



Master 2 mention Sciences Pour l'Environnement, spécialité
Approches Intégrées des Écosystèmes Littoraux.

Université de la Rochelle

**Suivi spatiotemporel des communautés de
poissons des Aires Marines Protégées du Parc
du Grand Nouméa de Nouvelle-Calédonie et
contribution à la mise en place d'indicateurs
comme outils d'aide à la gestion.**

Par Émeline Rolland

Sous la direction scientifique de

Laurent Wantiez.



REMERCIEMENTS

Je tiens, particulièrement, à adresser mes remerciements à Monsieur Laurent Wantiez pour sa confiance et pour m'avoir permis de réaliser ce stage au sein du LIVE pour le programme PAMPA.

Je remercie vivement mes maîtres de stage Laurent Wantiez et Emmanuel Coutures pour leurs directives, leurs précieux conseils, leurs explications, leur patience et également pour leur disponibilité.

Merci à Soazig, Claire, Prescilla, Pascal et Yves pour la bonne ambiance dans le laboratoire.

Merci aux agents de la protection du lagon grâce à qui j'ai pu réaliser des sorties sur le terrain dans la joie et la bonne humeur. Je les remercie également d'avoir été présents et d'avoir autant participé lors de ma présentation réalisée dans les bâtiments de la Direction de l'ENVironnement (DENV). Leurs expériences professionnelles concernant le lagon du Grand Nouméa m'a été profitable au cours de mon stage.

Je remercie les différentes personnes sollicitées lors de mon stage qui m'ont accordé du temps et m'ont apporté de nombreuses réponses : Michel Mai, Benoît Beliaeff, Laurent Vigliola, Dominique Pelletier, Marie-Charlotte Jumel, Bastien Preuss, Yves Letourneur.

Enfin, j'adresse mes remerciements à toute l'équipe de biologie marine du LIVE, pour leur accueil chaleureux.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	1
1) INTRODUCTION.....	4
2) PRESENTATION DU SITE D'ETUDE.	8
3) MATERIELS ET METHODES.	10
3.1) PROTOCOLE D'ETUDE.....	10
3.2) PROTOCOLES D'ECHANTILLONNAGE.	10
3.2.1) Données sur les ressources.....	10
3.2.2) Données sur les usages.....	12
3.2.3) Données sur la gouvernance.....	12
3.3) IDENTIFICATION DES METRIQUES POTENTIELLES.....	13
3.4) SELECTION DES INDICATEURS.....	16
3.4.1) Propriétés des indicateurs.....	16
3.4.2) Méthode de détermination des seuils	17
3.4.2.1) Mise en place d'un code de couleurs standardisé.....	17
3.4.2.2) Détermination des valeurs seuils	17
3.5) TABLEAU DE BORD	21
4) RESULTATS.....	23
4.1) CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'ICHTYOFAUNE EN 2010.	23
4.2) VARIABILITE SPATIALE RESERVES-NON RESERVES DES CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'ICHTYOFAUNE EN 2010.....	23
4.3) VARIATIONS TEMPORELLES DES CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'ICHTYOFAUNE. ...	26
4.3.1) Variations au cours de la période 1990-2010.....	27
4.3.2) Variations au cours de la période 1998-2010.....	31
4.4) ÉLABORATION DE TABLEAUX DE BORD, COMME OUTILS D'ÉVALUATION DES AMP.	32
4.4.1) Objectifs écosystémiques : évaluation de l'état des ressources à l'intérieur et à l'extérieur des AMP.	32
4.4.1.1) Sélection des métriques	32
4.4.1.2) Objectif 1 : Exploitation durable des ressources.	34
4.4.1.3) Objectif 2 : Conservation de la diversité spécifique.	37
4.4.1.4) Bilan : liste des indicateurs permettant de répondre aux objectifs de ressources.	37
4.4.2) Objectifs d'usages : évaluation de l'impact des usages dans les AMP.	38
4.4.2.1) Objectif 1 : Utilisation durable des milieux.	38
4.4.2.2) Objectif 2 : Sensibilisation des plaisanciers.	41
4.4.2.3) Bilan : liste des indicateurs permettant de répondre aux objectifs d'usages.....	44
4.4.3) Objectifs de gouvernance : évaluation de l'efficacité des mesures prises dans les AMP. ...	44
4.4.3.1) Objectif 1 : Optimisation de la surveillance.	44
4.4.3.2) Objectif 2 : Contrôle de la réglementation.	46
4.4.3.3) Bilan : liste des indicateurs permettant de répondre aux objectifs de gouvernance....	48
4.4.4) Tableaux de bord synthétiques.....	48
5) DISCUSSION.....	51
5.1) SUIVI DE L'ICHTYOFAUNE.	51
5.1.1) Suivi spatial en 2010	51

5.1.1.1) <i>Ichtyofaune totale</i>	51
5.1.1.2) <i>Espèces commerciales</i>	51
5.1.1.3) <i>Chaetodontidae</i>	51
5.1.2) <i>Suivi temporel</i>	52
5.1.2.1) <i>Ichtyofaune totale</i>	52
5.1.2.2) <i>Espèces commerciales</i>	52
5.1.2.3) <i>Chaetodontidae</i>	52
5.2) DETERMINATION DES INDICATEURS	53
5.2.1) Indicateurs ressource.....	53
5.2.2) Indicateurs d’usage.....	55
5.2.3) Indicateurs de gouvernance.....	56
5.3) PROPOSITION DE TABLEAUX DE BORD	57
5.4) PERSPECTIVES	59
6) CONCLUSIONS	60
BIBLIOGRAPHIE	62
LISTE DES FIGURES	67
LISTE DES TABLEAUX	68
LISTE DES ANNEXES	73
RÉSUMÉ	98

1) Introduction

Le programme LITEAU du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer a financé deux programmes de recherche pour évaluer l'effet des AMP sur la biodiversité et les usages des milieux côtiers. LITEAU est un programme qui s'intéresse aux dynamiques et à la gestion de l'espace littoral. Le programme « Liteau II-Développement d'outils diagnostics et exploratoires d'aide à la décision pour évaluer la performance d'Aires Marines Protégées (AMP) » a été mis en place en août 2004 pour une durée de 2 ans. Une AMP se définit, selon l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) comme: « Tout espace intertidal ou infra-tidal ainsi que des eaux sus-jacentes, sa flore, sa faune et ses ressources historiques et culturelles que la loi ou d'autres moyens efficaces ont mis en réserve pour protéger en tout ou en partie le milieu ainsi délimité ». Les AMP sont utilisées depuis plus de 25 ans pour protéger les ressources, l'habitat et la biodiversité marines ([National Research Council, 2001](#)). Elles garantissent un recrutement suffisant, permettent le maintien de la structure des populations ainsi que de la biomasse des stocks et de la diversité génétique intra-spécifique. Elles sont aussi supposées contribuer à améliorer l'état des zones non protégées à travers l'émigration de poissons adultes ([Plan Development Team 1990](#)). Le programme Liteau II-AMP a permis la création d'un groupe pluridisciplinaire de scientifiques et de gestionnaires qui développèrent des outils permettant d'évaluer la performance des AMP tout en faisant le bilan des lacunes des connaissances nécessaires à cette évaluation ([Pelletier, 2008](#)). Le programme « Liteau III-Indicateurs de la Performance d'AMP pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usages (PAMPA) » fait suite au précédent pour une durée de 3 ans à partir de février 2008. L'objectif est de construire et de tester des tableaux de bord d'indicateurs écosystémiques, d'indicateurs d'usages et d'indicateurs de gouvernance, pour évaluer la performance de systèmes de gestion des écosystèmes côtiers incluant des AMP ([Pelletier, 2008](#)).

Un indicateur est une unité d'information, mesurée en fonction du temps, permettant de démontrer l'évolution des attributs spécifiques de l'AMP. Il aide à comprendre à quel stade se trouve l'AMP, à quel futur elle se destine et à quelle distance de l'objectif fixé par le gestionnaire elle se trouve ([Pomeroy et al., 2004](#)). Les deux principales qualités d'un indicateur sont sa pertinence et son efficience ([Pelletier et al., 2005](#)). Il permet de mesurer un aspect qui n'est pas directement mesurable, tel que « l'efficacité ». Parce que « l'efficacité » est un concept multidimensionnel, toute une gamme d'indicateurs différents doivent être

utilisés pour déterminer l'état de l'AMP (Pomeroy *et al.*, 2004). D'où la création de tableaux de bord qui ont pour objet de regrouper et synthétiser les indicateurs pour les présenter de façon exploitable par des gestionnaires afin de leur permettre d'analyser la situation et de prendre les décisions de corrections éventuelles.

Dans le programme PAMPA, les indicateurs relatifs aux ressources, usages et gouvernance, seront rassemblés dans un tableau de bord représentatif de la diversité des objectifs et des priorités de gestion des AMP. Ce tableau de bord sera testé dans les différentes AMP partenaires du programme, à la fois en métropole et en Outre-mer. L'objectif est la validation d'indicateurs qui permettront ensuite, au travers de suivis réguliers, d'évaluer le degré d'atteinte des objectifs de gestion (Pomeroy *et al.*, 2004). Le site atelier de PAMPA en Nouvelle-Calédonie est le Parc du Grand Nouméa. Les activités sont menées en collaboration entre l'Ifremer, l'IRD (UR CoReUs), l'Université de Nouvelle-Calédonie (LIVE) et la Direction de l'ENVironnement (DENV) de la Province Sud.

La Nouvelle-Calédonie est une collectivité française *sui generis* située dans l'océan Pacifique Sud (Figure 1). Sa superficie est d'environ 19 000 km² (source : www.atlasgeo.net). Les constructions coralliennes couvrent 4 537 km² (Andréfouet *et al.*, 2009). Elles constituent un des écosystèmes coralliens les plus importants et les plus diversifiés de la planète (Andréfouet *et al.*, 2006). Le bilan des connaissances sur la biodiversité marine fait état d'environ 2 321 espèces de poissons (Fricke *et al.*, sous presse). Grâce à la diversité exceptionnelle de la flore et de la faune marines, une grande partie du lagon (15 743 km²) est inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO depuis le 7 juillet 2008. Cet archipel est découpé en trois collectivités administratives : la province des îles Loyauté, la province Nord et la province Sud. Les provinces sont compétentes en matière de protection de l'environnement et de gestion du domaine public maritime. La présente étude porte sur la région du Grand Nouméa¹, située en province Sud, qui rassemblait 67 % de la population lors du recensement de 2009, soit 163 723 habitants, alors qu'elle ne comptait que 25 200 habitants en 1956 (source : <http://www.isee.nc>).

Face à ce fort accroissement démographique, des mesures doivent être prises pour maintenir l'état exceptionnel des ressources et des écosystèmes dans le lagon du Parc du Grand Nouméa. En premier lieu, 10 Aires Marines Protégées (AMP) ont été progressivement mises

¹ Comprend les communes de Dumbéa, Nouméa, Païta et le Mont Dore.

en place dans ce parc marin depuis 1981. Un suivi scientifique du Parc du Grand Nouméa est programmé tous les 4 ans depuis 1990 à l'initiative de la direction de l'Environnement de la province Sud (Wantiez, 2008). Ces suivis ont permis de mettre en évidence des effets de réserve bénéfiques très nets sur la densité, la biomasse et la structure de taille des espèces de poissons commerciaux (Wantiez *et al.*, 1997). Par ailleurs, les agents des AMP veillent au respect de la réglementation dans le Parc du Grand Nouméa depuis 1991 (année d'acquisition du premier bateau de surveillance). Cette activité de contrôle est complétée par une politique de gestion des activités dans le Parc. Tous ces efforts consentis par la collectivité doivent être justifiés d'où le besoin impératif d'évaluer la performance des AMP.

La présente étude, réalisée au sein de l'Université de Nouvelle-Calédonie, avait pour premier objectif d'analyser le suivi spatio-temporel des ressources ichthyologiques dans le Parc du Grand Nouméa en 2010. Cette étape est obligatoire pour répondre au deuxième objectif qui était de mesurer l'efficacité de ces AMP à l'aide de tableaux de bord construits à partir d'indicateurs de ressources, d'usages et de gouvernance. Les indicateurs ont été sélectionnés à partir des données fournies par les scientifiques et les gestionnaires et en fonction des objectifs fixés par ces derniers (Tableau 1).

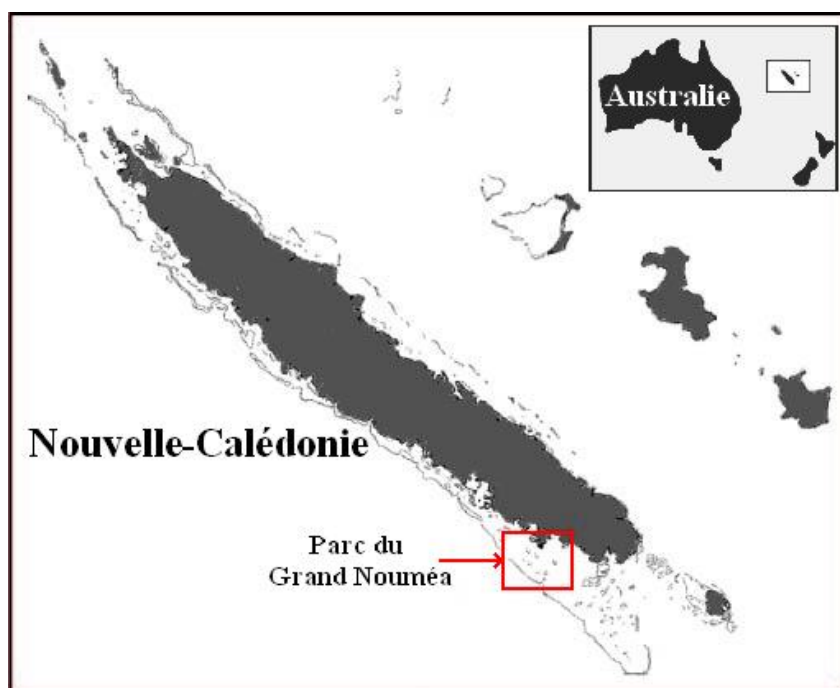


Figure 1 : Localisation de la Nouvelle-Calédonie et du site d'étude dans le Pacifique.

Tableau 1 : Objectifs de gestion à évaluer pour cette étude.

	Objectifs détaillés	Abréviation
Objectifs écosystémiques	Objectif 1: Exploitation durable des ressources	
	Maintenir les populations d'espèces-cibles à des niveaux de référence	Pêche durable
	Objectif 2 : Conservation de la diversité spécifique	
	Assurer la protection d'un ensemble représentatif d'écosystèmes, peuplements, habitats, espèces résidents	Représentativité de la diversité
Objectifs d'usages	Objectif 1 : Utilisation durable des milieux	
	Maintenir une fréquentation acceptable dans les AMP	Capacité de charge
	Objectif 2 : Sensibilisation des plaisanciers	
	Améliorer l'usage des aménagements protégeant le milieu	Sensibilisation
Objectifs de gouvernance	Objectif 1 : Optimisation des stratégies de gestion	
	Assurer une surveillance du lagon de façon aléatoire	Amélioration de la surveillance
	Objectif 2 : Contrôle de la réglementation	
	Diminuer le taux d'infractions constatées	Dissuasion et répression

2) Présentation du site d'étude.

La zone d'étude est le lagon du Parc du Grand Nouméa qui représente une superficie de 1 500 km² (Figure 2). Les limites de la zone correspondent aux îlots Lange, Pandanus et Mbe au nord et Rédika et Bailly au sud. Ce lagon fait face à l'agglomération du « Grand Nouméa ». Par conséquent, le Parc du Grand Nouméa est l'espace lagonaire soumis aux plus fortes pressions anthropiques urbaines en Nouvelle-Calédonie. Il concentre ainsi une part majeure de l'activité plaisancière et touristique (Anonyme, 1997).



Figure 2 : Présentation de la zone d'étude.

Au sens du code de l'environnement de la province Sud, une « aire protégée » correspond à « une parcelle de terre ou de milieu aquatique, dulçaquicole ou marin intact ou peu modifié, qui fait l'objet d'une protection particulière en vue d'y maintenir la diversité biologique, les processus écologiques, les ressources naturelles et les valeurs culturelles associées ».

Les catégories d'aires protégées présentes dans le Parc du Grand Nouméa sont :

1°) La réserve naturelle intégrale (instituée en vue d'empêcher tout impact lié aux activités humaines (article 211-8 du [Code de l'environnement, 2009](#))) ;

2°) La réserve naturelle (instituée en vue de permettre le maintien, la conservation, la réhabilitation des espèces menacées, endémiques ou emblématiques et la restauration, voire la reconstitution d'habitats. Certaines activités humaines compatibles avec ces objectifs de gestion peuvent y être menées (article 211-10 du [Code de l'environnement, 2009](#))) ;

3°) L'aire de gestion durable des ressources (instituée en vue de permettre, dans le cadre d'une gestion active, de concilier la protection durable de certains caractères écologiques et de la diversité biologique et le développement d'activités compatibles avec cet objectif de protection durable (article 211-12 du [Code de l'environnement, 2009](#))).

Pour assurer une gestion pérenne du lagon du Grand Nouméa, plusieurs AMP y ont été créées à partir de 1981 et ont évolué jusqu'à former aujourd'hui un ensemble de 10 AMP totalisant 16 987,15 ha ([Gabrié et al., 2007](#)). Ces 10 AMP, associées aux catégories correspondantes préalablement énumérées, sont :

- **Récifs de Sèche-Croissant** (catégorie 1°. Réserve naturelle intégrale sur les parties émergées ; créée en 1994) ;
- **Île aux Goélands** (catégorie 1°. Réserve naturelle intégrale saisonnière sur les parties émergées, du 1^{er} novembre au 1^{er} mars de l'année suivante ; créée en 1995) ;
- **Îlot Bailly** (catégorie 2° ; créée en 1989) ;
- **Îlot Larégnère** (catégorie 2° ; créée en 1989) ;
- **Îlot Signal** (catégorie 2° ; créée en 1989) ;
- **Épave du Humboldt** (catégorie 2° ; créée en 1996) ;
- L'ensemble formé par l'**îlot Amédée** (catégorie 3° ; créée en 1981), le **Grand récif Aboré** (catégorie 2° ; créée en 1996) et la **Passe de Dumbéa** (catégorie 2°. Réserve naturelle saisonnière du 1^{er} novembre au 1^{er} mars de l'année suivante ; créée en 2005) ;
- L'ensemble formé par l'**île aux Canards, récif Ricaudy** (catégorie 3°. La pêche à pied ou à la gaule est autorisée sur le récif Ricaudy ; créée en 1989) ;
- **Îlot Maître** (catégorie 3° ; créée en 1981) ;
- **Pointe du Kuendu** (catégorie 3° ; créée en 1998).

Les caractéristiques détaillées de ces AMP, sont résumées dans le tableau en Annexe 1.

3) Matériels et méthodes.

3.1) Protocole d'étude.

La variabilité spatiotemporelle de l'ichtyofaune au sein du Parc du Grand Nouméa sera étudiée dans un premier temps afin d'estimer si la présence d'aires marines protégées influence la structure des communautés des poissons. Différentes métriques seront étudiées afin d'identifier et de retenir celles qui montrent un effet réserve.

Les métriques retenues définiront des indicateurs potentiels. Un indicateur sera validé s'il prend des valeurs qui reflètent l'état de l'AMP et qu'il permet d'orienter des décisions de gestion. Il est donc nécessaire de déterminer quel indicateur est aisément calculable, suffisamment précis et surtout s'il est pertinent. La pertinence scientifique d'un indicateur quantifie le lien entre cet indicateur et l'effet AMP auquel il est supposé se rapporter (Pelletier, 2008). Un tableau de bord sera ensuite construit à partir des indicateurs validés afin de suivre l'état et l'efficacité de la gestion de l'AMP.

La validation d'indicateurs pour l'ensemble des AMP du Parc du Grand Nouméa étant une entreprise conséquente, la présente étude se limite à quelques objectifs pour chacun des trois volets « Ressources », « Usages » & « Gouvernance » (Tableau 1). Chaque objectif ne pourra être traité que partiellement. Ils ont été choisis pour leur applicabilité à l'ensemble des sites et en fonction des données disponibles pour les mesurer.

Ainsi, les résultats obtenus à partir du suivi spatiotemporel et des tableaux de bord permettront d'améliorer les stratégies de gestion du Parc du Grand Nouméa.

3.2) Protocoles d'échantillonnage.

3.2.1) Données sur les ressources.

Les données utilisées proviennent des campagnes d'échantillonnage réalisées tous les 4 ans depuis 1990. Chaque station est échantillonnée le long d'un transect de 50 m matérialisé par un pentadécamètre déroulé sur le fond au niveau du tiers inférieur du tombant récifal. Les observations réalisées en scaphandre autonome ont été effectuées par des personnes ayant reçu une formation scientifique appropriée.

Les poissons coralliens ont été échantillonnés par la méthode des transects à largeurs variables (Kulbicki et Sarramégna, 1999). Au niveau de chaque station, un plongeur progresse le long du transect et compte l'ensemble des espèces qu'il voit de part et d'autre. Au cours de cette opération le plongeur note pour chaque espèce, le nombre d'individus, estime leur taille et leurs distances perpendiculaires au transect. Un algorithme de calcul permet de calculer la densité, la biomasse et la taille moyenne à partir des observations.

L'ichtyofaune a été classée en plusieurs catégories pour l'analyse :

- Ichtyofaune totale : regroupe l'ensemble des espèces ;
- Chaetodontidae : regroupe les poissons papillons, indicateurs de la santé des récifs ;
- Commerciales : regroupe les espèces vendues sur les marchés et dans les commerces en Nouvelle-Calédonie (liste donnée en Annexe 2).

En règle générale, les espèces ciblées par la pêche ont des réponses plus positives à la mise en réserve que celles non ciblées (Côté *et al.*, 2001). De ce fait, certaines espèces ou familles commerciales ont été sélectionnées pour l'analyse :

- *Acanthurus blochi*, *A.dussumieri*, *A.Xanthopterus*
- *Epinephelus cyanopodus*
- Lethrinidae
- *Lethrinus nebulosus*
- *Naso annulatus*, *N.brachycentron*, *N.brevirostris*, *N.hexacanthus*, *N.lituratus*, *N.unicornis*
- *Naso unicornis*
- *Plectropomus leopardus*
- Scaridae cibles²
- Scaridae sauf *Scaridae sp.*
- Serranidae
- *Siganus argenteus*, *S.canaliculatus*, *S.fuscescens*, *S.lineatus*, *S.punctatus*

² Il s'agit des cinq espèces de Scaridae les plus recherchées : *Cetoscarus bicolor*, *Scarus ghobban*, *Scarus altipinnis*, *Chlorurus microrhinos* et *Hipposcarus longiceps*.

3.2.2) Données sur les usages.

La zone d'étude étant très étendue (superficie de 1500 km²), elle ne peut être couverte dans sa totalité par un seul bateau en une journée. Ainsi plusieurs sorties en mer doivent être réalisées, sur plusieurs jours, pour pouvoir échantillonner la totalité du Parc du Grand Nouméa. Ces sorties sont effectuées lors des missions de surveillance, par les embarcations de la province Sud dont le nombre a varié entre 2 et 4 depuis 2006. Actuellement, 2 navires sont utilisés par 3 capitaines et leur équipage.

Depuis 2006, les équipages des bateaux de surveillance complètent une fiche détaillée pour chaque AMP contrôlée à chaque sortie. Cette fiche permet de connaître le nombre, la taille et le type de bateau (moteur ou à voile) présent dans l'AMP, le nombre d'ancrages et de corps-morts utilisés, ainsi que des données météorologiques (couverture nuageuse, force et direction du vent (voir Annexe 3 pour un exemple de fiche).

Le nombre de nouvelles immatriculations annuelles de bateaux et le nombre total de navires immatriculés ont été recueillis auprès du Service de la Marine Marchande et des Pêches Maritimes - Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie (Annexe 4). Seuls les navires de « plaisance » ont été sélectionnés puisque les navires de commerce ou de pêche professionnelle ne sont pas pris en compte par l'étude. Malheureusement, aucune donnée n'est disponible sur le nombre de bateaux en activité.

Des enquêtes ont également été réalisées sur un échantillon aléatoire de la population des plaisanciers en 2008 (Jumel, 2008 ; Gamp, 2008). Elles permettent notamment de connaître le point de vue des usagers vis-à-vis des corps-morts mis à disposition dans les AMP.

3.2.3) Données sur la gouvernance

Les sorties de surveillance du lagon sont effectuées au cours de la semaine, selon un planning préétabli la semaine précédente. Les agents de la province Sud ont pour mission d'informer et de sensibiliser les plaisanciers pour préserver les sites. Ils sont aussi chargés de contrôler que le code de l'environnement de la province Sud est respecté. Les plaisanciers sont principalement contrôlés dans les AMP mais peuvent également être interceptés au cours de leur navigation dans l'ensemble du Parc. Ils sont informés des peines encourues et peuvent être verbalisés en cas d'infractions avérée (Annexe 5).

Les données de gouvernance sont variées et elles n'ont pas toutes été obtenues au cours de la même année. La plupart d'entre-elles sont issues des fiches complétées par les agents après chaque sortie en mer. Ces fiches renseignent principalement sur le temps consacré à chaque tâche quotidienne (modèle de fiche en Annexe 6) et sur le nombre et le type d'infractions constatées (modèle de fiche en Annexe 7).

3.3) Identification des métriques potentielles.

La première étape consiste à identifier les métriques parmi les indices disponibles. Toute valeur synthétique résumant une propriété d'une espèce ou d'un assemblage d'espèces peut être qualifiée d'indice. En revanche, tous les indices ne sont pas des métriques. Une métrique est un indice qui est (i) supposé lié de manière monotone à une pression (naturelle ou anthropique) et qui est (ii) peu sensible aux variations environnementales.

▪ Métriques pour estimer l'état de la « ressource » :

Les variables mesurées par la méthode des transects à largeurs variables sont obtenues pour chaque individu ou groupe d'individus et peuvent être considérées comme des indices :

- Taille et/ou classe de taille,
- Poids,
- Distances minimale et maximale d'observation (deux distances sont nécessaires dans le cas d'un banc de poissons).
- ...

À partir des variables mesurées, il est possible de calculer de nouvelles variables. Ces dernières pourront également constituer des indices (Tableau 2).

Tableau 2 : Exemples de variables calculables pour la macrofaune (Pelletier, 2008).

Variables
Biomasse
Fréquence d'occurrence
Indices de diversité taxonomique (Richesse spécifique totale ou moyenne)
Densité

La plupart des indices sont des métriques potentielles (Pelletier, 2008). Pour sélectionner des métriques parmi les indices, une étape de validation statistique de la métrique doit être réalisée entre les données obtenues dans les AMP et celles acquises dans les sites hors

réserve. S'il existe une différence significative d'un point de vue statistique, la métrique est dite validée et peut être considérée comme un indicateur potentiel ([Mouillot. comm. pers.](#)).

Afin de répondre à l'objectif « exploitation durable des ressources », les variables sélectionnées sont :

- la densité
- la biomasse
- la taille maximale
- la taille moyenne

Dans le but de répondre à l'objectif « conservation de la diversité spécifique », les variables sélectionnées sont :

- la richesse spécifique par station

À partir de données fournies sur 20 ans, 49 métriques ont été testées statistiquement. Parmi ces métriques, 43 concernent les espèces commerciales (Annexe 8) et 6 autres concernent l'ichtyofaune totale et les Chaetodontidae. Un test t a été utilisé quand les variances n'étaient pas hétérogènes et un test non paramétrique de Wilcoxon-Man-Whitney quand les variances étaient hétérogènes.

▪ Métriques pour estimer l'impact des « usages » :

Un des objectifs des AMP est de réduire l'impact humain dans une zone marine. Si une AMP est soumise à un impact humain limité ou nul, les espèces focales, les habitats et les communautés qui s'y trouvent ont une probabilité supérieure de se reconstituer et de se maintenir sur la durée que ceux en dehors de l'AMP. Il est donc important d'évaluer les caractéristiques et l'ampleur des usages humains. Ces évaluations peuvent se faire grâce à des métriques d'usages. Connaissant le degré d'usage humain et son évolution au sein et en dehors de l'AMP, les gestionnaires seront mieux à même d'identifier et d'anticiper les menaces ([Pomeroy et al., 2004](#)).

Les métriques sélectionnées afin de répondre le mieux possible à l'objectif « utilisation durable des milieux » sont :

- Le percentile à 90% du nombre de bateaux total comptés les jours de week-end et les jours fériés. Il s'agit du plus grand nombre de bateaux observés pendant les jours fériés et de week-end dans 10% des cas. Cette métrique permet d'estimer si la fréquentation des AMP est

un danger pour les écosystèmes protégés. Elle est retenue car elle atteste de présence de pics de fréquentation plutôt que d'une moyenne. Le caractère aigu est donc opposé au caractère chronique, en cohérence avec l'attente du gestionnaire (Beliaeff *et al.*, 2009).

- La fréquence relative des sorties à laquelle le taux d'occupation de 90% des corps-morts est atteint. Il s'agit d'une métrique d'occupation d'une infrastructure proposée par les gestionnaires de façon à minimiser les risques d'ancrage sur des zones préjudiciables à l'herbier ou au récif (Beliaeff *et al.*, 2009). Cette métrique correspond au rapport du nombre de jours de week-ends et jours fériés où minimum 90% des corps-morts sont occupés sur le nombre de jours de contrôles en week-ends et jours fériés.

Afin de répondre à l'objectif « sensibilisation des plaisanciers », les métriques sélectionnées sont :

- Le pourcentage de sorties ayant permis d'observer à la fois des corps-morts disponibles et un nombre de bateaux supérieur au nombre de corps-morts mis à disposition. Dans ce cas, des bateaux sont soit ancrés soit « beachés³ » et risquent d'endommager des herbiers ou des coraux. Cette métrique permettra de connaître les zones où la sensibilisation doit être privilégiée.

- Le percentile à 90% du nombre de bateaux ancrés comptés les week-end et jours fériés dans chaque AMP. Il s'agit à la fois d'une métrique de fréquentation mais également d'impact puisque l'ancrage implique des dégâts que ce soit sur les herbiers ou sur le récif (Beliaeff *et al.*, 2009).

- Le type de bateaux ancrés quand des corps-morts restent disponibles. L'objectif de cette métrique est de signaler aux agents des AMP pour quel public la sensibilisation doit être privilégiée pour améliorer le comportement des plaisanciers.

▪ Métriques pour estimer l'efficacité de la « gouvernance » :

L'estimation de l'efficacité de la « Gouvernance » des AMP correspond en partie à l'évaluation de l'efficacité de gestion des AMP. Suite aux ateliers du programme PAMPA, 19 métriques de gouvernance potentielles ont été sélectionnées (Annexe 9). Ce nombre est encore trop élevé pour être opérationnel dans le cadre d'un tableau de bord de métriques visant à piloter une AMP (David *et al.*, 2010). D'autre part, certaines informations ne sont pas

³ Bateau posé sur la plage.

collectées ou sont incomplètes pour répondre à certaines de ces métriques. À cause de ce manque d'information et du manque de temps pour réaliser des enquêtes de perception, seules 4 métriques vont être testées.

De façon à pouvoir répondre, le mieux possible, à l'objectif « optimisation des stratégies de gestion » les métriques sélectionnées sont :

- Le pourcentage du nombre de sorties réalisées par rapport au nombre de sorties possibles. Le nombre total de sorties possibles est déterminé selon le nombre de jours dans une année, sans tenir compte des conditions météorologiques et des congés obligatoires des agents des AMP.
- L'optimisation des horaires de surveillance du Parc du Grand Nouméa. Les horaires des surveillances doivent pouvoir changer aléatoirement au cours du temps pour lutter contre l'anticipation d'éventuels contrevenants. Cette dernière métrique est une mesure du caractère non systématique de ce contrôle (Beliaeff *et al.*, 2009).

Afin de répondre à l'objectif « contrôle de la réglementation », les métriques sélectionnées sont :

- Nombre de kilomètres parcourus par mois rapporté à la superficie du Parc du Grand Nouméa.
- Proportion de bateaux contrôlés par rapport au nombre total de bateaux observés. Cette métrique permet d'évaluer le taux de contrôle dans le but de diminuer le taux d'infractions.

3.4) Sélection des indicateurs

Après avoir sélectionné les métriques parmi les indices mesurés, l'étape suivante consiste à sélectionner les indicateurs parmi ces métriques. Pour parvenir à valider des indicateurs, il faut que ces derniers prennent des valeurs reflétant l'état de l'AMP et qu'ils permettent de prendre des décisions de gestion. Des valeurs seuils doivent pouvoir être attribuées.

3.4.1) Propriétés des indicateurs

Un bon indicateur répond à cinq critères (Pomeroy *et al.*, 2004). Il doit être :

- Mesurable : peut être enregistré et analysé en termes quantitatifs et qualitatifs.
- Précis : défini de la même manière par tout le monde.

- Constant : n'évolue pas au fil du temps de façon à toujours mesurer la même chose.
- Sensible : évolue proportionnellement aux changements effectifs de l'élément mesuré.
- Simple : les indicateurs simples sont généralement préférés aux indicateurs complexes et la collecte des données nécessaires devrait alors en être facilitée.

3.4.2) Méthode de détermination des seuils

L'interprétation des indicateurs nécessite l'attribution de niveaux de référence et la présence d'un code de couleurs pour faciliter l'interprétation des indicateurs.

3.4.2.1) Mise en place d'un code de couleurs standardisé

L'utilisation d'un code de couleurs standardisé permet de faciliter l'interprétation des indicateurs ressource (Tableau 3), les indicateurs d'usages et les indicateurs de gouvernance (Tableau 4). La mise en place de ces codes de couleurs a été réalisée sur les AMP de Nouvelle-Calédonie par des experts (Beliaeff *et al.*, 2009).

Tableau 3 : Proposition de classes de couleurs du tableau de bord des ressources (Beliaeff *et al.*, 2009).

	État de référence (impact nul)
	État quasi-optimal
	État moyen (zone d'incertitude)
	État médiocre à quasi-irréversible (impact avéré)
	Non déterminé (manque de données)

Tableau 4 : Proposition de classes de couleur des tableaux de bord d'usages et de gouvernance (Beliaeff *et al.*, 2009).

	Résultats satisfaisants
	Résultat moyens
	Résultats insatisfaisants

3.4.2.2) Détermination des valeurs seuils

L'interprétation des indicateurs nécessite l'attribution de niveaux de référence. Or, à ce jour, aucune méthode ne permet d'attribuer objectivement un niveau de référence aux indicateurs écosystémiques marins, d'usages et de gouvernance (Habasque, 2009).

- Indicateurs pour estimer l'état de la « Ressource » :

Concernant la détermination des valeurs seuils des indicateurs ressource, une méthode graphique est employée. Les valeurs des métriques sélectionnées sont classées par statut de protection, site et année (Figure 3). Cela permet de définir de la façon la plus objective possible des seuils qui vont minimiser les erreurs de classement sur la base de la connaissance (Beliaeff *et al.*, 2009). Ces seuils « experts » font actuellement l'objet d'une analyse statistique supplémentaire afin de les valider et de mettre en place un protocole standardisé de détermination des seuils.

À titre d'exemple, la Figure 3 présente la biomasse d'une famille de poissons ciblée par la pêche (Serranidae) en fonction des sites et de l'année de collecte des données. Les sites « non réserve » (n) sont à gauche de la barre verticale noire et les AMP sont à droite. Les bandes colorées horizontales ont été fixées à partir de l'analyse de la répartition des points par des experts de la manière suivante. La limite rouge/jaune, appelée « seuil bas » s'obtient à partir de la distribution des points en réserve, en utilisant la biomasse minimale observée sur les sites en réserve dans le cas présent. Sauf conditions particulières, un site en réserve ne doit pas se situer sous cette limite. La limite jaune/vert, appelée « seuil haut » est fixée à partir de la distribution des points hors réserves, par rapport à la biomasse maximale des sites non réserves dans le cas présent. Sauf conditions particulières, un site impacté ne doit pas se situer sous cette limite. La limite vert/bleue s'obtient en distinguant les valeurs « extrêmes » d'une année exceptionnelle ou d'un site de référence (Habasque, 2009). Cette dernière limite n'a pas été fixée dans cette étude.

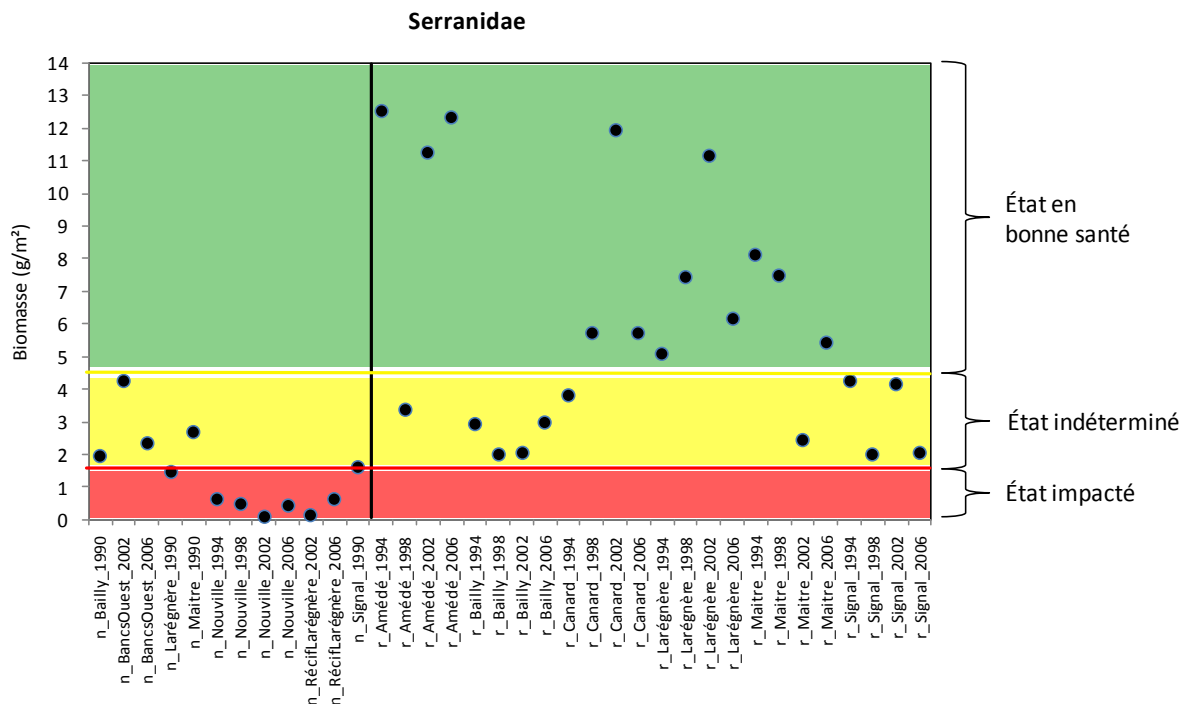


Figure 3 : Exemple de graphique de la métrique « biomasse des Serranidae » dont les seuils ont été fixés par des experts.

Les seuils de référence sont retranscrits dans un tableau (Tableau 5). La couleur est obtenue à partir de la valeur de ces seuils. Il s'agit de la borne inférieure de la classe correspondante.

Tableau 5 : Exemple de classes de couleur et de valeurs seuils pour l'interprétation d'un indicateur.

Indicateur				
Biomasse des Serranidae (g.m ⁻²)	0	1,5	4,5	Valeur inconnue

Contrairement aux indicateurs ressources, les valeurs seuils des indicateurs d'usages et de gouvernance sont déterminées à dire d'expert et correspondent à des objectifs fixés par les gestionnaires. Ces valeurs sont alors établies à dire d'experts.

▪ Indicateurs pour estimer l'impact des « Usages » :

Les indicateurs d'usages sont obtenus à partir des objectifs de gestion fixés par les gestionnaires (Tableau 1) :

- Objectif 1 : utilisation durable des milieux ;
- Objectif 2 : sensibilisation des plaisanciers.

Les niveaux de référence des indicateurs d'usages sont fixés par les gestionnaires (Tableau 6).

Tableau 6 : Grille de référence des indicateurs d'usages.

Percentile à 90% du nombre de bateaux total comptés les jours de week-end et les jours fériés		
	0-10 inclus	Fréquentation faible et acceptable
	< 20	Fréquentation modérée à surveiller
	> 20	Fréquentation inacceptable
Fréquence relative des sorties à laquelle le taux d'occupation de 90% des corps-morts est atteint		
	< 5% des sorties d'observation	Surcharge très occasionnelle
	< 15% des sorties d'observation	Surcharge importante (à suivre)
	> 15% des sorties d'observation	Surcharge inacceptable
Pourcentage de sorties ayant permis d'observer à la fois des corps-morts disponibles et un nombre de bateaux supérieur au nombre de corps-morts mis à disposition		
	<10%	Acceptable
	>10%	Inacceptable (à surveiller)
Percentile à 90% du nombre de bateaux ancrés comptés les week-end et jours fériés dans chaque AMP		
	0	Pas d'ancrage
	< 5	Fréquence d'ancrage acceptable
	< 20	Fréquence d'ancrage importante
	> 20	Fréquence d'ancrage inacceptable (à surveiller)

La métrique « type de bateaux ancrés quand des corps-morts restent disponibles » n'est pas sélectionnée comme indicateur potentiel puisque la détermination des seuils n'a pas été réalisée par les gestionnaires.

▪ Indicateurs pour estimer l'efficacité de la « Gouvernance » :

Il s'agit de fournir des indicateurs permettant d'évaluer l'efficacité de la gestion des AMP, au regard des objectifs fixés. Les indicateurs d'usages sont obtenus à partir des objectifs de gestion fixés par les gestionnaires (Tableau 1) :

- Objectif 1 : optimisation de la surveillance ;
- Objectif 2 : contrôle de la réglementation.

Les niveaux de référence des indicateurs d'usages sont fixés par les gestionnaires (Tableau 7).

Tableau 7 : Grille de référence des indicateurs de gouvernance.

Pourcentage du nombre de sorties réalisées par rapport au nombre de sorties possibles		
	100%	Optimal
	>70%	Satisfaisant
	>50%	Moyen
	<50%	Insuffisant
Optimisation des horaires de surveillance du Parc du Grand Nouméa		
	7 à 9% inclus de présence par heure	Caractère aléatoire réalisé
	4-7% ou 9-12% de présence par heure	Caractère aléatoire modérément réalisé
	<4% ou >12% de présence par heure	Caractère aléatoire non réalisé
Proportion de bateaux contrôlés par rapport au nombre total de bateaux observés		
	≥ 5%	Fréquence des contrôles satisfaisante
	< 5%	Fréquence des contrôles insatisfaisante

La métrique « nombre de kilomètres parcourus par mois rapporté à la superficie du Parc du Grand Nouméa » est sélectionnée comme indicateur potentiel malgré le fait que les gestionnaires n'ont pas encore pu déterminer de seuils de référence.

La gouvernance s'applique à l'ensemble du Parc du Grand Nouméa et non site par site (Beliaeff *et al.*, 2009).

3.5) Tableau de bord

Un tableau de bord est un ensemble d'indicateurs renseignés périodiquement et destinés au suivi de l'état d'avancement d'un programme de gestion et à l'évaluation de l'efficacité de celui-ci. Le programme PAMPA a pour objectif de développer des tableaux de bord d'indicateurs multithématiques, adaptés à la complexité des systèmes étudiés et aux contraintes propres à la gestion des AMP (Pelletier, 2008).

Il est possible de visualiser l'évolution temporelle de l'indicateur en réserve et hors réserve, permettant ainsi de prendre des mesures de gestion adaptées si nécessaire (Tableau 8).

Un tableau de bord regroupant les sites selon leur statut réserve ou non réserve sera réalisé pour chaque indicateur. Ce travail sera détaillé pour chacun des sites étudiés en Annexe 13.

Tableau 8 : Modèle de tableau de bord.

Indicateur	Valeurs calculées à partir des données collectées					
Biomasse des Serranidae (g.m ⁻²)	1990	1994	1998	2002	2006	2010
Larégnière (en réserve depuis 1989)	1,4	5,1	7,4	11,2	6,1	7,2
Récif Larégnière (zone hors réserve)				0,1	0,6	1,9

Afin de réaliser des tableaux de bord synthétiques de ressource, d'usages ou de gouvernance, des scores ont été attribués aux indicateurs selon leur couleur (0 point pour le vert ; 2 points pour le jaune ; 5 points pour le rouge). Le bilan global d'un site correspond à la somme des scores divisée par le nombre d'indicateurs. Les couleurs synthétisant l'état global du milieu sont déterminées par :

- Vert (satisfaisant) : de 0 à 2 points ;
- Jaune (moyen/indéterminé) : de 2 à 3 points ;
- Rouge (mauvais) : supérieur à 3 points.

4) Résultats.

4.1) Caractéristiques générales de l'ichtyofaune en 2010.

La campagne d'échantillonnage de 2010 a permis de recenser 281 espèces de poissons appartenant à 44 familles (Annexe 11). Les familles les plus diversifiées sont conformes aux formations coralliennes en bonne santé (Wantiez, 2006) :

- Les Pomacentridae : 46 espèces ;
- Les Labridae : 44 espèces ;
- Les Chaetodontidae : 27 espèces ;
- Les Acanthuridae : 16 espèces ;
- Les Serranidae : 14 espèces ;
- Les Scaridae : 20 espèces.

Les espèces présentes sur tous les sites représentent 6,4%, soit 18 espèces. Il s'agit d'espèces fréquentes et caractéristiques des formations coralliennes en bonne santé (Acanthuridae, Labridae, Nemipteridae, Pomacentridae, Scaridae, Siganidae, Tetraodontidae) (Annexe 11).

Les Chaetodontidae, considérés comme indicateurs de la santé des récifs, sont fréquents dans les échantillonnages (Annexe 11). 5 espèces ont été observées sur au moins 7 sites (*Chaetodon auriga*, *C. bennetti*, *C. mertensii*, *C. plebeius*, *C. trifascialis*). Les corallivores exclusifs sont relativement bien représentés notamment *C. plebeius*, présent dans 9 sites, *C. bennetti* et *C. trifascialis*, présents dans 7 sites.

Plus de 23,8% des espèces recensées (67 espèces) sont des espèces commerciales (Annexe 11). Il s'agit principalement de Scaridae (19 espèces commerciales), Serranidae (12 espèces commerciales), Siganidae (9 espèces commerciales) et Acanthuridae (10 espèces commerciales). Environ un quart des espèces commerciales (1 Nemipteridae, 2 Acanthuridae, 2 Siganidae, 3 Serranidae et 8 Scaridae) sont fréquentes et présentes dans plus de 50% des sites échantillonnés en 2010.

4.2) Variabilité spatiale réserves-non réserves des caractéristiques générales de l'ichtyofaune en 2010.

Cette partie étudie la variation spatiale de l'ichtyofaune totale, des Chaetodontidae, des espèces commerciales ainsi que la variation spatiale des 4 familles de poissons commerciaux

(Acanthuridae, Scaridae, Serranidae et Siganidae) les plus représentatives dans le Parc du Grand Nouméa en 2002 (Wantiez, 2002), en 2006 (Wantiez, 2006) et en 2010 (cf. § 4.1).

En moyenne, la richesse spécifique par station, la densité et la biomasse sont soit supérieures dans les zones protégées, soit globalement comparables dans les 2 zones (Tableau 9).

Tableau 9 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse moyenne dans les zones protégées et non protégées en 2010.

NS : non significatif au seuil de 5% ($p > 0,05$) ; * : significatif ($p < 0,05$). Test WMW : test de Wilcoxon-Man-Whitney.

Indicateurs	Zones protégées		Zones non protégées		Différence	Test
Ichtyofaune totale						
Richesse spécifique/station	59,97	(5,99)	62,63	(5,96)	NS	test t
Densité (poisson/m²)	1,986	(0,176)	1,696	(0,175)	NS	test t
Biomasse (g/m²)	111,89	(17,63)	62,85	(10,19)	NS	test WMW
Espèces commerciales						
Richesse spécifique/station	16,10	(1,25)	14,10	(2,05)	NS	test t
Densité (poisson/m²)	0,202	(0,020)	0,204	(0,062)	NS	test WMW
Biomasse (g/m²)	61,52	(10,72)	34,20	(9,25)	NS	test WMW
Acanthuridae commerciaux						
Richesse spécifique/station	2,78	(0,45)	1,63	(0,47)	NS	test t
Densité (poisson/m²)	0,031	(0,006)	0,020	(0,007)	NS	test t
Biomasse (g/m²)	14,61	(3,79)	4,16	(1,30)	*	test WMW
Scaridae commerciaux						
Richesse spécifique/station	6,03	(0,27)	6,75	(0,97)	NS	test WMW
Densité (poisson/m²)	0,073	(0,008)	0,109	(0,039)	NS	test WMW
Biomasse (g/m²)	21,36	(5,13)	14,12	(4,34)	NS	test WMW
Serranidae commerciaux						
Richesse spécifique/station	2,25	(0,34)	1,38	(0,43)	NS	test t
Densité (poisson/m²)	0,022	(0,006)	0,010	(0,006)	NS	test t
Biomasse (g/m²)	11,14	(3,70)	1,10	(0,48)	*	test WMW
Siganidae commerciaux						
Richesse spécifique/station	2,29	(0,25)	2,08	(0,22)	NS	test t
Densité (poisson/m²)	0,036	(0,018)	0,020	(0,003)	NS	test WMW
Biomasse (g/m²)	3,16	(1,29)	2,68	(0,38)	NS	test WMW
Chaetodontidae						
Richesse spécifique/station	6,00	(0,81)	4,70	(0,42)	NS	test WMW
Densité (poisson/m²)	0,038	(0,009)	0,028	(0,004)	NS	test t
Biomasse (g/m²)	0,85	(0,23)	0,55	(0,08)	NS	test WMW

La richesse spécifique par station est l'indice le plus stable (Tableau 9). Elle est toujours supérieure dans les zones protégées mis à part pour l'ichtyofaune totale et pour les Scaridae

commerciaux pour lesquels elle est légèrement inférieure. Les résultats restent malgré tout similaires.

La densité moyenne est généralement plus élevée dans les zones protégées mais les différences sont relativement comparables (Tableau 9).

Les différences les plus marquées concernent la biomasse (Tableau 9). Elle est toujours plus importante dans les zones protégées et en moyenne 1,9 fois plus importante que dans les zones non protégées. Ces différences sont encore plus marquées pour les Serranidae dont la biomasse est 10 fois supérieure dans les AMP. Les biomasses des Acanthuridae et des Serranidae sont les seuls indicateurs qui présentent des différences statistiquement significatives (test Wilcoxon-Man-Withney, $p < 0,05$) (Tableau 9).

Les comparaisons globales précédentes ont permis de détecter très peu de différences significatives entre zones protégées et non protégées. Par conséquent, des comparaisons sont effectuées pour les principales espèces ciblées par la pêche (Tableau 10). La comparaison des principaux poissons commerciaux, entre les sites protégés et ceux non protégés, permet d'observer des différences significatives (Tableau 10). La biomasse est toujours la variable la plus sensible à la mise en réserve (Tableau 10).

Tableau 10 : Comparaison de la densité, biomasse, taille moyenne et/ou maximale des principales familles ou espèces de poissons commerciales entre des sites protégés et non protégés en 2010.

NS : non significatif ($p > 0,05$) ; * : significatif ($p < 0,05$) ; ** : très significatif ($p < 0,05$).

Scaridae cibles (Scaridae les plus recherchées) : *Cetoscarus bicolor*, *Scarus ghobban*, *Scarus altipinnis*, *Chlorurus microrhinos* et *Hipposcarus longiceps*.

Métriques sélectionnées		Test t	Test Wilcoxon-Mann-Whitney
Espèces commerciales	Biomasse	NS	
Lethrinidae	Densité		NS
	Biomasse		NS
	Taille maximale		NS
<i>Naso annulatus</i> , <i>N.brachycentron</i> , <i>N.brevirostris</i> , <i>N.hexacanthus</i> , <i>N.lituratus</i> , <i>N.unicornis</i>	Biomasse		*
	Taille maximale		NS
<i>Naso unicornis</i>	Densité		NS
	Biomasse		*
	Taille maximale		*
<i>Plectropomus leopardus</i>	Densité		**
	Biomasse		**
	Taille maximale		**
Scaridae cibles	Densité		NS
	Biomasse		*
Scaridae sauf <i>Scaridae</i> sp.	Densité		NS
	Biomasse	NS	
Serranidae	Densité	NS	
	Biomasse		*
	Taille maximale		NS
<i>Siganus argenteus</i> , <i>S.canaliculatus</i> , <i>S.fuscescens</i> , <i>S.lineatus</i> , <i>S.punctatus</i>	Biomasse		NS
	Taille moyenne		NS

4.3) Variations temporelles des caractéristiques générales de l'ichtyofaune.

Les variations temporelles des caractéristiques de l'ichtyofaune commerciale et des Chaetodontidae sur les 5 sites protégés échantillonnés depuis 1990 (Amédée, Bailly, Larégnère, Maître, Signal) sont présentées dans une première partie.

Une extension de l'échantillonnage à l'ensemble de l'ichtyofaune est réalisée depuis 1998 et de nouveaux sites d'échantillonnage sont régulièrement ajoutés : Canard et Nouville en 1998, Bancs Ouest et récif Larégnère en 2002 et enfin Lange en 2010. Les variations temporelles

des caractéristiques de l'ichtyofaune totale, observées entre 1998 et 2010 dans tous les sites étudiés à l'exception de Lange, sont présentées dans une deuxième partie.

4.3.1) Variations au cours de la période 1990-2010.

■ Espèces commerciales

Le nombre total d'espèces commerciales n'a pas varié significativement au cours des 6 campagnes d'échantillonnage (χ^2 , $p > 0,05$). Les valeurs enregistrées sont restées relativement stables. La légère tendance à la diminution entre 1994 et 2002 s'est interrompue en 2006 (Figure 4). En revanche, la richesse spécifique par station a varié de manière significative (Anova, $p < 0,05$), sans qu'il soit possible de détecter la source de ses différences (test *a posteriori* de Tukey, $p > 0,05$). Les valeurs semblent être relativement stables à l'exception du maximum de 1994 (Figure 4).

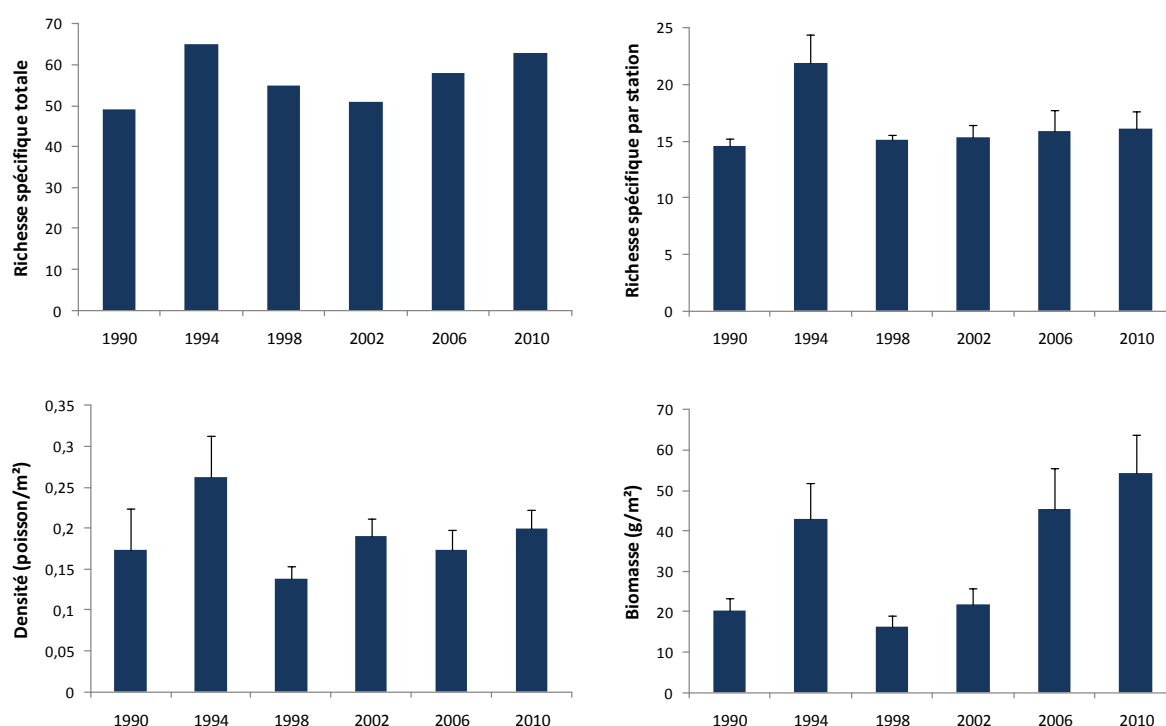


Figure 4 : Variations de la richesse spécifique totale, de la richesse spécifique par station, de la densité et de la biomasse des espèces commerciales sur les sites échantillonnés depuis 1990. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard à la moyenne.

La densité des espèces commerciales n'a pas varié significativement au cours des 6 campagnes d'échantillonnage (Anova, $p > 0,05$) en raison de l'importante variabilité des données. Les valeurs semblent légèrement augmenter depuis la chute de 1998 (Figure 4).

La biomasse des espèces commerciales a varié de manière significative au cours des 6 campagnes d'échantillonnage (Anova, $p < 0,05$), sans qu'il soit possible de détecter la source de ses différences (test *a posteriori* de Tukey, $p > 0,05$). Les biomasses les plus faibles ont été observées avant la mise en place des mesures de protections (en 1990) et en 1998. Depuis la chute de 1998, attribuée aux conséquences d'un épisode El Niño de forte intensité, la biomasse a augmenté considérablement jusqu'à obtenir un maximum en 2010 (Figure 4).

▪ Principales familles et espèces commerciales

Cette partie étudie la variation temporelle des Acanthuridae, des Scaridae, des Serranidae et des Siganidae qui correspondent aux familles de poissons commerciaux les plus représentées dans le Parc du Grand Nouméa en 2002 (Wantiez, 2002), en 2006 (Wantiez, 2006) et en 2010 (cf. § 4.1).

La richesse spécifique totale des différentes composantes étudiées n'a pas variée de manière significative au cours des 6 campagnes d'échantillonnage (χ^2 , $p > 0,05$). En revanche, la richesse spécifique par station des Acanthuridae et des Scaridae a varié de manière significative au cours des 6 campagnes d'échantillonnage (Anova, $p < 0,05$), les espèces de Scaridae étant significativement moins nombreuses en 2006 qu'en 1994 (test *a posteriori* de Tukey, $p < 0,05$) (Figure 5).

Seule la densité des Acanthuridae a varié significativement au cours des 6 campagnes d'échantillonnage (Anova, $p < 0,05$). Elle a été significativement plus faible en 1998 et plus élevée en 2006 (test *a posteriori* de Tukey, $p < 0,05$) (Figure 5).

La biomasse des Acanthuridae et des Scaridae a varié de façon significative au cours des 6 campagnes d'échantillonnage (Anova, $p < 0,05$), la biomasse des Acanthuridae étant significativement plus faible en 1990, 1998 et 2002 (test *a posteriori* de Tukey, $p < 0,05$) (Figure 5).

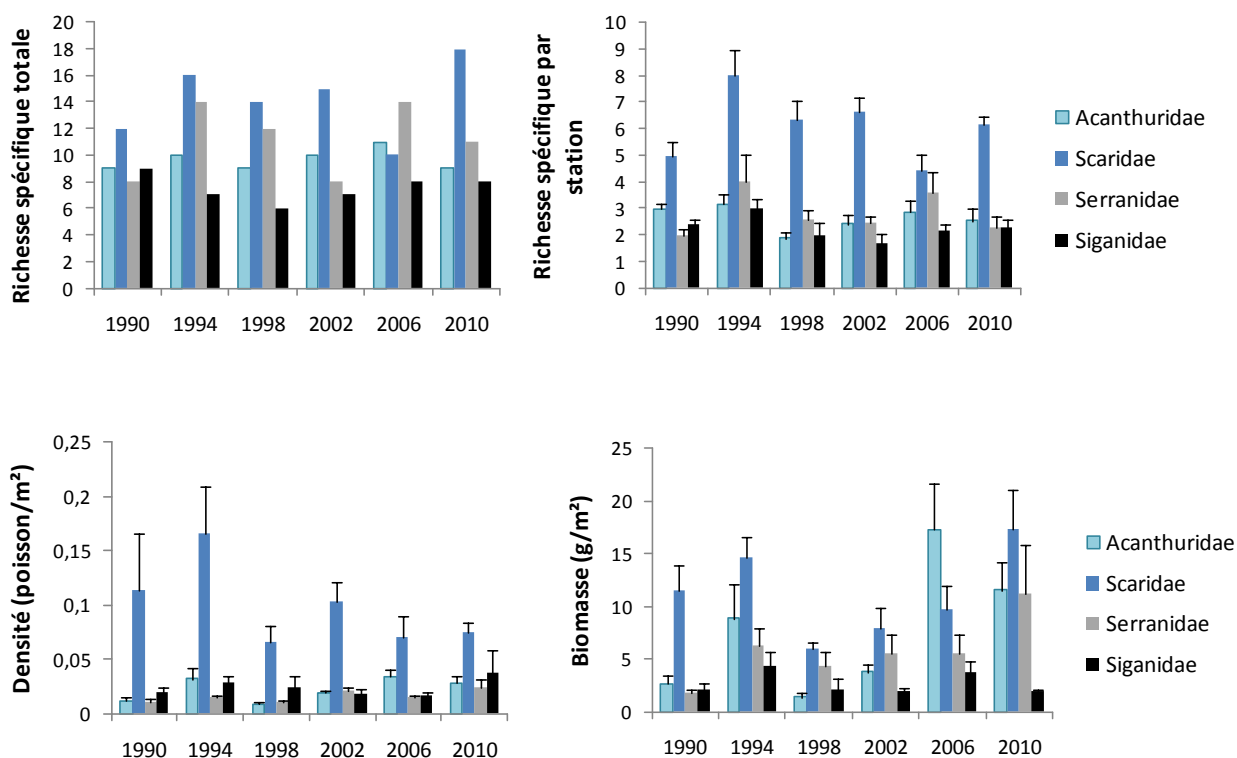


Figure 5 : Variations de la richesse spécifique totale, de la richesse spécifique par station, de la densité et de la biomasse des principales familles commerciales sur les sites échantillonnés depuis 1990.

Les barres d'erreur représentent l'erreur standard à la moyenne.

Trois métriques présentent des différences significatives entre les différentes années d'échantillonnage (Friedman, $p < 0,05$) pour les principales espèces ciblées par la pêche (Tableau 11), sans qu'il soit possible de détecter la source de ces différences (test *a posteriori* de Steel-Dwass, $p > 0,05$). La forte variabilité des valeurs à Bailly contribuent à empêcher la mise en évidence de différences temporelles significatives.

Tableau 11 : Comparaison de la densité, biomasse, taille moyenne et/ou maximale des principales familles ou espèces de poissons commerciales entre les différentes campagnes d'échantillonnage.

Différence : test de Friedman. NS : non significatif ($p > 0,05$) ; * : significatif ($p < 0,05$).

Scaridae cibles (Scaridae les plus recherchées) : *Cetoscarus bicolor*, *Scarus ghobban*, *Scarus altipinnis*, *Chlorurus microrhinos* et *Hipposcarus longiceps*.

Métriques sélectionnées		Différence
Lethrinidae	Densité	NS
	Biomasse	NS
	Taille maximale	NS
<i>Naso annulatus</i> , <i>N.brachycentron</i> , <i>N.brevirostris</i> , <i>N.hexacanthus</i> , <i>N.litiratus</i> , <i>N.unicornis</i>	Biomasse	NS
	Taille maximale	NS
<i>Naso unicornis</i>	Densité	NS
	Biomasse	NS
	Taille maximale	NS
<i>Plectropomus leopardus</i>	Densité	*
	Biomasse	NS
	Taille maximale	NS
Scaridae cibles	Densité	NS
	Biomasse	NS
Scaridae sauf <i>Scaridae sp.</i>	Densité	**
	Biomasse	*
Serranidae	Densité	NS
	Biomasse	NS
	Taille maximale	NS
<i>Siganus argenteus</i> , <i>S.canaliculatus</i> , <i>S.fuscescens</i> , <i>S.lineatus</i> , <i>S.punctatus</i>	Biomasse	NS
	Taille moyenne	NS

▪ Chaetodontidae

Le nombre total d'espèces de Chaetodontidae n'a pas varié significativement au cours des 6 campagnes d'échantillonnage (χ^2 , $p > 0,05$). La légère tendance à la diminution observée depuis 1994 s'est interrompue en 2006 (Figure 6). En revanche, la richesse spécifique par station a varié très significativement (Anova, $p < 0,01$) (Figure 6). Les valeurs observées en 1994 ont été significativement supérieures aux échantillonnages de 2002, 2006 et 2010 (test *a posteriori* de Tukey, $p < 0,05$). La diminution observée en 2010 est due aux faibles valeurs observées à Amédée, à Bailly et particulièrement à Signal. Par contre, les valeurs observées à Larégnère et à Maître ont augmenté par rapport à celles de 2006.

La densité des Chaetodontidae n'a pas varié significativement au cours des 6 campagnes d'échantillonnage (Anova, $p > 0,05$) (Figure 6). Les valeurs enregistrées depuis 1994 diminuent régulièrement mais restent supérieures à celles de 1990 (Figure 6). La diminution

observée en 2010 est due aux faibles valeurs observées à Amédée, à Bailly et à Signal. Par contre, elles ont augmenté à Maître et surtout à Larégnère par rapport à celles de 2006.

La biomasse des Chaetodontidae a varié significativement au cours des 6 campagnes d'échantillonnage (Anova, $p < 0,05$) (Figure 6). Les plus faibles biomasses ont été observées en 1990 et 2010. Elles sont significativement inférieures à celle de 1994 (test *a posteriori* de Tukey, $p < 0,05$). La biomasse moyenne est restée relativement stable entre 1998 et 2006 (Figure 6). La diminution observée en 2010 par rapport à 2006 est due aux faibles valeurs observées à Amédée, à Bailly et particulièrement à Signal. Par contre, les valeurs observées à Larégnère et à Maître ont augmenté par rapport à celles de 2006.

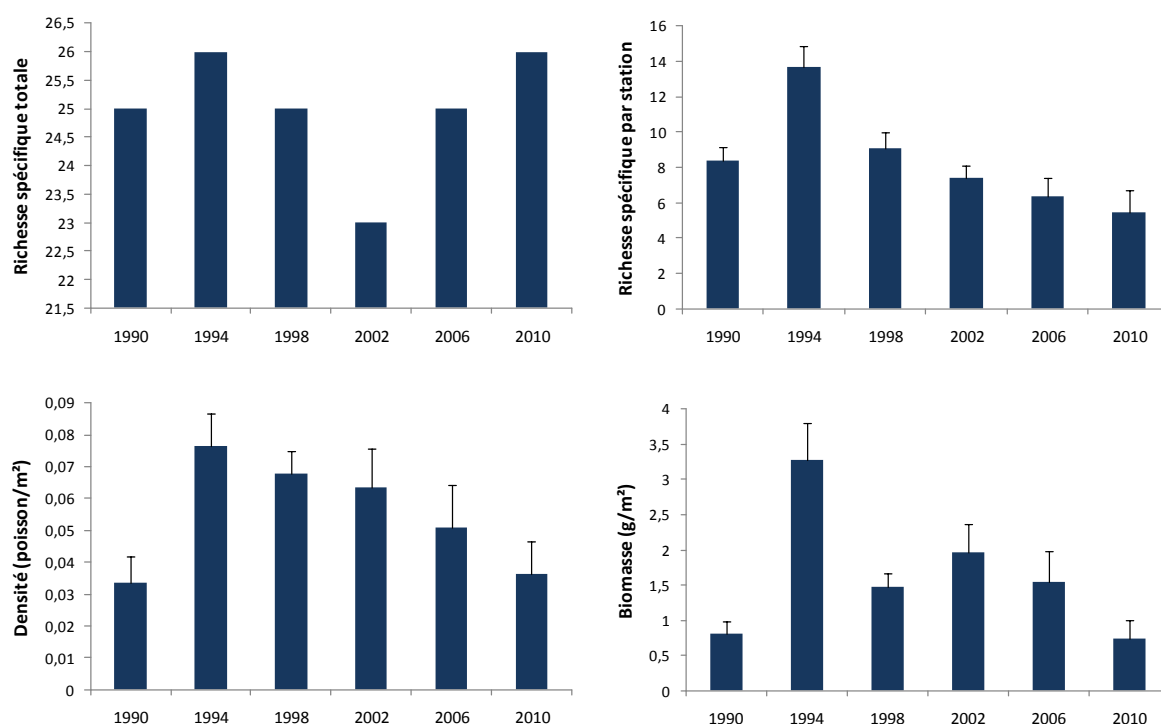


Figure 6 : Variations de la richesse spécifique totale, de la richesse spécifique par station, de la densité et de la biomasse des Chaetodontidae sur les sites échantillonnés depuis 1990. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard à la moyenne.

4.3.2) Variations au cours de la période 1998-2010.

■ Ichtyofaune totale

La richesse spécifique par station et la densité n'ont pas varié significativement entre 1998 et 2010 (Anova, $p > 0,05$). Cependant, la richesse spécifique par station a chuté en 2010 après une progression croissante depuis 1998 (Figure 7) alors que la densité a été maximale en 2010 (Figure 7). Seule la biomasse de l'ichtyofaune totale a varié significativement au cours des 4

campagnes d'échantillonnage (Anova, $p < 0,01$) (Figure 7). Les valeurs de 1998 et de 2002 sont significativement inférieures aux valeurs de 2010 (test *a posteriori* de Tukey, $p < 0,01$ pour 1998 et $p < 0,05$ pour 2002). La biomasse a considérablement augmenté depuis 1998 (Figure 7).

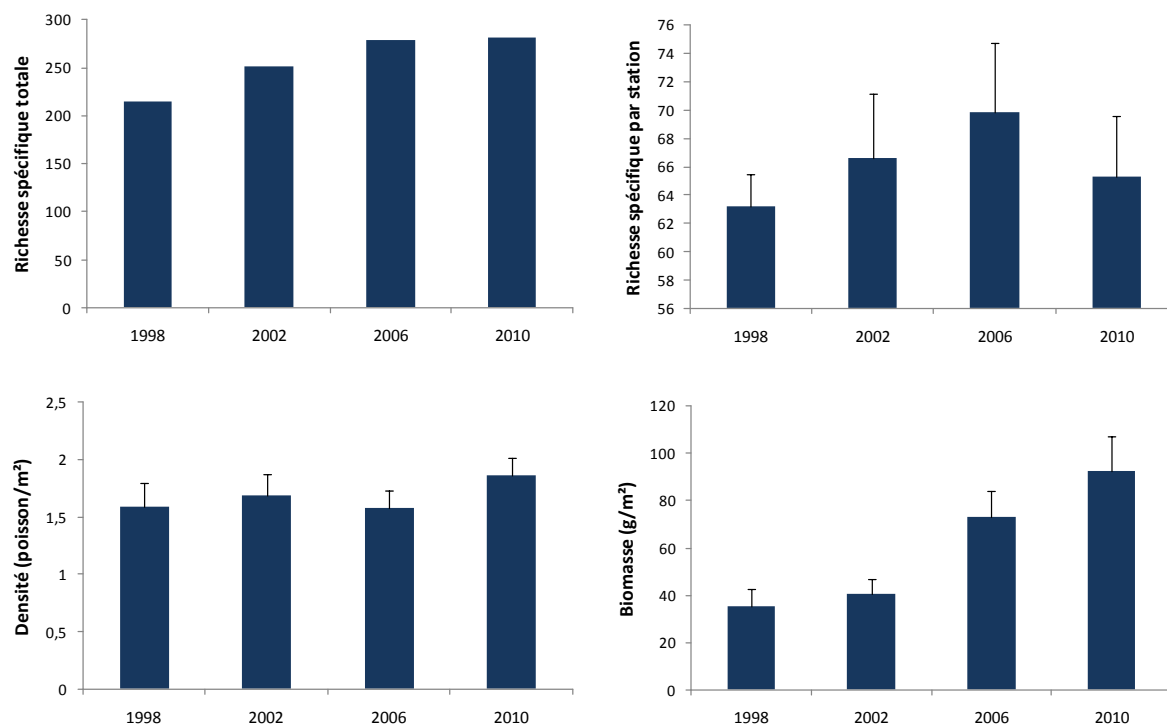


Figure 7 : Variations de la richesse spécifique totale, richesse spécifique par station, densité et biomasse de l'ichtyofaune totale sur les neuf sites échantillonnés entre 1998 et 2010.

Les barres d'erreur représentent l'erreur standard à la moyenne.

4.4) Élaboration de tableaux de bord, comme outils d'évaluation des AMP.

4.4.1) Objectifs écosystémiques : évaluation de l'état des ressources à l'intérieur et à l'extérieur des AMP.

La mise en évidence de l'effet des réserves marines sur les écosystèmes côtiers s'effectue classiquement à l'aide d'indicateurs basés sur les individus, les populations ou les communautés d'espèces (Claudet *et al.*, 2006).

4.4.1.1) Sélection des métriques

Au total, 49 métriques ont été testées sur l'ensemble des données. Parmi ces métriques, 22 ont été sélectionnées comme indicateurs potentiels (Tableau 9 et Tableau 12).

Les résultats des Siganidae sélectionnées (*Siganus argenteus*, *S.canaliculatus*, *S.fuscescens*, *S.lineatus*, *S.punctatus*) devraient être affinés en prenant en compte les biotopes. En effet, certaines valeurs hors réserves sont parfois très élevées quand l'espèce est placée dans un habitat plus favorable que dans certaines AMP et inversement.

Tableau 12 : Comparaison de la densité, biomasse, taille moyenne et/ou maximale des principales familles ou espèces de poissons commerciales, entre des sites protégés et non protégés, depuis 1990.

NS : non significatif ; * : significatif ; ** : très significatif ; *** : extrêmement significatif.

Scaridae cibles (Scaridae les plus recherchées) : *Cetoscarus bicolor*, *Scarus ghobban*, *Scarus altipinnis*, *Chlorurus microrhinos* et *Hipposcarus longiceps*.

Métriques potentielles		Test t	Test Wilcoxon-Mann-Whitney
<i>Acanthurus blochi</i> , <i>A.dussumieri</i> , <i>A.Xanthopterus</i>	Densité		NS
	Biomasse		NS
<i>Epinephelus cyanopodus</i>	Densité	*	
	Biomasse	NS	
Espèces commerciales	Densité		NS
	Biomasse		**
Lethrinidae	Densité		**
	Biomasse		**
	Taille maximale		NS
<i>Lethrinus nebulosus</i>	Densité		NS
	Biomasse		NS
	Taille maximale		NS
	Taille moyenne		NS
<i>Naso annulatus</i> , <i>N.brachycentron</i> , <i>N.brevirostris</i> , <i>N.hexacanthus</i> , <i>N.litiratus</i> , <i>N.unicornis</i>	Densité		NS
	Biomasse		**
	Taille maximale	***	
<i>Naso unicornis</i>	Densité		*
	Biomasse		**
	Taille maximale	**	
<i>Plectropomus leopardus</i>	Densité		***
	Biomasse		***
	Taille maximale		***
Scaridae cibles	Densité		**
	Biomasse		**
Scaridae sauf <i>Scaridae sp.</i>	Densité	*	
	Biomasse		*
Serranidae	Densité	**	
	Biomasse		***
	Taille maximale	***	
<i>Siganus argenteus</i> , <i>S.canaliculatus</i> , <i>S.fuscescens</i> , <i>S.lineatus</i> , <i>S.punctatus</i>	Densité		NS
	Biomasse		*
	Taille moyenne	**	

4.4.1.2) Objectif 1 : Exploitation durable des ressources.

Cet objectif sera traité à travers l'étude du maintien des populations d'espèces-cibles à des niveaux de référence.

Les réponses biologiques de la mise en place des réserves sont très variables selon le taxon. En règle générale, les espèces ciblées par la pêche ont des réponses plus positives que celles non ciblées (Côté *et al.*, 2001). Les espèces-cibles sélectionnées pour répondre à cet objectif sont les principales espèces commerciales de Nouvelle-Calédonie (Annexe 11) pour lesquels les métriques testées montrent des différences significatives de sorte à pouvoir établir des niveaux de référence (Annexe 12). Ces derniers ont été établis par expertise graphique (cf. § 3.4.2.2). La validation statistique des seuils d'expert ainsi que la méthodologie statistique pour établir ces seuils est en cours de développement dans le programme PAMPA.

Les biomasses de *Plectropomus leopardus*, des Serranidae et des Scaridae cibles (*Cetoscarus bicolor*, *Scarus ghobban*, *Scarus altipinnis*, *Chlorurus microrhinos* et *Hipposcarus longiceps*) correspondent globalement à un état en bonne santé depuis 1994 (Tableau 13). Cet état est visible particulièrement à Amédée, à Canard, à Larégnère et à Maître (Annexe 13). La biomasse de certaines familles ou espèces de poissons semble caractériser une amélioration de l'état des zones protégées (6 métriques montrent un état en bonne santé des AMP en 2010, 4 depuis 2006 et 2 depuis 1994) (Annexe 13). Cette amélioration temporelle est également visible dans les zones non réserves pour les Scaridae (sauf *Scaridae sp.*) en 2010 notamment au récif Larégnère et aux Bancs Ouest (Annexe 13). En résumé, il y a eu 30% de cas d'amélioration de l'état des sites en 2010 pour la biomasse par rapport aux valeurs du premier échantillonnage dans chaque site (Annexe 13). De plus, le statut en bonne santé s'est maintenu depuis le premier échantillonnage ou est réapparu en 2010 dans 5 % des cas (Annexe 13). En revanche, 25% des cas ont montré une régression ou un maintien de l'état impacté des sites en 2010 par rapport au premier échantillonnage réalisé (Annexe 13).

La densité semble traduire un état globalement moins impacté que la biomasse (6 densités ont montré un état impacté des sites protégés contre 11 avec la biomasse depuis 1990). La densité est généralement meilleure dans les AMP que dans les zones non réserves notamment pour *Plectropomus leopardus*, ou comparable (Tableau 13). *Plectropomus leopardus* présente un bon état général depuis 1994 dans les AMP alors que l'état des zones non réserves est impacté depuis 2006. Certaines familles ou espèces de poissons semblent caractériser une amélioration de l'état des zones protégées (7 métriques montrent un état en bonne santé des AMP en 2010,

3 depuis 2002, 1 depuis 1994 et 2 depuis 1990) (Tableau 13). La densité moyenne mesurée en 2010 dans les zones non protégées montre un état en bonne santé pour les Lethrinidae, les Scaridae (sauf *Scaridae sp.*) et les Scaridae cibles (Tableau 13). En résumé, il y a eu 29% de cas d'amélioration de l'état des sites en 2010 pour la densité par rapport aux valeurs du premier échantillonnage dans chaque site (Annexe 13). De plus, le statut en bonne santé s'est maintenu ou est réapparu depuis le premier échantillonnage dans 11% des cas (Annexe 13). En revanche, 20% des cas ont montré une régression ou un maintien de l'état impacté des sites en 2010 par rapport au premier échantillonnage réalisé (Annexe 13).

Tableau 13: Tableau de bord détaillant les résultats des métriques densité et biomasse sur les principales familles ou espèces de poissons commerciales dans des zones protégées ou non protégées, échantillonnées en 1990, 1994, 1998, 2002, 2006 et 2010.

R : réserve ; NR : non réserve. Vert : état en bonne santé ; jaune : état moyen ou indéterminé ; rouge : sites impactés. Les zones non échantillonnées sont représentées par une case grisée. Les seuils utilisés sont précisés dans l'Annexe 14.

Scaridae cibles (Scaridae les plus recherchées) : *Cetoscarus bicolor*, *Scarus ghobban*, *Scarus altipinnis*, *Chlorurus microrhinos* et *Hipposcarus longiceps*.

Famille/ espèce	Statut	Densité (poisson/m ²)						Biomasse (g/m ²)					
		1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010
<i>Acanthurus blochii</i> , <i>A.dussumieri</i> , <i>A.xanthopterus</i>	R	0,0081	0,0108	0,0041	0,0123	0,0215	0,0142	1,40	2,18	0,84	2,48	10,13	4,66
	NR		0,0640	0,0090	0,0041	0,0044	0,0095		5,41	0,89	0,51	2,08	2,62
<i>Epinephelus cyanopodus</i>	R	0,0000	0,0003	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,00	0,49	0,07	0,09	0,00	0,00
	NR		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lethrinidae	R	0,0017	0,0094	0,0074	0,0029	0,0148	0,0080	0,43	3,25	1,50	1,07	4,91	2,61
	NR		0,0017	0,0013	0,0021	0,0008	0,0026		0,13	0,19	0,21	0,12	0,23
<i>Naso annulatus</i> , <i>N.brachycentron</i> , <i>N.brevirostris</i> , <i>N.hexacanthus</i> , <i>N.lituratus</i> , <i>N.unicornis</i>	R	0,0020	0,0136	0,0031	0,0054	0,0084	0,0109	0,94	4,97	1,34	1,87	5,17	5,92
	NR		0,0041	0,0021	0,0046	0,0018	0,0013		0,55	0,03	0,64	1,33	0,25
<i>Naso unicornis</i>	R	0,0014	0,0081	0,0029	0,0039	0,0066	0,0070	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
	NR		0,0041	0,0021	0,0006	0,0008	0,0013		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Plectropomus leopardus</i>	R	0,0020	0,0075	0,0047	0,0107	0,0052	0,0127	0,97	4,05	3,45	5,38	3,91	9,06
	NR		0,0011	0,0006	0,0024	0,0006	0,0003		0,11	0,03	0,65	0,35	0,16
Scaridae cibles	R	0,0025	0,0090	0,0034	0,0131	0,0033	0,0125	0,65	2,62	1,25	2,14	0,88	9,04
	NR		0,0017	0,0060	0,0025	0,0021	0,0042		0,14	0,15	0,21	0,12	1,18
Scaridae sauf <i>Scaridae sp.</i>	R	0,0151	0,0882	0,0401	0,0598	0,0288	0,0542	3,99	12,37	5,90	7,07	8,02	20,94
	NR		0,0315	0,0103	0,0461	0,0422	0,0578		2,51	0,23	4,32	9,42	12,40
Serranidae	R	0,0121	0,0161	0,0109	0,0252	0,0205	0,0225	1,93	6,11	4,66	7,16	5,77	11,46
	NR		0,0174	0,0072	0,0092	0,0079	0,0104		0,64	0,48	1,49	1,13	1,10
<i>Siganus argenteus</i> , <i>S.canaliculatus</i> , <i>S.fuscescens</i> , <i>S.lineatus</i> , <i>S.punctatus</i>	R	0,0060	0,0143	0,0112	0,0047	0,0025	0,0229	0,76	2,72	1,09	0,67	0,90	1,49
	NR		0,0000	0,0000	0,0033	0,0046	0,0024		0,00	0,00	0,23	0,49	0,51

La taille moyenne est un indice peu sensible à la mise en réserve car elle intègre la présence des juvéniles, contrairement à la taille maximale qui prend en compte que les plus grands individus (Annexe 12). La taille moyenne traduit généralement un état en bonne santé des zones protégées à l'exception de *Lethrinus nebulosus* en 2006 et 2010 pour lesquelles l'état des zones protégées est indéterminé (Tableau 14). En résumé, il y a eu 4 cas d'amélioration de l'état des sites en 2010 sur 20, soit 20% d'amélioration, par rapport aux valeurs du premier échantillonnage dans chaque site (Annexe 13). De plus, le statut en bonne santé est réapparu en 2010 dans 15% des cas par rapport au premier échantillonnage (Annexe 13). En revanche, 10% des cas en 2010 ont montré une régression du statut des sites allant jusqu'à l'état impacté par rapport au premier échantillonnage réalisé (Annexe 13).

La taille maximale est généralement plus importante dans les réserves que dans les zones non réserves (Tableau 14). Cela est particulièrement vérifié pour les tailles maximales de *Plectropomus leopardus*, de *Naso unicornis*, des Acanthuridae sélectionnés (*Naso annulatus*, *N.brachycentron*, *N.brevirostris*, *N.hexacanthus*, *N.lituratus*, *N.unicornis*) et des Serranidae qui montrent un état en bonne santé depuis 1990 (Tableau 14). La taille maximale de ces familles et espèces traduit un état en bonne santé principalement à Amédée, Larégnère, Maître et Signal (Annexe 13). Les zones non protégées sont relativement impactées depuis le début des échantillonnages. Seul un indicateur en 2002 présente un état en bonne santé dans un site non réserve (récif Larégnère), 3 indicateurs en 2006 dans 2 sites différents (récifs Larégnère, Bancs Ouest) et 2 indicateurs en 2010 dans 2 sites non réserves (Lange, récif Larégnère) (Annexe 13). En résumé, il y a eu 18 cas d'amélioration de l'état des sites en 2010 sur 60, soit 30% d'amélioration par rapport aux valeurs du premier échantillonnage réalisé dans chaque site (Annexe 13). De plus, le statut en bonne santé s'est maintenu ou est réapparu en 2010 par rapport au premier échantillonnage dans 15% des cas (Annexe 13). En revanche, 15% des cas ont montré une régression ou un maintien de l'état impacté des sites en 2010 par rapport au premier échantillonnage réalisé (Annexe 13).

Tableau 14 : Tableau de bord détaillant les résultats des métriques taille moyenne et maximale sur différentes familles ou espèces de poissons commerciales dans des zones protégées ou non protégées, échantillonnées en 1990, 1994, 1998, 2002, 2006 et 2010.

R : réserve ; NR : non réserve. Vert : état en bonne santé ; jaune: état moyen ou indéterminé ; rouge : sites impactés. Les zones non échantillonnées sont représentées par une case grisée. Les seuils utilisés sont précisés dans l'Annexe 14.

Famille/ espèce	Statut	Taille moyenne (cm)						Taille maximale (cm)					
		1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010
Lethrinidae	R							25	28	23	22	32	27
	NR								14	15	24	15	21
<i>Lethrinus nebulosus</i>	R	5,5	22,3	13,3	5,8	0,0	0,0	6	22	16	7	0	0
	NR		16,0	0,0	0,0	0,0	0,0		16	0	0	0	0
<i>Naso annulatus</i> , <i>N.brachycentron</i> , <i>N.brevirostris</i> , <i>N.hexacanthus</i> , <i>N.litiratus</i> , <i>N.unicornis</i>	R							25	38	28	27	41	37
	NR								22	11	17	28	10
<i>Naso unicornis</i>	R							25	32	28	22	40	37
	NR								22	11	15	17	10
<i>Plectropomus leopardus</i>	R							37	56	54	46	53	43
	NR								22	16	13	12	8
Serranidae	R							43	57	61	46	53	45
	NR								22	18	23	30	32
<i>Siganus argenteus</i> , <i>S.canaliculatus</i> , <i>S.fuscescens</i> , <i>S.lineatus</i> , <i>S.punctatus</i>	R	16,8	20,2	13,2	13,4	20,1	20,9						
	NR		0,0	0,0	5,3	7,7	11,6						

4.4.1.3) Objectif 2 : Conservation de la diversité spécifique.

Ce rapport traite l'objectif « conservation de la diversité spécifique » en étudiant le maintien spatio-temporel de la richesse spécifique des espèces commerciales.

La richesse spécifique des espèces commerciales est un indice stable dans l'espace en 2010 (cf. § 4.2.), ainsi que dans le temps depuis 20 ans (cf. § 4.3.1). L'objectif « conservation de la diversité spécifique » serait donc atteint en ce qui concerne le maintien de la diversité spécifique des espèces commerciales.

4.4.1.4) Bilan : liste des indicateurs permettant de répondre aux objectifs de ressources.

Certaines métriques semblent être mieux adaptées pour répondre aux objectifs fixés (Tableau 1). À partir des 49 métriques testées, 22 ont été retenues comme indicateurs potentiels parmi

lesquels 12 ont été validés. Ces métriques validées peuvent être considérées comme des indicateurs (Tableau 15).

Tableau 15 : Indicateurs sélectionnés pour répondre aux objectifs de ressources.

Objectifs	Indicateurs sélectionnés
Exploitation durables des ressources	Densité de <i>Plectropomus leopardus</i> (poisson/m ²)
	Biomasse des Acanthuridae commerciaux (g/m ²)
	Biomasse de <i>Naso annulatus</i> , <i>N.brachycentron</i> , <i>N.brevirostris</i> , <i>N.hexacanthus</i> , <i>N.lituratus</i> , <i>N.unicornis</i> (g/m ²)
	Biomasse de <i>Naso unicornis</i> (g/m ²)
	Biomasse de <i>Plectropomus leopardus</i> (g/m ²)
	Biomasse des Scaridae cibles (g/m ²)
	Biomasse des Serranidae commerciaux (g/m ²)
	Taille maximale de <i>Naso unicornis</i> (cm)
	Taille maximale de <i>Plectropomus leopardus</i> (cm)
Conservation de la diversité spécifique	Richesse spécifique par station des espèces commerciales (suivi temporel)

4.4.2) Objectifs d'usages : évaluation de l'impact des usages dans les AMP.

D'après le fichier des immatriculations du Service de la Marine Marchande et des Pêches Maritimes (Annexe 4), la Nouvelle-Calédonie comptait 22 208 navires de plaisance en 2009, pour une population d'environ 291 782 habitants, ce qui fait une estimation d'un bateau pour 13 habitants. Dans le Grand Nouméa, la flottille représentait environ 68% du parc total calédonien (You, 2004). Ce chiffre est en constante augmentation et souligne le besoin de contrôler les impacts des usagers dans les AMP.

Les usages vont être principalement étudiés à travers les observations réalisées le week-end quand la fréquentation est supérieure au reste de la semaine (Annexe 10). Les résultats de 2010 concernent les 6 premiers mois de l'année.

4.4.2.1) Objectif 1 : Utilisation durable des milieux.

Dans le but de préserver l'environnement dans les AMP, la fréquentation des usagers est étudiée depuis 2006. La fréquentation des aires marines protégées depuis 2006 a été mesurée grâce à l'indicateur potentiel « percentile à 90% du nombre de bateaux total comptés les jours de week-end et jours fériés » (Tableau 16). L'utilisation durable des milieux est également étudiée par l'indicateur potentiel « fréquence relative à laquelle le taux d'occupation de 90% des corps-morts est atteint ».

Toutes les personnes à bord des bateaux ne descendent pas sur l'îlot et le transport de personnes par des professionnels (bateaux taxi) n'est pas pris en compte. Par conséquent, seule la fréquentation de l'espace marin par les plaisanciers est évaluée par l'indicateur « percentile à 90% du nombre de bateaux total comptés les jours de week-end et jours fériés ». D'après la grille de référence proposée par les gestionnaires, la fréquentation globale depuis 2006 est inacceptable pour 4 sites (Goélands, Larégnère, Maître, Signal) (Tableau 16). Cette fréquentation reste modérée pour 2 sites (Amédée, passe de Dumbéa) et acceptable pour 3 sites (Bailly, Canard, récif Aboré) (Tableau 16). Un bateau de charter et les clubs de plongée qui vont à l'îlot Amédée contribuent à amplifier la fréquentation de ce site. Le nombre de bateaux comptés à l'îlot Canard est acceptable mais les nombreuses navettes, qui transportent des personnes sur l'îlot, engendrent une sous estimation des impacts sur l'aire marine protégée. En 2010, la fréquentation a tendance à s'affaiblir à Goélands et à la passe de Dumbéa et à s'amplifier à Amédée (Tableau 16).

Tableau 16 : Fréquentation annuelle et fréquentation totale depuis 2006 dans chaque réserve, d'après la métrique « percentile à 90% du nombre de bateaux comptés les jours de week-end et jours fériés ».

Une grille de référence intégrant les seuils est proposée pour interpréter les résultats.

Années	Réserves								
	Amédée	Bailly	Canard	Goélands	Larégnère	Maître	Passe de Dumbéa	Récif Aboré	Signal
2006	11,5	7,8	2,7	17,6	36,4	49	5,4	3,4	16,1
2007	23,6	7	5,2	14,5	41,6	32,6	13,5	14,4	33,5
2008	16,4	11,7	6,1	24,6	45	44	9	2,3	32,5
2009	19,5	5,6	3,8	21,6	39,7	48	17,3	8	24,2
2010	26,5	7,7	2	11,2	41,2	46	8,8	6,6	33,6
Résultat global depuis 2006	15	7	5	21	42,5	47,4	14	8	32,7

Grille de référence :

	0-10 inclus	Fréquentation faible et acceptable
	< 20	Fréquentation modérée à surveiller
	> 20	Fréquentation inacceptable

Cette importante fréquentation se traduit par une occupation importante des corps-morts, ce qui est vérifié par le deuxième indicateur potentiel d'usage étudié. La surcharge des corps-morts apparaît lorsqu'au moins 90% de ces bouées d'amarrage sont utilisées. Cette surcharge est fixée par les gestionnaires.

L'évolution de la surcharge des corps-morts montre une augmentation à Amédée à partir de 2007 passant d'une surcharge qualifiée de très occasionnelle à une surcharge importante (Tableau 17). Il en est de même à Signal à partir de 2006, bien que la surcharge des corps-morts redevienne très occasionnelle en début 2010. À l'îlot Maître, la surcharge était maximale en 2006 puis a diminué pour devenir très occasionnelle jusqu'à s'élever de nouveau en 2010. Seul l'îlot Larégnère a pu observer une surcharge inacceptable en 2008, avec malgré tout une valeur proche du seuil de référence (Tableau 17). Il n'y a pas de surcharge à l'îlot Canard depuis 2006.

Tableau 17 : Pourcentage du taux d'occupation de 90% des corps-morts.

Une grille de référence est proposée pour interpréter les résultats.

Années	Réserves				
	Amédée	Canard	Larégnère	Maître	Signal
2006	0	0	10,3	13,6	4,5
2007	4	0	1,8	0	9,8
2008	7,7	0	15,4	0	9,4
2009	10	0	4,4	3,9	6,7
2010	6,7	0	6,9	9,1	3,6

Grille de référence :

	< 5% des sorties d'observation	Surcharge très occasionnelle
	< 15% des sorties d'observation	Surcharge importante (à suivre)
	> 15% des sorties d'observation	Surcharge inacceptable

La surcharge des corps-morts est généralement très occasionnelle, voire importante mais exceptionnellement inacceptable (Tableau 17). Cette constatation est particulièrement inattendue à Larégnère, Maître et Signal où la fréquentation est qualifiée d'inacceptable (Tableau 16). L'explication vient du fait que le nombre de bateaux ancrés augmente considérablement quand le nombre de corps-morts disponibles diminue (Figure 8). Ce résultat est principalement visible à Larégnère, Maître et Signal (Figure 8). Cette tendance apparaît dès que 50% des corps-morts sont occupés et elle s'amplifie quand l'occupation atteint 80%. Ceci explique pourquoi le taux d'occupation des corps-morts dépasse rarement 90% (Tableau 17). En revanche, ce phénomène est très peu perçu à Amédée et à Canard où le nombre maximum de bateaux ancrés est faible lorsque des corps-morts restent disponibles (Figure 8).

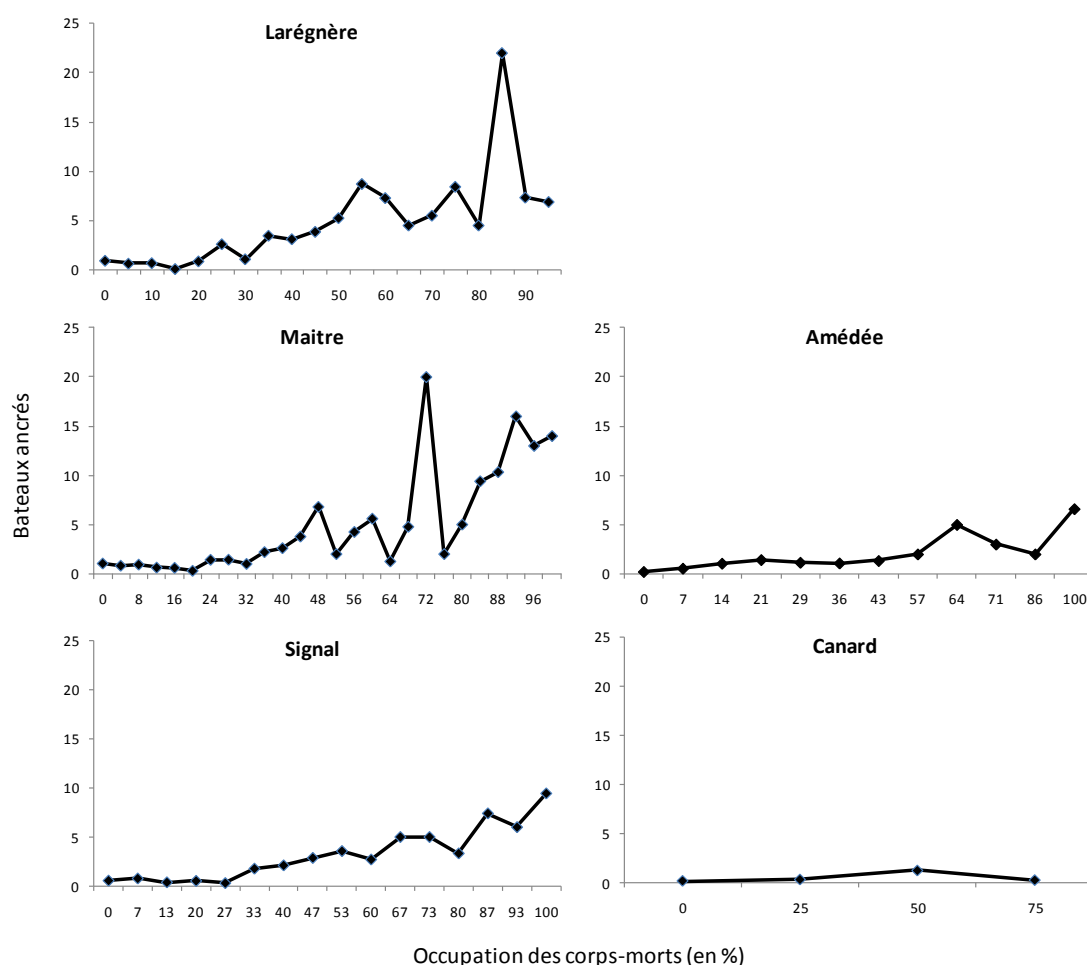


Figure 8 : Nombre de bateaux ancrés dans les réserves Amédée, Canard, Larégnère et Signal en fonction du pourcentage d'occupation des corps-morts.

4.4.2.2) Objectif 2 : Sensibilisation des plaisanciers.

L'ancrage peut provoquer la destruction des coraux et des herbiers. La mise à disposition de corps-morts sur certains îlots en réserve contribue à limiter cet impact (Wantiez, 2008). Il est donc nécessaire de sensibiliser les propriétaires de navires pour les inciter à utiliser les corps-morts. Les indicateurs potentiels retenus permettent de cibler les sites où les campagnes de sensibilisation doivent être privilégiées. Il s'agit du « pourcentage de sorties en mer ayant permis d'observer des corps-morts disponibles et un nombre de bateaux supérieur au nombre de corps-morts » et du « percentile à 90% du nombre de bateaux ancrés comptés les jours de week-end et jours fériés ».

Le « pourcentage de sorties en mer ayant permis d'observer des corps-morts disponibles et un nombre de bateaux supérieur au nombre de corps-morts » montre que certains plaisanciers ont l'habitude de s'ancrer ou de « beacher » même si des corps-morts restent disponibles (Tableau 18). Ce phénomène a été majoritairement observé en 2008, à l'exception de l'îlot

Amédée où le maximum a été relevé en 2010 (Tableau 18). Il atteint un niveau inacceptable à Larégnère et à Maître. En revanche, les résultats sont globalement acceptables à Canard et à Amédée (Tableau 18). En effet, depuis 2009, le nombre de bateaux n'a jamais dépassé le nombre de corps-morts à Canard. Ce résultat peut être dû aux nombreux allers-retours des bateaux taxis qui transportent en 5 minutes les personnes de la côte jusqu'à l'îlot, générant alors de la houle et du bruit. Ces conditions sont peu attractives pour les plaisanciers qui restent sur leur bateau. Les faibles valeurs de l'ancrage à Amédée peuvent être expliquées par la présence de bateaux « beachés », non comptabilisés.

Le nombre de bateaux ancrés à Larégnère, Maître et Signal augmente quand le nombre de corps-morts disponibles diminue (Figure 8). Cette tendance pourrait s'expliquer par le fait que les corps-morts sont trop proches les uns des autres ou que les plaisanciers n'ont pas conscience de l'utilité des corps-morts. D'après une enquête de perception réalisée en 2008 auprès de 288 plaisanciers, 92% des personnes interrogées connaissent l'avantage des corps-morts pour l'environnement et 69% des usagers pensent qu'il n'y a pas assez de corps-morts dans le lagon, notamment sur les îlots en réserve de Signal et Maître (Jumel, 2008). Une nouvelle enquête pourrait être réalisée afin de savoir s'il faut améliorer la disposition des corps-morts dans les aires marines protégées.

Tableau 18: Pourcentage de sorties en mer ayant permis d'observer des corps-morts disponibles alors que le nombre de bateaux était supérieur.

Une grille de référence est proposée pour l'interprétation des résultats.

Années	Réserves				
	Amédée	Canard	Larégnère	Maître	Signal
2006	0	6,3	8,1	12	10,7
2007	11,1	7,9	16,5	9,5	7,8
2008	5	30,7	22,7	17,1	22,2
2009	8	0	13,5	14,1	8,5
2010	14,3	0	13	10,4	18,6

Grille de référence :

	<10%	Acceptable
	>10%	Inacceptable (à surveiller)

Le « percentile à 90% du nombre de bateaux ancrés comptés les jours de week-end et jours fériés » montre que la fréquence d'ancrage en 2006 est acceptable dans tous les sites, à l'exception de Goélands et Maître où elle est importante (Tableau 19). Depuis 2006, la fréquence d'ancrage a augmenté, notamment à Larégnère, Maître, Signal et à la Passe de Dumbéa (Tableau 19). Goéland est le seul site où la fréquence d'ancrage a été inacceptable en 2008 (Tableau 19). Les fonds sableux de ce site rendent l'ancrage massif plus acceptable. En revanche, les valeurs observées aux îlots Maître, Larégnère et Signal montrent un effet plus impactant étant donné la présence importante des herbiers sur les zones d'ancrage.

Tableau 19 : Percentile à 90% du nombre de bateaux ancrés les jours de week-end et fériés.

Une grille de référence est proposée pour interpréter les résultats.

Années	Réserves								
	Amédée	Bailly	Canard	Goélands	Larégnère	Maître	Passe de Dumbéa	Récif Aboré	Signal
2006	1,5	3	1	13,2	4	15,1	4	2,7	3
2007	6,4	1	1	3,5	13,8	7	9,2	7,2	10
2008	11	5,9	5	24,6	16	14	8	2,3	10,5
2009	3,5	1	0,8	9,6	6,1	12	16,6	4,6	6
2010	2,7	1	0	7,6	11,2	11	8,7	1,5	10,4

Grille de référence :

	0	Pas d'ancrage
	< 5	Fréquence d'ancrage acceptable
	< 20	Fréquence d'ancrage importante
	> 20	Fréquence d'ancrage inacceptable (à surveiller)

La fréquence d'ancrage varie en fonction du type de bateau. Les propriétaires possédant un bateau moteur de 5 à 7 mètres, ou un voilier de plus de 10 mètres de long, représentent respectivement 39 et 26% des plaisanciers qui s'ancrent dans les AMP alors que des corps-morts restent disponibles (Figure 9). Il faudrait donc cibler les propriétaires de ces types de bateaux lors des campagnes de sensibilisation face aux dangers de l'ancrage et aux bienfaits de l'usage des corps-morts.

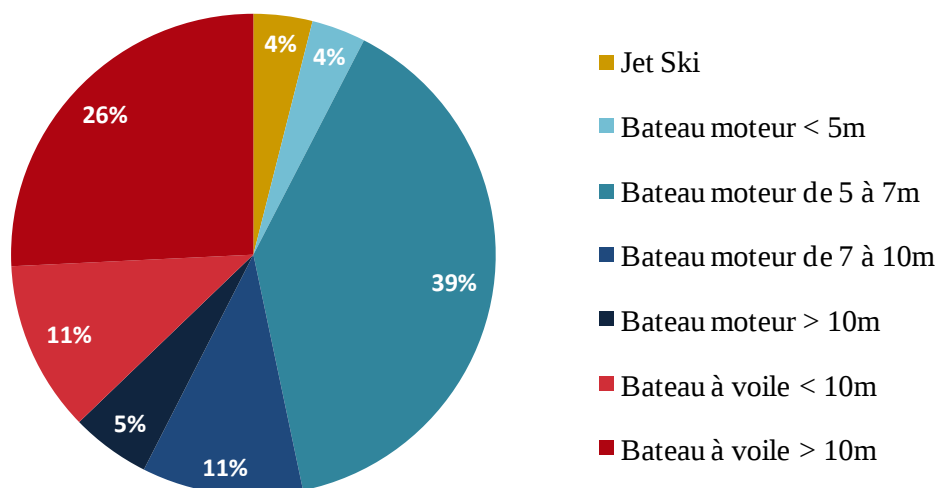


Figure 9 : Type de bateaux ancrés quand des corps-morts restent disponibles.

4.4.2.3) Bilan : liste des indicateurs permettant de répondre aux objectifs d'usages.

Certaines métriques semblent être mieux adaptées pour répondre aux objectifs fixés (Tableau 1). À partir des 5 métriques sélectionnés par les gestionnaires, 4 ont été retenues comme indicateurs potentiels puis comme indicateurs validés. Ces métriques validées peuvent être considérées comme des indicateurs (Tableau 20).

L'indicateur « fréquence relative à laquelle le taux d'occupation de 90% des corps-morts est atteint » n'est pas assez discriminant dans le cas de cette étude puisque les bateaux s'ancrent avant que 90% des corps-morts soient occupés (Figure 8).

Tableau 20: Indicateurs sélectionnés pour répondre aux objectifs d'usages.

Objectifs	Indicateurs sélectionnés
Utilisation durable des milieux	Percentile à 90% du nombre de bateaux comptés les jours de week-end et jours fériés
	Fréquence relative à laquelle le taux d'occupation de 90% des corps-morts est atteint
Sensibilisation des plaisanciers	Pourcentage de sorties en mer ayant permis d'observer des corps-morts disponibles et un nombre de bateaux supérieur au nombre de corps-morts
	Percentile à 90% du nombre de bateaux ancrés comptés les jours de week-end et jours fériés

4.4.3) Objectifs de gouvernance : évaluation de l'efficacité des mesures prises dans les AMP.

Pour les objectifs de gouvernance, les valeurs de 2010 sont représentatives des 4 premiers mois de l'année.

4.4.3.1) Objectif 1 : Optimisation de la surveillance.

L'objectif « optimisation de la surveillance » sera traité en analysant la fréquence et le caractère aléatoire de la surveillance du lagon. Le premier indicateur potentiel testé est le « pourcentage du nombre de sorties réalisées par rapport au nombre de sorties possibles ». Le second correspond à la « répartition de la présence en mer des agents des AMP au cours de la journée ».

La fréquence des sorties est moyenne mais en augmentation depuis 2008 par rapport à l'ensemble des sorties possibles chaque année (Tableau 21). La fréquence des sorties faites le week-end affichent globalement des résultats plus satisfaisants en 2008 et en 2010, et un

résultat moyen en 2009 (Tableau 21). Quant aux fréquences des sorties de nuits, elles sont insuffisantes de 2008 à 2010 (Tableau 21).

Tableau 21 : Pourcentage du nombre de sorties réalisées par rapport au nombre de sorties possibles.

Une grille de référence est proposée pour interpréter les résultats.

Grille de référence :

Années	Sorties totales	Sorties le week-end	Sorties de nuit
2008	35,1%	72,9%	0,5%
2009	61,4%	56,8%	2,5%
2010	65,8%	77,8%	2,5%

	100%	Optimal
	>70%	Satisfaisant
	>50%	Moyen
	<50%	Insuffisant

Le caractère aléatoire des sorties de surveillance n'est généralement pas réalisé depuis 2008 (Tableau 22). Les sorties sont généralement plus rares en début ou en fin de journée, 3 heures sur les 12 heures d'une journée en 2008 et 2009 et 4 heures en 2010 (Tableau 22). De plus, le caractère aléatoire n'est pas réalisé quand la fréquence des sorties est trop importante à certaines heures, ce qui représente 8 heures sur 12 en 2008 et en 2010 et 7 heures en 2009 (Tableau 22). Le caractère aléatoire a été modérément réalisé, 3 heures sur 12 en 2008 et en 2009 et 2 heures sur 12 en 2010. Enfin, les sorties ont été aléatoires uniquement au cours d'une heure en 2008 et de 2 heures en 2010 (Tableau 22). La présence des agents n'est donc pas répartie de manière aléatoire au cours des journées de surveillance.

Tableau 22 : Répartition de la présence en mer des agents des AMP au cours d'une journée de 12 heures.

Une grille de référence est proposée pour l'interprétation.

Années	6h-7h	7h-8h	8h-9h	9h-10h	10h-11h	11h-12h	12h-13h	13h-14h	14h-15h	15h-16h	16h-17h	17h-18h
2008	1%	4%	13%	14%	14%	14%	12%	11%	10%	7%	0%	0%
2009	2%	11%	15%	15%	15%	12%	9%	8%	6%	5%	1%	1%
2010	2%	15%	15%	17%	15%	12%	8%	7%	6%	2%	1%	0%

Grille de référence :

	7 à 9% inclus de présence par heure	Caractère aléatoire réalisé
	4-7% ou 9-12% de présence par heure	Caractère aléatoire modérément réalisé
	<4% ou >12% de présence par heure	Caractère aléatoire non réalisé

Au cours de la nuit, le caractère aléatoire ne peut être correctement contrôlé du fait du nombre insuffisant de sorties réalisées par rapport aux sorties de jour.

4.4.3.2) Objectif 2 : Contrôle de la réglementation.

L'objectif « contrôle de la réglementation » sera analysé par les indicateurs potentiels « nombre de kilomètres parcourus par mois rapporté à la superficie de l'AMP » et « rapport du nombre de bateaux contrôlés par rapport au nombre de bateaux observés ».

De jour, la présence d'une unité de surveillance vise plus à dissuader les contrevenants potentiels d'agir illégalement qu'à les appréhender. L'unité de surveillance doit alors être la plus visible possible à l'intérieur de l'AMP (David *et al.*, 2009). L'indicateur potentiel « nombre de kilomètres parcourus par l'unité de surveillance dans l'AMP rapporté à la superficie de cette dernière » répond à cet objectif (David *et al.*, 2009). Le Parc du Grand Nouméa (1 500 km²) ne compte que quelques km² d'aires marines protégées (169,87 km²) mais les distances séparant ces zones sont très importantes et doivent être prises en compte pour juger de la suffisance des surveillances.

Le nombre de kilomètres parcourus était généralement plus important en 2009 qu'en 2010 (Figure 10). L'explication vient du fait que les bateaux destinés à la surveillance du Parc du Grand Nouméa participent ponctuellement à d'autres opérations et dépassent les limites du parc. Une amélioration est observée au mois d'avril 2010 (Figure 10). Il sera intéressant à l'avenir de comparer les résultats de cette métrique dans le Parc du Grand Nouméa avec d'autres AMP participant au programme PAMPA. Les valeurs obtenues dans le Parc du Grand Nouméa seront certainement faibles par rapport à celles des autres AMP étant donné la grande superficie du parc.

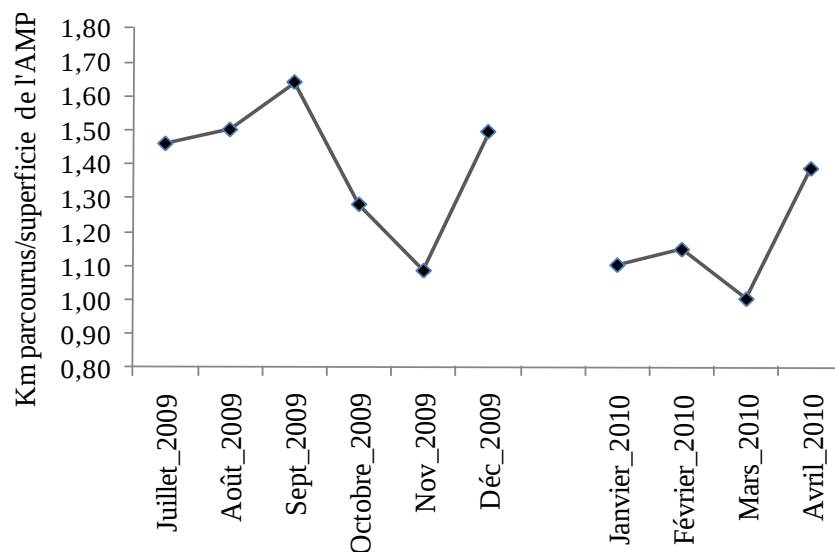


Figure 10 : Nombre de kilomètres parcourus par mois rapporté à la superficie du Parc du Grand Nouméa.

Les contrôles réalisés auprès des plaisanciers complètent la dissuasion. Le rapport du nombre de bateaux contrôlés par rapport au nombre de bateaux observés est passé de 3,4% en 2009 à 4,3% en 2010 (Tableau 23). Les contrôles doivent être assez nombreux afin de limiter le nombre de contrevenants. L'objectif affiché par les gestionnaires des AMP de Nouvelle-Calédonie est de contrôler au minimum 5% du nombre total de bateaux observés. Malgré l'augmentation du nombre de contrôles par rapport au nombre de bateaux observés en 2010, la valeur 4,30% est toujours insuffisante. D'après le nombre moyen de sortie en mer des unités de surveillance depuis 2009, il faudrait contrôler en moyenne 1 bateau à chaque sortie afin qu'au moins 5% des bateaux observés soient contrôlés.

Tableau 23 : Rapport en pourcentage du nombre de bateaux contrôlés par rapport au nombre de bateaux observés.

Une grille de référence est proposée pour l'interprétation des résultats.

Années	Bateaux contrôlés/bateaux observés	Grille de référence :	
2009	3,40%	≥ 5%	Fréquence des contrôles satisfaisante
2010	4,30%	< 5%	Fréquence des contrôles insuffisante

La prévention et la dissuasion faites par les agents des AMP pourraient être à l'origine de la diminution du taux d'infractions observées dans le Parc du Grand Nouméa entre 1998 et 2002 (Figure 11). De plus, le nouveau code de l'environnement de la province Sud, datant de mai 2009 ([Code de l'environnement, 2009](#)), est beaucoup plus intransigeant envers les contrevenants (Annexe 5). Ce qui pourrait influencer les plaisanciers à mieux respecter la loi.

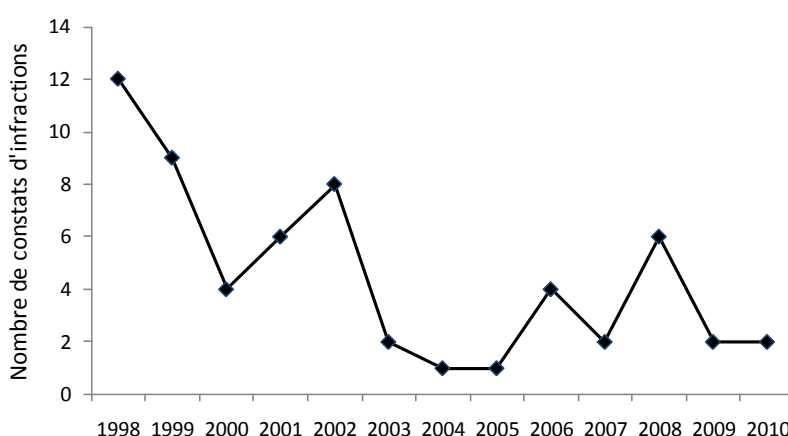


Figure 11 : Nombre de constats d'infractions attribués chaque année dans le Parc du Grand Nouméa.

4.4.3.3) Bilan : liste des indicateurs permettant de répondre aux objectifs de gouvernance.

Certaines métriques semblent être mieux adaptées pour répondre aux objectifs fixés (Tableau 1). Les 4 métriques testées ont été sélectionnées et sont devenues des indicateurs potentiels puis des indicateurs validés. Ces métriques validées peuvent être considérées comme des indicateurs (Tableau 24).

Tableau 24 : Indicateurs sélectionnés pour répondre aux objectifs de gouvernance.

Objectifs	Indicateurs sélectionnés
Optimisation des stratégies de gestion	Pourcentage du nombre de sorties réalisées par rapport au nombre de sorties possibles
	Répartition de la présence en mer des agents des AMP au cours de la journée
Contrôle de la réglementation	Nombre de kilomètres parcourus par mois rapporté à la superficie de l'AMP
	Rapport du nombre de bateaux contrôlés par rapport au nombre de bateaux observés

4.4.4) Tableaux de bord synthétiques.

Le tableau de bord synthétique des ressources (Tableau 25) a été réalisé pour chaque site à partir du tableau de bord détaillé en (Annexe 13).

Tous les indicateurs testés traduisent un état en bonne santé des sites Amédée, Canard, Larégnère et Maître depuis leur mise en réserve (Tableau 25). L'îlot Signal correspond au seul site protégé qui ne possède pas une ressource en bonne santé depuis 2006 (Tableau 25). Depuis 2006, des améliorations de l'état de la ressource sont visibles à Bailly ainsi qu'au récif Larégnère qui reste toutefois dans un état indéterminé (Tableau 25). Les sites non réserves Bancs ouest, Nouville et Lange sont restés respectivement dans un état indéterminé et impacté pour les 2 derniers (Tableau 25). Les résultats obtenus permettent de répondre à l'objectif de maintien des populations d'espèces-cibles à des niveaux de référence appréciable pour l'exploitation durable des ressources.

Tableau 25 : Tableau de bord synthétisant l'état des milieux réserves ou non réserves selon l'année d'échantillonnage.

R : réserve ; NR : non réserve. Les cases vertes : état en bonne santé ; les cases jaunes : état moyen ou indéterminé ; les cases rouges : sites impactés. Les zones non échantillonnées sont représentées par une case grisée.

Sites	Statut	Années					
		1990	1994	1998	2002	2006	2010
Amédée	R						
Bailly	R						
Canard	R						
Larégnère	R						
Maître	R						
Signal	R						
Bancs ouest	NR						
Lange	NR						
Nouvelle	NR						
Récif Larégnère	NR						

Le tableau de bord synthétique des usages montre que le volet fréquentation par les bateaux de plaisance est incompatible avec une utilisation durable des milieux à Larégnère et à Maître en 2010 (Tableau 26). La sensibilisation et la surveillance doivent être renforcées sur ces sites. Signal et Amédée présentent un niveau modéré de fréquentation par les bateaux de plaisance en 2010. Étant donné que la ressource est relativement plus impactée à Signal que dans les autres AMP (Tableau 25), ce site devra faire l'objet d'un contrôle régulier par les agents des AMP.

Le nombre de personnes présentes sur l'îlot n'est pas connu et n'a donc pas pu être intégré à cette étude. Or, les bateaux de charter et les bateaux taxis amènent de nombreuses personnes à Canard, Maître et Amédée. Les 2 derniers sont déjà fortement fréquentés par les bateaux de plaisance (Tableau 16). L'impact sur les habitats risque donc d'être plus important dans ces sites.

Les opérations de sensibilisation des plaisanciers sur la protection des milieux coralliens devraient être plus fréquentes. Les agents ou les campagnes de sensibilisation devraient cibler principalement Larégnère, Maître, Signal et Amédée où la fréquentation plaisancière et le taux d'ancrage sont les plus importants. Cette sensibilisation pourrait également proposer aux

plaisanciers d'autres destinations dans le Parc du Grand Nouméa afin de diminuer la fréquentation des sites les plus affectés.

Tableau 26 : Tableau de bord synthétisant l'évolution des usages dans les réserves selon l'année d'observation.

R : réserve. Les cases vertes : exploitation des milieux satisfaisante ; les cases jaunes : exploitation des milieux modérée ; les cases rouges : exploitation des milieux insatisfaisante.

Sites	Statut	Années				
		2006	2007	2008	2009	2010
Amédée	R					
Canard	R					
Larégnère	R					
Maître	R					
Signal	R					

Le tableau de bord synthétique du volet gouvernance montre que les objectifs de gestion (optimisation de la surveillance et contrôle des contrevenants) sont insatisfaisants depuis 2008. Pour atteindre ces objectifs, il faudra notamment augmenter la fréquence des sorties de surveillance en semaine et la nuit (Tableau 21). Les résultats insatisfaisants sont également dus à la mauvaise répartition des sorties en mer au cours de la journée et au nombre de contrôles encore trop faibles pour dissuader et réprimander les contrevenants. Les objectifs de gouvernance fixés par les gestionnaires n'ont donc pas été atteints. Cependant, les indicateurs sont en progrès et le nombre d'infractions constatées a tendance à diminuer depuis 12 ans (Figure 11).

Tableau 27 : Tableau de bord synthétisant l'organisation des moyens de gouvernance dans le Parc du Grand Nouméa depuis 2008.

Les cases vertes : gestion satisfaisante ; les cases jaunes : gestion modérée ; les cases rouges : gestion insatisfaisante.

Années		
2008	2009	2010

5) Discussion.

5.1) Suivi de l'ichtyofaune.

5.1.1) Suivi spatial en 2010

5.1.1.1) *Ichtyofaune totale*

Le regroupement des sites selon leur statut « réserve » ou « non réserve » montre que les indices testés pour l'ichtyofaune totale sont supérieurs dans les zones protégées que dans les zones non protégées, à l'exception de la richesse spécifique totale. Cependant, les résultats ne sont pas significatifs statistiquement, ce qui peut s'expliquer par le fait que l'ichtyofaune totale contient des espèces relativement pas ou peu pêchées en Nouvelle-Calédonie. Ces espèces seraient alors moins sensibles à la mise en place de réserves dans un contexte où la pression de pêche n'est pas extrême (Chateau et Wantiez, 2005 ; Wantiez *et al.*, sous presse).

5.1.1.2) *Espèces commerciales*

Les indices testés pour les espèces commerciales sont supérieurs dans les zones protégées que dans les zones non protégées, à l'exception de la densité. Cependant, les résultats ne sont pas significatifs statistiquement. La densité, la biomasse, la taille moyenne et la taille maximale des principales familles et espèces commerciales présentent des différences statistiquement significatives entre les zones, contrairement à la richesse spécifique par station. Ces résultats sont cohérents avec des études antérieures dans ce parc (Wantiez, 2002 ; Chateau et Wantiez, 2005). Une autre étude réalisée sur le récif barrière Aboré dans le lagon Sud de la Nouvelle-Calédonie montre que la richesse spécifique ne semble pas être sensible au changement de statut des sites (Preuss *et al.*, 2009). Les résultats sont cohérents avec le fait qu'en 2010, les AMP sont caractérisées par une plus forte proportion d'espèces commerciales (70%) que les zones non protégées (30%). Les effets des mesures de protection sont donc plus ou moins marqués en fonction de l'indice considéré (Sarramégna, 2000 ; Halpern, 2003).

5.1.1.3) *Chaetodontidae*

Les indices testés pour les Chaetodontidae sont supérieurs dans les zones protégées que dans les zones non protégées mais les résultats ne sont pas significatifs statistiquement. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que cette famille de poisson ne contient pas d'espèces

pêchées en Nouvelle-Calédonie. Cette famille est alors moins sensible à la mise en place de réserves.

5.1.2) Suivi temporel

Au regard des résultats le niveau optimal des poissons en réserve est probablement atteint depuis 1994. Depuis, des variations naturelles des populations sont observées en relation avec les conditions environnementales.

5.1.2.1) *Ichtyofaune totale*

Les indices de l'ichtyofaune totale augmentent jusqu'à atteindre, voire dépasser, les niveaux observés depuis le début de l'étude, à l'exception de la richesse spécifique par station. Cependant, seule l'augmentation de la biomasse est significative en 2010. Elle s'explique par la présence de bancs d'espèces de grande taille, caractéristiques des zones de débris, un habitat qui s'est étendu suite au passage du cyclone Erica en mars 2003 (Wantiez *et al.*, 2006). Depuis le passage de ce cyclone, ces zones de débris ont pu être colonisées par des algues filamenteuses, ce qui a pu provoquer une augmentation de la biomasse des espèces herbivores (Wantiez *et al.*, 2006).

5.1.2.2) *Espèces commerciales*

La richesse spécifique par station et la biomasse des espèces commerciales montrent des différences significatives entre les campagnes d'échantillonnage. Depuis la chute de la biomasse en 1998, probablement causée par un épisode El Niño très marqué (Wantiez, 2002), cet indice augmente régulièrement. Le passage cyclone Erica en mars 2003 peut expliquer l'augmentation de la biomasse observée en 2006 et 2010. En effet, les zones de débris créées sont colonisées par des algues, ce qui a pu provoquer une forte augmentation de la biomasse des espèces herbivores (Wantiez *et al.*, 2006). En effet, depuis 2006 la biomasse des Scaridae a été multipliée par 2 et celle des Acanthuridae a été multipliée par 1,3. Ces accroissements confirment les effets attendus de la création d'aires marines protégées avancées par de nombreux auteurs (Roberts et Polunin, 1991 ; Wantiez *et al.*, 1997 ; Bohnsack, 1998).

5.1.2.3) *Chaetodontidae*

Tous les indices des Chaetodontidae, à l'exception de la richesse spécifique totale, montrent des valeurs plus faibles en 2010 ou comparables à celles observées au tout début de la mise en

réserve. Ces diminutions sont observées à Amédée, Bailly et Signal. Ce phénomène devra faire l'objet d'un suivi particulier afin de déterminer si cette diminution est due au faible recrutement des Chaetodontidae ou si elle est provoquée par un changement de l'habitat. Dans ce dernier cas, cela pourrait correspondre aux répercussions d'un événement météorologique impactant les milieux marins tel que le cyclone Erica (14 mars 2003). Cette hypothèse est plausible d'après l'étude menée par Halford *et al.*, (2004) qui montre une diminution significative de la richesse spécifique des Chaetodontidae et d'autres familles trois ans après le passage d'un cyclone au niveau de la Grande Barrière de Corail (Australie).

5.2) Détermination des indicateurs.

Les indicateurs testés au cours de cette étude constituent une proposition d'outils d'aide à la gestion des AMP, au sein du programme PAMPA. Ils ne correspondent en aucun cas à une liste ultime et fixe pour les gestionnaires. La difficulté dans la réalisation de ce type d'outils est de concilier les besoins et les demandes des gestionnaires avec les données disponibles.

5.2.1) Indicateurs ressource.

Les indicateurs utilisés pour répondre aux objectifs de ressources « pêche durable » et « représentativité de la diversité spécifique » sont pertinents. Parmi les 49 métriques écosystémiques testées, 22 ont été sélectionnées comme indicateurs potentiels.

Les biomasses des principales familles ou espèces de poissons commerciaux peuvent être considérées comme des indicateurs validés car ils permettent de mettre en évidence des différences significatives entre les réserves et les zones non réserves. En effet, la protection permet d'augmenter l'espérance de vie des poissons en supprimant la mortalité par la pêche (Buxton, 1993), notamment par la pêche sous-marine qui sélectionne principalement les individus de grande taille (Dalzell, 1996). D'où la tendance d'une augmentation des gros individus dans les zones protégées (Macpherson *et al.*, 2002). Ces observations sont en accord avec les résultats présentés par Wantiez *et al.* (1997) et Sarramégna (2000) en Nouvelle-Calédonie et dans l'ensemble intertropical (Halpern, 2003).

Cette étude a permis de valider d'autres indicateurs tels que la densité de certaines familles ou espèces de poissons commerciaux. Toutefois, l'augmentation de la densité des poissons dans les réserves est plus controversée que celle de la biomasse. En Nouvelle-Calédonie, Sarramégna (2000) montre que la densité peut être significativement supérieure dans les

réserve pour certaines familles commerciales telles que les Acanthuridae, les Lethrinidae, les Scaridae et les Serranidae. Ces résultats sont confirmés et généralisés aux principales familles exploitées de Nouvelle-Calédonie d'après deux autres études ([Wantiez et al. 1997](#) ; [Chateau et Wantiez, 2005](#)). Cependant, d'autres travaux réalisés au niveau du récif Aboré en Nouvelle-Calédonie ne montrent pas que la densité est significativement plus importante dans les réserves que dans les zones non protégées ([Kulbicki et al., 2007](#)). Les mêmes divergences ont été observées dans d'autres régions : la densité des principales familles exploitées est plus importante dans les réserves en Floride et aux Philippines ([Bohnsack, 1982](#) ; [Russ, 1985](#) ; [Alcala, 1988](#) ; [Russ et Alcala, 1989](#)) alors qu'il n'existe pas de différences significatives de densité entre les zones en réserve et les zones pêchées pour certaines familles commercialisées telles que : les Serranidae, Lethrinidae, Lutjanidae ([Samoilys, 1988](#) ; [Roberts et Polunin, 1992](#)), les Acanthuridae et les Scaridae ([Roberts et Polunin, 1992](#)) au Kenya et en mer Rouge. Ces divergences sont probablement liées au niveau d'exploitation dans les zones pêchées et au respect de l'intégrité de la réserve (degré de braconnage) ainsi qu'à son âge.

Beaucoup d'études ont montré l'effet positif des réserves marines sur l'augmentation de la taille moyenne des poissons ([Roberts et Polunin, 1991](#) ; [Bohnsack, 1998](#) ; [Halpern, 2003](#)). Cependant, cet effet ne doit pas être généralisé. Au cours de cette étude, les métriques comprenant la taille moyenne des familles et espèces de poissons commerciaux n'ont pas été pertinentes. Les tailles moyennes de toutes les espèces commerciales étudiées n'ont pas montré de différences significatives entre les zones en réserve et celles hors réserve ([Wantiez et al., données non publiées](#)), à l'exception de l'indicateur taille moyenne des Siganidae sélectionnés qui correspond alors à la seule métrique pouvant être validé. D'après [Wantiez et al \(1997\)](#), l'effet réserve sur la taille moyenne de certains individus peut être masqué par la présence de jeunes individus qui « dissimulerait » ainsi l'augmentation du nombre d'individus de grandes tailles. De plus, une étude réalisée en Nouvelle-Calédonie montre que l'effet des réserves permet d'avoir des variations significatives de la taille des poissons ciblés par la pêche à la ligne et des variations non significatives chez les espèces peu pêchées à la ligne ([Preuss et al., 2009](#)). Des précautions d'interprétation doivent donc être prises concernant la taille moyenne. Les résultats de cet indicateur doivent être confrontés aux autres indicateurs.

L'un des effets attendus des réserves marines est l'accroissement de la taille des individus des espèces habituellement soumises à la pression de pêche ([Roberts et Polunin, 1991](#)). Les résultats obtenus au cours de cette étude semblent confirmer l'hypothèse de l'accroissement

de la taille des poissons commerciaux en zone protégée, permettant ainsi de valider de nombreux indicateurs qui discriminent les réserves des zones hors réserve. Cette augmentation a été confirmée en Nouvelle-Calédonie où la plupart des plus grands individus des espèces commerciales (Lethrinidae, Lutjanidae, Scaridae, Siganidae) sont significativement plus abondants dans les réserves que dans les non réserves (Sarraména, 2000).

La richesse spécifique par station ne présente pas de différence significative entre les zones non réserves et les aires marines protégées. Des résultats similaires sont observés dans le lagon sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie par Sarraména (2000). Le suivi temporel de la richesse spécifique donne des résultats relativement stables sur 20 ans. L'étude de cet indicateur permettrait donc de répondre à l'objectif « conservation de la biodiversité ». La richesse spécifique correspondrait à un indicateur permettant de montrer l'effet positif des réserves mises en place pendant les années de développement des peuplements dans la réserve. Une étude réalisée dans le Parc marin de la Côte Bleue en Méditerranée, montre que la richesse spécifique est devenue significativement différente, entre les réserves et les zones non réserves, 6 ans après la mise en réserve de tous les sites (Claudet *et al.*, 2006).

5.2.2) Indicateurs d'usage.

Les 4 métriques d'usages testées ont été sélectionnées comme indicateurs d'usages potentiels. Le nombre d'indicateurs identifiés dans cette étude ne sont pas assez nombreux pour répondre totalement aux objectifs « utilisation durable des milieux » et « sensibilisation des plaisanciers ». D'autres métriques doivent alors être utilisées pour confirmer et préciser les réponses.

L'indicateur « percentile à 90% du nombre de bateaux comptés les jours de week-end et jours fériés » permet d'estimer si la fréquentation des AMP est un danger pour les écosystèmes protégés. Il est sélectionné car il répond aux attentes du gestionnaire en opposant le caractère chronique au caractère intermittent. En effet, les îlots du Parc du Grand Nouméa sont soumis à des fréquentations intenses, se traduisant entre autres par des impacts sur les habitats (Anonyme, 2007). Mais ces fréquentations sont plus ou moins acceptables selon l'AMP et leur fréquence. L'indicateur « fréquence relative à laquelle le taux d'occupation de 90% des corps-morts est atteint » permet au gestionnaire de savoir dans quelle AMP se situent les risques d'ancrage les plus élevés. Cependant, une attention supplémentaire doit être prise dans

les AMP du Parc du Grand Nouméa car de nombreux bateaux s'ancrent avant que 90% des corps-morts ne soient occupés. Pour que le gestionnaire sache si les plaisanciers sont suffisamment bien sensibilisés, le « pourcentage de sorties en mer ayant permis d'observer un nombre de bateaux supérieur à celui des corps-morts dont certains été encore disponibles » et le « percentile à 90% du nombre de bateaux ancrés comptés les jours de week-end et jours fériés » sont satisfaisants. Le premier de ces deux indicateur permet de prendre en compte les bateaux ancrés et « beachés » mais uniquement dans les AMP possédant des corps-morts contrairement au second indicateur qui ne traite que les bateaux ancrés. Ces indicateurs pourront permettre d'organiser des campagnes de sensibilisation dans les sites où l'impact des bateaux ancrés et « beachés » risque d'être le plus important.

Les valeurs des seuils de référence pour les indicateurs d'usages sont à dire d'expert et sont déterminés par les objectifs du gestionnaire. La détermination de ces seuils est différente de celle des ressources où ce sont des seuils d'expert issus de l'analyse de la dispersion graphique des valeurs de l'indicateur. Par rapport aux objectifs fixés et aux résultats d'usages obtenus, il semble que les gestionnaires sont un peu trop ambitieux. Les valeurs des seuils fixés pourraient être réévaluées.

5.2.3) Indicateurs de gouvernance.

Les 4 indicateurs potentiels de gouvernance testés permettent de répondre aux objectifs « optimisation des stratégies de gestion » et « contrôle de la réglementation ». Ils sont conçus de sorte à assurer une meilleure surveillance des AMP et une diminution du nombre d'infractions.

Pour répondre au premier objectif, un des indicateurs sélectionnés est le « pourcentage du nombre de sorties réalisées par rapport au nombre de sorties possibles ». Pour obtenir des résultats plus pertinents, la grille de référence ne devrait pas être la même pour les sorties de jour et les sorties de nuit. Les sorties réalisées la journée doivent être plus nombreuses afin de dissuader les contrevenants potentiels. Mais lorsque la fonction de la surveillance est la répression, il est nécessaire d'organiser également des sorties de nuit. En effet, dans de nombreuses AMP, l'essentiel du braconnage a lieu la nuit (David *et al.*, 2009). Le deuxième indicateur sélectionné pour optimiser la surveillance du lagon correspond à la « répartition de la présence en mer des agents des AMP au cours de la journée ». Il consiste à vérifier que les

sorties se font le plus aléatoirement possible pour lutter contre l'anticipation d'éventuels contrevenants.

Les indicateurs permettant de répondre au deuxième objectifs sont le « nombre de kilomètres parcourus par mois rapporté à la superficie de l'AMP » et le « rapport du nombre de bateaux contrôlés par rapport au nombre de bateaux observés ». Le principe de ces deux indicateurs est de vérifier que les conditions mises en place pour contrôler les plaisanciers sont optimales.

Comme pour les usages, les valeurs des seuils de référence pour les indicateurs de gouvernance sont à dire d'expert et correspondent donc aux objectifs du gestionnaire. Par rapport aux objectifs fixés et aux résultats de gouvernance obtenus, les gestionnaires semblent être trop ambitieux. Les valeurs des seuils fixés pourraient être réévaluées.

5.3) Proposition de tableaux de bord.

L'aspect novateur du programme PAMPA est le développement de tableaux de bord d'indicateurs multithématiques, adaptés à la complexité des systèmes étudiés et permettant d'évaluer la performance de systèmes de gestion des AMP (Pelletier, 2008). Les indicateurs de ressources et d'usages doivent être mis en relation avec des indicateurs de gouvernance, afin d'identifier dans chaque contexte les facteurs concourant à la bonne gouvernance des AMP.

Pour le volet « ressource », un tableau de bord par site et deux autres regroupant les sites selon leur statut réserve ou non réserve ont été proposés. Ces tableaux de bord ont permis de vérifier la complémentarité des indicateurs de ressources ou éventuellement leurs contradictions (Habasque, 2009). Par exemple, pour l'évaluation de l'objectif « exploitation durable des ressources », il peut être intéressant de confronter plusieurs indicateurs pour mieux estimer l'état de la ressource. Les indicateurs sont plus ou moins complémentaires selon la famille de poisson prise en compte.

La conception d'un tableau de bord soulèvent de nombreuses questions, telles que :

- Comment construire un tableau de bord synthétique à partir de tableaux de bord détaillés ?

Une méthode envisagée initialement consistait à prendre la couleur correspondant à un niveau

plus satisfaisant que celui de la couleur la plus défavorable. Les résultats ne permettaient pas une discrimination satisfaisante des situations. Par conséquent, la méthode consistant à attribuer un score aux indicateurs selon la couleur attribuée à partir des seuils a été testée et retenue en raison de son caractère discriminant plus marqué (cf. § 3.5).

- Comment fournir un outil d'aide à la gestion du milieu marin à partir d'un tableau de bord uniquement basé sur l'ichtyofaune ?

Tout va dépendre de l'ampleur de l'objectif fixé pour déterminer l'état et la dynamique des ressources. Il sera possible d'intégrer des indicateurs ciblant les invertébrés ou les caractéristiques de l'habitat selon les mêmes protocoles que pour l'ichtyofaune.

Dans l'optique d'une évaluation plus globale de la performance d'une AMP, les résultats du volet « ressources » doivent être mis en regard des résultats d'usages et de gouvernance pour avoir une vision d'ensemble de l'état de l'AMP.

En ce qui concerne le volet « usages », les tableaux de bord permettant de répondre à l'objectif « utilisation durable des milieux » montrent que la gestion des AMP Maître, Larégnère, Signal, Goélands et Amédée doit être ajustée, particulièrement à Signal où l'état des ressources est le moins bon. La fréquentation plaisancière sur ces îlots est qualifiée d'inacceptable depuis plusieurs années et le nombre de bateaux ancrés augmente bien avant que l'occupation des corps-morts n'atteigne pas 90%. Il est donc nécessaire d'améliorer l'usage des aménagements protégeant le milieu pour répondre à l'objectif « sensibilisation des plaisanciers ». Les indicateurs permettant de répondre à cet objectif sont complémentaires de ceux répondant au premier objectif d'usages. Les sites les plus affectés par l'inutilisation des aménagements protégeant le milieu et par l'ancrage des navires de plaisance sont les mêmes que ceux qui présentent une fréquentation inacceptable. Seul Goélands n'est pas pris en compte puisqu'il ne présente aucun corps-mort. En effet, seuls 5 AMP sur 10 disposent de corps-morts leur permettant de diminuer l'impact des ancrages. Malgré cela, la fréquence d'ancrage dans ces 5 AMP est qualifiée d'importante et l'inutilisation des corps-morts, par les bateaux ancrés et « beachés », est qualifiée d'inacceptable au regard des objectifs fixés par les gestionnaires.

Concernant le volet « gouvernance », les objectifs de gouvernance fixés par les collectivités n'ont globalement pas été atteints. Les données fournies dans les tableaux de bord montrent

que la présence en mer des agents des AMP doit être plus élevée en semaine, particulièrement la nuit. Le problème viendrait du nombre d'équipages trop faible pour assurer une présence en mer satisfaisante. De plus, le caractère aléatoire des sorties de surveillance durant la journée, n'est généralement pas réalisé depuis 2008. Ainsi, les stratégies de gestion peuvent être optimisées en augmentant le nombre de sorties de surveillances réalisées entre 15h00 et 18h00. Dans le cas où il ne serait pas possible d'augmenter la présence dans le parc, il serait préférable de diminuer le nombre de sorties de surveillance entre 7h00 et 12h00 au profit de sorties en fin d'après-midi. Ces sorties devraient également permettre aux agents de contrôler plus de bateaux à l'intérieur et à l'extérieur des AMP pour atteindre un pourcentage satisfaisant de bateaux contrôlés par rapport au nombre de bateaux observés dans le parc marin. Ce pourcentage satisfaisant devrait être obtenu en contrôlant au moins 1 bateau à chaque sortie. Cela contribuerait à diminuer le taux d'infractions constatées en dissuadant les contrevenants potentiels.

5.4) Perspectives

La méthode adoptée pour déterminer les valeurs seuils des indicateurs est très subjective, notamment pour les indicateurs d'usage et de gouvernance. Cependant, elle permet de s'affranchir des données aberrantes grâce à l'expérience des experts scientifiques et des gestionnaires. Ces valeurs seuils présentent aussi l'avantage d'être fixées à partir de concertations entre experts qui ont une connaissance approfondie du milieu. Ces derniers finalisent actuellement une méthode de détermination statistique des seuils pour les indicateurs ressource afin d'automatiser la méthode pour l'ensemble des AMP reliées au programme PAMPA.

Concernant les seuils des ressources, la détermination de la limite bleue-vert nécessite de pouvoir disposer de valeurs dites de référence. Le Grand Lagon Nord et la réserve intégrale Yves Merlet du lagon sud pourraient fournir ces états de référence pour la Nouvelle-Calédonie. D'un point de vue statistique, le principe retenu est de trouver le seuil vert/jaune qui minimise la probabilité d'obtenir un état « réserve » alors qu'on est « hors réserve » et inversement pour le seuil jaune/rouge. Les premiers résultats montrent que les « seuils statistiques » sont très proches des « seuils experts ». Ces inférences statistiques doivent encore être formalisées et faire l'objet éventuellement d'une automatisation puis d'une validation à dire d'expert ([Habasque, 2009](#)).

Concernant le choix des couleurs attribuées et leur signification, il est important qu'il soit bien fixé puisqu'il peut influencer la prise de décisions du gestionnaire quant aux actions à entreprendre et aux coûts impliqués (Habasque, 2009). La couleur jaune est associée à un niveau indéterminé/moyen. Mais certains acteurs du programme pensent que le jaune ne correspond pas à la couleur idéale pour traduire une moyenne. Il traduirait plus un niveau légèrement impacté/insatisfaisant. La détermination exacte de la signification des couleurs doit donc être débattue dans la suite du programme.

6) Conclusions

Au terme de cette étude, les aires marines protégées du Parc du Grand Nouméa sont performantes d'après le suivi spatio-temporel réalisé et les indicateurs de ressources testés. Les objectifs « exploitation durable des ressources » et « conservation de la diversité spécifique » sont atteints, particulièrement pour les espèces commerciales observées dans ces sites. Mais la fréquentation croissante de ces milieux reste une pression inquiétante si la gouvernance et la gestion des usages ne sont pas optimisés rapidement : la fréquence de la surveillance des AMP et son caractère aléatoire sont encore insuffisants bien que le taux d'infractions constatées ait relativement diminué depuis une dizaine d'années. Les moyens mis en œuvre pour contrôler la réglementation sont encore insuffisants. Par ailleurs, l'objectif d'usages « utilisation durable des milieux » ne semble pas atteignable en l'état ainsi que l'objectif « sensibilisation des plaisanciers ». De nombreux efforts doivent être engagés pour améliorer l'usage des aménagements protégeant le milieu si les gestionnaires veulent atteindre les objectifs qu'ils se sont fixés. Les mesures à prendre sont difficiles à mettre en œuvre. En effet, l'interdiction de l'ancrage déplacerait le problème vers d'autres zones plus ou moins aptes à subir cet impact et l'augmentation du nombre de mouillages mis à disposition reste difficile en termes financiers alors que certains plaisanciers ne sont pas encore suffisamment sensibilisés.

Une solution consisterait à disposer certains corps-morts à proximité des plages pour diminuer le nombre de bateaux « beachés ». Il est également possible de n'autoriser les bateaux à « beacher » que dans une zone restreinte et définie de l'îlot. Par ailleurs, des corps-morts adaptés aux embarcations de grande taille (supérieur à 7 mètres) devraient être rajoutés et éloignés les uns des autres. L'impact diffus et renouvelé des ancrages est diminué par la présence de corps-morts sur certains sites. Cependant, ces corps-morts provoquent également

un impact qui est localisé et permanent. Afin de minimiser cet impact, des corps-morts écologiques adaptables à divers substrats devraient être de plus en plus utilisés.

Enfin, la gestion de la fréquentation des îlots du Grand Nouméa, nécessite de connaître la capacité de charge des AMP. Pour cela, il faudrait améliorer le protocole de collecte des données d'usages et de gouvernance, notamment pour connaître le nombre de personnes présentes sur les îlots. Il faudrait également perfectionner et optimiser le protocole de collecte afin de pouvoir traiter plus d'indicateurs. La fréquentation devrait être observée au moins une fois par mois aux heures où elle est maximale pour chaque site du parc marin. En effet, les agents débutent généralement leur sortie en mer en observant les îlots Maître et Canard (début de journée) et la termine en contrôlant Signal et Larégnère au moment où la fréquentation est maximale. D'où la faible pertinence de certaines données. De plus, il serait intéressant de relever la fréquentation des sites hors réserve du Parc du Grand Nouméa afin de les confronter aux résultats observés dans les AMP pour déterminer l'évolution de l'impact sur différents sites.

BIBLIOGRAPHIE

Alcala, A.C. (1988). Effects of marine reserves on coral fish abundance and yields of Philippine coral reefs. *Ambio*, 17: 194-199.

Andréfouet, S., Muller-Karger, F.E., Robinson, J.A., Kranenburg, C.J., Torres-Pulliza, D., Spraggins, S.A., Murch, B. (2006). Global assessment of modern coral reef extent and diversity for regional science and management applications : a view from space. *Proc. 10th int. Coral Reef Symp.* : 1732-1745.

Andréfouet, S., Cabioch, G., Flamand, B., Pelletier, B. (2009). A reappraisal of the diversity of geomorphological and genetic process of New Caledonian coral reefs: a synthesis from optical remote sensing, coring and acoustic multibeam observations. *Coral Reefs*, 28:691–707

Anonyme. (1997). Les réserves marines du Lagon Sud, Rôles et effets, rapport LERVEM., Décembre 1997, 14 p.

Anonyme. (2007). Indicateurs de la Performance d'Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usages. http://wwz.ifremer.fr/ncal/biodiversite_marine/aires_marines_protegees/projets/pampa

Beliaeff, B., Coutures, E., Wantiez, L., Dumas, P. (2009). Prototype de tableau de bord – Nouvelle-Calédonie/Grand Nouméa. Document interne PAMPA/WP1/Synth/1. Version du 18/06/09. 19 p.

Bohnsack, J.A. (1982). Effects of piscivorous predator removal on coral reef fish community structure. *In*: Gutshop 81: Fish Food Habit Studies (Cailliet G.M. & C.A. Simstead, eds), pp. 258-267. Univ. Washington, Seattle, USA: Washington Sea Grant Publications.

Bohnsack, J.A. (1998). Application of marine reserves to reef fisheries management. *Australian Journal of Ecology* 23, 298-304.

Buxton, C.D. (1993). Life history changes in exploited reef fishes on the east coast of South Africa. *Env. Biol. Fish.*, 36: 47-63.

Chateau, O., Wantiez, L. (2005). Comparaison de la structure des communautés de poissons coralliens d'intérêt commercial entre une réserve marine et deux zones non protégées dans le Parc du lagon sud de Nouvelle-Calédonie. *Cybium*, 29(2): 159-174.

Claudet, J., Pelletier, D., Jouvenel, J.Y., Bachet, F., Galzin, R. (2006). Assessing the effects of marine protected area (MPA) on a reef fish assemblage in a northwestern Mediterranean marine reserve: Identifying community-based indicators. *Biological Conservation* 130 (2006) 349-369.

Code de l'environnement de la province Sud. (2009). Version du mois de mai 2009. 466p.

Côté, I.M., Mosqueira, I., Reynolds, J.D. (2001). Effects of marine reserve characteristics on the protection of fish populations: a meta-analysis. *Journal of Fish Biology* 59, 178-189.

Dalzell, P. (1996). Catch rates, selectivity and yields of reef fishing. In: Polunin, N.V.C., Roberts, C.M. (Eds.), *Reefs Fisheries*. Chapman & May, London, pp. 161–192.

David, G., Alban, F., Barnay, A-S., Cazalet, B., Charbonnel, E., Gildas Fleury, P., Jarraya, M., Leleu, K., Levrel, H., Malterre, P., Pastor, J., Salaün, P., Tessier, E. (2009). Propositions de métriques pour la gouvernance des AMP. Document interne PAMPA/WP4/Meth/5. Version du 24 décembre 2009. 15 p.

David, G., Alban, F., Cazalet, B., Charbonnel, E., Coutures, E., Gamp, E., Malterre, P., Pelletier, D., Salaün, P., Tessier, E. (2010). Co-construction de métriques pour la gouvernance des AMP. Document interne PAMPA/WP4/Meth/6. Version du 11 juin 2010, 9 p.

Fricke, R., Kulbicki, M., Wantiez, L. (Sous presse). Checklist of the fishes of New-Caledonia, and their distribution in the Southwest Pacific Ocean.

Gabriel, C., Eynaudi, A., Cheminée, A. (2007). Les récifs coralliens protégés de l'Outre-mer français. KÖK graphik.

Gamp, E. (2008). Étude de la fréquentation et des usages du lagon du Grand-Nouméa : Mise en place d'un protocole et proposition de métriques dans le cadre du projet de recherche PAMPA. Rapport de Master 2, Université Montpellier 2.

Habasque, J. (2009). Test et validation d'indicateurs relatifs à la biodiversité et aux ressources pour évaluer la performance des Aires Marines Protégées dans le cadre du projet de recherche PAMPA. Rapport de Master 2, Université de Bretagne Occidentale.

Halford, A., Cheal, A.J., Ryan, R., Williams, D.McB. (2004). Resilience to large-scale disturbance in coral and fish assemblages on the Great Barrier Reef. *Ecology*, 85, 1892-1905.

Halpern, B. S. (2003). The impact of marine reserves: do reserves work and does reserve size matter? *Ecological Applications* 13, S117-S137.

Jumel, M.C. (2008). L'utilisation du lagon du Grand Nouméa par les plaisanciers et proposition de zonage en fonction des enjeux de conservation et de développement. Rapport de Master 2, Université de La Rochelle.

Kulbicki, M., Sarramégna, S., Letourneur, Y., Wantiez, L., Galzin, R., Mou-Tham, G., Chauvet, C., Thollot, P. (2007). Opening of an MPA to fishing: Natural variations in the structure of a coral reef fish assemblage obscure changes due to fishing. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 353: 145–163.

Macpherson, E., Gordo, A., García-Rubies, A. (2002). Biomass Size Spectra in Littoral Fishes in Protected and Unprotected Areas in the NW Mediterranean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55, pp. 777–788.

Mouillot, D. Des Indices aux Indicateurs en passant par les Métriques : vers une procédure de sélection pas à pas. Comm. pers.

National Research Council. (2001). Marine protected Areas. Tools for sustaining Ocean Ecosystems. 272 p. Washington DC, USA: National Academic Press Publications.

Pelletier, D., Charbonnel, E., Licari, M.L., Lloret, J., Riera, V., Auscher, F., Culioli, J.M., Le Niliot, P. (2005). Synthesis of the workshop on interactions between managers and scientists. Report of the Liteau II-AMP Project “Development of diagnostic and exploratory decision support tools for assessing MPA performance. 102 p.

Pelletier, D. (2008). Indicateurs de la Performance d'Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usages (PAMPA). Programme Liteau III.

Plan Development Team. (1990). The potential of marine fishery reserves for reef fish management in the US Southern Atlantic. NOAA Tech Mem NMFS-SEFC-261.

Pomeroy, R.S., Parks, J.E., Watson, L.M. (2004). How is your MPA doing? A Guidebook of Natural and Social Indicators for Evaluating Marine Protected Area Management Effectiveness. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Preuss, B., Pelletier, D., Wantiez, L., Letourneur, Y., Sarraména, S., Kulbicki, M., Galzin, R., and Ferraris, J. (2009). Considering multiple-species attributes to understand better the effects of successive changes in protection status on a coral reef fish assemblage. – ICES Journal of Marine Science, 66: 170–179.

Roberts, C.M., Polunin, N.V.C. (1991). Are marine reserves effective in management of reef fisheries? *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 1, 65-91.

Roberts, C.M., Polunin, N.V.C. (1992). Effects of marine reserve protection on northern Red Sea fish populations. *In: Proc. 7th Int. Coral Reef Symp.*, 2 (Richmond R.H., ed.), pp. 969-977. Mangilao: Univ. of Guam Press.

Russ, G.R. (1985). Effects of protective management on coral reef fishes in the central Philippines. *In: Proc. 5th Int. Coral Reef Symp.*, 4 (Harmelin-Vivien M. & B. Salvat, eds), pp. 219-224. Tahiti: Antenne MNHN-EPHE.

Russ, G.R., Alcala, A.C. (1989). Effects of intense fishing pressure on an assemblage of coral reef fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 56: 13-27.

Samoilys, M.A. (1988). Abundance and species richness of coral reef fish on Kenyan coast: The effects of protective management and fishing. *In: Proc. 6th Int. Coral Reef Symp.*, 2 (Choat J.H. *et al.*, eds), pp. 261-266. Townsville: 6th ICRS Executive Committee.

Sarraména, S. (2000). Contribution à l'étude des réserves marines du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie : influence des différents statuts sur la structure des peuplements ichtyologiques. Thèse Doctorat, 436 p. Univ. Nouvelle-Calédonie.

Service de la Marine Marchande et des Pêches Maritimes - Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie.

Wantiez, L., Thollot, P., Kulbicki, M. (1997). Effects of marine reserves on coral reef fish communities from five islands in New Caledonia. *Coral Reefs*, 16: 215-224.

Wantiez, L. (2002). Suivi temporel des récifs coralliens du Parc du Lagon Sud, Rapport 2002. LERVEM, UNC, Nouméa : 112p.

Wantiez, L. (2006). Suivi temporel des récifs coralliens du Parc du Lagon Sud. Rapport octobre 2006, 93 p. Province Sud et Université de la Nouvelle-Calédonie.

Wantiez, L., Chateau, O., Le Mouellic, S. (2006). Initial and mid-term impacts of cyclone Erica on coral reef fish communities and habitat in the South Lagoon Marine Park of New Caledonia. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* (2006), 86, 1229-1236.

Wantiez, L. (2008). Les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie en 2006 : état des lieux et réseau de suivi. *Revue d'Écologie la Terre et le Vie* 63.

Wantiez, L., Garrigue, C., Virly, S., Sarramégna, S. (Sous presse). The status of coral reefs in New Caledonia 2007. *Aquarium des Lagons – Université de la Nouvelle-Calédonie*.

You, H. (2004). Étude de l'activité plaisancière dans le lagon du Grand Nouméa – Nouvelle-Calédonie. *Direction des Ressources Naturelles de la Province-Sud*. 74p.

Site internet consultés :

www.atlasgeo.net

<http://whc.unesco.org/fr/list/1115>

<http://www.isee.nc>

www.uicn.fr

www.liteau.ecologie.gouv.fr

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

<http://erwan.neau.free.fr>

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la Nouvelle-Calédonie et du site d'étude dans le Pacifique.	6
Figure 2 : Présentation de la zone d'étude.	8
Figure 3 : Exemple de graphique de la métrique « biomasse des Serranidae » dont les seuils ont été fixés par des experts.	19
Figure 4 : Variations de la richesse spécifique totale, de la richesse spécifique par station, de la densité et de la biomasse des espèces commerciales sur les sites échantillonnés depuis 1990.	27
Figure 5 : Variations de la richesse spécifique totale, de la richesse spécifique par station, de la densité et de la biomasse des principales familles commerciales sur les sites échantillonnés depuis 1990.	29
Figure 6 : Variations de la richesse spécifique totale, de la richesse spécifique par station, de la densité et de la biomasse des Chaetodontidae sur les sites échantillonnés depuis 1990.	31
Figure 7 : Variations de la richesse spécifique totale, richesse spécifique par station, densité et biomasse de l'ichtyofaune totale sur les neuf sites échantillonnés entre 1998 et 2010.	32
Figure 8 : Nombre de bateaux ancrés dans les réserves Amédée, Canard, Larégnère et Signal en fonction du pourcentage d'occupation des corps-morts.	41
Figure 9 : Type de bateaux ancrés quand des corps-morts restent disponibles.	43
Figure 10 : Nombre de kilomètres parcourus par mois rapporté à la superficie du Parc du Grand Nouméa.	46
Figure 11 : Nombre de constats d'infractions attribués chaque année dans le Parc du Grand Nouméa.	47

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Objectifs de gestion à évaluer pour cette étude.	7
Tableau 2 : Exemples de variables calculables pour la macrofaune (Pelletier, 2008).	13
Tableau 3 : Proposition de classes de couleurs du tableau de bord des ressources (Beliaeff <i>et al.</i> , 2009).	17
Tableau 4 : Proposition de classes de couleur des tableaux de bord d’usages et de gouvernance (Beliaeff <i>et al.</i> , 2009).	17
Tableau 5 : Exemple de classes de couleur et de valeurs seuils pour l’interprétation d’un indicateur.	19
Tableau 6 : Grille de référence des indicateurs d’usages.	20
Tableau 7 : Grille de référence des indicateurs de gouvernance.	21
Tableau 8 : Modèle de tableau de bord.	22
Tableau 9 : Richesse spécifique par station, densité et biomasse moyenne dans les zones protégées et non protégées en 2010.	24
Tableau 10 : Comparaison de la densité, biomasse, taille moyenne et/ou maximale des principales familles ou espèces de poissons commerciales entre des sites protégés et non protégés en 2010.	26
Tableau 11 : Comparaison de la densité, biomasse, taille moyenne et/ou maximale des principales familles ou espèces de poissons commerciales entre les différentes campagnes d’échantillonnage.	30
Tableau 12 : Comparaison de la densité, biomasse, taille moyenne et/ou maximale des principales familles ou espèces de poissons commerciales, entre des sites protégés et non protégés, depuis 1990.	33
Tableau 13: Tableau de bord détaillant les résultats des métriques densité et biomasse sur les principales familles ou espèces de poissons commerciales dans des zones protégées ou non protégées, échantillonnées en 1990, 1994, 1998, 2002, 2006 et 2010.	35
Tableau 14 : Tableau de bord détaillant les résultats des métriques taille moyenne et maximale sur différentes familles ou espèces de poissons commerciales dans des zones protégées ou non protégées, échantillonnées en 1990, 1994, 1998, 2002, 2006 et 2010.	37
Tableau 15 : Indicateurs sélectionnés pour répondre aux objectifs de ressources.	38
Tableau 16 : Fréquentation annuelle et fréquentation totale depuis 2006 dans chaque réserve, d’après la métrique « percentile à 90% du nombre de bateaux comptés les jours de week-end et jours fériés ».	39

Tableau 17 : Pourcentage du taux d'occupation de 90% des corps-morts.....	40
Tableau 18: Pourcentage de sorties en mer ayant permis d'observer des corps-morts disponibles alors que le nombre de bateaux était supérieur.	42
Tableau 19 : Percentile à 90% du nombre de bateaux ancrés les jours de week-end et fériés.	43
Tableau 20: Indicateurs sélectionnés pour répondre aux objectifs d'usages.....	44
Tableau 21 : Pourcentage du nombre de sorties réalisées par rapport au nombre de sorties possibles.	45
Tableau 22 : Répartition de la présence en mer des agents des AMP au cours d'une journée de 12 heures.	45
Tableau 23 : Rapport en pourcentage du nombre de bateaux contrôlés par rapport au nombre de bateaux observés.....	47
Tableau 24 : Indicateurs sélectionnés pour répondre aux objectifs de gouvernance.	48
Tableau 25 : Tableau de bord synthétisant l'état des milieux réserves ou non réserves selon l'année d'échantillonnage.....	49
Tableau 26 : Tableau de bord synthétisant l'évolution des usages dans les réserves selon l'année d'observation.	50
Tableau 27 : Tableau de bord synthétisant l'organisation des moyens de gouvernance dans le Parc du Grand Nouméa depuis 2008.....	50

ANNEXES

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Caractéristiques des aires marines protégées du Parc du grand Nouméa (Gabrié <i>et al.</i> , 2007).	74
Annexe 2 : Liste des espèces commerciales de Nouvelle-Calédonie.....	76
Annexe 3 : Exemple de fiche complétée par les agents des aires marines protégées lors des sorties de surveillance du lagon.	78
Annexe 4 : Récapitulatif du nombre de nouveaux navires de plaisance immatriculés et du nombre total de navires de plaisance immatriculés chaque année de 1990 à 2009 (Service de la Marine Marchande et des Pêches Maritimes - Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie). 79	
Annexe 5 : Récapitulatif des principales sanctions encourues (Code de l'environnement de la province Sud, 2009).	80
Annexe 6 : Tableau de quart complété par les agents des aires marines protégées.	81
Annexe 7 : Tableau d'indicateurs mensuel complété par les agents des aires marines protégées.....	82
Annexe 8 : Métriques testées statistiquement entre des sites protégés et non protégés pour les principales familles ou espèces de poissons commerciales.....	83
Annexe 9 : Métriques de gouvernance des AMP sélectionnées lors des différentes phases de co-construction suite aux ateliers du programme PAMPA (David <i>et al.</i> , 2010).....	84
Annexe 10 : Nombre moyen de bateaux par jour (A) et pourcentage de bateaux (B) présents dans une réserve, en fonction de l'année et du type de jour de la semaine.	85
Annexe 11 : Liste des espèces de poissons récifo-lagonaires échantillonnés en 2010.	86
Annexe 12: Test des métriques et techniques de pêches employées sur différentes familles ou espèces de poissons échantillonnées en 1990, 1994, 1998, 2002, 2006 et 2010.....	90
Annexe 13: Tableau de bord détaillant les résultats de différentes métriques sur différentes familles ou espèces de poissons échantillonnées en 1990, 1994, 1998, 2002, 2006 et 2010 dans chaque site.....	91
Annexe 14 : Valeurs des seuils déterminés à dire d'expert pour les principales familles et espèces commerciales.	97

Annexe 1 : Caractéristiques des aires marines protégées du Parc du grand Nouméa (Gabrié *et al.*, 2007).

Nom	Objet de protection	Surface totale (ha)	Date de création	Statut de protection	Protection	Réglementation	Aménagements existants	Enjeux de protection	Usages du milieu	Pressions sur le milieu
Îlot Maître	Îlot lagonaire et récif associé	627,5 (8,3 terrestres)	juil-81	Réserve Marine Spéciale (cat UICN VI)	Permanente	La zone, classée réserve spéciale marine, est délimitée par trois balises de réserves jaunes surmontées d'une croix de Saint-André et de la tourelle latérale bâbord de l'îlot. A l'intérieur du périmètre de la réserve spéciale marine sont interdit : • La chasse ou la capture d'animaux marins que ce soit à terre ou à partir d'un bateau est totalement prohibée en tout temps sur toute l'étendue de la réserve. • Sauf dérogation, l'exercice de toute pêche effectuée soit à pied, soit en action de nage, en surface ou sous-marine, soit à partir d'un navire ou d'une embarcation de quelque nature que ce soit, à l'aide de tous engins ou filets est interdites. • La détention simultanée à l'intérieur des réserves spéciale marine à bord d'une embarcation ou d'un navire d'engins de pêche ou de chasse sous-marine et d'appareils de toute nature permettant à une personne immergée dans l'eau de respirer sans revenir à la surface est prohibée, sauf dérogation donnée par le chef du service de l'environnement.	25 bouées d'amarrage Ponton de débarquement Infrastructure hôtelière 10 farés et 5 barbecues Panneaux d'information et sensibilisation (réserve, faune et flore marines et terrestres)	Protection des espèces (marines et terrestres) et des habitats Utilisation durable du milieu compatible avec le développement touristique Suivi des impacts des aménagements touristiques	Hôtel Plaisance (présence d'une zone publique aménagée) Plongée sous-marine (apnée et scaphandre autonome) Kite-surf	Sur fréquentation touristique Impact physique des infrastructures (bungalows, lagon artificiel, emprise)
Îlot Amédée Grand Récif Aboré - Passe de Dumbéa	Îlot et récifs associés, récifs de passe, passes, récif barrière et pente interne de lagon Site d'agrégation de ponte de nombreuses espèces de poissons notamment la loche bleue (<i>Epinephelus cyanopodus</i>)	14990 ha + 542,2 temporaire (5,3 terrestres)	juil-81	Réserve Marine Spéciale (cat UICN VI)	Permanente/ Saisonnnière (Passe de Dumbéa : 1er nov.au 1er mars)	La zone, classée réserve spéciale marine, est délimitée par des balises de réserves jaunes surmontées d'une croix de Saint-André et des balises de navigation. A l'intérieur du périmètre de la réserve spéciale marine sont interdit en tout temps : • La chasse ou la capture d'animaux marins que ce soit à terre ou à partir d'un bateau est totalement prohibée en tout temps sur toute l'étendue de la réserve. • Sauf dérogation, l'exercice de toute pêche effectuée soit à pied, soit en action de nage, en surface ou sous-marine, soit à partir d'un navire ou d'une embarcation de quelque nature que ce soit, à l'aide de tous engins ou filets est interdites. • La détention simultanée à l'intérieur des réserves spéciale marine à bord d'une embarcation ou d'un navire d'engins de pêche ou de chasse sous-marine et d'appareils de toute nature permettant à une personne immergée dans l'eau de respirer sans revenir à la surface est prohibée, sauf dérogation donnée par le chef du service de l'environnement. Ces interdictions concernent également la zone de la Passe de Dumbéa du 1er octobre au 1er mars de chaque année.	14 bouées d'amarrage Ponton d'accostage Panneaux d'information et sensibilisation (réserve, faune et flore marines et terrestres)	Protection des espèces (marines et terrestres) et des habitats Développement durable Protection des regroupements de poissons pour la reproduction (notamment plusieurs espèces de mérous <i>Epinephelus</i> sp.)	Tourisme sur l'îlot Amédée (aménagements touristiques uniquement de jour, restauration, centre de plongée) Plaisance Plongée sous-marine	Sur-fréquentation Braconnage ponctuel sur certaines zones
Îlot Signal	Îlot lagonaire et récif associé : richesse corallienne et peuplements associés très importants. Site de ponte de tortues grosse tête - caouanne (<i>Caretta caretta</i>), Importante population de serpents tricots rayés (<i>Laticauda</i> spp.)	245,7 (13,5 terrestres)	janv-89	Réserve Marine Spéciale (cat UICN Ib)	Permanente	La zone, classée réserve spéciale marine, est délimitée par quatre balises de réserves jaunes surmontées d'une croix de Saint-André. A l'intérieur du périmètre de la réserve spéciale marine sont interdit : • La chasse ou la capture d'animaux marins que ce soit à terre ou à partir d'un bateau est totalement prohibée en tout temps sur toute l'étendue de la réserve. • Sauf dérogation, l'exercice de toute pêche effectuée soit à pied, soit en action de nage, en surface ou sous-marine, soit à partir d'un navire ou d'une embarcation de quelque nature que ce soit, à l'aide de tous engins ou filets est interdites. • La détention simultanée à l'intérieur des réserves spéciale marine à bord d'une embarcation ou d'un navire d'engins de pêche ou de chasse sous-marine et d'appareils de toute nature permettant à une personne immergée dans l'eau de respirer sans revenir à la surface est prohibée, sauf dérogation donnée par le chef du service de l'environnement.	15 bouées d'amarrage Ponton de débarquement Platelage et sentier balisé de découverte 4 farés, 7 barbecues Panneaux d'information et sensibilisation (réserve, faune et flore marines et terrestres).	Protection des espèces marines et terrestres (sterne bridée - <i>Sterna anaethetus</i> , puffin du Pacifique - <i>Puffinus pacificus</i>) et des habitats Développement durable Aménagements touristiques : platelage de découverte "forêt sèche d'îlot", réhabilitation d'un site historique.	Plaisance Camping Plongée sous-marine (apnée et scaphandre autonome)	Sur fréquentation
Îlot Larégnère	Îlot lagonaire et récif associé : richesse corallienne et peuplements associés très importants Site de ponte de tortues grosse tête – caouanne (<i>Caretta caretta</i>).	664,8 (0,9 terrestres)	janv-89	Réserve Marine Spéciale (cat UICN Ib)	Permanente	La zone, classée réserve spéciale marine, est délimitée par quatre balises de réserves jaunes surmontées d'une croix de Saint-André. A l'intérieur du périmètre de la réserve spéciale marine sont interdit : • La chasse ou la capture d'animaux marins que ce soit à terre ou à partir d'un bateau est totalement prohibée en tout temps sur toute l'étendue de la réserve. • Sauf dérogation, l'exercice de toute pêche effectuée soit à pied, soit en action de nage, en surface ou sous-marine, soit à partir d'un navire ou d'une embarcation de quelque nature que ce soit, à l'aide de tous engins ou filets est interdites. • La détention simultanée à l'intérieur des réserves spéciale marine à bord d'une embarcation ou d'un navire d'engins de pêche ou de chasse sous-marine et d'appareils de toute nature permettant à une personne immergée dans l'eau de respirer sans revenir à la surface est prohibée, sauf dérogation donnée par le chef du service de l'environnement.	20 bouées d'amarrage 4 farés et 7 barbecues Panneaux d'information et sensibilisation (réserve, faune et flore marines et terrestres).	Protection des espèces (marines et terrestres) et des habitats Développement durable	Plaisance Camping Plongée sous-marine (apnée et scaphandre autonome)	Sur fréquentation

Nom	Objet de protection	Surface totale (ha)	Date de création	Statut de protection	Protection	Réglementation	Aménagements existants	Enjeux de protection	Usages du milieu	Pressions sur le milieu
Îlot Bailly	Île lagonaire à proximité de la côte, récif associé, et mangrove	215,6 (38,5 terrestres)	janv-89	Réserve Marine Spéciale (cat UICN Ib)	Permanente	La zone, classée réserve spéciale marine, est délimitée par quatre balises de réserves jaunes surmontées d'une croix de Saint-André. A l'intérieur du périmètre de la réserve spéciale marine sont interdit : • La chasse ou la capture d'animaux marins que ce soit à terre ou à partir d'un bateau est totalement prohibée en tout temps sur toute l'étendue de la réserve. • Sauf dérogation, l'exercice de toute pêche effectuée soit à pied, soit en action de nage, en surface ou sous-marine, soit à partir d'un navire ou d'une embarcation de quelque nature que ce soit, à l'aide de tous engins ou filets est interdites. • La détention simultanée à l'intérieur des réserves spéciale marine à bord d'une embarcation ou d'un navire d'engins de pêche ou de chasse sous-marine et d'appareils de toute nature permettant à une personne immergée dans l'eau de respirer sans revenir à la surface est prohibée, sauf dérogation donnée par le chef du service de l'environnement.	Panneaux d'information et sensibilisation (réserve, faune et flore marines et terrestres).	Protection des espèces (marines et terrestres) et des habitats Développement durable	Plaisance Camping	Sur fréquentation Braconnage
Île aux Canards / Récif Ricaudy	Îlot lagonaire et récif associé Récif frangeant exposé à l'alizé	190,8 (2 terrestres)	janv-89	Réserve Marine Spéciale (cat UICN VI)	Permanente	La zone de l'île aux Canards et du récif Ricaudy est délimitée par quatre balises de réserves jaunes surmontées d'une croix de Saint-André et d'un rocher naturel. A l'intérieur de ces périmètres de réserves spéciales marines sont interdit : • La chasse ou la capture d'animaux marins que ce soit à terre ou à partir d'un bateau est totalement prohibée en tout temps sur toute l'étendue de la réserve. • Sauf dérogation, l'exercice de toute pêche effectuée soit à pied, soit en action de nage, en surface ou sous-marine, soit à partir d'un navire ou d'une embarcation de quelque nature que ce soit, à l'aide de tous engins ou filets est interdites. • La détention simultanée à l'intérieur des réserves spéciale marine à bord d'une embarcation ou d'un navire d'engins de pêche ou de chasse sous-marine et d'appareils de toute nature permettant à une personne immergée dans l'eau de respirer sans revenir à la surface est prohibée, sauf dérogation donnée par le chef du service de l'environnement. Excepté la pêche à pied ou à la gaule dans un but d'autoconsommation ou de loisir sur le récif Ricaudy.	Restaurant, snack 4 bouées d'amarrage autour de l'île aux Canards Sentier sous-marin géré par le Centre d'Initiation à l'Environnement et animé par des bénévoles Panneaux d'information et de sensibilisation (réserve, faune et flore marines et terrestres).	Surveillance de la capacité de charge de l'îlot en raison de l'augmentation importante de la fréquentation suite aux aménagements (5 000 visiteurs en 1998, 40 000 en 2004) Protection des espèces (marines et terrestres) et des habitats Développement durable.	Restaurant sur île aux Canard Plaisance Plongée sous-marine Sentier sous-marin La pêche à pied ou à la gaule dans un but d'autoconsommation ou de loisir est autorisée sur le récif Ricaudy (délibération n°10-97/APS du 8 août 1997)	Sur fréquentation (45 000 personnes par an)
Epave du Humboldt	Epave et espèces associées	13 (0 terrestre)	juil-96	Réserve Marine Spéciale (cat UICN Ib)	Permanente	La zone, classée réserve spéciale marine, est signalée par une balise de réserve jaune surmontée d'une croix de Saint-André. A l'intérieur du périmètre de la réserve spéciale marine il est interdit de pêcher, cueillir ou récolter tout animal (coquillage, corail, poisson) ou minéral.		Protection d'animaux de grande taille (Epinephelus spp., perroquets, napoléons)	Plongée sous-marine	Braconnage
Pointe Kuendu	Récif frangeant	38,7 (0 terrestre)	avr-98	Réserve Marine Spéciale (cat UICN VI)	Permanente	La zone de la réserve spéciale marine de la Pointe Kuendu est délimitée par quatre balises de réserves jaunes surmontées d'une croix de Saint-André. A l'intérieur de ce périmètre il est interdit de capturer ou de détruire par quelque procédé que ce soit des poissons, crustacés, coquillages et autres animaux marins ainsi que la récolte du corail.	Panneaux d'information et sensibilisation (réserve)	Protection des espèces (marines et terrestres) et des habitats Développement durable	Hôtel ; plage publique sur le littoral ; plongée sous-marine ; baignade	Sur fréquentation Braconnage (pêche vivrière)
Sèche-Croissant	Levéé détritique lagonaire, site de ponte de la Sterne à Nuque Noire (Sterna sumatrana)	0,3 (0,3 terrestre)	août-94	Réserve Spéciale de Faune (cat UICN Ia)	Permanente	Il est interdit d'accéder aux parties découvertes, sauf cas de force majeure attachée à la sauvegarde de la vie humaine, et dérogations pour études scientifiques.	Panneau d'information et sensibilisation (réserve, avifaune)	Protection de la reproduction de la Sterne à Nuque Noire (Sterna sumatrana)	Plaisance	Débarquement illégal
Îlot Goéland	Îlot lagonaire, site de ponte de la Sterne de Dougall (Sterna dougalli)	0,75 (0,75 terrestres)	nov-95	Réserve Spéciale de Faune (cat UICN Ib)	Saisonnière (de nov. À mars)	Entre le 1er novembre et le 28 février, il est interdit d'accéder aux parties découvertes, sauf cas de force majeure attachée à la sauvegarde de la vie humaine, sauf dérogations pour études scientifiques.	Panneaux d'information et sensibilisation (réserve, avifaune)	Protection de la reproduction de la Sterne de Dougall (Sterna dougalli)	Plaisance Kite-surf	Fréquentation durant la reproduction des Sternes Débarquement de chiens

Annexe 2 : Liste des espèces commerciales de Nouvelle-Calédonie.

Famille	Nom scientifique
ACANTHURIDAE	Acanthurus spp
ACANTHURIDAE	Acanthurus achilles
ACANTHURIDAE	Acanthurus mata
ACANTHURIDAE	Acanthurus dussumieri
ACANTHURIDAE	Acanthurus nigricauda
ACANTHURIDAE	Acanthurus nigricans
ACANTHURIDAE	Acanthurus blochii
ACANTHURIDAE	Acanthurus lineatus
ACANTHURIDAE	Acanthurus olivaceus
ACANTHURIDAE	Acanthurus pyroferus
ACANTHURIDAE	Acanthurus xanthopterus
ACANTHURIDAE	Naso annulatus
ACANTHURIDAE	Naso brachycentron
ACANTHURIDAE	Naso brevirostris
ACANTHURIDAE	Naso hexacanthus
ACANTHURIDAE	Naso lituratus
ACANTHURIDAE	Naso tuberosus
ACANTHURIDAE	Naso thorpei
ACANTHURIDAE	Naso unicornis
ACANTHURIDAE	Naso vlamingii
ACANTHURIDAE	Naso thorpei
ACANTHURIDAE	Naso sp
CARANGIDAE	Atule mate
CARANGIDAE	Carangoides chrysophrys
CARANGIDAE	Carangoides dinema
CARANGIDAE	Carangoides ferdau
CARANGIDAE	Carangoides fulvoguttatus
CARANGIDAE	Carangoides orthogrammus
CARANGIDAE	Caranx lugubris

Famille	Nom scientifique
CARANGIDAE	Caranx melampygus
CARANGIDAE	Caranx papuensis
CARANGIDAE	Caranx sexfasciatus
CARANGIDAE	Decapterus russelli
CARANGIDAE	Elagatis bipinnulata
CARANGIDAE	Gnathanodon speciosus
CARANGIDAE	Megalapsis cordyla
CARANGIDAE	Pseudocaranx dentex
CARANGIDAE	Selar crumenophthalmus
CHANIDAE	Chanos chanos
CLUPEIDAE	Clupeidae sp cf Herklotsichthys
CLUPEIDAE	Herklotsichthys quadrimaculatus
CLUPEIDAE	Spratelloides sp
GERREIDAE	Gerres oyena
HAEMULIDAE	Diagramma pictum
KYPHOSIDAE	Kyphosus sp
KYPHOSIDAE	Kyphosus cinerascens
KYPHOSIDAE	Kyphosus vaigiensis
LABRIDAE	Bodianus perditio
LABRIDAE	Cheilinus undulatus
LETHRINIDAE	Gymnocranius spp
LETHRINIDAE	Gymnocranius euanus
LETHRINIDAE	Gymnocranius sp
LETHRINIDAE	Gymnocranius grandoculis
LETHRINIDAE	Lethrinus harak
LETHRINIDAE	Lethrinus lentjan
LETHRINIDAE	Lethrinus atkinsoni
LETHRINIDAE	Lethrinus miniatus
LETHRINIDAE	Lethrinus nebulosus

Famille	Nom scientifique
LETHRINIDAE	Lethrinus genivittatus
LETHRINIDAE	Lethrinus obsoletus
LETHRINIDAE	Lethrinus rubrioperculatus
LETHRINIDAE	Lethrinus variegatus
LUTJANIDAE	Aphareus furca
LUTJANIDAE	Aprion virescens
LUTJANIDAE	Lutjanus adetii
LUTJANIDAE	Lutjanus argentimaculatus
LUTJANIDAE	Lutjanus sebae
LUTJANIDAE	Lutjanus vitta
MUGILIDAE	Mugilidae spp
MUGILIDAE	Valamugil spp
MULLIDAE	Parupeneus barberinus
PRIACANTHIDAE	Priacanthus hamrur
SCARIDAE	Scarus sp
SCARIDAE	Scarus sp juv
SCARIDAE	Scarus sp juv
SCARIDAE	Bolbometopon muricatum
SCARIDAE	Calotomus carolinus
SCARIDAE	Cetoscarus bicolor
SCARIDAE	Hipposcarus longiceps
SCARIDAE	Leptoscarus vaigiensis
SCARIDAE	Scarus bleekeri
SCARIDAE	Scarus altipinnis
SCARIDAE	Scarus dimidiatus
SCARIDAE	Scarus chameleon
SCARIDAE	Scarus flavipectoralis
SCARIDAE	Scarus rivulatus
SCARIDAE	Scarus forsteni

Famille	Nom scientifique
SCARIDAE	Scarus frenatus
SCARIDAE	Scarus frontalis
SCARIDAE	Scarus ghobban
SCARIDAE	Scarus globiceps
SCARIDAE	Chlorurus microrhinos
SCARIDAE	Scarus longipinnis
SCARIDAE	Scarus niger
SCARIDAE	Scarus oviceps
SCARIDAE	Scarus psittacus
SCARIDAE	Scarus rubroviolaceus
SCARIDAE	Scarus schlegeli
SCARIDAE	Chlorurus sordidus
SCARIDAE	Scarus spinus
SCOMBRIDAE	Euthynnus affinis
SCOMBRIDAE	Grammatorcynus bilineatus
SCOMBRIDAE	Rastrelliger kanagurta
SCOMBRIDAE	Scomberomorus commerson
SERRANIDAE	Anyperodon leucogrammicus
SERRANIDAE	Cephalopholis argus
SERRANIDAE	Cephalopholis boenack
SERRANIDAE	Cephalopholis leopardus
SERRANIDAE	Cephalopholis miniata
SERRANIDAE	Cephalopholis sonnerati
SERRANIDAE	Cephalopholis urodeta
SERRANIDAE	Cromileptes altivelis
SERRANIDAE	Epinephelus areolatus
SERRANIDAE	Epinephelus caeruleopunctatus
SERRANIDAE	Epinephelus cyanopodus

Famille	Nom scientifique
SERRANIDAE	Epinephelus fuscoguttatus
SERRANIDAE	Epinephelus hexagonatus
SERRANIDAE	Epinephelus macrospilos
SERRANIDAE	Epinephelus howlandi
SERRANIDAE	Epinephelus lanceolatus
SERRANIDAE	Epinephelus maculatus
SERRANIDAE	Epinephelus malabaricus
SERRANIDAE	Epinephelus merra
SERRANIDAE	Epinephelus polyphekadion
SERRANIDAE	Epinephelus ongus
SERRANIDAE	Epinephelus rivulatus
SERRANIDAE	Epinephelus coioides
SERRANIDAE	Epinephelus tauvina
SERRANIDAE	Plectropomus leopardus
SERRANIDAE	Variola louti
SIGANIDAE	Siganus argenteus
SIGANIDAE	Siganus canaliculatus
SIGANIDAE	Siganus corallinus
SIGANIDAE	Siganus doliatus
SIGANIDAE	Siganus lineatus
SIGANIDAE	Siganus puellus
SIGANIDAE	Siganus punctatus
SIGANIDAE	Siganus spinus
SIGANIDAE	Siganus vermiculatus
SIGANIDAE	Siganus vulpinus
SILLAGINIDAE	Sillago sp
SPARIDAE	Acanthopagrus berda

The Six Goelands

Hot Maître

Annexe 4 : Récapitulatif du nombre de nouveaux navires de plaisance immatriculés et du nombre total de navires de plaisance immatriculés chaque année de 1990 à 2009 ([Service de la Marine Marchande et des Pêches Maritimes - Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie](#)).

Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Nombre de nouvelle immatriculation	569	703	899	914	785	794	899	843	792	843
Nombre total de navire	9 361	10 064	10 963	11 877	12 662	13 456	14 355	15 198	15 990	16 833

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Nombre de nouvelle immatriculation	527	455	433	526	522	681	640	803	783	789
Nombre total de navire	17 360	17 815	18 232	18 678	19 146	19 780	20 380	21 139	21 873	22 208

Annexe 5 : Récapitulatif des principales sanctions encourues (Code de l'environnement de la province Sud, 2009).

Pour la conversion en euros : 1 € = 120 francs CFP⁴.

		Sanctions maximales	Peines complémentaires	articles du code
Espèces protégées	capture, détention et consommation d'espèces protégées (dugong, tortues marines, mammifères marins, napoléons, oiseaux marins, toutoutes, volutes, casques, nautille)	1 073 000 francs CFP et 6 mois d'emprisonnement	x2 lorsque ces infractions sont commises dans une aire protégée confiscation du matériel et des moyens de transport	240-1 à 240-3; 240-8
	perturbation intentionnelle d'espèces protégées	90 000 francs CFP		240-1 à 240-3; 240-9
Aires marines protégées	pénétrer dans une réserve naturelle intégrale	3 579 000 francs CFP et 2 ans d'emprisonnement	confiscation du matériel et des moyens de transport	211-8; 211-9; 216-2
	toute collecte d'animaux, végétaux et minéraux	3 579 000 francs CFP et 2 ans d'emprisonnement	confiscation du matériel et des moyens de transport	211-8 à 211-18; 216-2 à 216-216-12
	présence d'animaux domestiques	3 579 000 francs CFP et 2 ans d'emprisonnement	confiscation du matériel et des moyens de transport	211-8 à 211-18; 216-2 à 216-216-12
	feux sauvages	3 579 000 francs CFP et 2 ans d'emprisonnement	confiscation du matériel et des moyens de transport	211-8 à 211-18; 216-2 à 216-216-12
	abandon, dépôt, déversement ou rejet de tout déchet, détrit	54 000 francs CFP		216-4
	perturbation du calme et de la tranquillité des lieux	18 000 francs CFP		216-3
Règlementation de la pêche de plaisance	dépassement du quota de pêche ou de matériel	180 000 francs CFP	confiscation du matériel et des moyens de transport	341-8; 341-30; 341-44
	foyer lumineux immergé	180 000 francs CFP	confiscation du matériel et des moyens de transport	341-44
	matériel interdit, explosif, armes à feu et substances soporifiques ou toxiques	de 180 000 à 2 684 000 francs CFP	confiscation du matériel et des moyens de transport	341-6; 341-7; 341-10 à 341-14; 341-42; 341-44
	pêche sous-marines en bouteille et/ou de nuit	180 000 francs CFP	confiscation du matériel et des moyens de transport	341-15; 341-44;
	pêche au filet dans les estuaires et à moins de 100m des zones de mangroves	180 000 francs CFP		341-12; 341-42
	pêche, vente, achat ou détention de produits de la mer interdit ou hors gabarit	2 684 000 francs CFP	confiscation du matériel et des moyens de transport	341-42
Contrôle	refus de se soumettre à un contrôle	1 789 000 francs CFP		341-41

⁴ Franc des Colonies françaises du Pacifique

Annexe 6 : Tableau de quart complété par les agents des aires marines protégées.

Date	météo	bateau utilisé	Heure départ	Heure arrivée	EN MER							Nbre de 1/4 de jour en mer	A TERRE														Nbre de 1/4 de jour à terre
					surveillance	entretien des sites	suivi environnemental		information sensibilisation et questionnaire		surveillance à terre		mangrove, estuaire	Entretien logistique et intendance	information sensibilisation et questionnaire		démarche administrative	indicateurs		Perso.							
							équippage	scientifiqu	tps	tps					tps	nbr de pers rencontré		jour	nuit	tps	tps	tps	nbr de pers rencontrées	tps	nbr de remarques	autre	
					jou	nuit	tps	tps	tps	tps	tps		tps	tps	tps	tps	tps	tps	tps	tps	tps	tps	tps	tps	tps	tps	
1/1											0														0		
2/1											0														0		
3/1											0														0		
4/1											0														0		
5/1											0														0		
6/1											0														0		
7/1											0														0		
8/1											0														0		
9/1											0														0		
10/1											0														0		
11/1											0														0		
12/1											0														0		
13/1											0														0		
14/1											0														0		
15/1											0														0		
16/1											0														0		
17/1											0														0		
18/1											0														0		
19/1											0														0		
20/1											0														0		
21/1											0														0		
22/1											0														0		
23/1											0														0		
24/1											0														0		
25/1											0														0		
26/1											0														0		
27/1											0														0		
28/1											0														0		
29/1											0														0		
30/1											0														0		
31/1											0														0		
					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
					0						0							0									

Annexe 7 : Tableau d'indicateurs mensuel complété par les agents des aires marines protégées.

D a t e	Fréquentation des ilots (nb de bateaux)							Intervention/ sensibilisation (nb de personne)	bateaux contrôlés		INFRACTIONS			
	Bailly	Amédée	Goéland	Maître	Canards	Larégnière	Signal		AMP	hors AMP	Procès verbal	Avertissement écrit	Avertissement oral	plainte
1/1														
2/1														
3/1														
4/1														
5/1														
6/1														
7/1														
8/1														
9/1														
10/1														
11/1														
12/1														
13/1														
14/1														
15/1														
16/1														
17/1														
18/1														
19/1														
20/1														
21/1														
22/1														
23/1														
24/1														
25/1														
26/1														
27/1														
28/1														
29/1														
30/1														
31/1														
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 8 : Métriques testées statistiquement entre des sites protégés et non protégés pour les principales familles ou espèces de poissons commerciales.

Scaridae cibles (Scaridae les plus recherchées) : *Cetoscarus bicolor*, *Scarus ghobban*, *Scarus altipinnis*, *Chlorurus microrhinos* et *Hipposcarus longiceps*.

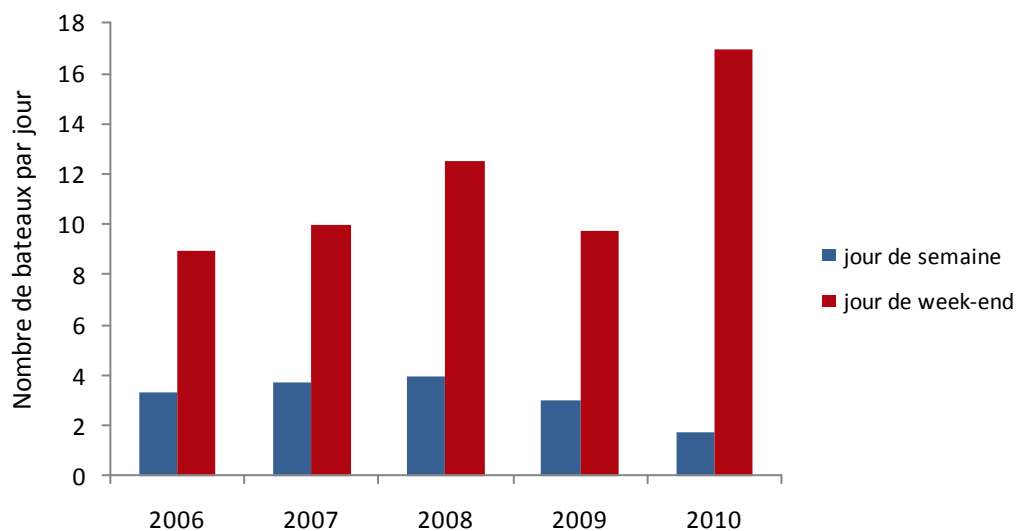
Métriques potentielles		
Variables	Familles/espèces	Familles
Densité	Espèces commerciales	/
Biomasse		
Richesse spécifique/station		
Densité	Acanthuridae commerciaux	Acanthuridae
Biomasse		
Richesse spécifique/station		
Densité	Acanthurus blochi, A.dussumieri, A.Xanthopterus	
Biomasse		
Densité	Naso annulatus, N.brachycentron, N.brevirostris, N.hexacanthus, N.lituratus, N.unicornis	
Biomasse		
Taille maximale		
Densité	Naso unicornis	
Biomasse		
Taille maximale		
Densité	Lethrinidae	Lethrinidae
Biomasse		
Taille maximale		
Densité	Lethrinus nebulosus	
Biomasse		
Taille maximale		
Taille moyenne		
Densité	Scaridae commerciaux	Scaridae
Biomasse		
Richesse spécifique/station		
Densité	Scaridae cibles	
Biomasse		
Densité	Scaridae sauf Scaridae sp.	
Biomasse		
Densité	Serranidae	Serranidae
Biomasse		
Taille maximale		
Richesse spécifique/station		
Densité	Epinephelus cyanopodus	
Biomasse		
Densité	Plectropomus leopardus	
Biomasse		
Taille maximale		
Densité	Siganidae commerciaux	Siganidae
Biomasse		
Richesse spécifique/station		
Densité	Siganus argenteus, S.canaliculatus, S.fuscescens, S.lineatus, S.punctatus	
Biomasse		
Taille moyenne		

Annexe 9 : Métriques de gouvernance des AMP sélectionnées lors des différentes phases de co-construction suite aux ateliers du programme PAMPA (David *et al.*, 2010).

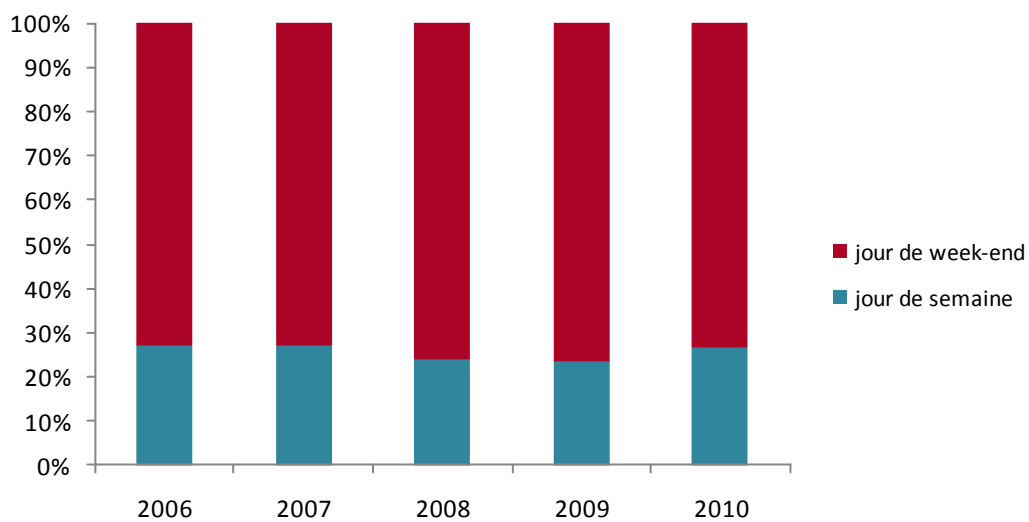
Métriques portant sur le contrôle de la réglementation
% consacré à la mise en œuvre et au contrôle de la réglementation du temps de travail des agents (écogardes et administration)
Nombre de sorties de surveillance conjointes (écogardes – gendarmerie) rapporté au nombre total des sorties de surveillance
Nombre de sorties de nuit de surveillance conjointes (écogardes – gendarmerie) rapporté au nombre total des sorties de surveillance
Nombre d’infractions ayant donné lieu à poursuites effectives rapporté au nombre total des infractions constatées
Métriques portant sur la pérennité de la gestion de l’AMP
Place de la sensibilisation-information dans le temps de travail des agents de l’AMP
Place de la sensibilisation-information dans le budget de l’AMP
Place du suivi du milieu et de son état de santé dans le temps de travail des agents de l’AMP
Place du suivi du milieu et de son état de santé dans le budget de l’AMP
Place des financements majeurs dans le budget de l’AMP estimé par le montant cumulé des financements supérieurs ou égaux à 25 % du budget rapporté au budget total
Métriques portant sur la participation des acteurs locaux dans la gestion de l’AMP et dans ses activités
Représentativité des catégories d’acteurs, estimée par le nombre de réunions par an auquel chaque catégorie d’acteurs à participer
Représentativité des acteurs dans le comité de gestion, estimée par le nombre de réunions du comité de gestion auquel ces acteurs locaux participent rapporté au nombre total de réunions du comité
Représentativité des acteurs dans le comité de gestion, estimée par le nombre des acteurs rapportés à l’effectif total du comité
Consentement des pêcheurs à remplir correctement leurs carnets de pêche, estimé par le ratio captures déclarées/captures observées
Consentement des pêcheurs de loisirs à renseigner les questionnaires sur leurs prises et leur effort
Métriques portant sur l’acceptation de l’AMP et la réduction des conflits
Perception des conflits entre usagers
Connaissance des règlements de l’AMP
Connaissance des objectifs de gestion de l’AMP
Perception de la presse locale vis-à-vis de l’AMP
Consentement des usagers à sanctionner les contrevenants

Annexe 10 : Nombre moyen de bateaux par jour (A) et pourcentage de bateaux (B) présents dans une réserve, en fonction de l'année et du type de jour de la semaine.

A)



B)



Annexe 11 : Liste des espèces de poissons récifo-lagonaires échantillonnées en 2010.

C : catégorie ; 1 : consommable ; 2 : commerciales.

P : présence ; a : Amédée ; b : Bailly ; c : Canard ; l : Lange ; lr : Larégnère ; m : Maître ; n : Nouville ; o : Bancs Ouest ; r : Récif Larégnère ; s : Signal.

Famille et espèce	C	P
Acanthuridae		
<i>Acanthurus albipectoralis</i>	1	alrrs
<i>Acanthurus blochii</i>	2	abocllrmnrs
<i>Acanthurus dussumieri</i>	2	clrm
<i>Acanthurus mata</i>	2	r
<i>Acanthurus nigricauda</i>	2	aclrms
<i>Acanthurus olivaceus</i>	2	ao
<i>Acanthurus pyroferus</i>	2	aom
<i>Acanthurus thompsoni</i>	1	ln
<i>Acanthurus triostegus</i>	1	l
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	2	acl
<i>Ctenochaetus striatus</i>	1	abocllrmnrs
<i>Naso brevirostris</i>	2	ablrm
<i>Naso tuberosus</i>	2	oclrn
<i>Naso unicornis</i>	2	aboclrms
<i>Zebrasoma scopas</i>	1	aoclrms
<i>Zebrasoma veliferum</i>	1	abocllrmnrs
Apogonidae		
<i>Apogon aureus</i>		or
<i>Apogon compressus</i>		m
<i>Apogon cookii</i>		m
<i>Apogon cyanosoma</i>		mr
<i>Apogon novemfasciatus</i>		l
<i>Apogon savayensis</i>		lrs
<i>Cheilodipterus artus</i>		lrms
<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>		abcllrms
Aulostomidae		
<i>Aulostomus chinensis</i>		aollrms
Balistidae		
<i>Balistapus undulatus</i>		a
<i>Balistoides conspicillum</i>		a
<i>Balistoides viridescens</i>		m
<i>Pseudobalistes fuscus</i>		m
<i>Rhinecanthus aculeatus</i>		am
<i>Sufflamen chrysopterus</i>		ao
Blenniidae		
<i>Atrosalarias fuscus fuscus</i>		abocllrrs
<i>Exallias brevis</i>	2	bl
<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>		aocllrmnrs

Famille et espèce	C	P
<i>Plagiotremus rhinorhynchus</i>		aocllrs
<i>Plagiotremus tapeinosoma</i>		aclrms
Caesionidae		
<i>Caesio caeruleaurea</i>	1	almnr
<i>Caesio cuning</i>	1	clr
<i>Pterocaesio digramma</i>	1	an
Carangidae		
<i>Caranx melampygus</i>	2	os
<i>Scomberoides lysan</i>	1	an
Carcharhinidae		
<i>Triaenodon obesus</i>		lr
Chaetodontidae		
<i>Chaetodon auriga</i>		abocllrmn
<i>Chaetodon baronessa</i>		alrs
<i>Chaetodon bennetti</i>		abclrmns
<i>Chaetodon citrinellus</i>		ar
<i>Chaetodon ephippium</i>		bcllmr
<i>Chaetodon flavirostris</i>		boclms
<i>Chaetodon lineolatus</i>		allrm
<i>Chaetodon lunulatus</i>		m
<i>Chaetodon melannotus</i>		aclr
<i>Chaetodon mertensii</i>		allrmnrs
<i>Chaetodon pelewensis</i>		alrr
<i>Chaetodon plebeius</i>		abocllrmns
<i>Chaetodon reticulatus</i>		lr
<i>Chaetodon speculum</i>		bclrmns
<i>Chaetodon trifascialis</i>		aocllrmn
<i>Chaetodon trifasciatus</i>		aoclrms
<i>Chaetodon ulietensis</i>		ocllrmn
<i>Chaetodon unimaculatus</i>		lr
<i>Chaetodon vagabundus</i>		am
<i>Coradion altivelis</i>		ac
<i>Forcipiger flavissimus</i>		a
<i>Forcipiger longirostris</i>		ao
<i>Heniochus acuminatus</i>		bmn
<i>Heniochus chrysostomus</i>		aollrms
<i>Heniochus monoceros</i>		l
<i>Heniochus singularius</i>		lrm
<i>Heniochus varius</i>		alr

Cirrhitidae

Famille et espèce	C	P
<i>Cirrhitichthys falco</i>		allrs
<i>Paracirrhites forsteri</i>		alr
Dasyatidae		
<i>Taeniura meyeni</i>		a
Diodontidae		
<i>Diodon hystrix</i>		ocl
Echeneidae		
<i>Echeneis naucrates</i>		am
Ephippidae		
<i>Platax teira</i>	1	m
Gobiesocidae		
<i>Diademichthys lineatus</i>		bmr
Gobiidae		
<i>Amblyeleotris guttata</i>		a
<i>Amblygobius phalaena</i>		aomn
<i>Istigobius rigilius</i>	1	lrm
<i>Istigobius sp.</i>	1	o
<i>Valenciennea puellaris</i>		b
Haemulidae		
<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i>	1	bcls
<i>Plectorhinchus flavomaculatus</i>	1	c
<i>Plectorhinchus lessonii</i>	1	oc
<i>Plectorhinchus lineatus</i>	1	clrms
Hemiramphidae		
<i>Hemiramphus far</i>	1	ms
Holocentridae		
<i>Myripristis murdjan</i>	1	n
<i>Neoniphon opercularis</i>		lr
<i>Neoniphon sammara</i>	1	bln
<i>Sargocentron rubrum</i>	1	l
<i>Sargocentron spiniferum</i>	1	os
Kyphosidae		
<i>Kyphosus sydneyanus</i>	2	s
<i>Kyphosus vaigiensis</i>	2	m
Labridae		
<i>Anampses femininus</i>		alrs
<i>Anampses neoguinaicus</i>		aolrrs
<i>Bodianus loxozonus</i>	1	aors
<i>Bodianus perditio</i>	2	aolrn
<i>Cheilinus chlorourus</i>	1	abollrmnrs
<i>Cheilinus fasciatus</i>	1	blrr
<i>Cheilinus trilobatus</i>	1	aollrm
<i>Cheilinus undulatus</i>	2	lrm
<i>Cheilio inermis</i>		am

Famille et espèce	C	P
<i>Choerodon fasciatus</i>	1	m
<i>Choerodon graphicus</i>	1	abocllrmnrs
<i>Cirrhilabrus punctatus</i>		aolrr
<i>Coris aygula</i>	1	alrmrs
<i>Coris dorsomacula</i>		ar
<i>Epibulus insidiator</i>	1	ocm
<i>Gomphosus varius</i>		aocllrmnrs
<i>Halichoeres hortulanus</i>		alrrs
<i>Halichoeres margaritaceus</i>		aocllrmnrs
<i>Halichoeres marginatus</i>		cmnrs
<i>Halichoeres melanurus</i>		bcllrmns
<i>Halichoeres prosopeion</i>		a
<i>Halichoeres trimaculatus</i>		aolrmrs
<i>Hemigymnus fasciatus</i>	1	aollrms
<i>Hemigymnus melapterus</i>	1	abocllrmnrs
<i>Labrichthys unilineatus</i>		aolrms
<i>Labroides bicolor</i>		s
<i>Labroides dimidiatus</i>		aocllrmns
<i>Labropsis australis</i>		aolr
<i>Macropharyngodon meleagris</i>		a
<i>Novaculichthys taeniourus</i>	1	alm
<i>Oxycheilinus celebicus</i>		c
<i>Oxycheilinus digrammus</i>	1	ocrs
<i>Oxycheilinus sp.</i>	1	m
<i>Oxycheilinus unifasciatus</i>	1	os
<i>Pseudocheilinus evanidus</i>		abocllrmnrs
<i>Pseudocheilinus hexataenia</i>		aocllrmnrs
<i>Stethojulis bandanensis</i>		alrmrs
<i>Stethojulis notialis</i>		bl
<i>Stethojulis strigiventer</i>		abocllrrs
<i>Thalassoma amblycephalum</i>		am
<i>Thalassoma hardwicke</i>		alrr
<i>Thalassoma janssenii</i>		ao
<i>Thalassoma lunare</i>		abocllrmnrs
<i>Thalassoma lutescens</i>		abocllrmnrs
Lethrinidae		
<i>Gymnocranius sp.</i>	2	olr
<i>Lethrinus atkinsoni</i>	2	aocllrm
<i>Lethrinus harak</i>	2	lm
<i>Lethrinus obsoletus</i>	2	lrm
<i>Lethrinus sp.</i>	2	lr
<i>Lethrinus xanthochilus</i>	1	m
<i>Monotaxis grandoculis</i>	1	abolr
Lutjanidae		
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	2	lm

Famille et espèce	C	P
<i>Lutjanus bohar</i>	1	ao
<i>Lutjanus fulviflammus</i>	1	llrmns
<i>Lutjanus fulvus</i>	1	clr
<i>Lutjanus gibbus</i>	1	a
<i>Lutjanus kasmira</i>	1	cs
<i>Lutjanus monostigma</i>	1	acl
<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	1	m
<i>Macolor macularis</i>	1	lr
Microdesmidae		
<i>Nemateleotris magnifica</i>		a
<i>Ptereleotris evides</i>		olrm
<i>Ptereleotris hanae</i>		bm
<i>Ptereleotris microlepis</i>		ao
Monacanthidae		
<i>Oxymonacanthus longirostris</i>		aoclrmns
Mullidae		
<i>Parupeneus barberinoides</i>	1	rs
<i>Parupeneus barberinus</i>	2	aollrm
<i>Parupeneus ciliatus</i>	1	bcllrmn
<i>Parupeneus cyclostomus</i>	1	a
<i>Parupeneus heptacanthus</i>	1	lr
<i>Parupeneus indicus</i>	1	n
<i>Parupeneus multifasciatus</i>	1	aollrs
<i>Parupeneus spilurus</i>	1	l
<i>Upeneus tragula</i>	1	blns
Muraenidae		
<i>Gymnothorax javanicus</i>		m
<i>Gymnothorax meleagris</i>		ols
Myliobatidae		
<i>Aetobatus narinari</i>	2	m
Nemipteridae		
<i>Scolopsis bilineata</i>	2	aboclrmnrs
Ostraciidae		
<i>Ostracion cubicus</i>		cllrm
Pinguipedidae		
<i>Parapercis hexophtalma</i>		aocn
<i>Parapercis millepunctata</i>		lrm
<i>Parapercis sp.</i>		c
<i>Parapercis xanthozona</i>		ocmn
Plesiopidae		
<i>Assessor macneilli</i>		aom
Pomacanthidae		
<i>Centropyge bicolor</i>		aollrs
<i>Centropyge bispinosus</i>		aollmrs

Famille et espèce	C	P
<i>Centropyge flavissimus</i>		a
<i>Centropyge tibicen</i>		aollmrs
<i>Pomacanthus semicirculatus</i>		s
<i>Pomacanthus sexstriatus</i>		c
Pomacentridae		
<i>Abudefduf sexfasciatus</i>		boclrmnrs
<i>Abudefduf vaigiensis</i>		s
<i>Abudefduf whitleyi</i>		aboclms
<i>Amblyglyphidodon curacao</i>		boclrmnrs
<i>Amblyglyphidodon leucogaster</i>		bolrmrs
<i>Amphiprion clarkii</i>		amnrs
<i>Amphiprion melanopus</i>		n
<i>Cheiloprion labiatus</i>		boclrmns
<i>Chromis amboinensis</i>		ao
<i>Chromis chrysur</i>		aors
<i>Chromis fumea</i>		m
<i>Chromis iomelas</i>		aolrr
<i>Chromis lepidolepis</i>		aor
<i>Chromis margaritifer</i>		aors
<i>Chromis retrofasciata</i>		aol
<i>Chromis ternatensis</i>		ars
<i>Chromis viridis</i>		aboclrmns
<i>Chrysiptera rex</i>		abc
<i>Chrysiptera rollandi</i>		aboclrmnrs
<i>Chrysiptera taupou</i>		aboclrmnrs
<i>Dascyllus aruanus</i>		aoclrmnrs
<i>Dascyllus reticulatus</i>		aollrs
<i>Dascyllus trimaculatus</i>		r
<i>Neoglyphidodon melas</i>		c
<i>Neoglyphidodon nigroris</i>		oclms
<i>Neopomacentrus azysron</i>		abclms
<i>Neopomacentrus violascens</i>		m
<i>Plectroglyphidodon dickii</i>		lr
<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>		aollrs
<i>Pomacentrus amboinensis</i>		aboclrmnrs
<i>Pomacentrus bankanensis</i>		aboclrmrs
<i>Pomacentrus chrysur</i>		aboclrmnrs
<i>Pomacentrus coelestis</i>		aboclrmrs
<i>Pomacentrus imitator</i>		aboclrmnrs
<i>Pomacentrus lepidogenys</i>		aoclrmrs
<i>Pomacentrus moluccensis</i>		aboclrmnrs
<i>Pomacentrus philippinus</i>		ao
<i>Pomacentrus smithi</i>		bclmn
<i>Pomacentrus sp.</i>		m
<i>Pomacentrus vaiuli</i>		aoclrmrs

Famille et espèce	C	P
<i>Stegastes albifasciatus</i>		b
<i>Stegastes fasciolatus</i>		o
<i>Stegastes gascoynei</i>		l
<i>Stegastes lividus</i>		c llrmrs
<i>Stegastes nigricans</i>		llrmrs
<i>Stegastes sp.</i>		ab llrmrs
Priacanthidae		
<i>Priacanthus hamrur</i>	2	c llrms
Scaridae		
<i>Calotomus carolinus</i>	1	alr
<i>Cetoscarus bicolor</i>	2	am
<i>Chlorurus microrhinos</i>	2	ab olr
<i>Chlorurus sordidus</i>	2	ab oc llrmrs
<i>Chlorurus sp.</i>	2	c
<i>Hipposcarus longiceps</i>	2	oc llrm
<i>Scarus altipinnis</i>	2	ab llrmrs
<i>Scarus chameleon</i>	2	a or
<i>Scarus dimidiatus</i>	2	lrr
<i>Scarus flavipectoralis</i>	2	bs
<i>Scarus forsteni</i>	2	a
<i>Scarus frenatus</i>	2	a oc llrr
<i>Scarus ghobban</i>	2	ab oc llrmns
<i>Scarus globiceps</i>	2	lrm
<i>Scarus niger</i>	2	ab oc llrmrs
<i>Scarus oviceps</i>	2	lrmrs
<i>Scarus rivulatus</i>	2	ab oc llrmns
<i>Scarus rubroviolaceus</i>	2	a
<i>Scarus schlegeli</i>	2	ab oc llrmrs
<i>Scarus sp.</i>	2	bo c llmrs
Scombridae		
<i>Scomberomorus commerson</i>	2	a
Serranidae		
<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	2	ms
<i>Cephalopholis argus</i>	2	a
<i>Cephalopholis miniata</i>	2	s

Famille et espèce	C	P
<i>Cephalopholis urodeta</i>	2	ao
<i>Cromileptes altivelis</i>	2	alrm
<i>Epinephelus fasciatus</i>	1	lr
<i>Epinephelus howlandi</i>	2	l
<i>Epinephelus macrospilos</i>	2	cm
<i>Epinephelus maculatus</i>	2	a oc llrm
<i>Epinephelus merra</i>	2	a oc llrmrs
<i>Epinephelus polyphekadion</i>	2	a clrr
<i>Plectropomus laevis</i>	1	alr
<i>Plectropomus leopardus</i>	2	ab oc llrms
<i>Pseudanthias hypselosoma</i>	2	ao
Siganidae		
<i>Siganus argenteus</i>	2	clmn
<i>Siganus canaliculatus</i>	2	lrm
<i>Siganus corallinus</i>	2	bolr
<i>Siganus doliatus</i>	2	ab oc llrmns
<i>Siganus lineatus</i>	2	cms
<i>Siganus puellus</i>	2	blmrs
<i>Siganus punctatissimus</i>	2	o
<i>Siganus punctatus</i>	2	ab c llrms
<i>Siganus vulpinus</i>	2	olrs
Synodontidae		
<i>Saurida gracilis</i>		a ol
<i>Synodus binotatus</i>		n
<i>Synodus variegatus</i>		s
Tetraodontidae		
<i>Canthigaster valentini</i>		ab oc llrmns
Zanclidae		
<i>Zanclus cornutus</i>		llrr
Malacanthidae		
<i>Malacanthus latovittatus</i>		a
Belonidae		
<i>Tylosurus crocodilus crocodilus</i>	1	m

Annexe 12: Test des métriques et techniques de pêches employées sur différentes familles ou espèces de poissons échantillonnées en 1990, 1994, 1998, 2002, 2006 et 2010.

+++ : métrique fortement discriminante ; ++ : métrique moyennement discriminante ; + : métrique faiblement discriminante ; - : métrique non discriminante. Des parenthèses sont rajoutées quand l'estimation du niveau de discrimination est incertaine. Les tests non réalisés sont représentés par des cases barrées.

✓ : technique de pêche utilisée ; * : technique de pêche secondairement employée. Les techniques de pêches non employées sont représentées par des cases grisées.

Scaridae cibles (Scaridae les plus recherchées) : *Cetoscarus bicolor*, *Scarus ghobban*, *Scarus altipinnis*, *Chlorurus microrhinos* et *Hipposcarus longiceps*.

Famille-espèce	Métriques testés				Techniques de pêches			
	Densité	Biomasse	Taille moyenne	Taille maximale	pêche sous-marine	pêche au filet maillant	pêche à la ligne	pêche à la traîne
<i>Acanthurus blochii</i> , <i>A.dussumieri</i> , <i>A.xanthopterus</i>	++	(+)	-	-	✓	✓ *		
<i>Bodianus perditio</i>	-	-	-	-	✓			
<i>Epinephelus cyanopodus</i>	+++	(+)	-	-	✓ *	✓ *	✓	✓
Espèces commerciales	-	++	-		✓	✓	✓	✓
Lethrinidae	(+++)	+	-	++	✓ *	✓ *	✓	
<i>Lethrinus nebulosus</i>	-	-	+	+++	✓ *	✓ *	✓	
<i>Naso annulatus</i> , <i>N.brachycentron</i> , <i>N.brevirostris</i> , <i>N.hexacanthus</i> , <i>N.lituratus</i> , <i>N.unicornis</i>	++	++	+	++(+)	✓	✓		
<i>Naso unicornis</i>	(+)	(+)	-	+++	✓	✓		
<i>Plectropomus leopardus</i>	+++	+++	-	+++	✓			✓
Scaridae	-	-	-	-	✓	✓		
Scaridae cibles Erreur ! Signet non défini.	+	(+)		-	✓	✓		
Scaridae sauf <i>Scaridae</i> sp.	+	+	-	(+)	✓	✓		
Serranidae	++	+++	-	+++	✓	✓	✓	✓
<i>Siganus argenteus</i> , <i>S.canaliculatus</i> , <i>S.fuscescens</i> , <i>S.lineatus</i> , <i>S.punctatus</i>	(++)	++	+	-	✓ *	✓		

Annexe 13: Tableau de bord détaillant les résultats de différentes métriques sur différentes familles ou espèces de poissons échantillonnées en 1990, 1994, 1998, 2002, 2006 et 2010 dans chaque site.

D'après les valeurs des métriques : les cases vertes : état en bonne santé ; les cases jaunes : état moyen ou indéterminé ; les cases rouges : état impacté ; les cases grises : sites non échantillonnés ; les cases vides : métriques non pertinente.

Familles/ espèces	Site	Statut du site	Densité (poisson/m ²)						Biomasse (g/m ²)						Taille moyenne (cm)						Taille maximale (cm)					
			1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010
<i>Acanthurus blochii</i> , <i>A.xanthopterus</i>	Amédé	R		0,0005	0,0000	0,0046	0,0055	0,0036		0,18	0,00	1,10	7,38	1,05												
	Bailly	R	0,0167	0,0190	0,0062	0,0136	0,0269	0,0213	2,64	1,93	0,38	1,45	15,46	3,30												
	Bancs Ouest	NR				0,0023	0,0011	0,0167				0,32	0,43	4,68												
	Canard	R		0,0213	0,0104	0,0241	0,0293	0,0238		5,03	3,26	7,67	12,15	9,60												
	Lange	NR						0,0033						1,57												
	Larégnère	R	0,0020	0,0067	0,0000	0,0071	0,0236	0,0071	0,62	1,65	0,00	0,64	11,16	2,78												
	Maître	R	0,0102	0,0046	0,0050	0,0158	0,0238	0,0247	1,46	1,22	0,73	2,52	12,54	9,72												
	Nouvelle	NR		0,0640	0,0090	0,0050	0,0080	0,0114		5,41	0,89	0,52	3,72	3,00												
	Récif Larégnère	NR				0,0050	0,0040	0,0066				0,67	2,11	1,23												
	Signal	R	0,0034	0,0128	0,0028	0,0088	0,0200	0,0048	0,86	3,07	0,65	1,48	2,11	1,49												
<i>Epinephelus cyanopodus</i>	Amédé	R		0,0006	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000		0,54	0,05	0,00	0,00	0,00												
	Bailly	R	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	Bancs Ouest	NR				0,0000	0,0000	0,0000				0,00	0,00	0,00												
	Canard	R		0,0008	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000		2,23	0,00	0,42	0,00	0,00												
	Lange	NR						0,0000						0,00												
	Larégnère	R	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00												
	Maître	R	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0	0,06	0,28	0,00	0,00	0,00												
	Nouvelle	NR		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
	Récif Larégnère	NR				0,0000	0,0000	0,0000				0,00	0,00	0,00												
	Signal	R	0,0000	0,0000	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0	0,00	0,07	0,15	0,00	0,00												

Familles / espèces	Site	Statut du site	Densité (poisson/m²)						Biomasse (g/m²)						Taille moyenne (cm)						Taille maximale (cm)					
			1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010
Lethrinidae	Amédé	R		0,0183	0,0198	0,0047	0,0483	0,0062		7,22	1,35	1,42	12,56	1,26								42	25	26	52	48
	Bailly	R	0,0005	0,0015	0,0000	0,0000	0,0110	0,0014	0,19	0,46	0,00	0,00	2,90	0,33							30	35	0	0	28	30
	Bancs Ouest	NR				0,0039	0,0015	0,0079				0,47	0,22	0,43										18	25	25
	Canard	R		0,0030	0,0015	0,0044	0,0022	0,0025		1,48	2,02	2,85	0,24	1,01								25	35	42	38	30
	Lange	NR						0,0011						0,20												30
	Larégnière	R	0,0010	0,0068	0,0049	0,0000	0,0159	0,0150	0,23	1,36	1,17	0,00	8,98	3,28							16	32	28	0	28	20
	Maître	R	0,0034	0,0263	0,0145	0,0071	0,0101	0,0227	0,82	8,89	3,16	2,07	4,68	9,76							23	14	22	43	24,3	33,5
	Nouvelle	NR		0,0017	0,0013	0,0020	0,0000	0,0014		0,13	0,19	0,12	0,00	0,29								14	15	18	0	28
	Récif Larégnière	NR				0,0006	0,0010	0,0000				0,05	0,14	0,00										35	20	0
	Signal	R	0,0019	0,0004	0,0040	0,0013	0,0015	0,0000	0,46	0,11	1,32	0,07	0,09	0,00							32	21	26,5	20	21	0
Lethrinus nebulosus	Amédé	R														18	0	0	0	0		18	0	0	0	0
	Bailly	R													0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bancs Ouest	NR																0	0	0				0	0	0
	Canard	R														52	48	35	0	0		52	48	35	0	0
	Lange	NR																		0						0
	Larégnière	R													0	24	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0
	Maître	R													22,0	39,7	32	0	0	0	23	40	32	0	0	0
	Nouvelle	NR														16	0	0	0	0		16	0	0	0	0
	Récif Larégnière	NR																0	0	0				0	0	0
	Signal	R													0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Familles/ espèces	Site	Statut du site	Densité (poisson/m²)						Biomasse (g/m²)						Taille moyenne (cm)						Taille maximale (cm)					
			1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010
<i>Naso annulatus</i> , <i>N.brachycentron</i> , <i>N.brevirostris</i> , <i>N.hexacanthus</i> , <i>N.litiratus</i> , <i>N.unicornis</i>	Amédé	R		0,0368	0,0097	0,0110	0,0214	0,0396		12,45	1,16	5,09	13,33	16,97								60	42	35	35	31,0
	Bailly	R	0,0000	0,0011	0,0000	0,0002	0,0005	0,0057	0,00	0,38	0,00	0,02	1,03	3,47							0	32	0	16	48	29,5
	Bancs Ouest	NR				0,0097	0,0033	0,0033				1,71	2,89	0,82										24	40	22
	Canard	R		0,0003	0,0013	0,0017	0,0025	0,0013		0,09	3,75	0,13	1,21	0,97								25	55	15	35	38
	Lange	NR						0,0000						0,00												0
	Larégnère	R	0,0007	0,0354	0,0045	0,0116	0,0211	0,0126	0,06	14,18	2,91	2,95	13,11	6,51							23	45	48	33	45	37,4
	Maître	R	0,0022	0,0041	0,0000	0,0018	0,0014	0,0035	0,22	1,71	0,00	1,39	1,23	4,52							25	38	0	35	45	45,3
	Nouvelle	NR		0,0041	0,0021	0,0030	0,0007	0,0000		0,55	0,03	0,15	0,02	0,00								22	11	14	11	0
	Récif Larégnère	NR				0,0012	0,0015	0,0020				0,04	1,09	0,16										14	33	16
	Signal	R	0,0053	0,0042	0,0031	0,0060	0,0032	0,0028	3,48	1,03	0,25	1,65	1,09	3,08							50	30	24	30	35	38
<i>Naso unicornis</i>	Amédé	R		0,0224	0,0097	0,0102	0,0194	0,0260		8,47	1,16	4,96	13,01	16,19								60	42	35	35	31,0
	Bailly	R	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0005	0,0036	0,00	0,38	0,00	0,00	1,03	2,35							0	32	0	0	48	29,5
	Bancs Ouest	NR				0,0003	0,0017	0,0033				0,08	2,17	0,82										24	40	22
	Canard	R		0,0000	0,0013	0,0000	0,0017	0,0013		0,00	3,75	0,00	1,09	0,97								0	55	0	35	38
	Lange	NR						0,0000						0,00												0
	Larégnère	R	0,0001	0,0200	0,0041	0,0087	0,0147	0,0062	0,02	11,10	2,86	2,66	11,32	4,70							23	45	48	33	45	37,4
	Maître	R	0,0006	0,0010	0,0000	0,0016	0,0008	0,0020	0,07	0,24	0,00	1,36	1,04	4,03							25	26	0	35	45	45,3
	Nouvelle	NR		0,0041	0,0021	0,0010	0,0007	0,0000		0,55	0,03	0,03	0,02	0,00								22	11	12	11	0
	Récif Larégnère	NR				0,0005	0,0000	0,0020				0,01	0,00	0,16										10	0	16
	Signal	R	0,0049	0,0040	0,0027	0,0027	0,0025	0,0028	3,38	1,02	0,22	0,90	0,87	3,08							50	30	24	30	30	38

Familles / espèces	Site	Statut du site	Densité (poisson/m²)						Biomasse (g/m²)						Taille moyenne (cm)						Taille maximale (cm)					
			1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010
<i>Plectropomus leopardus</i>	Amédé	R		0,0069	0,0037	0,0064	0,0079	0,0061		6,46	2,83	6,48	7,72	7,69								75	60	60	60	47
	Bailly	R	0,0042	0,0085	0,0049	0,0050	0,0024	0,0497	1,07	1,37	1,49	0,74	1,93	28,52							35	32	38	28	43	33,1
	Bancs Ouest	NR				0,0071	0,0017	0,0013				1,94	1,04	0,65										38	35	33
	Canard	R		0,0037	0,0031	0,0190	0,0063	0,0066		1,15	1,97	9,17	4,10	7,45								55	40	45	50	38,2
	Lange	NR						0,0000						0,00												0
	Larégnère	R	0,0020	0,0088	0,0077	0,0209	0,0070	0,0062	0,99	4,59	6,97	10,78	4,11	2,83							38	45	75	50	45	44
	Maître	R	0,0017	0,0096	0,0038	0,0059	0,0044	0,0054	1,83	7,24	6,05	1,98	3,86	5,70							75	75	75	45	70	48
	Nouvelle	NR		0,0011	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000		0,11	0,03	0,00	0,00	0,00								22	16	0	0	0
	Récif Larégnère	NR				0,0000	0,0000	0,0000				0,00	0,00	0,00										0	0	0
	Signal	R	0,0000	0,0074	0,0049	0,0070	0,0030	0,0024	0,00	3,50	1,38	3,12	1,75	2,17							0	55	35	45	50	46
Scaridae cibles	Amédé	R		0,0196	0,0027	0,0118	0,0002	0,0134		9,44	1,75	8,96	0,07	12,84												
	Bailly	R	0,0029	0,0115	0,0042	0,0294	0,0017	0,0153	0,80	0,76	0,42	1,19	0,15	4,15												
	Bancs Ouest	NR				0,0014	0,0058	0,0055				0,05	0,28	2,13												
	Canard	R		0,0094	0,0037	0,0218	0,0028	0,0264		1,53	0,74	1,47	0,78	29,31												
	Lange	NR						0,0057						1,17												
	Larégnère	R	0,0009	0,0051	0,0021	0,0048	0,0019	0,0083	0,46	1,33	0,39	0,15	1,65	3,15												
	Maître	R	0,0042	0,0042	0,0044	0,0092	0,0091	0,0090	0,83	1,71	2,67	0,80	2,11	3,87												
	Nouvelle	NR		0,0017	0,0060	0,0034	0,0004	0,0031		0,14	0,15	0,15	0,08	0,86												
	Récif Larégnère	NR				0,0028	0,0000	0,0027				0,43	0,00	0,55												
	Signal	R	0,0018	0,0039	0,0035	0,0018	0,0042	0,0025	0,49	0,96	1,55	0,23	0,54	0,90												

Familles / espèces	Site	Statut du site	Densité (poisson/m²)						Biomasse (g/m²)						Taille moyenne (cm)						Taille maximale (cm)						
			1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010	
Scaridae sauf Scaridae sp.	Amédé	R		0,0625	0,0519	0,0402	0,0302	0,0738		18,85	5,00	14,89	9,77	31,69													
	Bailly	R	0,0058	0,0635	0,0345	0,0601	0,0246	0,0537	1,69	7,61	4,30	5,01	7,13	12,36													
	Bancs Ouest	NR				0,0666	0,0542	0,1076				8,04	14,57	24,22													
	Canard	R		0,1240	0,0315	0,0462	0,0072	0,0624		12,07	6,94	4,86	1,67	41,38													
	Lange	NR						0,0474						6,77													
	Larégnère	R	0,0116	0,1085	0,0465	0,0909	0,0360	0,0551	3,39	12,31	5,30	6,54	17,44	17,23													
	Maître	R	0,0217	0,0775	0,0448	0,0712	0,0308	0,0541	5,81	11,11	6,04	5,87	7,65	16,22													
	Nouvelle	NR		0,0315	0,0103	0,0202	0,0065	0,0258		2,51	0,23	1,01	1,67	5,33													
	Récif Larégnère	NR				0,0515	0,0659	0,0503				3,90	12,02	13,26													
	Signal	R	0,0213	0,0936	0,0316	0,0500	0,0438	0,0263	5,05	12,24	7,83	5,27	4,44	6,73													
Serranidae	Amédé	R		0,0244	0,0134	0,0252	0,0239	0,0281		12,51	3,35	11,23	12,31	12,18									75	60	65	60	47
	Bailly	R	0,0111	0,0192	0,0093	0,0274	0,0153	0,0497	1,95	2,91	2,01	2,05	2,98	28,52							35	32	38	28	43	33,1	
	Bancs Ouest	NR				0,0219	0,0104	0,0273				4,24	2,33	1,89										38	35	33	
	Canard	R		0,0136	0,0072	0,0377	0,0339	0,0135		3,82	5,70	11,94	5,70	10,50									60	80	45	50	38,2
	Lange	NR						0,0029						0,52												26	
	Larégnère	R	0,0108	0,0118	0,0090	0,0264	0,0179	0,0136	1,47	5,06	7,42	11,16	6,15	7,24							38	45	75	50	45	55	
	Maître	R	0,0056	0,0159	0,0090	0,0130	0,0166	0,0096	2,70	8,10	7,49	2,45	5,45	6,55							75	75	75	45	70	48	
	Nouvelle	NR		0,0174	0,0072	0,0024	0,0064	0,0006		0,64	0,48	0,09	0,43	0,06									22	18	14	20	20
	Récif Larégnère	NR				0,0033	0,0067	0,0107				0,14	0,62	1,94										18	35	50	
	Signal	R	0,0211	0,0115	0,0177	0,0216	0,0157	0,0202	1,59	4,27	2,00	4,14	2,06	3,76							23	55	35	45	50	46	

Familles / espèces	Site	Statut du site	Densité (poisson/m²)						Biomasse (g/m²)						Taille moyenne (cm)						Taille maximale (cm)					
			1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010	1990	1994	1998	2002	2006	2010
<i>Siganus argenteus</i> , <i>S. fuscus</i> , <i>S. lineatus</i> , <i>S. punctatus</i>	Amédé	R		0,0017	0,0000	0,0000	0,0004	0,0029		0,55	0,00	0,00	0,05	1,24		25	0	0	20	25,5						
	Bailly	R	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0014	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	21	0	0	0	0	15						
	Bancs Ouest	NR				0,0100	0,0000	0,0000				0,68	0,00	0,00				16	0	0						
	Canard	R		0,0373	0,0033	0,0040	0,0040	0,0144		7,29	0,61	0,89	2,10	5,89		22,8	19,8	21,0	28,5	25,7						
	Lange	NR						0,0047						0,89						23						
	Larégnère	R	0,0038	0,0339	0,0516	0,0143	0,0058	0,0030	0,57	4,16	4,15	1,42	1,55	0,68	16,9	22,4	18,7	18,0	25,4	20,0						
	Maître	R	0,0159	0,0122	0,0012	0,0084	0,0030	0,1141	2,34	4,04	0,25	1,51	1,40	0,55	15,2	23,1	22,0	21,2	27,5	17,5						
	Nouvelle	NR		0,0000	0,0000	0,0000	0,0017	0,0050		0,00	0,00	0,00	0,01	1,15		0,0	0,0	0,0	6,0	23,3						
	Récif Larégnère	NR				0,0000	0,0120	0,0000				0,00	1,45	0,00				0	17	0						
	Signal	R	0,0038	0,0005	0,0113	0,0013	0,0018	0,0017	0,05	0,26	1,56	0,23	0,27	0,47	14	28	19	20	19,3	22						

Annexe 14 : Valeurs des seuils déterminés à dire d'expert pour les principales familles et espèces commerciales.

Scaridae cibles (Scaridae les plus recherchées) : *Cetoscarus bicolor*, *Scarus ghobban*, *Scarus altipinnis*, *Chlorurus microrhinos* et *Hipposcarus longiceps*.

Familles/espèces	Variables	Seuil rouge (état impacté)	Seuil orange (état indéterminé)	Seuil vert (état en bonne santé)
<i>Acanthurus blochii</i> , <i>A.dussumieri</i> , <i>A.xanthopterus</i>	Densité	< 0,005	≥ 0,005 et ≤ 0,012	> 0,012
	Biomasse	< 4	≥ 4 et ≤ 10	> 10
<i>Epinephelus cyanopodus</i>	Densité	/	≤ 0,2	> 0,2
	Biomasse	/	≤ 0,00012	> 0,00012
Lethrinidae	Densité	/	≤ 0,006	> 0,006
	Biomasse	< 1	≥ 1 et ≤ 7	> 7
	Taille maximale	< 20	≥ 20 et ≤ 30	> 30
<i>Lethrinus nebulosus</i>	Taille moyenne	/	≤ 22,5	> 22,5
	Taille maximale	/	≤ 23,5	> 23,5
<i>Naso annulatus</i> , <i>N.brachycentron</i> , <i>N.brevirostris</i> , <i>N.hexacanthus</i> , <i>N.lituratus</i> , <i>N.unicornis</i>	Densité	< 0,001	≥ 0,001 et ≤ 0,006	> 0,006
	Biomasse	< 1	≥ 1 et ≤ 4	> 4
	Taille maximale	/	≤ 28	> 28
<i>Naso unicornis</i>	Densité	/	≤ 0,004	> 0,004
	Biomasse	/	≤ 5	> 5
	Taille maximale	< 14	≥ 14 et ≤ 28	> 28
<i>Plectropomus leopardus</i>	Densité	< 0,0025	≥ 0,0025 et ≤ 0,0035	> 0,0035
	Biomasse	< 1	> 1 et ≤ 3	> 3
	Taille maximale	< 35	≥ 35 et ≤ 40	> 40
Scaridae cibles	Densité	/	≤ 0,005	> 0,005
	Biomasse	/	≤ 2,5	> 2,5
Scaridae sauf <i>Scaridae sp.</i>	Densité	< 0,022	≥ 0,022 et ≤ 0,07	> 0,07
	Biomasse	< 4	≥ 4 et ≤ 10	> 10
Serranidae	Densité	< 0,008	≥ 0,008 et ≤ 0,022	> 0,022
	Biomasse	< 1,6	≥ 1,6 et ≤ 4,5	> 4,5
	Taille maximale	< 26	≥ 26 et ≤ 40	> 40
<i>Siganus argenteus</i> , <i>S.canaliculatus</i> , <i>S.fuscescens</i> , <i>S.lineatus</i> , <i>S.punctatus</i>	Densité	< 0,0025	≥ 0,0025 et ≤ 0,018	> 0,018
	Biomasse	< 0,4	≥ 0,4 et ≤ 2,4	> 2,4
	Taille moyenne	/	≤ 17,5	> 17,5

RÉSUMÉ

Face à l'urbanisation grandissante, certains écosystèmes marins sont affectés par les pressions anthropiques en Nouvelle-Calédonie. En réponse à ces pressions, des Aires Marines Protégées ont été mises en place dans le Parc du Grand Nouméa. Pour évaluer l'efficacité de ces AMP, le programme de recherche multidisciplinaire PAMPA (Indicateurs de la Performance des Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usages) a été créé. Ce programme a pour objectif la mise en place de tableaux de bord d'indicateurs de ressources, d'usages et de gouvernance. Réalisé dans le cadre de PAMPA, cette étude présente un suivi spatio-temporel des ressources ichtyologiques dans les AMP et dans des zones non protégées du Parc du Grand Nouméa, afin de pouvoir sélectionner certains indicateurs écosystémiques pour l'établissement de tableaux de bord. La confrontation d'indicateurs d'usages et de gouvernance avec ces indicateurs écosystémiques a permis d'évaluer l'efficacité des mesures de gestion. Les indicateurs écosystémiques montrent que les AMP abritent une ressource en bonne santé. En revanche, malgré des progrès constants, les indicateurs d'usage et de gouvernance sont insatisfaisants au regard des objectifs fixés par les gestionnaires, notamment dans les AMP Larégnère, Maître et Signal. Les stratégies de gestion doivent donc être encore améliorées pour maintenir une exploitation durable des ressources et des milieux.

Mots clés : Aire Marine Protégée, indicateurs, PAMPA, Parc du Grand Nouméa, Nouvelle-Calédonie, poissons, fréquentation, surveillance.