autres sites ; néanmoins, les communautés benthiques y possédaient une couverture de corail vivant moyenne.

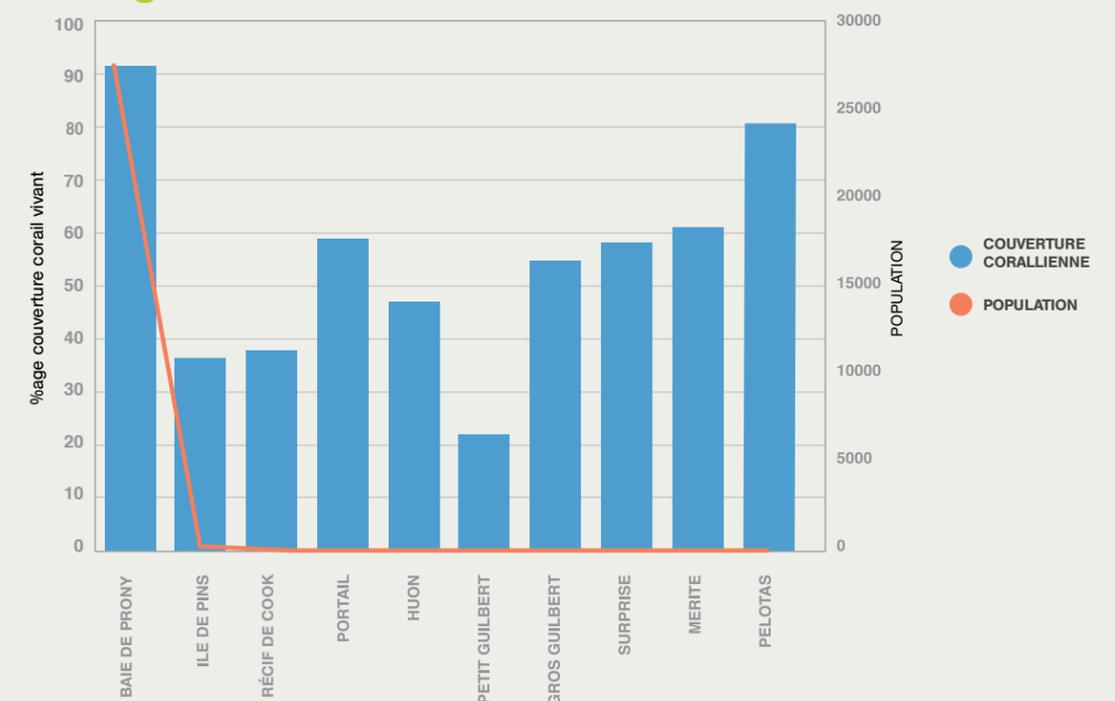
**Figure 26**

COMPARAISON DE LA POPULATION HUMAINE PAR RAPPORT À LA BIOMASSE MOYENNE DE POISSONS (KG/100 M<sup>2</sup>) POUR CHAQUE SITE.



**Figure 27**

COMPARAISON DE LA POPULATION HUMAINE PAR RAPPORT AU POURCENTAGE DE COUVERTURE DE CORAIL VIVANT POUR CHAQUE SITE.



# 5.0

## RECOMMANDATIONS DE CONSERVATION

## 5.0

Les efforts de conservation en Nouvelle-Calédonie font partie des plus avancés du Pacifique Sud et de la mer de Corail. Le gouvernement, les provinces et les communautés locales de Nouvelle-Calédonie ont affiché un engagement clair envers la conservation de leurs récifs et de leurs communautés de poissons, notamment au travers de la création de l'une des plus grande zones marines protégées, le *Parc Naturel de la Mer de Corail*, placé sous la tutelle du gouvernement. Les données récoltées par la KSLOF et les scientifiques de Nouvelle-Calédonie qui participaient à la GRE ont fait la lumière sur les zones sur lesquelles devraient être concentrés les efforts de conservation.

Le *Parc Naturel de la Mer de Corail* a été conçu pour protéger l'héritage naturel et culturel de Nouvelle-Calédonie, adopter une utilisation durable et responsable des ressources, établir une « bonne gouvernance » des ressources marines et développer une parc intégré au niveau local, régional et international en vue de contribuer à la conservation des habitats marins du monde<sup>3</sup> (Figure 28). Grâce aux efforts de conservation envisagés, il semble opportun de croire que les récifs de Nouvelle-Calédonie continueront à prospérer.

Néanmoins, sur la base des découvertes de la GRE, il apparaît clairement que les habitats proches des côtes sont affectés par les communautés locales de la Grande Terre et de l'île des Pins, principalement en raison de la pression de la pêche. Ces zones ne sont actuellement pas protégées par le *Parc Naturel de la Mer de Corail* ; il est donc nécessaire d'élargir les limites du parc afin de les y inclure. Régler le problème de la densité de la pêche permettra non seulement de diversifier les populations de poissons et de renforcer la biomasse générale, mais également probablement d'accroître la couverture de corail vivant. Pour améliorer la gestion des sites proches des côtes, il sera nécessaire de prendre en compte les répercussions humaines sous différents angles. L'application de limites de taille et/ou de prises au travers d'une meilleure législation et d'une exécution plus rigoureuse pourrait aider les populations de poissons à proximité des côtes à subsister, en particulier pour

les poissons à grande valeur commerciale, et pourrait permettre de renforcer le nombre de grands poissons prédateurs.

Les régions où la pêche de subsistance faisait partie intégrante de la vie communautaire, telles que l'île des Pins, profiteront grandement de réglementations plus strictes en matière de pêche et de la mise en place de zone marine protégées où il est interdit de pénétrer et de pêcher. Une étude de Juhel et al. (2018)<sup>39</sup> en Nouvelle-Calédonie a démontré que les populations humaines, indépendamment du niveau de protection, ont une incidence sur la présence des grands poissons prédateurs tels que les requins. Augmenter le nombre de zones interdites pourrait favoriser la présence de ces poissons. Les requins de récif jouent un rôle particulièrement important dans la santé des récifs et sont considérés

comme un indicateur de la santé des communautés de poissons récifaux. Il sera essentiel d'augmenter le nombre de zones interdites pour gérer de manière durable le récif autour de l'île des Pins.

En revanche, les populations de poissons des atolls d'Entrecasteaux et

du récif de Cook étaient très diversifiées et possédaient une biomasse élevée à tous les niveaux trophiques. Les données collectées lors de la GRE pourraient s'avérer précieuses dans le cadre de la surveillance à long terme de ces zones où il est interdit de pénétrer et de pêcher. En raison du stress important imposé par des événements liés aux changements climatiques tels que les blanchissements, l'acidification des océans, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des ouragans et le risque d'invasion de couronnes d'épines, ces récifs et ces communautés de poissons risqueront davantage de se dégrader. De nombreuses études dans la région ont démontré combien il était vital de protéger ces atolls, y compris leurs habitats marins et terrestres<sup>3,39</sup>. Le maintien des larves de coraux et de poissons dans ces récifs isolés pourrait être indispensable à l'épanouissement à long terme des récifs de Nouvelle-Calédonie compte tenu de la fréquence des facteurs de stress, qui devrait augmenter.

Les cartes des habitats ([www.lof.org/maps](http://www.lof.org/maps)) développées

par la KSLOF aidera les responsables, les scientifiques et les communautés à collaborer à l'amélioration des plans de protection et de gestion des récifs de Nouvelle-Calédonie. Ces cartes leur permettront de réévaluer les protocoles et sites de surveillance actuels en vue d'optimiser leurs efforts de gestion. Elles favoriseront également la création de nouvelles zones où il est interdit de pénétrer et de pêcher en Nouvelle-Calédonie. En combinant les compétences d'institutions scientifiques locales, de membres de la communauté et de responsables, et en s'appuyant sur les recherches décrites dans ce rapport, les récifs de Nouvelle-Calédonie continueront à prospérer et à revêtir une valeur économique considérable grâce à la pêche de subsistance et au tourisme. Les données

collectées en Nouvelle-Calédonie seront également incluses dans des études continues sur la résilience actuellement menées par la KSLOF et l'Université de Miami. Ces études cherchent à faire la lumière sur les clefs de la résilience des récifs à l'échelle mondiale, tandis que prendre en compte les données sur les habitats uniques découverts en Nouvelle-Calédonie permettra de mieux comprendre les récifs du monde entier.

Figure 28

LE PARC NATUREL DE LA MER DE CORAIL A ÉTÉ CONÇU POUR PROTÉGER L'HÉRITAGE NATUREL ET CULTUREL DE NOUVELLE-CALÉDONIE.



*La Khaled bin Sultan Living Oceans Foundation tient à remercier ses partenaires en Nouvelle-Calédonie pour l'avoir aidée à obtenir les permis nécessaires à la recherche, ainsi que l'autorisation de travailler dans chacune des régions étudiées. Nous tenons à remercier M. Harold Martin, ancien Président du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Haut-Commissaire de la République en Nouvelle-Calédonie, Direction de l'Environnement, et la Direction du Développement Économique et de l'Environnement de nous avoir permis de prélever des échantillons et d'étudier les récifs de votre pays. La KSLOF souhaite adresser des remerciements particuliers au Dr. Serge Andréfouët de l'Institut de Recherche pour le Développement pour nous avoir aidé sans relâche à planifier et à mener cette mission de recherche.*

La mission de recherche en Nouvelle-Calédonie n'aurait pas été possible sans le leadership, la vision, et la générosité de Son Altesse Royale le Prince Khaled bin Sultan. Nous apprécions grandement son soutien financier ainsi que la permission d'utiliser son navire de recherche, le *M/Y Golden Shadow*. Sa vision de *Science Without Borders*® s'est matérialisée dans la mission de recherche en Nouvelle-Calédonie grâce à l'implication et à la participation de scientifiques issus des pays suivants : Nouvelle-Calédonie, France, États-Unis, Nouvelle-Zélande, Australie, Portugal, les Philippines, et Taïwan.

La Khaled bin Sultan Living Oceans Foundation apprécie les compétences et le dévouement des plongeurs scientifiques qui ont permis la collecte de données vitales pour la Fondation, notamment de nos partenaires internationaux de la Nova Southeastern University, de l'Université des Philippines, de l'Université des Açores, de l'Université de Miami, de la NOAA, de l'Université de Wellington, du Musée d'histoire naturelle de Floride, de l'Institut de Recherche pour le Développement, de Ginger-SOPRONER, de l'AGGRA, de la Dive-In OCEAN Foundation et du Musée national de la biologie marine et des aquariums de Taïwan. La Fondation tient à mettre en avant la valeur des efforts de chaque scientifique, et à les remercier pour leur contribution, en particulier pour les

données détaillées qu'ils ont rassemblées.

La mission de recherche en Nouvelle-Calédonie a pu bénéficier du soutien du Capitaine Steve Breen, du Capitaine Patrick Walsh, et des membres d'équipage du *M/Y Golden Shadow*. Ils nous ont permis de nous rendre en toute sécurité sur les sites de recherche, et ont pris en charge toutes les opérations logistiques des navires de plongée et de recherche. Ils se sont assurés que chaque chercheur avait accès aux sites de recherche et possédait les outils et l'équipement nécessaires, et ont travaillé avec des ingénieurs et électriciens qualifiés en charge de la réparation et de la fabrication de matériel lorsque la situation se compliquait. Dans les coulisses, l'équipage travaillait à toute heure pour aider les scientifiques de la Global Reef Expedition, et nous leur en sommes extrêmement reconnaissants.

Étant donné que les objectifs de ce projet de recherche ont été remplis, nous attendons avec impatience la poursuite de ce partenariat afin de nous assurer que les informations et données collectées dans le cadre de ce projet seront utilisées pour répondre aux besoins et aux objectifs du peuple de Nouvelle-Calédonie.



**Merci au Prince Khaled bin Sultan, au gouvernement et aux communautés de la Nouvelle-Calédonie, aux précieux scientifiques et à l'équipage du M/Y Golden Shadow d'avoir fait de cette mission de recherche un succès !**

1. Andréfouët, S., Cabioch, G., Flamand, B. & Pelletier, B. A reappraisal of the diversity of geomorphological and genetic processes of New Caledonian coral reefs: a synthesis from optical remote sensing, coring and acoustic multibeam observations. *Coral Reefs* **28**, 691–707 (2009).
2. Jones, G. P. *et al.* Larval retention and connectivity among populations of corals and reef fishes: history, advances and challenges. *Coral Reefs* **28**, 307–325 (2009).
3. Borowski, A. Cultural identity of New Caledonia on the example of inhabitants of the Isle of Pines. *World News of Natural Sciences* **8**, 1–14 (2017).
4. Ceccarelli, D. M. *et al.* Chapter Four – The Coral Sea: Physical Environment, Ecosystem Status and Biodiversity Assets. in *Advances in Marine Biology* (éd. Lesser, M.) **66**, 213–290 (Academic Press, 2013).
5. Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie. *Plan de gestion du Parc Naturel de la mer de Corail – décembre 2016*. (2016).
6. UNESCO. *Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage*. 1–280 (United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization, 2011).
7. Heintz, T., Haapkylä, J. & Gilbert, A. Coral health on reefs near mining sites in New Caledonia. *Diseases of Aquatic Organisms* **115**, 165–73 (2015).
8. Lorrain, A. *et al.* Seabirds supply nitrogen to reef-building corals on remote Pacific islets. *Scientific Reports* **7**, 3721 (2017).
9. David, G. *et al.* Integrated coastal zone management perspectives to ensure the sustainability of coral reefs in New Caledonia. *Marine Pollution Bulletin* **61**, 323–334 (2010).
10. Bouvet, G., Ferraris, J. & Andréfouët, S. Evaluation of large-scale unsupervised classification of New Caledonia reef ecosystems using Landsat 7 ETM+ imagery. *Oceanologica Acta* **26**, 281–290 (2003).
11. Monnin, C. *et al.* Fluid chemistry of the low temperature hyperalkaline hydrothermal system of Prony Bay (New Caledonia). *Biogeosciences* **11**, 5687–5706 (2014).
12. Kohler, K. E. & Gill, S. M. Coral Point Count with Excel Extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers and Geosciences* **32**, 1259–1269 (2006).
13. Komyakova, V., Munday, P. L. & Jones, G. P. Relative Importance of Coral Cover, Habitat Complexity and Diversity in Determining the Structure of Reef Fish Communities. *PLoS ONE* **8**, e83178 (2013).
14. English, S., Wilkinson, C. & Baker, V. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. (Australian Institute of Marine Science, 1997).
15. Bacchet, P., Zysman, T. & Lefevre, Y. *Guide des Poissons de Tahiti et Ses Îles*. (Pirae, 2006).
16. Kuitert, R. H. & Debelius, H. *World Atlas of Marine Fishes*. (IKAN-Unterwasserarchiv, 2007).
17. Randall, J. E. *Reef and Shore Fishes of the South Pacific, New Caledonia to Tahiti and Pitcairn Islands*. (University of Hawaii Press, 2005).
18. Allen, G. R., Steene, R., Humann, P. & Deloach, N. *Reef Fish Identification Guide – Tropical Pacific*. (New World Publications, Inc., 2012).
19. Letourneur, Y. Length-weight relationship of some marine fish species in Reunion Island, Indian Ocean. *Naga* **21**, 37–38 (1998).
20. Letourneur, Y., Kulbicki, M. & Labrosse, P. Length-weight relationship of fishes from coral reefs and lagoons of New Caledonia: an update. *Naga* **21**, 39–46 (1998).
21. Gonzales, B. J., Palla, H. P. & Mishina, H. Length-weight relationship of five serranids from Palawan Island, Philippines. *Naga, The ICLARM Quarterly* **23**, 26–28 (2000).
22. FishBase. A Global Information System on Fishes. *FishBase* (2004). Disponible sur : <http://www.fishbase.org/home.htm>. (Consulté le : 8 février 2019).
23. Kulbicki, M., Mou Tham, G., Thallot, P. & Wantiez, L. Length-weight relationships of fish from the lagoon of New Caledonia. *Naga, The ICLARM Quarterly* **16**, 26–30 (1993).
24. Bozec, Y.-M., Kulbicki, M., Chassot, E. & Gascuel, D. Trophic signature of coral reef fish assemblages: Towards a potential indicator of ecosystem disturbance. *Aquatic Living Resources* **18**, 103–109 (2005).
25. Simon, A. N. P., Sabban, F. B., Chipeco, C. B. & Ticzon, V. S. Trophic spectrum analysis of reef fishes in Twin Rocks Marine Sanctuary, Northern Verde Island Passage, Philippines. (2016).
26. Robinson, J. P. W., Baum, J. K. & Giacomini, H. Trophic roles determine coral reef fish community size structure. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **73**, 496–505 (2016).
27. Crosby, M. P. & Reese, E. *A manual for monitoring coral reefs with indicator species: butterflyfishes as indicators of change on Indo-Pacific reefs*. (Office of Ocean and Coastal Resource Management, National Oceanic and Atmospheric Administration, 1996).
28. Mumby, P. J. *et al.* Fishing, Trophic Cascades, and the Process of Grazing on Coral Reefs. *Science* **311**, 98–101 (2006).
29. Dubé, C. E., Mercière, A., Vermeij, M. J. A. & Planes, S. Population structure of the hydrocoral *Millepora* platyphylla in habitats experiencing different flow regimes in Moorea, French Polynesia. *PLOS ONE* **12**, e0173513 (2017).
30. Hénin, C. & Cresswell, G. R. Upwelling along the western barrier reef of New Caledonia. *Marine and Freshwater Research* **56**, 1005 (2005).
31. Kuffner, I. *et al.* Inhibition of coral recruitment by macroalgae and cyanobacteria. *Marine Ecology Progress Series* **323**, 107–117 (2006).
32. Morgan, K. M., Perry, C. T., Smithers, S. G., Johnson, J. A. & Daniell, J. J. Evidence of extensive reef development and high coral cover in nearshore environments: implications for understanding coral adaptation in turbid settings. *Scientific Reports* **6** (2016).
33. Perry, C. T. & Larcombe, P. Marginal and non-reef-building coral environments. *Coral Reefs* **22**, 427–432 (2003).
34. Camp, E. F. *et al.* Reef-building corals thrive within hot-acidified and deoxygenated waters. *Scientific Reports* **7**, 2434 (2017).
35. Fabricius, K. E. Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. *Mar. Pollut. Bull.* **50**, 125–146 (2005).
36. Price, N. Habitat selection, facilitation, and biotic settlement cues affect distribution and performance of coral recruits in French Polynesia. *Oecologia* **163**, 747–758 (2010).
37. Webster, N. S., Uthicke, S., Botté, E. S., Flores, F. & Negri, A. P. Ocean acidification reduces induction of coral settlement by crustose coralline algae. *Global Change Biology* **19**, 303–315 (2013).
38. Harrington, L., Fabricius, K., De'Ath, G. & Negri, A. Recognition and selection of settlement substrata determine post-settlement survival in corals. *Ecology* **85**, 3428–3437 (2004).
39. Juhel, J.-B. *et al.* Reef accessibility impairs the protection of sharks. *Journal of Applied Ecology* **55**, 673–683 (2018).

Emplacement	Site	Date	Longitude	Latitude	Emplacement du récif	Exposition
Île des Pins	Site 01	28/10/2013	167,351	-22,665	lagonaire	sous le vent
Île des Pins	Site 02	28/10/2013	167,353	-22,652	lagonaire	sous le vent
Île des Pins	Site 03	28/10/2013	167,370	-22,648	lagonaire	sous le vent
Île des Pins	Site 04	29/10/2013	167,371	-22,496	avant-récif	au vent
Île des Pins	Site 05	29/10/2013	167,414	-22,515	avant-récif	sous le vent
Île des Pins	Site 06	29/10/2013	167,301	-22,576	lagonaire	sous le vent
Île des Pins	Site 07	30/10/2013	167,564	-22,640	avant-récif	au vent
Île des Pins	Site 08	30/10/2013	167,549	-22,599	avant-récif	au vent
Île des Pins	Site 09	30/10/2013	167,449	-22,718	avant-récif	au vent
Île des Pins	Site 10	31/10/2013	167,196	-22,569	avant-récif	au vent
Île des Pins	Site 11	31/10/2013	167,208	-22,559	avant-récif	sous le vent
Île des Pins	Site 12	31/10/2013	167,436	-22,655	lagonaire	protégé
Île des Pins	Site 13	31/10/2013	167,309	-22,581	lagonaire	protégé
Île des Pins	Site 14	01/11/2013	167,587	-22,719	avant-récif	au vent
Île des Pins	Site 15	01/11/2013	167,374	-22,701	avant-récif	sous le vent
Île des Pins	Site 16	01/11/2013	167,542	-22,741	lagonaire	protégé
Île des Pins	Site 17	02/11/2013	167,301	-22,459	avant-récif	au vent
Île des Pins	Site 18	02/11/2013	167,236	-22,486	avant-récif	au vent
Île des Pins	Site 19	02/11/2013	167,307	-22,640	lagonaire	protégé
Île des Pins	Site 20	03/11/2013	167,533	-22,554	avant-récif	au vent
Île des Pins	Site 21	03/11/2013	167,442	-22,514	lagonaire	sous le vent
Baie de Prony	Site 22	04/11/2013	166,844	-22,314	baie	sous le vent
Baie de Prony	Site 23	04/11/2013	166,890	-22,366	baie	sous le vent
Baie de Prony	Site 24	04/11/2013	166,851	-22,352	baie	sous le vent
Pelotas	Site 25	06/11/2013	163,235	-18,598	avant-récif	au vent
Pelotas	Site 26	06/11/2013	163,212	-18,571	avant-récif	sous le vent
Récif de Cook	Site 27	07/11/2013	163,573	-18,948	avant-récif	au vent
Récif de Cook	Site 28	07/11/2013	163,551	-18,871	avant-récif	au vent
Récif de Cook	Site 29	07/11/2013	163,485	-18,836	avant-récif	sous le vent
Récif de Cook	Site 30	08/11/2013	163,559	-19,099	avant-récif	sous le vent
Récif de Cook	Site 31	08/11/2013	163,505	-18,986	arrière-récif	au vent
Récif de Cook	Site 32	08/11/2013	163,414	-18,885	avant-récif	sous le vent
Récif de Cook	Site 33	09/11/2013	163,682	-19,053	avant-récif	au vent
Récif de Cook	Site 34	09/11/2013	163,630	-19,061	canal	sous le vent
Récif de Cook	Site 35	09/11/2013	163,440	-18,877	arrière-récif	sous le vent
Récif de Cook	Site 36	10/11/2013	163,531	-18,849	avant-récif	au vent
Récif de Cook	Site 37	10/11/2013	163,448	-18,852	arrière-récif	sous le vent
Récif de Cook	Site 38	10/11/2013	163,435	-18,854	avant-récif	sous le vent
Portail	Site 39	11/11/2013	162,908	-18,508	arrière-récif	au vent
Portail	Site 40	11/11/2013	162,889	-18,458	arrière-récif	au vent
Portail	Site 41	11/11/2013	162,838	-18,463	avant-récif	sous le vent

Emplacement	Site	Date	Longitude	Latitude	Emplacement du récif	Exposition
Huon	Site 42	12/11/2013	163,872	-20,263	avant-récif	sous le vent
Huon	Site 43	13/11/2013	162,898	-17,887	avant-récif	au vent
Huon	Site 44	13/11/2013	162,892	-17,936	avant-récif	sous le vent
Huon	Site 45	13/11/2013	162,906	-17,998	lagonaire	sous le vent
Huon	Site 46	14/11/2013	162,828	-18,061	avant-récif	sous le vent
Huon	Site 47	14/11/2013	162,896	-17,978	avant-récif	sous le vent
Huon	Site 48	14/11/2013	162,916	-18,036	lagonaire	protégé
Huon	Site 49	15/11/2013	162,888	-18,233	avant-récif	au vent
Huon	Site 50	15/11/2013	162,841	-18,196	avant-récif	sous le vent
Huon	Site 51	15/11/2013	162,816	-18,133	canal	sous le vent
Huon	Site 52	16/11/2013	162,922	-17,920	avant-récif	au vent
Huon	Site 53	16/11/2013	162,892	-17,951	avant-récif	sous le vent
Huon	Site 54	16/11/2013	162,932	-17,969	avant-récif	au vent
Petit Guilbert	Site 55	17/11/2013	163,110	-17,999	avant-récif	sous le vent
Petit Guilbert	Site 56	17/11/2013	163,129	-18,015	avant-récif	au vent
Huon	Site 57	17/11/2013	162,917	-17,969	arrière-récif	sous le vent
Gros Guilbert	Site 58	18/11/2013	163,089	-18,017	avant-récif	sous le vent
Gros Guilbert	Site 59	18/11/2013	163,075	-18,058	avant-récif	au vent
Huon	Site 60	18/11/2013	162,966	-18,020	avant-récif	au vent
Surprise	Site 61	18/11/2013	163,128	-18,506	avant-récif	sous le vent
Surprise	Site 62	18/11/2013	163,227	-18,497	avant-récif	au vent
Surprise	Site 63	18/11/2013	163,231	-18,430	avant-récif	au vent
Mérite	Site 64	19/11/2013	163,028	-18,200	avant-récif	au vent
Mérite	Site 65	20/11/2013	163,017	-18,215	avant-récif	au vent
Surprise	Site 66	20/11/2013	163,025	-18,465	avant-récif	sous le vent
Surprise	Site 67	21/11/2013	163,120	-18,313	avant-récif	au vent
Surprise	Site 68	21/11/2013	163,040	-18,278	avant-récif	au vent
Surprise	Site 69	22/11/2013	162,987	-18,300	canal	sous le vent
Surprise	Site 70	22/11/2013	162,991	-18,396	canal	sous le vent
Surprise	Site 71	22/11/2013	163,100	-18,497	avant-récif	sous le vent
Portail	Site 72	23/11/2013	162,842	-18,476	avant-récif	sous le vent
Portail	Site 73	23/11/2013	162,870	-18,519	avant-récif	sous le vent
Surprise	Site 74	23/11/2013	163,080	-18,463	lagonaire	protégé
Pelotas	Site 75	24/11/2013	163,253	-18,539	avant-récif	au vent
Pelotas	Site 76	24/11/2013	163,187	-18,601	avant-récif	sous le vent





Khaled bin Sultan  
Living Oceans  
Foundation