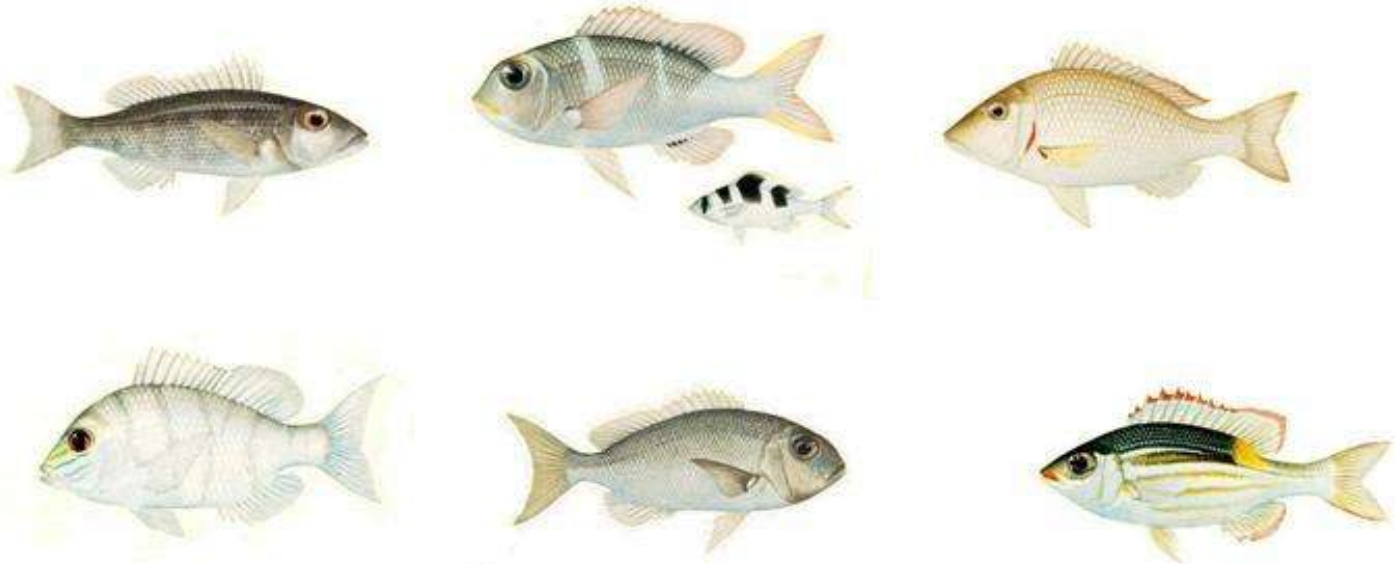
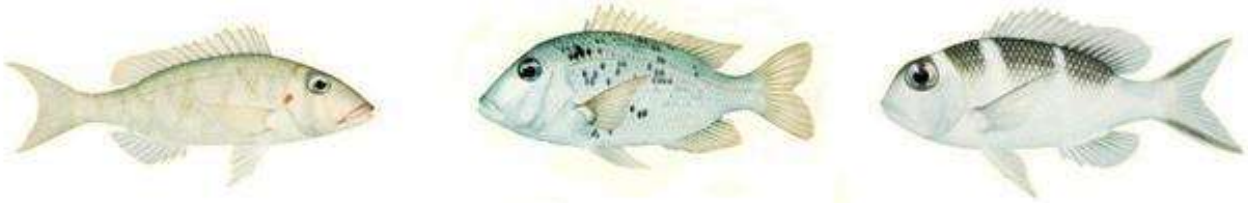


# Les stocks de poissons de ligne dans le lagon sud-ouest de Nouvelle Calédonie: variations des captures expérimentales à la palangre de fond entre 1985-87 et 1999-2000

**KULBICKI M.**
**MOU THAM G.**



# Les stocks de poissons de ligne dans le lagon sud-ouest de Nouvelle Calédonie : variations des captures expérimentales à la palangre de fond entre 1985-87 et 1999-2000

Kulbicki M.[1,2], G.Mou Tham[1]

(1) IRD- B.P.A5
98848 – Nouméa

(2) IRD c/o EPHE
Université de Perpignan
66860 - Perpignan cedex
France
Tel. : 33-4-68-66-21-90 / 68 66 20 55 ext 2332
Fax: 33-4-68-50-36-86
e-mail:michel.kulbicki@univ-perp.fr

## SOMMAIRE

**Résumé** ..... 4

**Remerciements** ..... 6

**Avant- Propos** ..... 6

**Introduction** ..... 7

**Matériel et méthodes** ..... 8

1- Plan d'échantillonnage ..... 8
2- Méthode d'échantillonnage ..... 10

**Résultats et Discussion** ..... 11

1 –Général ..... 11
1-1 Conditions générales d'utilisation ..... 11
1-2 Généralités sur les captures ..... 12
2- Détails et répartition spatial des captures. ..... 14
2-1 Globale ..... 14
2-2 Lethrinidae ..... 16
2-3 Serranidae ..... 21
2-4 Lutjanidae ..... 25
2-5 Autres espèces importantes ..... 26
2-6 Suivant intérêt commercial ..... 30
3- Influence de l'environnement ..... 33
3-1 Profondeur ..... 34
3-2 Influence terrigène et récifale ..... 37
3-2-1 La distance à la côte et à l'océan ..... 37
3-2-2 la distance aux récifs ..... 41
3-3 La distance à Nouméa ..... 43
3-4 Le substrat ..... 46
3-5 La saison ..... 51
3-6 Modèle général ..... 51
3-6-1 Construction des modèles ..... 52
3-6-2 Modèle sur les PUE (g/hameçon) ..... 53
4- Analyse des effets des Aires Marines Protégées ..... 56
5-Utilisation des palangres comme méthode de suivi ..... 59

**Conclusions** ..... 63

**Bibliographie** ..... 65

**Annexe -1** ..... 67

## RESUME

Suite à la campagne de pêche expérimentale à la palangre de fond réalisée par l'ORSTOM (IRD) entre 1985 et 1987 dans le lagon sud-ouest, une nouvelle campagne utilisant exactement la même méthode a été réalisée dans le cadre du programme ZONECO entre fin 1999 et 2001 afin de répondre aux objectifs suivants :

1- analyse comparative des captures de la période 1985-1987 avec celles de 1999-2001
2- analyse des effets de l'environnement sur les captures
3- carte de répartition des principales espèces
4- analyse des effets des réserves marines sur les ressources de poissons de ligne
5- analyse des contraintes pour la mise en place d'un suivi des ressources en poissons de ligne dans le lagon sud-ouest

Un total de 374 palangres de fond, comportant 100 hameçons chacune, ont été posées de décembre 1999 à juin 2001 (campagne C2) selon un plan d'échantillonnage qui optimise les poses en les stratifiant en fonction des résultats de la campagne de 1985-1987 (C1) au cours de laquelle 363 poses avaient été réalisées. Les captures des deux campagnes sont très comparables en diversité (3.21 espèce/pose pour C1, 3.25 pour C2), nombre moyen de prises (5.49 poissons/pose pour C1, 5.22 pour C2) et poids / hameçon (83.5 g/hameçon pour C1, 88.5 pour C2). Le nombre total d'espèces est également très proche pour les 2 campagnes (79 espèces pour C1, 87 pour C2), la plupart des espèces (52) étant communes aux deux campagnes. En particulier les principales familles (Lethrinidae, Serranidae, Lutjanidae et Carangidae) et espèces capturées restent les mêmes, bien qu'il y ait des variations dans l'importance relative de certaines espèces entre les deux campagnes.

Les principales différences entre les deux campagnes portent sur des différences spatiales qui sont illustrées pour l'ensemble des espèces, les familles et espèces principales par des cartes de répartition des captures en diversité, nombre et poids. Les captures ont été classées en trois groupes : espèces sans intérêt commercial, intérêt commercial moyen et important. La répartition spatiale de ces trois groupes est également cartographiée pour les 2 campagnes.

Les effets de dix facteurs de l'environnement (Profondeur, Couverture des Herbier-Algues, Dureté du fond, Vase (%), Carbonates (%), Distance à la côte, Distance au récif barrière, Distance aux îlots, Distance aux récifs, Distance à Nouméa) ont été analysés ainsi que l'effet de la saison. Ces analyses ont été menées sur la diversité, abondance et poids des captures totales. Comme les résultats étaient très similaires pour ces trois mesures de rendement, seuls les PUE en poids sont présentées pour les familles et espèces principales. Les rendements ont tendance à d'abord augmenter puis diminuer avec la profondeur, cependant plusieurs espèces et familles ont des rendements qui décroissent constamment avec la profondeur. Les rendements augmentent en général avec la distance à la côte, la distance aux récifs ou îlots ou la distance à Nouméa et inversement les rendements diminuent à mesure que l'on s'éloigne du récif barrière. Il existe des exceptions, ainsi les Synodontidae et Nemipteridae sont capturés préférentiellement près de la côte, ou la loche casteix (*Diagramma pictum*), la loche grisette (*Epinephelus aerolatus*) sont capturés en milieu de lagon. Les rendements ont tendance à diminuer avec les teneurs en vase mais augmenter avec les carbonates et la présence d'herbier ou d'algueraies. La dureté des fonds a un effet mixte, les fonds les plus durs et les plus mous ayant de faibles rendements, le maximum étant observé sur des fonds détritiques. La saison n'a pas eu d'effet significatif sur les rendements. Il existe de nombreuses interactions ente les facteurs analysés. Pour en tenir compte un modèle linéaire, regroupant tous les facteurs, a été testé sur les variations des PUE en poids. L'analyse a porté sur les rendements totaux ainsi que les rendements pour les principales familles, espèces et les trois catégories d'intérêt économique. Le niveau global de corrélation est toujours très significatif, mais jamais très élevé. Ceci permet d'identifier les facteurs importants, mais pas de faire des prédictions ayant un niveau de fiabilité suffisant pour de la gestion. Parmi

les 10 facteurs analysés, la distance à la côte est en général la plus importante, suivie de la distance au récif barrière qui agit en sens opposé, les rendements tendant à augmenter à mesure que l'on s'éloigne de la côte et diminuer avec la distance au récif, les meilleurs rendements se situant dans des zones où ces deux distances sont importantes, c.a.d. là où le lagon est large. Les distances à Nouméa et aux îlots ou récifs se comportent comme un indicateur de l'effort de pêche, les rendements augmentant avec ces distances. Les autres variables sont en général peu importantes dans ces modèles, le recouvrement en herbiers et algueraies étant cependant souvent très significatif. Le rôle respectif des différents facteurs change en fonction de la famille ou de l'espèce, trois grands groupes de réaction à ces facteurs pouvant être construits, ces groupes rassemblant les espèces côtières, les espèces de milieu de lagon et les espèces du récif barrière.

Il a été possible de tester l'effet des Aires Marines Protégées (AMP) sur les captures en dehors de ces zones protégées. Cet effet n'est pas très important et ne concerne qu'un nombre restreint d'espèces, cependant, c'est la première fois qu'un effet positif des AMP en dehors de leur enceinte a été démontré en Nouvelle Calédonie. Cet effet porte sur plusieurs espèces commercialement importantes dont *Lethrinus nebulosus* (bec de cane), *L.rubrioperculatus* (bossu rond), *Gymnocranius grandoculis*, *Bodianus perditio* (perroquet banane) et *Epinephelus maculatus* (loche uitoe).

La puissance des palangres comme outil d'échantillonnage des poissons de ligne a également été testée. Il apparaît que cet engin n'est sans doute pas suffisamment efficace pour une zone où les rendements sont peu élevés, en particulier il semble peu probable que l'on puisse réaliser un suivi sérieux dans la zone des principales AMP (Aboré, phare Amédée, Tombo …). En revanche cette méthode est sans doute adaptée à suivre les évolutions temporelles dans des zones où les rendements sont importants, c .a .d. en particulier le long du récif barrière entre la passe de Mato et celle de Kouaré sur une bande d'environ 10 km de large à l'intérieur du lagon.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier toutes les nombreuses personnes qui ont contribué au bon déroulement de ce programme.

Ce travail a été initié par l'intérêt de F.Devinck et R.Farman pour mieux connaître et comprendre les ressources en poissons du lagon sud-ouest et l'impact de la gestion sur ces ressources.

La mise en œuvre a été rendue possible par la généreuse mise à disposition du DarMad par le Service de la Marine Marchande et des Pêches Maritimes de Nouvelle Calédonie. En particulier, l'équipage du Dar Mad (P.Simoni, L.Fogliani, V. Famoetau) a grandement contribué au succès de cette opération par sa disponibilité, son aide et ses conseils tout au long des campagnes de pêche.

Ce travail a également bénéficié des apports conceptuels de J.Ferraris, L.Monimeau et S.Salaün. L'organisation des données et les premières analyses de L.Bloc'h ont également permis de faire beaucoup progresser le rapport d'aujourd'hui. De nombreux stagiaires ont également aidé lors des campagnes et de leur dépouillement, en particulier E.Emmanuelli et N.Capiot.

## AVANT-PROPOS

Ce rapport a été précédé de plusieurs travaux préliminaires. Il convient de signaler en particulier les rapports de L.Bloc'h et al. 2002 et de L.Monimeau (2003), des rapports de stage de E.Emmanuelli (2000), L.Bloc'h (2001) et N.Cappiot (2001) ainsi que la pré-étude de S.Salaün (1999). Tous ces documents sont disponibles auprès de l'UR « CoReUs » et le rapport de Bloc'h et al. (2002) est disponible à la bibliothèque de l'URD Nouméa et à ZONECO.

Le présent rapport ne reprend pas ces travaux mais présente une interprétation plus exhaustive des données existantes avec en particulier une comparaison avec les données historiques collectées par l'IRD entre 1984 et 1987.

Les données utilisées pour le présent rapport sont déposées au SMAI et sont également disponibles auprès de l'auteur.

Bloc'h L. 2001 Apports des SIG dans l'analyse des influences environnementales sur la répartition spatiale des peuplements de poissons : application aux poissons démersо-benthiques du lagon sud-ouest de Nouvelle Calédonie. Mémoire de fin d'étude. IRD Nouméa- 50p.

Bloc'h L., Ferraris J., Kulbicki M., Mou Tham M. 2002 Etude, dans une perspective de gestion, des poissons de ligne du lagon Sud-Ouest de Nouvelle Calédonie par pêche expérimentale à la palangre. Rapport d'étape ZONECO – Nouméa- Nouvelle Calédonie – 50 p

Cappiot N. 2001 Bio-écologie de trois espèces d'intérêt du lagon sud-ouest de Nouvelle Calédonie. Maitrise « Sciences de l'Environnement » Université de Perpignan. 40 p.

Emmanuelli E. 2000 Pêches expérimentales à la palangre dans le lagon sud-ouest dde Nouvelle Calédonie à des fins de gestion halieutique. Rapport de stage. IRD Nouméa – 50 p.

Monimeau L. 2003 Etude, dans une perspective de gestion, des poissons de ligne du lagon sud-ouest de Nouvelle Calédonie par pêche expérimentale à la palangre. Rapport d'analyse. IRD Nouméa- 17 pages + Annexes

Salaün S. 1999 Projet d'étude de la dynamique spatiale des systèmes ressources -environnement et de leurs usages : application aux ressources halieutiques tropicales côtières (lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie). Rapport IRD Nouméa- 20 p.

## INTRODUCTION

Les poissons de ligne constituent l'une des cibles privilégiée de la pêche dans le lagon sud-ouest (SO) de Nouvelle Calédonie. Les analyses ont porté sur les variations en diversité, nombre et poids Ils forment une partie importante des ventes du marché au poisson de Nouméa et dans la restauration. Ces poissons sont également très fréquents dans la pêche de subsistance et de loisir (cf enquêtes sur la pêche lagonaire par ZONECO – Virly, 2000) sur l'ensemble de la Nouvelle Calédonie, constituant par endroits (ex. Ouvéa –Leopold, 2000) la cible principale de la pêche. Les poissons capturés appartiennent pour l'essentiel à 3 familles : Lethrinidae, Lutjanidae et Serranidae, avec deux autres familles importantes, les Carangidae et Haemulidae et un Labridae, *Bodianus perditio*, également fréquent dans les captures. Les espèces au sein de chacune de ces familles ont une vaste gamme de traits de vie. Ainsi parmi les Lethrinidae, il y a d'une part des petites espèces très grégaires (ex. *Lethrinus genivittatus, L. variegatus*) à croissance rapide et vie brève et à l'autre extrême des espèces de grande taille, à vie longue et relativement peu grégaires (ex. *L. olivaceus, Gymnocranius grandocculis*) et un ensemble d'espèces ayant des traits de vie intermédiaires. La pression de pêche sur l'ensemble de ces espèces s'accroît rapidement avec d'une part une augmentation de la population humaine et d'autre part l'amélioration des techniques de pêche (tresse de nylon, nylon plus résistants et moins élastiques …) et de navigation (GPS, sondeurs, communications). Les bateaux ont également considérablement évolué durant ces 20 dernières années, gagnant en taille et en puissance permettant ainsi aux pêcheurs d'accéder à des zones peu exploitées auparavant. La technique de pêche de base utilisée est cependant restée la même. Il s'agit d'amener sur le fond un ou plusieurs hameçons amorcés avec des appâts naturels (en général morceaux de céphalopode ou de poisson). La pêche peut se pratiquer au mouillage (en général en attirant le poisson avec de l'amorce) ou en dérive.

Les poissons ciblés par cette pêche sont assez difficiles à recenser. La plupart de ces espèces sont très mobiles (exception faite de quelques Labridae, Serranidae et Lethrinidae qui restent dans un périmètre restreint durant des périodes prolongées) et fréquentent aussi bien les récifs que les fonds meubles adjacents. Sur les récifs il est possible de dénombrer ces poissons par comptage visuels en plongée (UVC), mais cette méthode est limitée par : 1- la profondeur (dans la pratique les UVC se pratiquent dans moins de 15m de fond et une partie importante des stocks ne peut donc être estimée car située à des profondeurs plus importantes) ; 2 – la visibilité (on ne peut guère compter de nuit ou en eau trouble) ; 3- le comportement de certaines espèces (voir Kulbicki, 1998 pour une vue d'ensemble des problèmes associés à ces comportements). Sur les fonds meubles les comptages en plongée sont en général peu efficaces car d'une part les poissons y sont souvent peu abondants et il faudrait donc un effort d'échantillonnage très important pour parvenir à des estimations correctes, et d'autre part la plupart des espèces qui s'y rencontrent évitent les plongeurs et sont difficiles à apercevoir à cause de leur livrée qui se confond avec le milieu surtout quand la distance d'observation est importante. Les pêches expérimentales représentent une alternative aux comptages en plongée. Les principales méthodes utilisées dans le monde pour estimer les espèces concernées par ce type de pêche sont : 1- le chalut ; 2- les casiers ; 3- les filets maillants et tramails ; 4- les lignes à main ; 5- les palangres de fond. En Nouvelle Calédonie il n'existe que peu de zones où la pêche au chalut est possible et en particulier dans le lagon SO seule une partie de la baie de St Vincent peut être échantillonnée avec cette méthode. Les casiers sont une méthode très efficace aux Caraibes (Munro, 1983) et aussi sur la Grande Barrière (Newmans et Williams, 1995 ; Williams et al., 1997) mais des essais menés en Nouvelle Calédonie ont montré que si la méthode était utilisable pour les poissons des pentes externes (Brouard et Grandperrin, 1985) les résultats ne sont pas satisfaisants dans les lagons (Kulbicki et MouTham, 1987). Les filets maillants et tramails sont largement utilisés en

milieu tempérés pour des espèces proches, cependant des essais préliminaires dans le lagon SO par l'IRD avaient montré que ces filets étaient rendus inopérants par les algues et le corail et par ailleurs les requins y causaient des dégâts trop fréquents et trop importants. Les lignes à main ont été utilisées avec succès sur l'ensemble de la Province Nord (Letourneur et al. 2000 ; Kulbicki et al., 2000) et dans l'atoll d'Ouvéa (Kulbicki et al., 1994). Cette méthode présente l'avantage d'être : 1- très facile à mettre en œuvre ; 2- économique ; 3- facile à standardiser. Il faut cependant noter que son efficacité diminue quand les fonds sont supérieurs à 25 m et que les résultats varient avec l'expérience des pêcheurs. Comme indiqué plus loin, l'un des objectifs de la présente étude est de couvrir l'ensemble du lagon SO dont une partie importante se situe dans des fonds supérieurs à 25 m et d'autre part on recherche une méthode aussi indépendante que possible de l'opérateur. Pour ces raisons la ligne à main n'a pas été retenue. Reste les palangres de fonds. Une première étude des stocks des poissons de ligne avait été réalisée avec cette méthode dans le lagon SO (Kulbicki et al., 1987 ; Kulbicki, 1988 ; Kulbicki et Grandperrin, 1988) entre 1985 et 1987. Il avait alors été démontré que cette méthode est: 1- facile à standardiser ; 2- efficace jusqu'à environ 60 m de fond ; 3- peu onéreuse. Par ailleurs cette méthode avait pu être corrélée à des observations en plongée (Kulbicki, 1988 ; Kulbicki et al. 2000) permettant une première approximation des stocks (Kulbicki, 1988). Depuis cette méthode a été utilisée avec succès en Province Nord (Kulbicki et al. 2000) mais en revanche elle n'a pas donné de résultats satisfaisants à Ouvéa (Kulbicki et al. 1994).

Le lagon SO a fait l'objet d'un plan de gestion des ressources marines lagonaires depuis plus de 25 ans. En particulier de nombreuses réserves marines y ont été mises en place. Ces dernières suscitent un certain nombre d'interrogations tant auprès des pouvoirs publics que des utilisateurs. En particulier, est-ce que ces réserves ont permis de maintenir les stocks de poisson dans le lagon SO au cours de ces 15 dernières années ? Parmi ces stocks, les poissons de ligne tiennent une place privilégiée au niveau des utilisateurs. La question fut donc posée en 1999 à l'IRD de savoir si ces stocks de poissons de ligne avaient évolué durant cette période, sachant que l'IRD disposait d'une première étude réalisée entre 1985 et 1987 (Kulbicki et al. 1987 ; Kulbicki, 1988) qui avait alors permis de mettre en évidence : 1 – l'importance relative des différentes espèces dans les captures ; 2- la répartition spatiale des espèces ; 3- les variations des caractéristiques biologiques (surtout taille) en fonction de l'environnement (position dans le lagon, type de fond, profondeur) ; 4- une approximation du stock global de poissons de ligne avec une carte de répartition des principales espèces. Au-delà de la simple évolution temporelle de ces stocks de poissons de ligne, 2 autres questions se posaient : 1- mise en place d'un suivi de ces stocks ; 2 – le rayon d'efficacité des réserves marines. Suite à l'ensemble de ces interrogations, l'IRD a proposé de réitérer l'analyse faite en 1985-1987 avec les objectifs suivants :

1. analyse comparative des captures de la période 1985-1987 avec celles d'une nouvelle campagne basée sur des méthodes identiques et un échantillonnage comparable
2. analyse des effets de l'environnement sur les captures
3. carte de répartition des principales espèces ciblées par la pêche à la ligne
4. analyse des effets des réserves marines sur les ressources de poissons de ligne
5. analyse des contraintes pour la mise en place d'un suivi des ressources en poissons de ligne dans le lagon SO

## MATERIELS ET METHODES

### 1 – Le plan d'échantillonnage

Au cours de l'étude précédente entre 1985 et 1987 (Campagne 1 ou C1), l'ORSTOM (IRD) avait posé 363 palangres de fond réparties sur l'ensemble du lagon SO (Figure 1). L'un de

nos objectifs étant d'évaluer l'évolution des ressources en poissons de ligne entre C1 et la période 1999-2000 (Campagne 2 ou C2) il était important de répartir les poses de palangre de façon à : 1- pouvoir comparer les résultats de C2 avec ceux de C1 ; 2- optimiser l'emplacement des poses de façon à obtenir le maximum d'information avec le minimum de poses.

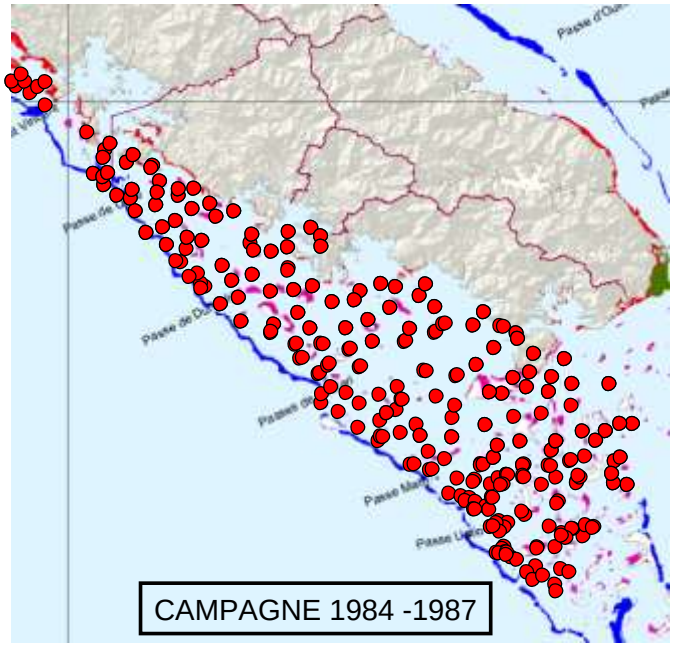



Figure 1 : emplacement des palangres posées lors de la campagne ORSTOM de 1984 à 1987 (363 palangres posées ; certaines palangres ayant des positions proches, toutes les stations ne sont pas discernables).

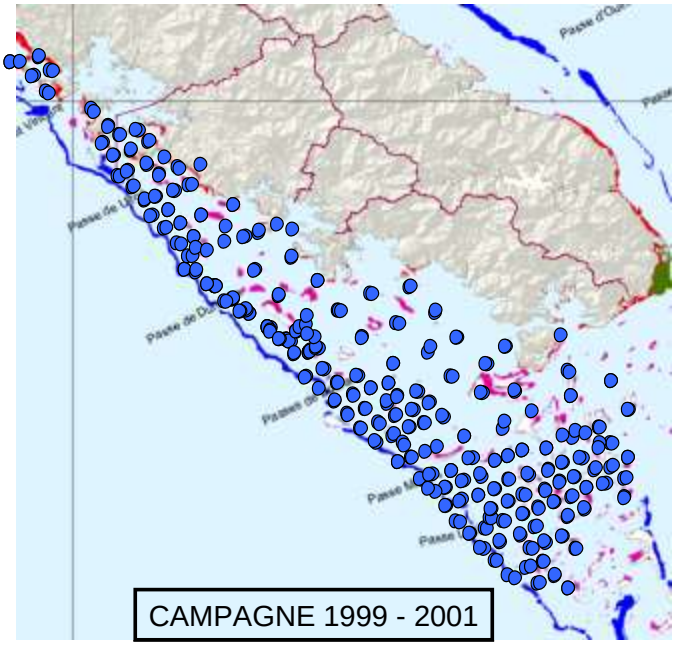



Figure 2 : emplacement des palangres posées lors de la campagne 1999 – 2001 (374 palangres posées; certaines palangres ayant des positions proches, toutes les stations ne sont pas discernables).

Dans ce cadre il fut décider de réaliser une double stratification des poses en fonction : a – des prises potentielles ; b – des saisons. En effet C1 avait montré que les poissons de ligne sont inégalement répartis dans le lagon SO, certaines zones présentant de très faibles rendements (ex. zones côtières à fonds sablo-vaseux) et d'autres des rendements élevés (ex. partie SE du lagon SO). Il était donc inutile de concentrer l'effort d'échantillonnage sur des zones peu fréquentées par ces poissons et inversement un échantillonnage plus dense dans les zones potentiellement les plus riches permettait de pouvoir mieux situer les contours des stocks. Les stations de C1 avaient été effectuées sur une longue période et si on déployait un effort identique durant C2 il était utile de s'affranchir d'un effet « saison » sur les captures. Pour ce faire, dans la mesure des contraintes logistiques, il fut décider de réaliser pour une zone donnée du lagon SO les stations de C2 à la même saison que lors de C1. Cette double stratification a résulté en une répartition des stations (Figure 2) qui permet une comparaison adéquate avec les résultats obtenus lors de C1.

Un de nos objectifs étant d'évaluer les effets des réserves il a fallut, en addition du plan d'échantillonnage permettant la comparaison C1 – C2, échantillonner de manière plus fine les abords des réserves marines de façon à pouvoir mesurer les variations des captures en fonction de la distance au réserves marines. Ceci a résulté en un échantillonnage complémentaire entre le récif Aboré et l'îlot Maître.

### 2- Méthodes d'échantillonnage

Les engins utilisés et leur mise en œuvre ont été aussi conformes que possible à ce qui avait été utilisé lors de C1 (Kulbicki et al. 1987 ; Kulbicki, 1988).

Les palangres utilisées sont constituées d'une ligne mère en Kuralon de 280 m de long sur laquelle sont disposés des avançons en nylon de 30 kg de résistance, longs de 50cm et frappés d'un hameçon « Mustad® 92555 » n°2/0 à 4/0. Les avançons sont à 2m50 l'un de l'autre. Un total de 100 hameçons est ainsi posé à chaque palangre (Figure 3). Les hameçons sont eschés avec des lanières de calmar. Les appâts sont renouvelés toutes les 2 poses.

Pour la mise à l'eau de la palangre, la ligne mère de la palangre est lovée sur le pont et les hameçons sont rangés sur un rail en aluminium. La ligne est filée par l'arrière du bateau. Le temps de pose est compris entre 4 et 18 minutes avec une moyenne de 7 minutes. La palangre est laissée en pêche pour une durée de 2 heures. La ligne est ensuite virée par l'avant à l'aide d'un vire-ligne hydraulique.

L'ensemble des pêches ont été réalisées avec le Dar-Mad, le navire du Service de la marine Marchande et des Pêches Maritimes de Nouvelle Calédonie.

Pour chaque pose de palangre les paramètres suivants sont notés :

a – *paramètres généraux* : Date ; Position (latitude ; longitude en degrés, minutes et centièmes de minutes) ; Heure de pose ; Heure de début de virage ; nombre d'hameçons posés
b- *paramètres de pêche* : nombre d'hameçons désamorcés ; espèces capturées ; nombre et poids des prises ; position des prises le long de la palangre
c- *paramètres de l'environnement* : profondeur de pêche; nature du fond ; distance à la côte ; distance au récif barrière ; distance au récif le plus proche ; distance à Nouméa
d – *paramètres biologiques* : pour chaque poisson capturé les mesures suivantes sont effectuées : taille ; poids ; sexe ; stade de maturation des gonades ; contenu stomacal

Par ailleurs on dispose d'informations en provenance de la littérature sur la biologie et l'écologie de chaque espèce capturée. En particulier les informations suivantes sont disponibles : 1- taille maximale connue (si possible pour la Nouvelle Calédonie) ; 2- type d'alimentation ; 3- comportement alimentaire ; 4- comportement social (grégarité) ; 5 – comportement nycthéméral ; 6 – niveau dans la colonne d'eau

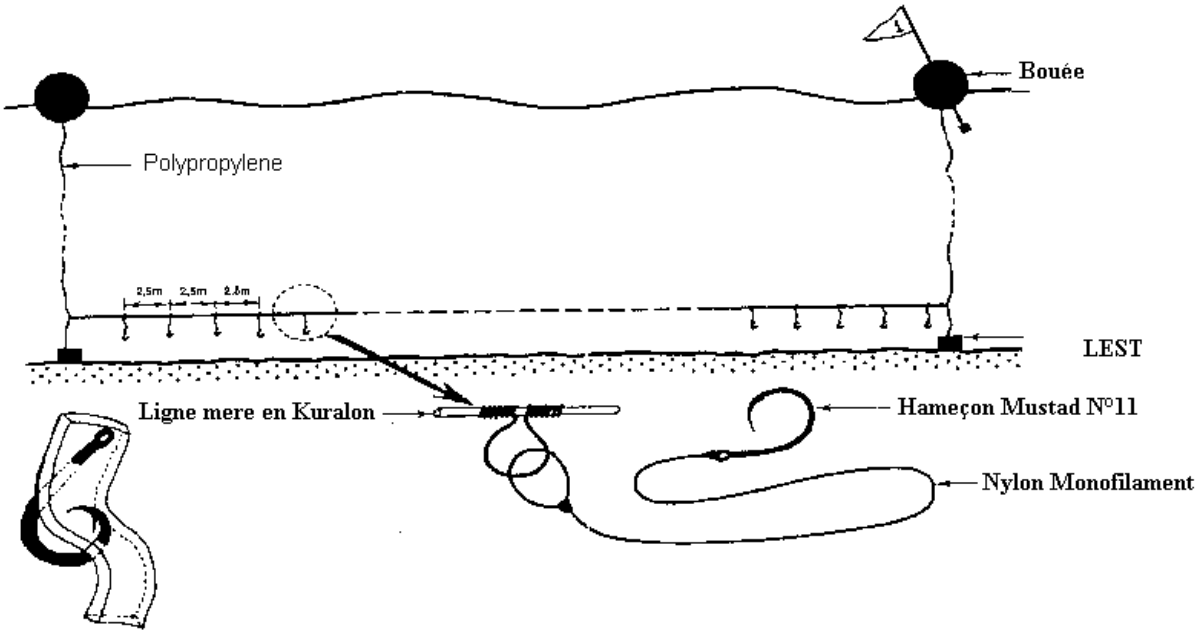



Figure 3 : montage de la palangre

## RESULTATS ET DISCUSSION

NB : dans ce qui suit les principaux résultats sont surlignés en gris

### 1- Général

#### *1-1- Conditions générales d'utilisation*

Le nombre d'hameçons posés par jour a été de 686 sur les 2 campagnes, la première campagne ayant été plus efficace que la seconde (743 hameçons / jour vs 654). La proportion d'hameçons perdus a été de 3.0% pour l'ensemble des campagnes avec peu de différence entre les 2 campagnes (respectivement 2.7% pour C1 et 3.3% pour C2). La proportion d'hameçons désamorcés est elle aussi peu variable suivant les campagnes (50.1% pour C1 et 55.7% pour C2) avec une moyenne globale de 53% des hameçons désamorcés sur chaque palangre. La proportion d'hameçons perdus ou désamorcés ne varie pas de façon significative avec les prises, que ce soit en diversité, nombre de prises / pose ou poids des prises / pose. La proportion d'hameçons perdus augmente significativement avec la profondeur ainsi que la distance à la côte, en revanche la proportion d'hameçons désamorcés n'est pas sensible aux paramètres de l'environnement.

Le temps de virage dépend de la profondeur, du type de fonds (les zones comportant des récifs susceptibles de coincer la ligne mère engendrent des temps de virage plus longs) et des prises. Le temps de virage n'a pas été noté lors de C2, mais les données disponibles de C1 permettent d'analyser la relation entre temps de virage et nombre de prise, poids des prises et nombre d'espèces. Seuls le nombre de prises et le nombre d'espèces capturées par pose influencent significativement le temps de relevage. Si ces variables sont réunies dans un même modèle (régression multiple pas à pas descendante), alors seul le nombre d'individus capturés par pose influence significativement le temps de virage, le modèle étant :

Temps de virage (minutes) = 11.05 + 0.544 Nombre de prises ($r = 0.45$ $p < 10^{-6}$) [1]

*1-2 – Généralités sur les captures*

Les pêches de C2 se sont réparties de décembre 1999 à juin 2001. Les premières pêches (12/1999) étaient destinées à tester les procédures de manière à ce que : 1- les conditions de mise en œuvre soient aussi similaires que possible que lors de C1 ; 2- le nombre de palangres posées par jour soit compatible avec les contraintes financières et logistiques du programme.

Un total de 374 palangres ont été posées, soit 37 326 hameçons durant C2. Un total de 1951 poissons a été capturé, représentant 3 309 kg. Ceci représente une moyenne de 5.22 poissons / pose standard (une pose standard est une pose de 100 hameçons) soit 8.85 kg / pose. Ces résultats sont très semblables à ceux de C1 durant la quelle on avait capturé 5.49 poissons / pose, soit 8.35 kg / pose. Le nombre moyen d'espèces par pose est également comparable entre les 2 campagnes (3.21 espèce/pose pour C1, 3.25 pour C2) ainsi que le nombre total d'espèces (79 pour C1, 87 pour C2). Trente-quatre espèces ont été capturées pendant C2 uniquement et 27 durant C1 uniquement. Aucune des espèces capturées lors d'une seule campagne n'a été fréquente ou abondante (moins de 10 individus). La répartition de l'échantillonnage ayant été légèrement différent entre les 2 campagnes il convient de rester prudent sur ces premiers résultats qui seront détaillés en fonction des facteurs de l'environnement et de la pression de pêche (cf paragraphe 3).

Tableau I-1 : résultats généraux par campagne. C1 : campagne de 1984 à 1987 ; C2 : campagne de 1999 à 2001. Nb/Sta : nombre de poissons par pose ; Pds/Sta : poids des captures par pose

| | C1 | C2 | total | C1 | C2 | total | C1 | C2 | total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Famille | Nb.Espèces | Nb.Espèces | Nb.Espèces | Nb/Sta | Nb/Sta | Nb/Sta | Pds/Sta | Pds/Sta | Pds/Sta |
| ALBULIDAE | | 1 | 1 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.01 |
| BALISTIDAE | 3 | 6 | 6 | 0.14 | 0.23 | 0.18 | 0.23 | 0.48 | 0.36 |
| CARANGIDAE | 11 | 9 | 16 | 0.12 | 0.08 | 0.10 | 0.20 | 0.28 | 0.24 |
| CARCHARHINIDAE | 7 | 4 | 8 | 0.05 | 0.07 | 0.06 | 0.21 | 0.24 | 0.23 |
| DASYATIDAE | 1 | 1 | 1 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.08 | 0.05 |
| DIODONTIDAE | 1 | | 1 | 0.03 | 0.00 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.01 |
| ECHENEIDAE | 1 | 1 | 1 | 0.30 | 0.32 | 0.31 | 0.29 | 0.30 | 0.29 |
| GRAMMISTIDAE | 1 | | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| HAEMULIDAE | 2 | 1 | 2 | 0.18 | 0.22 | 0.20 | 0.57 | 0.63 | 0.60 |
| LABRIDAE | 4 | 6 | 6 | 0.60 | 0.42 | 0.51 | 1.18 | 0.66 | 0.91 |
| LETHRINIDAE | 10 | 12 | 13 | 1.82 | 2.28 | 2.05 | 2.89 | 3.54 | 3.22 |
| LUTJANIDAE | 9 | 8 | 11 | 0.30 | 0.37 | 0.34 | 0.84 | 1.09 | 0.97 |
| MALACANTHIDAE | | 1 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| MONACANTHIDAE | | 1 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 |
| MULLIDAE | 1 | 1 | 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| MURAENIDAE | 4 | 4 | 7 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.01 | 0.04 | 0.02 |
| NEMIPTERIDAE | 1 | 2 | 2 | 0.19 | 0.04 | 0.12 | 0.04 | 0.01 | 0.03 |
| ORECTOLOBIDAE | 1 | 1 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.06 | 0.03 | 0.04 |
| RHINOBATIDAE | | 1 | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.01 |
| SERRANIDAE | 18 | 17 | 21 | 1.39 | 0.93 | 1.15 | 1.57 | 1.15 | 1.36 |
| SPHYRNIDAE | 1 | 1 | 1 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| SQUALIDAE | | 1 | 1 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.01 |
| SYNODONTIDAE | 2 | 2 | 3 | 0.23 | 0.05 | 0.14 | 0.04 | 0.01 | 0.02 |
| TETRAODONTIDAE | 1 | 4 | 4 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.17 | 0.21 | 0.19 |
| XENOCONGRIDAE | | 1 | 1 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Total | 79 | 86 | 113 | 5.49 | 5.22 | 5.35 | 8.35 | 8.85 | 8.60 |

Le détail des captures par espèce est donné en Annexe 1. Les captures se répartissent parmi 23 familles et 86 espèces. Les familles qui comportent le plus d'espèces (Tableau 1) sont les Serranidae, Lethrinidae et Lutjanidae suivis par les Carangidae et Labridae. Les familles les plus fréquemment capturées ont été les Lethrinidae (2.28 poissons / palangre, soit 44% des

captures), suivis des Serranidae (0.93 poissons/palangre, soit 18% des captures), les autres familles représentant une proportion beaucoup plus faible (Labridae : 8% ; Lutjanidae : 7.2% ; Haemulidae : 4.2 % ; Balistidae : 4.4%). Les familles représentant les plus grandes contribution en poids dans les captures sont les mêmes que précédemment, les proportions étant légèrement différentes (Lethrinidae : 40% ; Serranidae : 13% ; Lutjanidae : 12.3% ; Labridae : 7.4% ; Haemulidae : 7.2% ; Balistidae : 5.4%).

Une comparaison entre les deux campagnes C1 et C2 (Annexe 1) montre les résultats sont très similaires à 12-15 ans d'intervalle. Ainsi ce sont les mêmes familles qui sont les plus diversifiées et qui représentent l'essentiel des captures. On peut noter cependant quelques variations dont une légère augmentation des Lethrinidae dans les captures et réciproquement une légère baisse des Serranidae. Une analyse plus approfondie de l'échantillonnage est nécessaire pour tenter de comprendre ces différences. En revanche, la diminution des captures de Synodontidae et de Nemipteridae entre C1 et C2 est à lier au plus petit nombre de stations effectuées en milieu côtier lors de C2. Une analyse plus détaillée au niveau de l'espèce (Annexe 1) permet de mettre en évidence d'autres différences. Ainsi les Muraenidae, malgré des captures comparables en nombre et en poids entre les 2 campagnes, sont constitués d'espèces différentes (une seule espèce commune parmi 7 espèces capturées). Un ensemble d'espèces ont été capturées en plus grand nombre durant C2, en particulier *Dasyatis kuhlii, Carangoides fulvoguttatus, Aprion virescens, Lutjanus bohar, Gymnocranius grandocculis, Lethrinus nebulosus, Abalistes stellatus* et *Pseudobalistes fuscus*. Ces espèces, à l'exception peut-être de *L.nebulosus* et *D. kuhlii*, ont dans l'ensemble des affinités avec les récifs barrières et leur plus grande abondance lors de C2 pourrait refléter des différences dans les stratégies d'échantillonnage entre les 2 campagnes. Inversement, plusieurs espèces à affinité côtières ont été capturées en plus grand nombre lors de C1, en particulier *Saurida undosquamis, Nemipterus metopias, Lagoscephalus sceleratus*. Il y a aussi plusieurs espèces inféodées au pâtés coralliens isolés, telles que *Cephalopholis sonnerati, Epinephelus aerolatus, E.maculatus* et *E.rivulatus* qui étaient plus abondantes lors de C1. Il est peu probable que cette différence provienne de l'échantillonnage, mais est probablement due à une pression de pêche accrue sur ce type de biotope, les pâtés coralliens isolés étant maintenant facilement repérables par les plaisanciers grâce aux sondeurs, les GPS permettant de revenir facilement par la suite sur les sites ainsi repérés. Pour finir, trois espèces particulièrement ciblées par la pêche sont moins abondantes lors de C2 : *Variola louti, Plectropomus leopardus* et *Cheilinus undulatus*. Les nombres capturés pour ces trois dernières espèces sont cependant relativement faibles lors des 2 campagnes, il serait donc prématuré de déclarer que cette diminution peut être liée à la pêche.

Les captures sont dominées par un nombre restreint d'espèces au sein des familles principales avec seulement 9 espèces contribuant pour plus de 4% dans l'abondance des captures lors de C1 ou C2. Cinq de ces espèces sont des Lethrinidae, dont en particulier *Lethrinus nebulosus* qui forme 15.5% des captures en abondance, suivi de *L.atkinsoni* (9.6%), *L.rubrioperculatus* (4.9%), *Gymnocranius euanus* (4.7%), *G.grandocculis* (4.5%). Les Lethrinidae dominant les captures sont caractéristiques de fonds meubles grossiers, de préférence sous influence océanique. Parmi les autres neuf espèces dominantes, trois sont inféodées aux pâtés coralliens isolés, de préférence sous influence océanique : *Diagramma pictum, Epinephelus maculatus* et *Bodianus perditio*. La dernière espèce dominante, *Echeneis naucrates*, est opportuniste, et n'est pas liée à un biotope particulier. Les espèces dominantes lors de la campagne C1 étaient les mêmes et occupaient pour la plupart le même rang dans les captures. Il convient cependant de noter quelques particularités dont la diminution de l'importance relative de *Bodianus perditio, Epinephelus rivulatus* et *E.maculatus* et l'augmentation de *L.atkinsoni*. La diminution de *B.perditio* n'est pas liée à la stratégie d'échantillonnage, cette espèce étant rencontrée à proximité du récif barrière.

## 2 – Détails et répartition spatiale des captures

### *2-1- Globale*

Les captures ne se répartissent pas de façon homogène. Diversité, nombre de prises / pose et poids des captures / pose ont cependant des distributions spatiales similaires (Figures II-1 à II-3).

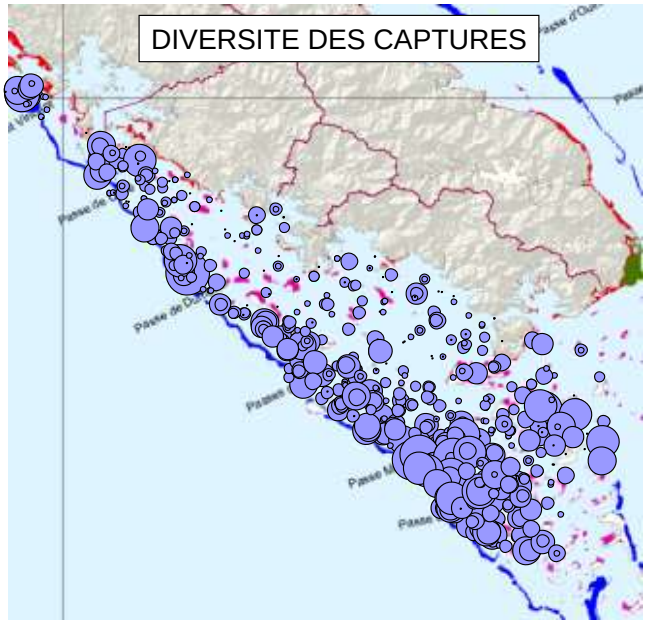



Figure II-1 : répartition spatiale de la diversité des captures sur les palangres lors des 2 campagnes (737 poses). Le diamètre des cercles est proportionnel à la diversité, le diamètre maximal correspondant à 12 espèces / pose

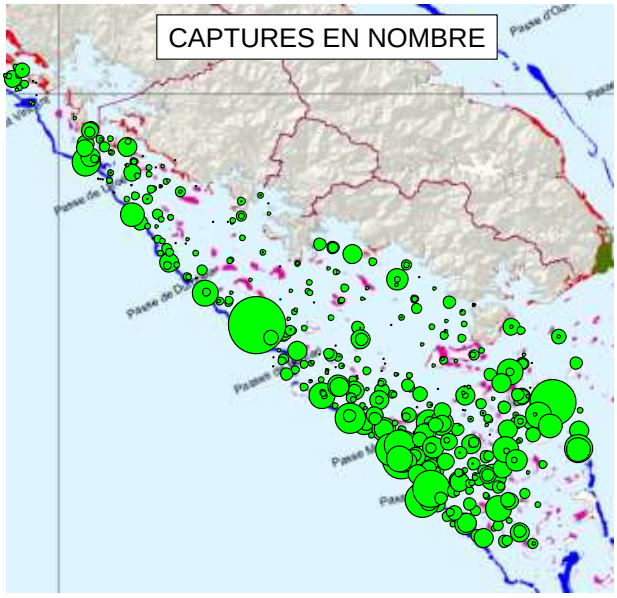



Figure II-2 : répartition spatiale du nombre de captures sur les palangres. Le diamètre des cercles est proportionnel au nombre de poissons / pose, le diamètre maximal correspondant à 35 poissons / pose

La diversité des captures (Figure II-1) a été maximale le long de la barrière et dans le sud-est et est du lagon. A l'opposé la diversité est minimale près des côtes, surtout dans la zone comprise entre Nouméa et l'île Ouen, zone où les fonds sont envasés et relativement profonds. Les captures en nombre suivent une distribution similaire à celle de la diversité (Figure II-2) avec cependant quelques différences : 1- une décroissance du nombre des prises de la barrière vers la côte plus rapide que celle de la diversité ; 2- une concentration des prises encore plus marquée dans le sud-est et est du lagon que pour la diversité. Les captures en poids (Figure II-3) se concentrent dans le sud-est du lagon avec également des prises plus importantes que la moyenne dans la zone du phare Amédée - récif Aboré ainsi qu'au sud de la baie de St Vincent.

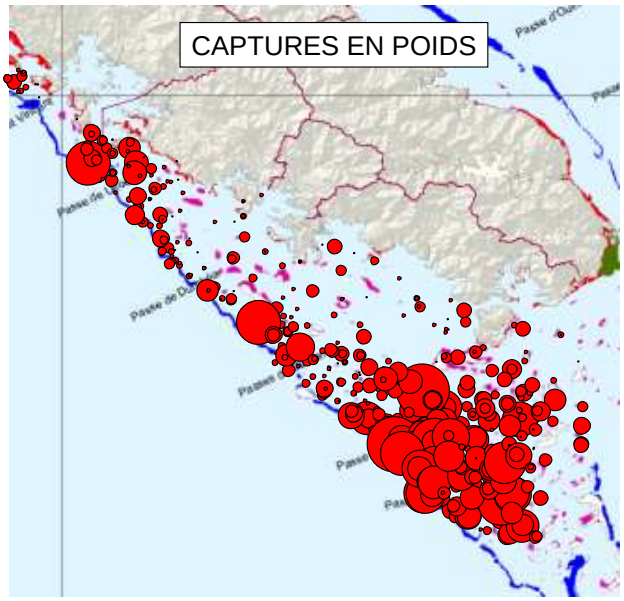



Figure II-3 : répartition spatiale du poids des captures sur les palangres. Le diamètre des cercles est proportionnel au poids capturé par hameçon, le diamètre maximal correspondant à 492 g / hameçon

La répartition de la diversité a peu changé entre les 2 campagnes, avec cependant un peu plus de carrés statistiques (carrés regroupant toutes les stations sur 3 miles nautiques de côté) où la diversité a été supérieure lors de la première campagne (Figure II-4).

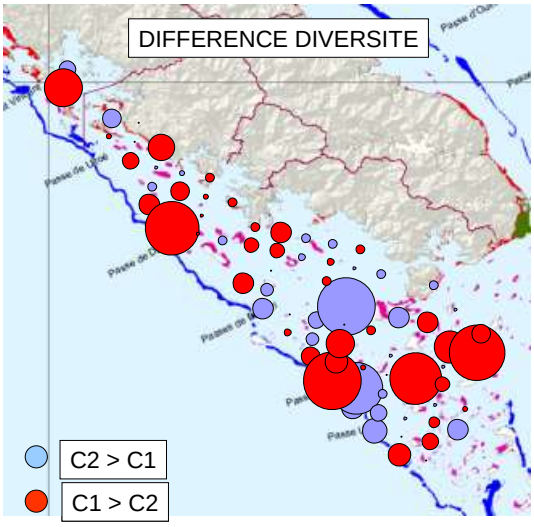



Figure II-4 : différence dans la diversité des captures entre les 2 campagnes. Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes.

Les différences entre les 2 campagnes dans les prises en nombre (Figure II-5) indiquent des prises supérieures lors de la première campagne dans le nord du lagon, devant Nouméa ainsi que dans la zone entre Rédika et le récif barrière ou encore au sud-est de l'île Ouen. La seconde campagne a capturé plus de poissons dans la partie la plus au sud-est ainsi qu'entre le phare Amédée et Rédika.

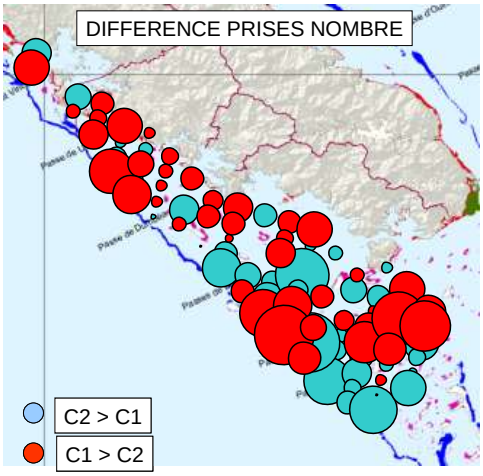



Figure II-5 : différence dans le nombre des prises entre les 2 campagnes. Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes.

Les différences entre les 2 campagnes pour les prises en poids sont beaucoup plus importantes (Figure II-6) avec notamment un accroissement important des captures en poids dans la partie sud du lagon à l'exception de la zone au sud-est de l'île Ouen.

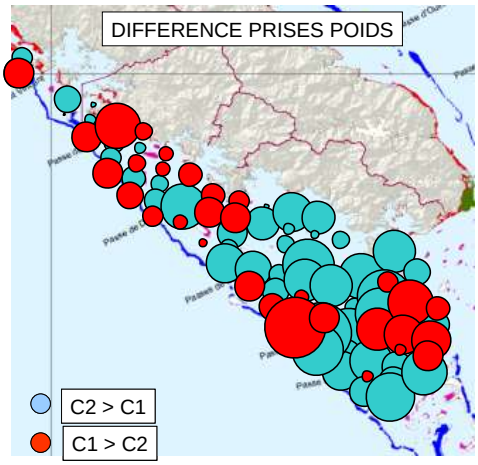



Figure II-6 : différence dans le poids des prises entre les 2 campagnes. Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001)

### *2-2- Lethrinidae*

Les Lethrinidae sont la famille qui est la mieux représentée dans les captures avec 13 espèces dont 5 sont parmi les espèces les plus fréquemment capturées à la palangre. Les

répartitions spatiales des captures de Lethrinidae en nombre et en poids sont presque identiques (Figure II-7). Les différences entre les 2 campagnes portent essentiellement sur la partie sud du lagon avec une augmentation des captures en nombre et poids lors de la seconde campagne le long de la barrière et dans les zones les plus éloignées de Nouméa, alors que les captures étaient plus importantes dans la cuvette de Mato et au sud de l'île Ouen lors de la première campagne, suggérant donc un déplacement des captures vers les zones périphériques.

La répartition spatiale des captures des cinq espèces les plus fréquentes (Figure II-8) de Lethrinidae sont analysées séparément. Ces poissons sont aussi des espèces fréquentes au marché de Nouméa.

*Lethrinus nebulosus* (bec de cane) a été l'espèce la plus capturée. La répartition spatiale de cette espèce (Figure II-9) montre qu'elle préfère les fonds à une petite distance de la barrière ainsi que l'extrémité sud du lagon. Elle est peu capturée dans le nord du lagon près de St Vincent ou à proximité des côtes. Il n'y a guère de différence entre les captures en nombre ou en poids, suggérant que le poids moyen des individus présente peu de variabilité spatiale dans les captures, à noter à ce propos que le poids moyen de cette espèce sur l'ensemble des stations a été identique pour les 2 campagnes (2.4 kg). On note un déplacement des captures entre les 2 campagnes vers le sud ainsi qu'une légère augmentation au cours du temps dans la zone au sud-est de Nouméa. Il est possible que le déplacement vers le sud des captures de cette espèce soit lié à une augmentation de l'effort de pêche sur cette espèce qui est l'une des cibles principales de la pêche à la ligne amateur et professionnelle dans le lagon sud-ouest.

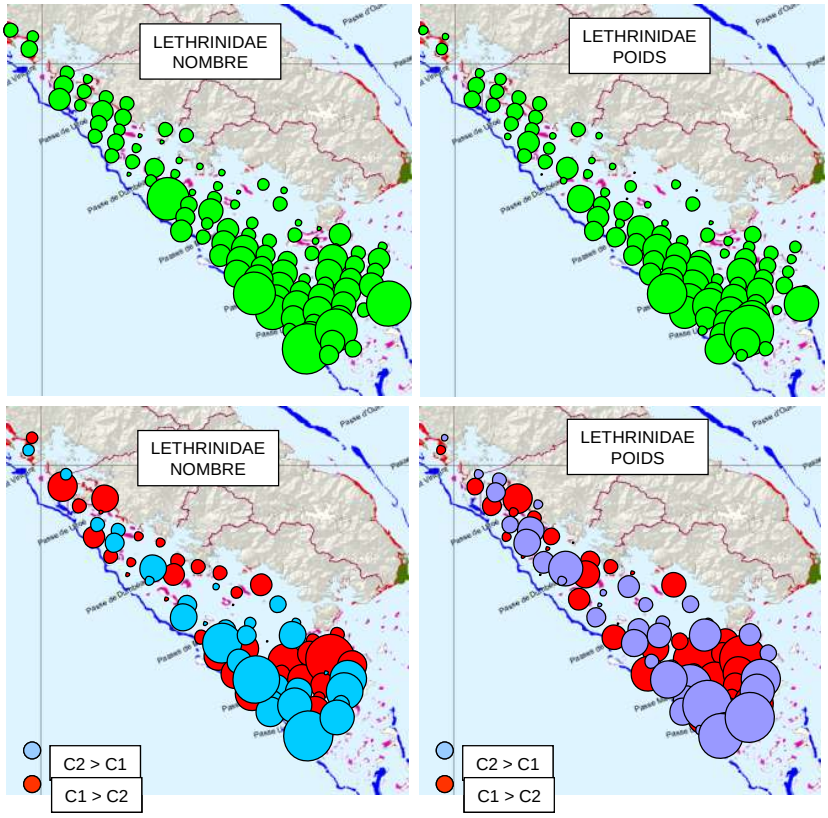



Figure II-7 : répartition spatiale des captures de Lethrinidae. . Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

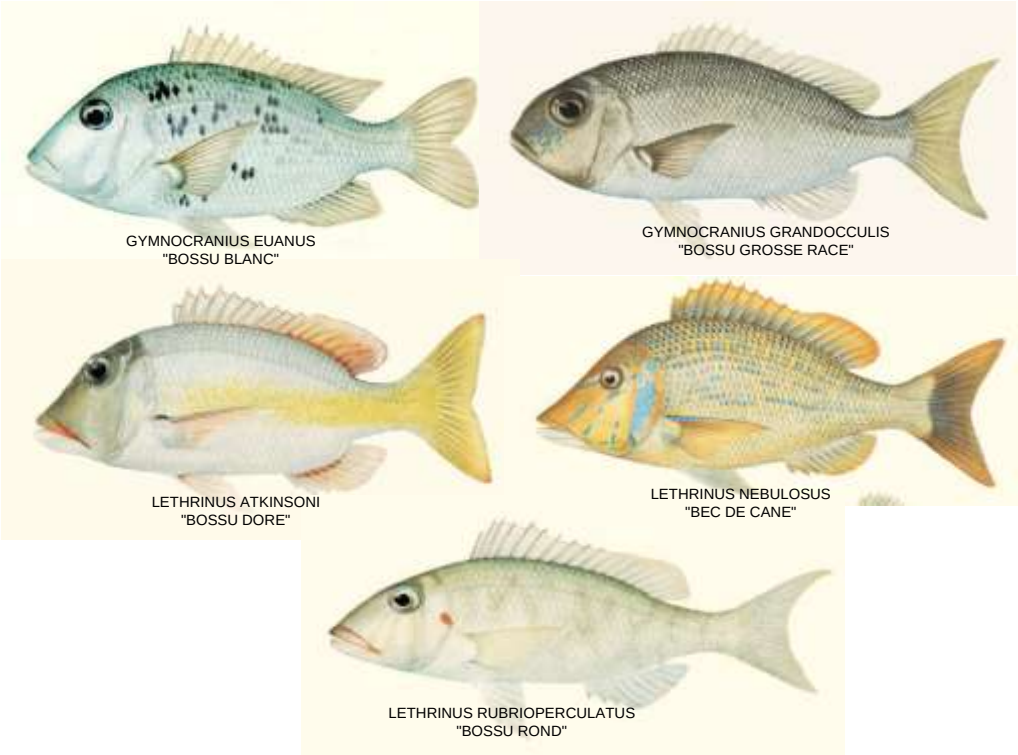



Figure II-8 : photos des espèces de Lethrinidae les plus fréquentes dans les captures à la palangre.

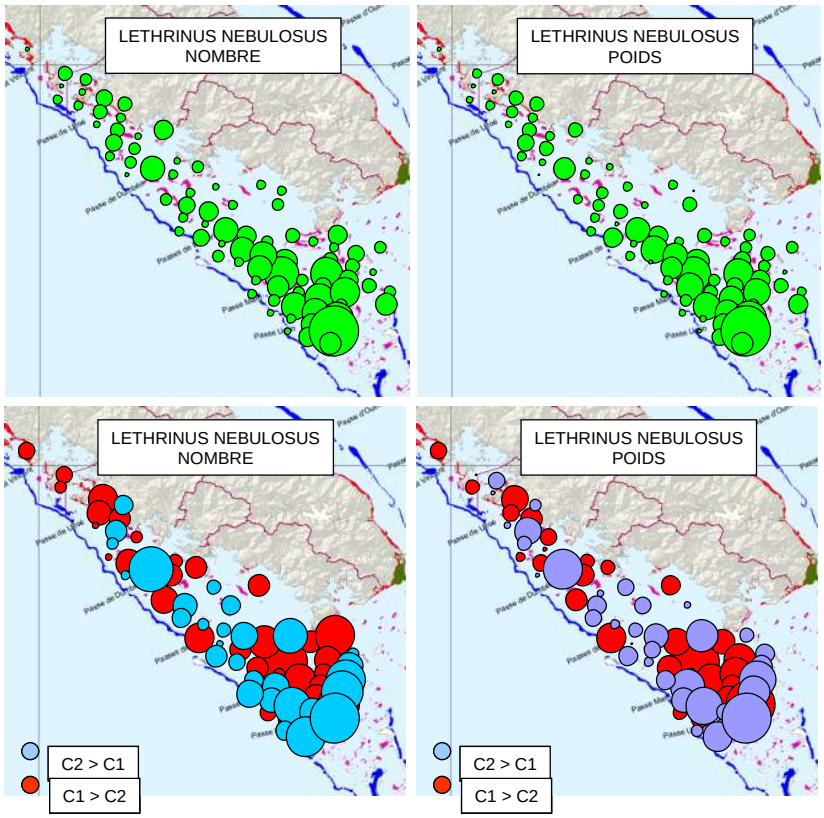



Figure II-9 : répartition spatiale des captures de *Lethrinus nebulosus* sur les palangres

Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

*Lethrinus atkinsoni* (bossu doré) : 270 individus ont été capturés sur 93 poses. La répartition spatiale de ces prises (Figure II-10) montre que cette espèce se capture de préférence à petite distance du récif barrière avec des prises plus importantes près du récif Aboré et dans le sud-est de l'île Ouen. Cette espèce a été capturée en plus grands nombres et poids lors de la seconde campagne, mais les poids moyens sont restés identiques lors des 2 campagnes. On peut noter des prises accrues de cette espèce au cours de la seconde campagne surtout dans les environs de l'AMP du récif Aboré, Larégnère et Signal. Les possibilités d'un effet de ces réserves sur ces captures sont analysées au chapitre 5.

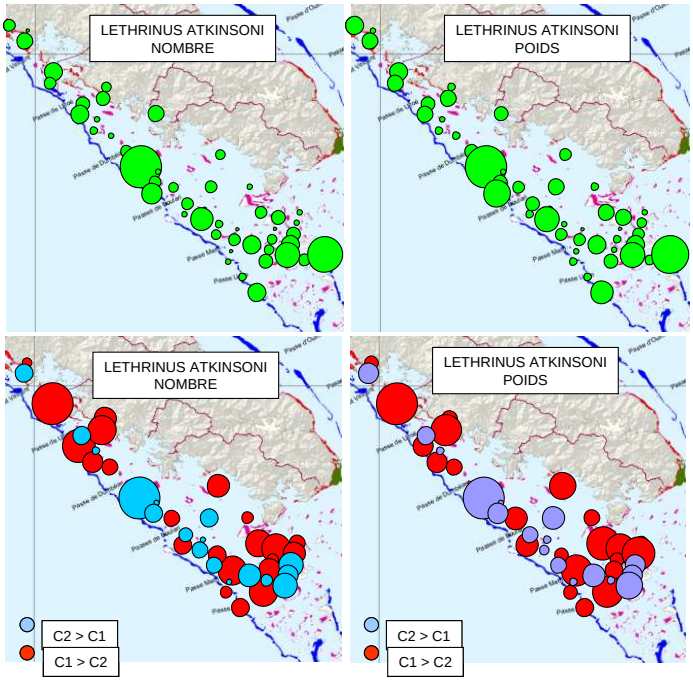



Figure II-10 : répartition spatiale des captures de *Lethrinus atkinsoni* sur les palangres
Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

*Lethrinus rubrioperculatus* (bossu rond) : cette espèce a été assez fréquemment capturée (114 poses où elle est présente), mais elle n'est jamais abondante quand elle est présente (1.5 poissons/pose quand il y a prise). Ce poisson qui vit en général en banc a une taille moyenne un peu petite pour permettre une capture facile à la palangre, il est probable que seuls les plus gros individus sont capturés (taille moyenne des captures 600g). La répartition spatiale des captures (Figure II-11) confirme cette faible abondance par pose, cette espèce, comme les 2 autres *Lethrinus* importants, se capturant légèrement en retrait du récif barrière. Les captures de cette espèce ont été quasiment identiques au cours des 2 campagnes (Annexe 1) en fréquence (nombre de stations où présente), nombre et poids, cependant la répartition spatiale des prises a un peu changé avec un accroissement des captures dans la partie la plus sud du lagon ainsi qu'au sud de l'île Ouen.

*Gymnocranius euanus* (bossu blanc) : cette espèce est fréquente dans les captures (117 poses), cette fréquence étant approximativement la même pour les 2 campagnes (Annexe 1). Il convient cependant de noter que le nombre et le poids des captures a été plus important lors de la première campagne que de la seconde. Spatialement cette espèce se concentre sur le récif

barrière, surtout entre les passes de Boulari et de Uatio (Figure II-12) ainsi qu'aux abords du récif Aboré.

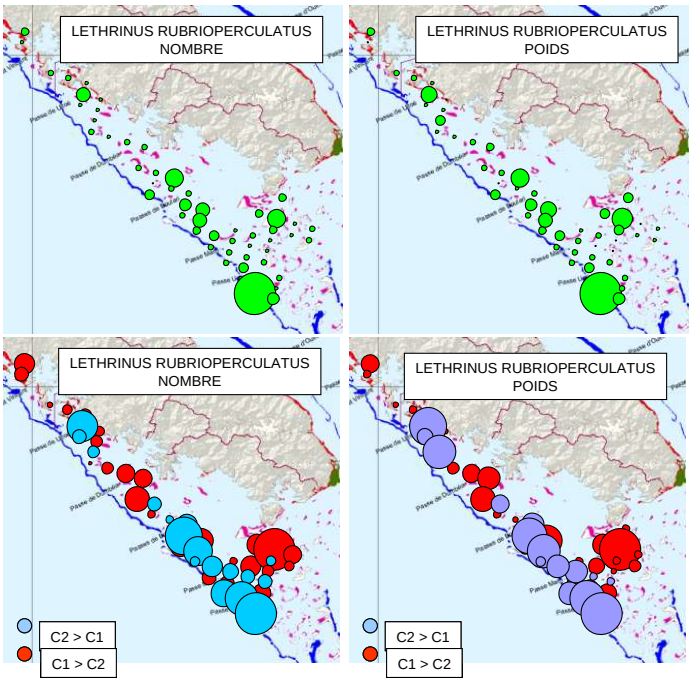



Figure II-11 : répartition spatiale des captures de *Lethrinus rubrioperculatus* sur les palangres
Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

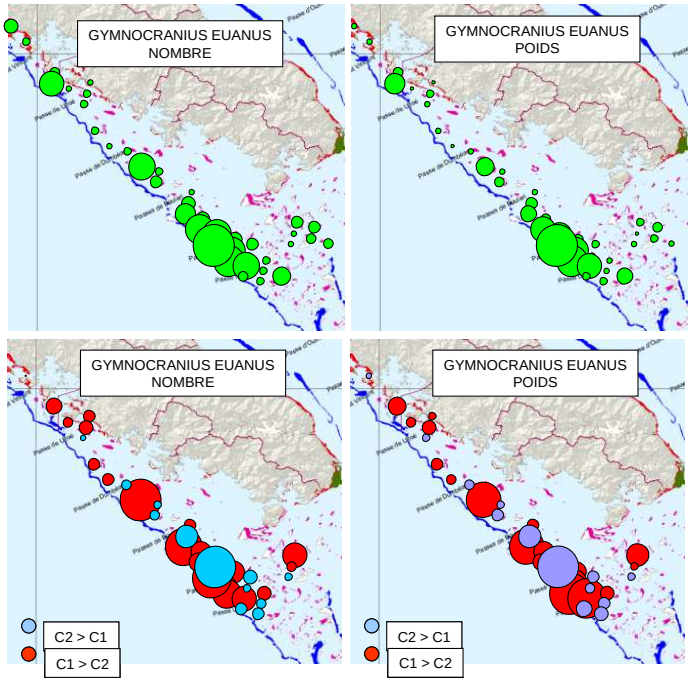



Figure II-12 : répartition spatiale des captures de *Gymnocranius euanus* sur les palangres
Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2

campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

La diminution des captures de cette espèce a surtout eu lieu dans son aire de répartition principale. Cette diminution se constate tant en nombre d'individus capturés, que dans le poids total des captures et le poids moyen des poissons (Annexe 1).

*Gymnocranius grandocculis* (bossu grosse race) : ce poisson atteint souvent des tailles importantes pour un Lethrinidae (> 4kg) vivant en général à proximité du récif barrière. Il est très vulnérable à la chasse sous-marine (comme *G.euanus*) car peu farouche et souvent présent dans moins de 15m. La fréquence de ce poisson dans les captures a cependant augmenté entre les 2 campagnes (27 poses lors de C1, 59 lors de C2). En revanche quand cette espèce était présente les quantités capturées, que ce soit en poids en nombre ou encore le poids moyen des individus, n'ont pas varié entre les 2 campagnes, ce qui suggère une augmentation sensible de son aire de répartition. Ceci est confirmé par les cartes de répartition des captures (Figure II-13) qui montrent d'une part que cette espèce est surtout présente le long du récif barrière au sud de la passe de Boulari et au nord de la fausse passe de Uitoë, et d'autre part qu'il y a eu une forte progression des captures de cette espèce sur l'ensemble de son aire, à l'exception notable des environs du récif Aboré.

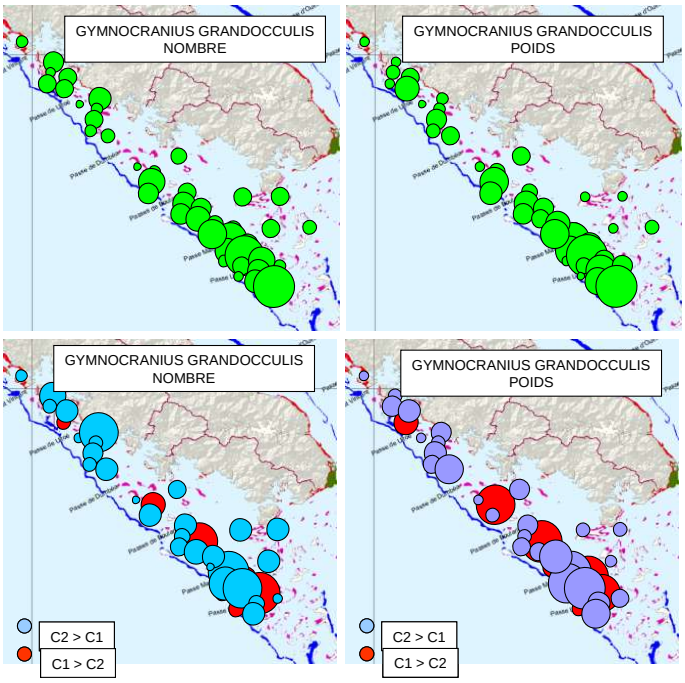



Figure II-13 : répartition spatiale des captures de *Gymnocranius grandocculis* sur les palangres
Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

### *2-3- Serranidae*

Les Serranidae constituent la seconde famille par ordre d'importance dans les captures des palangres. Au total 21 espèces sont concernées, mais la plupart ont été capturées de façon anecdotique, seules 3 espèces ont été capturées vraiment régulièrement, *Epinephelus aerolatus* (loche grisette), *E.cyanopodus* (loche bleue) et *E.maculatus* (loche utoe), deux autres espèces , *Cephalopholis sonnerati* (loche martiniquaise) et *E.rivulatus* (loche brique) étant également

relativement fréquentes dans les captures (Figure II-14). Les Serranidae ont été capturés sur l'ensemble du lagon à l'exception des environs immédiats de Nouméa (Figure II-15). Les prises à proximité de la côte entre Nouméa et le canal Woodin sont surtout composées de petites espèces puisque les prises en nombres sont relativement plus importantes que celles en poids. Les prises les plus importantes, en nombre ou en poids, sont cependant comprises dans une zone d'environ 15 – 20 km de large le long du récif entre la passe de Boulari et le sud de la passe de Kouaré. Les prises ont chuté entre les 2 campagnes, que ce soit en nombre ou en poids, cette diminution étant surtout sensible au sud de la passe de Boulari pour les poids et cette même zone plus la zone au nord de la fausse passe de Uitoe pour les prises en nombres (Figure II-15). Cette chute a été générale pour toutes les espèces communes dans les captures, à l'exception de *E.cyanopodus* dont la fréquence a augmenté. On constate aussi une légère diminution du poids moyen des individus.

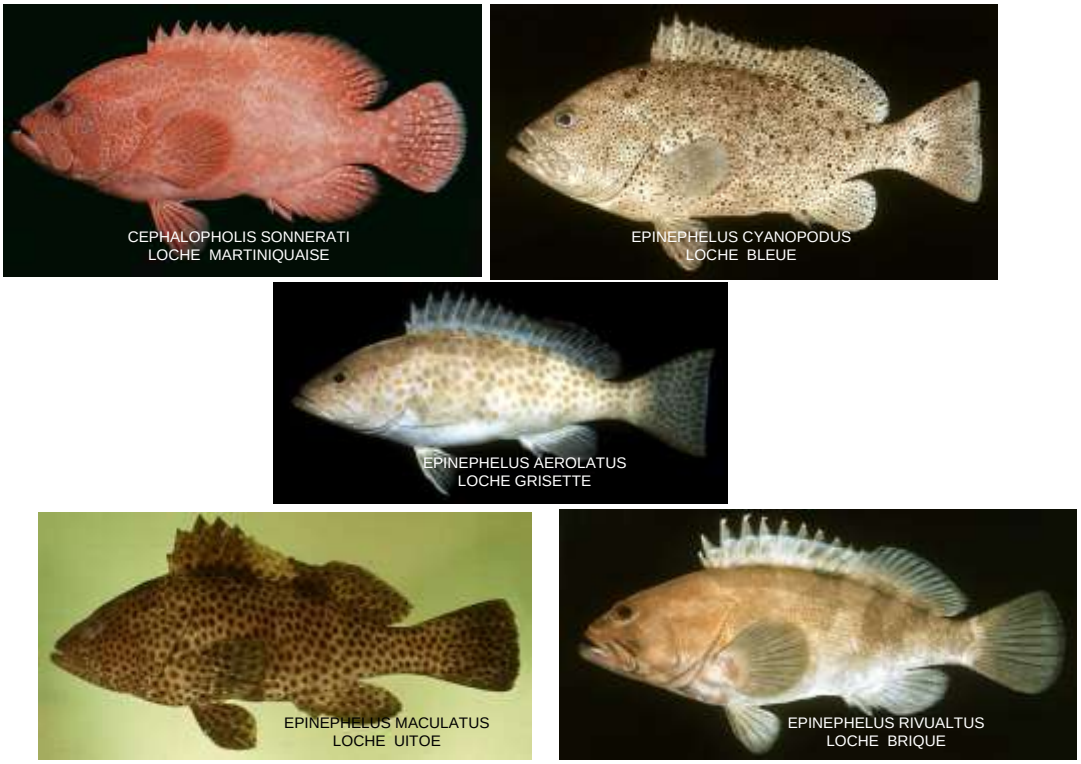



Figure II-14 : photos des Serranidae les plus fréquemment capturés à la palangre

*Epinephelus maculatus* (loche uitoe) : cette loche est la plus fréquemment capturée par la palangre (122 stations). Cette espèce a surtout été capturée le long du récif barrière, plus particulièrement au sud de la passe de Boulari. Il convient de noter quelques pêches isolées sur les fonds meubles entre Nouméa et l'île Ouen, ce qui correspond à la présence de cette espèce sur des pâtés coralliens isolés sur les fonds meubles, un de ses habitats préférés. Les captures de cette loche ont baissée de façon très conséquente entre les 2 campagnes que ce soit en nombre ou en poids (Annexe 1), le poids moyen des individus diminuant également légèrement. Ces diminutions de rendement sont perceptibles sur les cartes de répartitions (Figure II-16), surtout au sud de la passe de Boulari. On remarque cependant une augmentation locale des captures de cette espèce aux environs de l'AMP du récif Aboré et aux environs de Rédika.

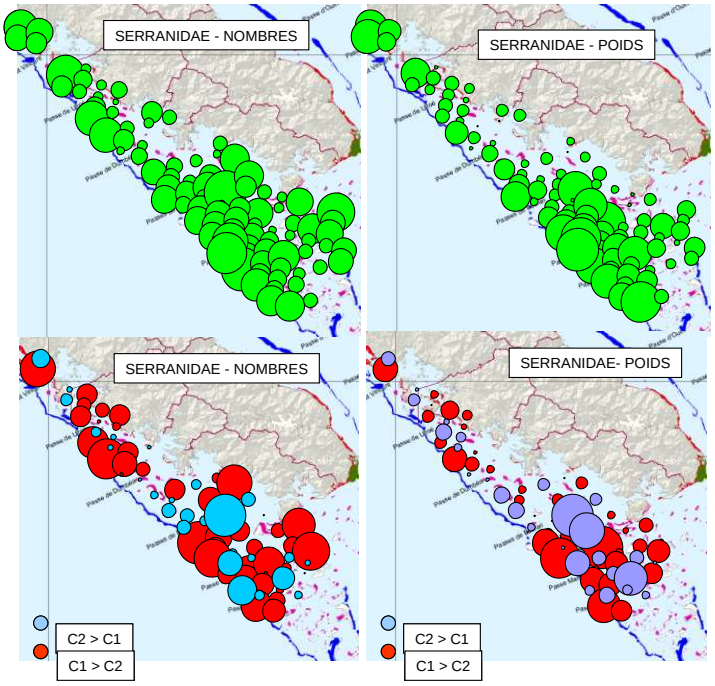



Figure II-15 : répartition spatiale des captures de Serranidae. Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

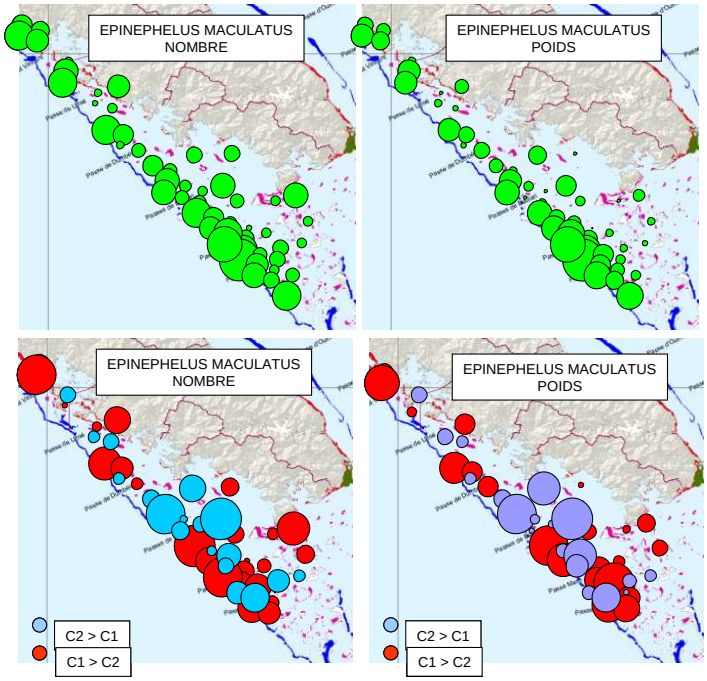



Figure II-16 : répartition spatiale des captures de *Epinephelus maculatus* sur les palangres
Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

*Epinephelus aerolatus* (loche grisette) : cette loche de relativement petite taille (poids moyen des captures 500g) est la seconde en fréquence dans les captures à la palangre. Elle se rencontre surtout sur les pâtés coralliens et récifs isolés sur les fonds meubles grossiers, ce qui explique la répartition de ses captures dans le milieu du lagon (Figure II-17). De par son habitat très localisé il est fréquent de capturer plusieurs individus sur une même palangre si celle-ci passe à proximité d'un habitat favorable. Les captures de cette espèce ont diminué d'environ 50% entre les 2 campagnes, que ce soit en nombre ou en poids (Annexe 1), même les poids moyens ont légèrement baissé. Cette espèce est l'une des cibles privilégiée de la pêche en dérive de jour, pêche réalisée surtout par les amateurs. Ces diminutions sont réparties sur l'ensemble de l'aire de répartition de cette espèce, à noter cependant une augmentation des captures près du récif Aboré.

*Epinephelus cyanopodus* (loche bleue) : une augmentation substantielle de cette espèce a été observée sur les étals du marché de Nouméa depuis 1999 suite à un recrutement important fin 1996. Cette loche est essentiellement présente au sud de la passe de Boulari et dans une moindre mesure aux abords de la baie de St Vincent, en revanche elle est absente des captures entre Nouméa et le récif barrière Aboré (Figure II-18). Contrairement aux autres Serranidae, on observe une augmentation des captures de cette espèce au cours de la seconde campagne. Cette augmentation est de l'ordre de 30% en fréquence, nombre et poids avec même une légère augmentation des poids moyens (2.8 kg durant C1, 3.0 durant C2). Sachant que l'ensemble des captures de Serranidae ont chuté de 23% en fréquence, 31% en nombre et 24% en poids pendant la même période cela suggère que cette espèce a très probablement vu ses effectifs augmenter, en revanche son aire de répartition reste la même (Figure II-18).

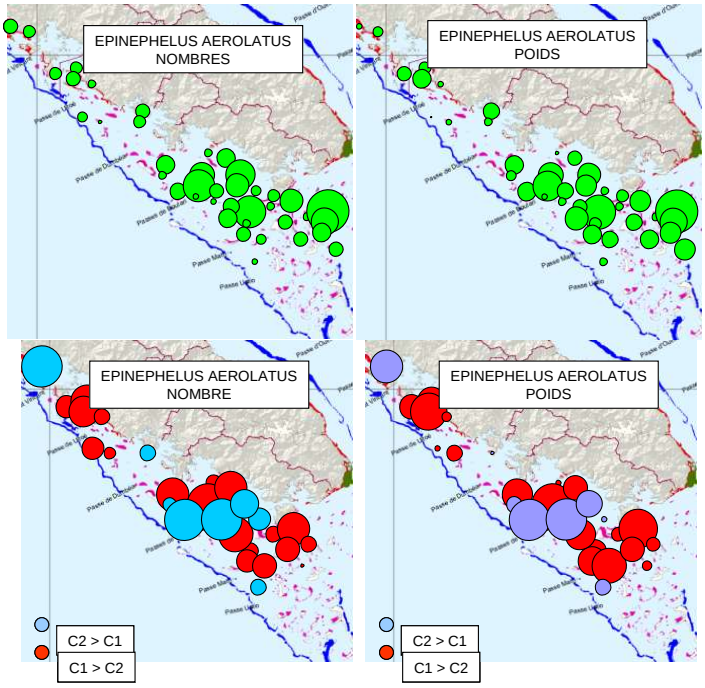



Figure II-17 : répartition spatiale des captures de *Epinephelus aerolatus* sur les palangres

Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

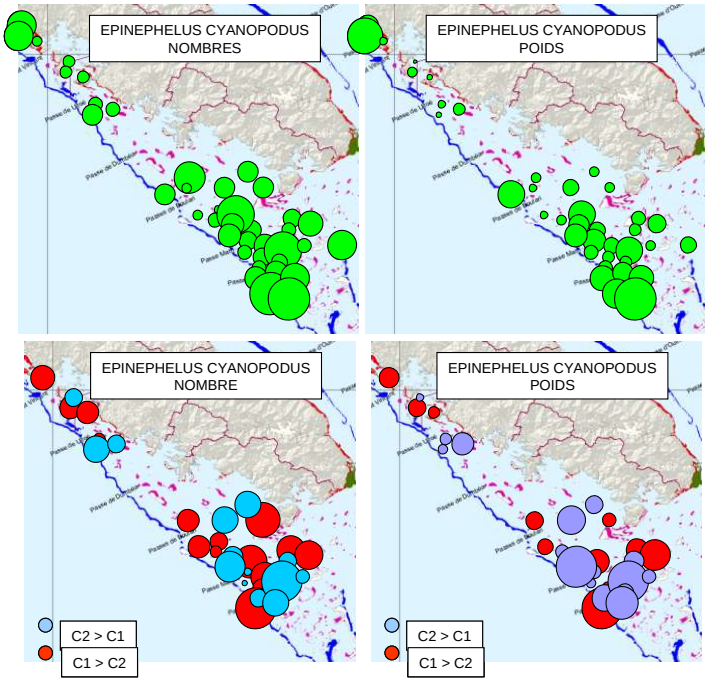



Figure II-18 : répartition spatiale des captures de *Epinephelus cyanopodus* sur les palangres
Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

### *2-4- Lutjanidae*

Onze espèces de Lutjanidae ont été capturées par les palangres, mais aucune d'entre elles n'est vraiment fréquente, au mieux 3 espèces ont été observées sur plus de 5% des poses : *Lutjanus adettii* (rouget de nuit), *Lutjanus bohar* (anglais), *Aprion virescens* (mekoua), une quatrième espèce, *Symphorus nematophorus* (barbillon) est présente sur 25 poses mais son poids moyen important en fait le Lutjanidae dont la contribution en poids est la plus importante. Ces espèces sont représentées sur la figure II-19.

Les Lutjanidae ont surtout été capturés dans la zone au sud de la passe de Mato (Figure II-20). On note des captures importantes en nombre à l'est de l'île Ouen auxquelles correspondent des captures en poids relativement faibles ce qui indique la capture de petites espèces telles que *L.adettii* et *L.vittus*. On note une légère augmentation (10 à 25% suivant les espèces) des captures de Lutjanidae entre les 2 campagnes, que ce soit en fréquence, nombre ou poids (Annexe 1), mais les poids moyens ne montrent pas de tendance nette. La répartition de ces augmentations est perceptible surtout aux environs de Nouméa et le long du récif barrière au sud de la passe de Mato (Figure II-20). A l'inverse on note une diminution des captures au sud de l'île Ouen et aux environs de la baie de St Vincent.

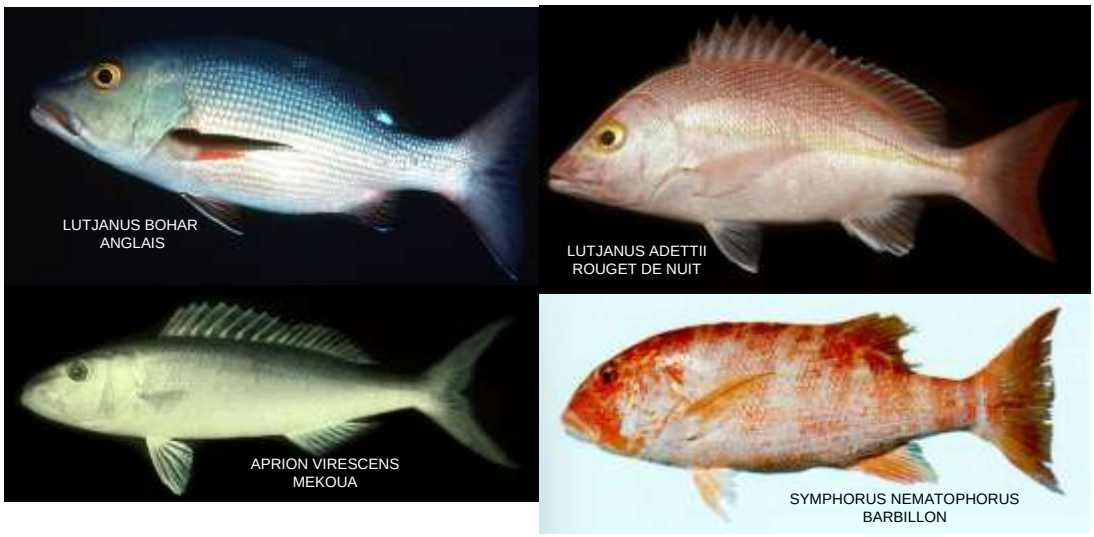



Figure II-19 : photos des principales espèce de Lutjanidae capturées à la palangre

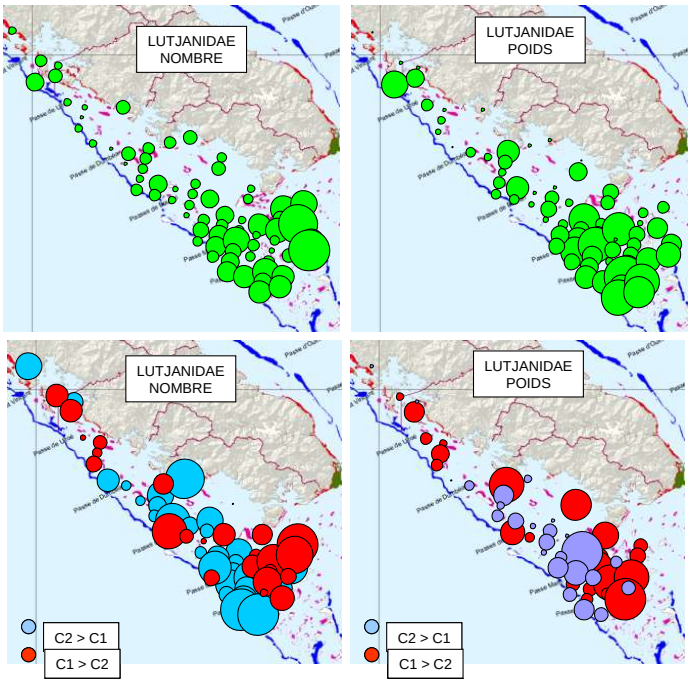



Figure II-20 : répartition spatiale des captures de Lutjanidae. Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

### *2-5- Autres espèces importantes*

Quatre autres groupes de poissons représentent une part importante des captures : les Carangidae (carangues), *Echeneis naucrates* (rémora) et *Diagramma pictum* (loche casteix) et *Bodianus perditio* (perroquet banane).

Les Carangidae sont représentées par 16 espèces, ce qui en fait la seconde famille par ordre de diversité dans les captures (après les Serranidae). Aucune espèce de carangue ne domine

cependant les captures de cette famille, en particulier les trois espèces les plus communes au marché de Nouméa (*Caranx papuensis*, *Gnathanodon speciosus* et *Carangoides fulvoguttatus*) ne sont que faiblement représentées dans les captures à la palangre.

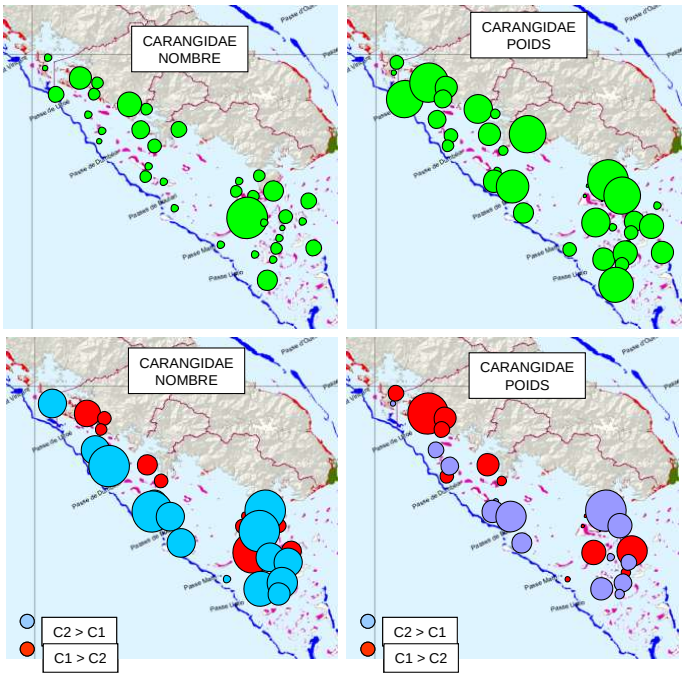



Figure II-21 : répartition spatiale des captures des Carangidae sur les palangres. Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

Les carangues ont été plutôt capturées près des côtes (Figure II-21) avec également quelques prises de grosses carangues à proximité du récif Aboré. Il n'y a pas de tendance claire dans l'évolution temporelle des captures de cette famille (Annexe 1), on note cependant une augmentation des captures en nombre et poids de ces poissons près du récif Aboré ainsi que dans le sud du lagon (Figure II-21).

*Echeneis naucrates* (Figure II-22) est une espèce opportuniste qui fait partie des espèces indésirables dans les captures des pêcheurs professionnels ou amateurs. Elle a été très fréquemment capturée sur les palangres et pourrait jouer éventuellement un rôle d'indicateur de la qualité des prises. Cette espèce a surtout été capturée en milieu de lagon (Figure II-23). Le poids moyen de ce poisson dans les captures étant très homogène, les captures en nombre et en poids sont très similaires. La fréquence de cette espèce dans les captures n'a pas varié entre les 2 campagnes, de même que les captures en nombre, poids ou encore le poids moyen. De la même façon il est difficile de mettre en évidence un changement dans le pattern spatial des captures de ce poisson entre les 2 campagnes (Figure II-23).

*Diagramma pictum* (loche casteix) (Figure II-22) est une espèce très vulnérable à la chasse sous-marine bien que sa chair soit peu prisée. En général, seuls les gros individus sont capturés par la palangre. Ces derniers préfèrent les pâtés coralliens isolés et profonds. Ceci n'a pas empêché cette espèce de figurer parmi les plus fréquentes dans les captures (104 poses) et

d'être la troisième espèce par ordre de contribution en poids dans les captures (après *Lethrinus nebulosus* et *Bodianus perditio*). Cette espèce a surtout été capturée en milieu de lagon et dans le sud (Figure II-24). Il y a eu une augmentation de 20% dans la fréquence et le nombre des captures de cette espèce entre les 2 campagnes, mais seulement une augmentation de 10% dans le poids des captures car les individus étaient légèrement plus petits lors de la seconde campagne (2.9 kg lors de C2, 3.1kg lors de C1). Cette augmentation a une répartition spatiale homogène (Figure II-24).

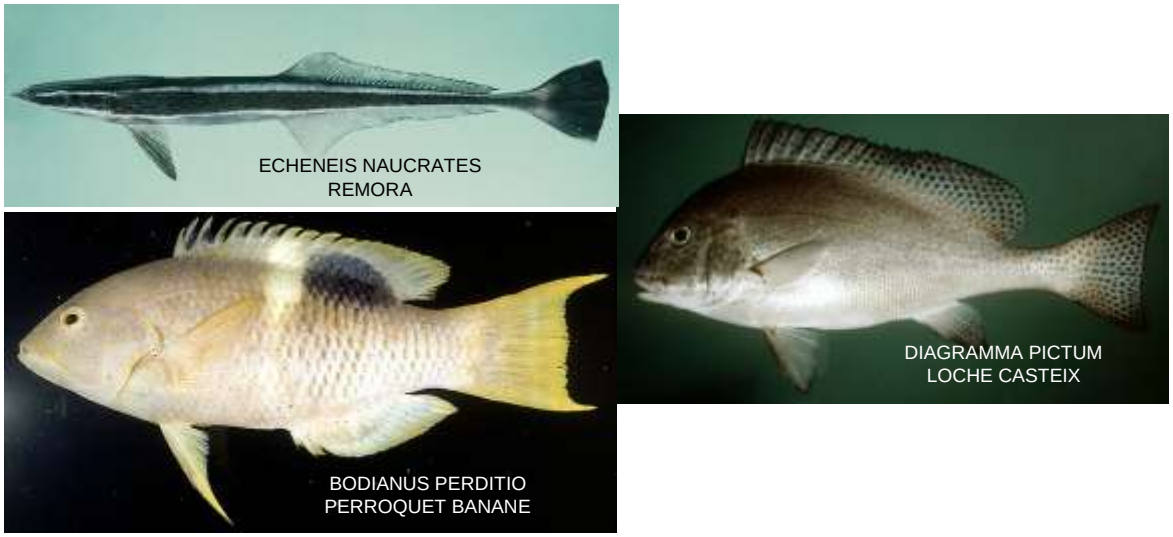



Figure II-22 : photos de *Echeneis naucrates* et *Diagramma pictum* et *Bodianus perditio*.

*Bodianus perditio* (perroquet banane) est la seconde espèce en fréquence de capture (170 poses) derrière *Lethrinus nebulosus*, la seconde en poids capturé et la troisième en nombre de poissons capturés. Cette espèce a été pêchée presque exclusivement à proximité du récif barrière (Figure II-25), son habitat préféré étant les récifs immergés entre 10 et 30m. On note que dans le sud du lagon son aire de capture s'élargit, sans doute en relation avec la présence d'eaux plus océaniques. Ce poisson a été capturé sur moins de stations (- 15%), en moins grand nombre (-29%) et poids (-43%) lors de la seconde campagne (Annexe 1). Le poids moyen des poissons a aussi baissé entre les 2 campagnes (1.9 kg lors de C1, 1.5 kg lors de C2), cette baisse étant la plus importante enregistrée parmi les espèces commercialement intéressantes. Ces baisses n'ont pas de répartition spatiale remarquable (Figure II-25), mais on note en revanche que les quelques carrés statistiques où il y a eu des hausses se situent dans les zones les plus éloignées des centres de population.

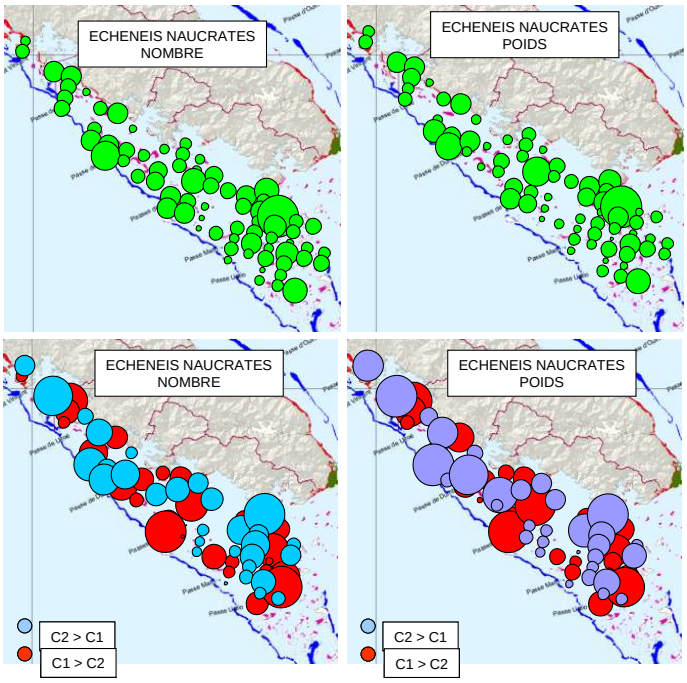



Figure II-23 : répartition spatiale des captures d'*Echeneis naucrates* sur les palangres

Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

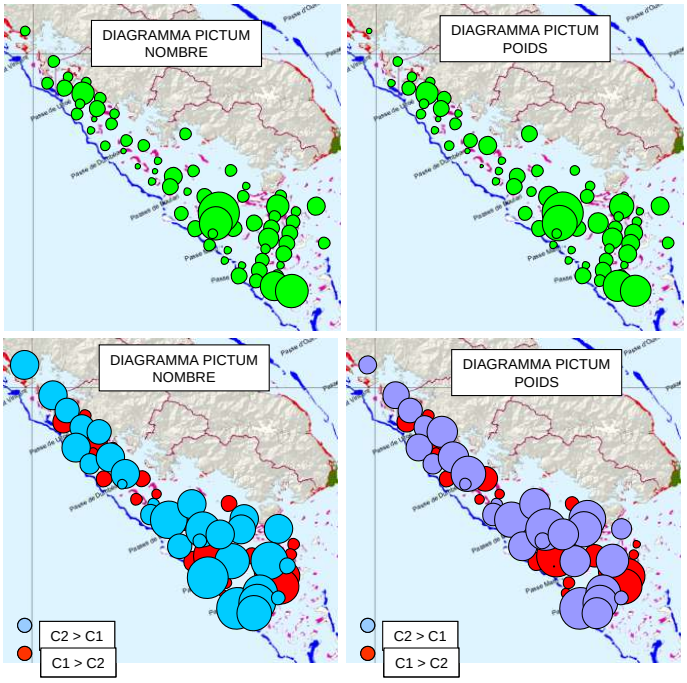



Figure II-24 : répartition spatiale des captures de *Diagramma pictum* sur les palangres

Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

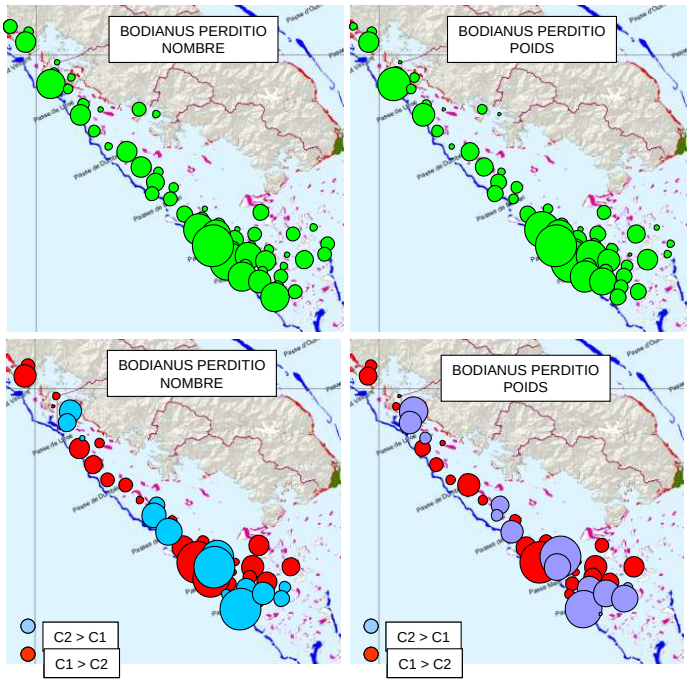



Figure II-25 : répartition spatiale des captures de *Bodianus perditio* sur les palangres. Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

### *2-6- Suivant intérêt commercial*

Toutes les espèces n'ont pas le même intérêt pour les pêcheurs. Nous avons défini trois grandes classes d'usages (Annexe 1): espèces sans intérêt commercial, à intérêt commercial moyen et intérêt commercial important. Il est évident que comme toute classification de ce type elle contient une certaine part de subjectivité, mais les grandes lignes ne devraient pas changer si le classement de quelques espèces était modifié.

Les palangres ont capturé 42 espèces sans intérêt commercial. Elles représentent 17% des captures en nombre et 15% en poids. Ces espèces se répartissent sur l'ensemble du lagon (Figure II-26), mais elles représentent une proportion des captures en nombres, et dans une moindre mesure en poids, importantes dans les zones côtières, surtout entre Nouméa et le canal Woodin, sur les fonds meubles à faible granulométrie, avec en particulier la présence de Synodontidae, *Lethrinus genivittatus* et de juvéniles de requins. Les captures en poids de ces poissons sont un peu plus importantes au sud de la passe de Mato, dû à la présence de gros Balistidae (*Abalistes stellatus*, *Pseudobalistes fuscus*), Tetraodontidae (*Lagocephalus sceleratus*) et de *Lutjanus bohar*. Ces poissons ont été plus fréquents lors de la seconde campagne (+17%) et le poids de leur capture beaucoup plus important (+60%) mais les nombres capturés sensiblement équivalents ce qui indique une augmentation importante du poids moyen de ces espèces. Cette augmentation du poids moyen est dû à une augmentation dans les captures de certaines espèces telles que les petits requins et les gros Balistidae. La répartition spatiale de ces différences entre campagne (Figure II-26) montre que ces augmentations dans les captures se situent surtout dans un triangle allant de la passe de Boulari et celle de Uatio jusqu'à l'île Ouen. Il est possible que cette zone soit l'une de celle où l'augmentation relative de l'effort de pêche a été la plus forte ces dernières années suite au développement des capacités de la flottille « amateur ».

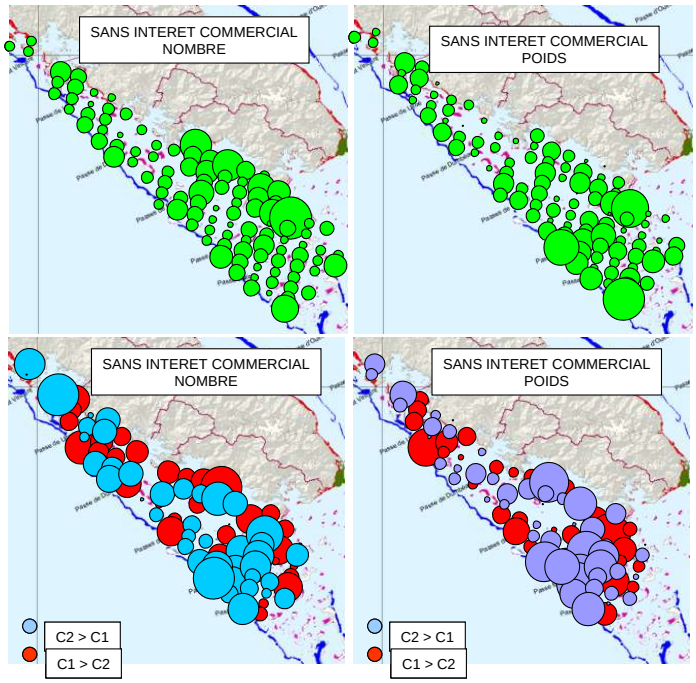



Figure II-26 : répartition spatiale des captures des espèces présentant aucun intérêt commercial. Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

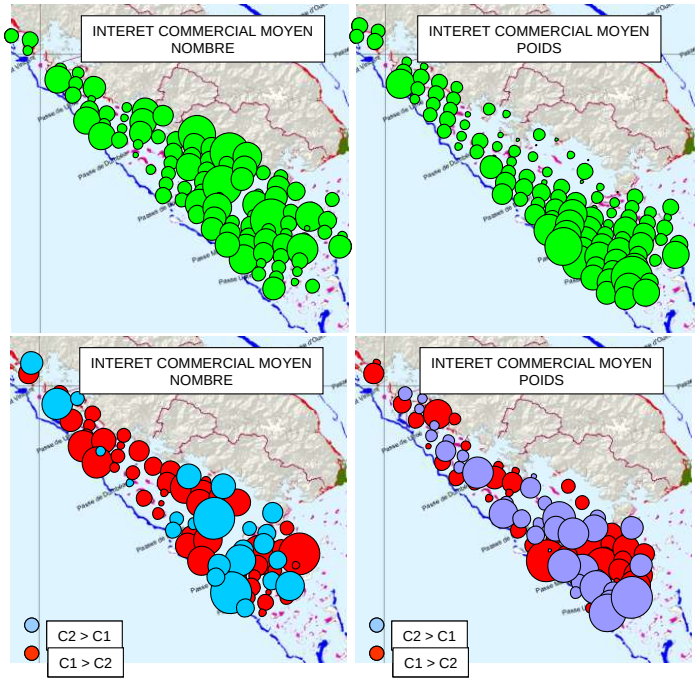



Figure II-27 : répartition spatiale des captures des espèces présentant un intérêt commercial moyen. Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

Les espèces dont l'intérêt commercial est moyen ont une diversité légèrement plus importante que les précédentes (46 espèces concernées). Elles représentent 21% en nombre et en poids des captures. La répartition spatiale de ces espèces (Figure II-27) est assez homogène sur l'ensemble du lagon pour les prises en nombres, à l'exception de la zone devant Nouméa où peu de ces poissons ont été capturés. Les prises en poids sont également réparties de façon assez homogène sur l'ensemble du lagon avec cependant des rendements beaucoup plus faibles dans la zone côtière située entre Nouméa et l'entrée du canal Woodin. Les prises de ce type de poissons ont diminué en fréquence (-11%) et en nombre (-19%) entre les 2 campagnes, en revanche les prises en poids ont légèrement augmenté (+7%). Il n'est cependant guère possible de dégager une tendance générale car certaines espèces ont augmenté (ex. *Dasyatis kuhlii*, *Epinephelus polyphekadion*, *Diagramma pictum*, *Lethrinus miniatus*) alors que d'autres ont diminué (ex. *Cephalopholis sonnerati*, *Epinephelus fasciatus*, *E.rivulatus*, *Variola louti*, *Nemipterus furcosus*). Certaines de ces variations ont été très importantes, ainsi *Lethrinus miniatus* était quasiment absent de la première campagne alors que 51 specimens ont été capturés lors de C2 et inversement *Nemipterus furcosus* a presque disparu des captures alors que 70 individus avaient été capturés lors de C1 (Annexe 1). La répartition spatiale de ces changements (Figure II-27) montre une chute des prises en nombre de ce type de poissons dans un rayon de 25 miles environ autour de Nouméa ainsi qu'une chute en nombre et poids au sud de l'île Ouen et à l'opposé une augmentation des captures en poids dans les zones les plus sud du lagon.

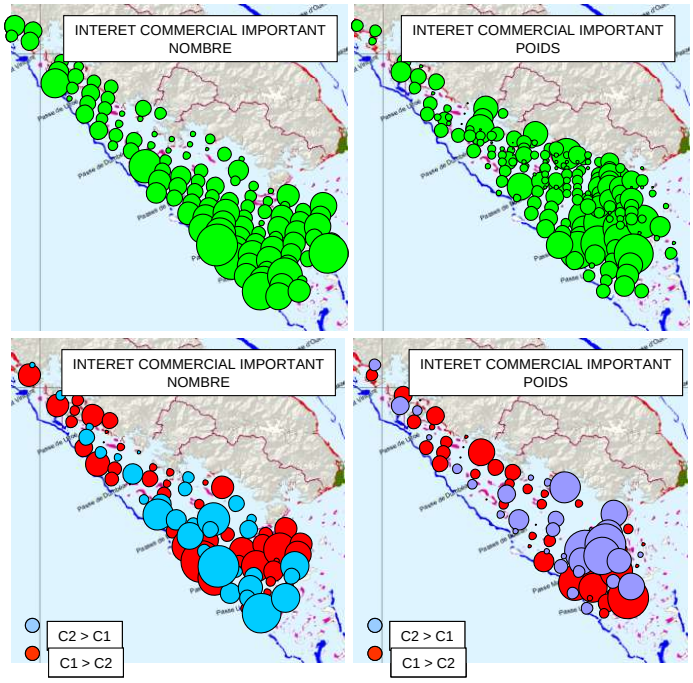



Figure II-28 : répartition spatiale des captures des espèces commercialement importantes. Les poses ont été regroupées par carrés de 3 miles nautiques de côté. Le diamètre des cercles est proportionnel aux différences maximales observées. Les différences n'ont été évaluées que pour les carrés pêchés lors des 2 campagnes. C1 : campagne 1 (1984-1987) ; C2 : campagne 2 (1999-2001). Les points sont positionnés sur le centre de chaque carré, pouvant entraîner un léger décalage par rapport à la position réelle des stations.

Les espèces commercialement importantes ne sont représentées que par 24 espèces (Annexe 1). Ces poissons représentent cependant 62% des captures en nombre et 61% en poids, montrant que malgré leur plus faible diversité ce sont ceux qui sont les plus importants dans les captures. Ces poissons se rencontrent sur l'ensemble du lagon (Figure II-28) avec cependant des

prises en nombres faibles autour de Nouméa et dans la zone côtière entre Nouméa et le canal Woodin, alors que les prises en poids sont réparties de façon plus homogène avec cependant des captures plus importantes dans le sud du lagon. Dans l'ensemble les captures de ces espèces sont restées très stables entre les 2 campagnes, que ce soit en fréquence, nombres ou poids. Cette stabilité générale cache cependant quelques changements importants pour certaines espèces, avec des diminutions dans les nombres et poids capturés pour *Epinephelus aerolatus, E.macultus, Plectropomus leopardus, Bodianus perditio* ou à l'opposé des effectifs plus importants dans les captures pour *Aprion virescens, Lutjanus adettii, Gymnocranius grandocculis, Lethrinus atkinsoni* et *L.nebulosus*. Les variations spatiales de ces différences entre campagnes (Figure II-28) montrent une disparité entre prises en poids et prises en nombre. Les prises en nombre ont diminué au sud de l'île Ouen et le long du récif barrière entre les passes de Boulari et Mato. Les prises en poids ont à l'inverse augmenté au sud de l'île Ouen, indiquant qu'il y a eu un changement dans la composition des captures dans cette zone, les poissons capturés étant plus gros lors de C2, et inversement on assiste à une diminution du poids des prises le long du récif barrière au sud de la passe de Uatio. On note aussi une diminution tant en nombre qu'en poids au nord de la passe de Dumbea.

### 3 - Influence de l'environnement

Les captures des palangres peuvent être influencées par un grand nombre de facteurs. On peut les diviser en 3 grands groupes : 1- l'environnement immédiat de la palangre (profondeur, nature du fond, distance à l'océan, distance à la côte, distance au récif le plus proche) ; 2- les conditions de pêche (heure de pose, saison, lunaison) ; 3- influence de la pêche (distance à Nouméa). Ces facteurs interagissent et il est donc nécessaire de les modéliser pour tenter de distinguer les actions de chacun d'eux. Cette modélisation se fera en 3 temps : 1- statistiques descriptives de chaque facteur séparément pour connaître le type de relation (linéaire, exponentielle …) le liant aux captures; 2- intégration dans un modèle statistique des facteurs qui se seront révélés significatifs ; 3- prise en compte des interactions entre facteurs pour estimer des valeurs de captures « standard » permettant d'analyser l'effet des facteurs significatifs. La modélisation sera successivement réalisée sur les captures globales, puis par famille et par espèces principales, ainsi que sur certains groupes (poissons à forte valeur commerciale, poissons sans valeur commerciale, en fonction du comportement du poisson …). Les captures des 2 campagnes seront comparées pour tester une évolution éventuelle entre les 2 périodes.

Les facteurs dont nous disposons sont très significativement corrélés entre eux (Tableau III-1). Le niveau de la corrélation dépasse cependant rarement 0.50, le facteur le plus corrélé avec les autres étant la vase (liée à la distance à la barrière, à la dureté du fond et aux carbonates). On peut donc s'attendre à ce que les captures soient liées de façon différente à chacun de ces facteurs, d'où la nécessité de les analyser en premier lieu de façon séparée.

Trois paramètres des captures sont analysés ci-après : le nombre moyen d'espèces par pose, le nombre moyen de prises par pose et le poids moyen de poisson capturé par hameçon. Les résultats pour les espèces et les prises en nombre sont standardisés en ramenant chaque palangre à 100 hameçons. En effet, il est très difficile de garder toujours 100 hameçons sur une palangre. Il peut y avoir des hameçons manquants à la mise à l'eau ou à la remontée suite à des croches ou des incidents de mise à l'eau. L'état de chaque hameçon étant suivi lors de la remontée de l'engin il est possible de connaître pour chaque pose le nombre précis d'hameçons qui ont effectivement pêché.

Tableau III-1 : corrélations entre les facteurs analysés.

Distance à la côte : distance entre le lieu de pose et la côte la plus proche ; Distance barrière : distance entre le lieu de pose et le récif barrière le plus proche ; Distance îlot : distance entre le lieu de pose et l'îlot le plus proche ; Distance récif : distance entre le lieu de pose et la formation récifale la plus proche (même immergée) ; Distance Nouméa : distance entre le lieu de pose et le port de Nouméa ; Profondeur : profondeur moyenne de la pose ; Herbier-Algues : proportion du substrat couvert par des herbiers ou des algues (valeurs obtenues par interpolation à partir d'une carte) ; Dureté du fond : mesure de l'écho d'un sondeur à 8501 Mhz sur le fond ; Vase : proportion moyenne de vase sur le fond (valeur obtenue par interpolation sur carte sédimentologique) ; Carbonate : proportion moyenne de carbonate dans les sédiments (valeur obtenue par interpolation sur carte sédimentologique) ; * : p <0.05 ; ** p < 0.01 ; *** p< 0.001 ; 736 points pris en compte ; les chiffres en grisé : corrélation > 0.50

| | Distance Côte | Distance Barrière | Distance Ilôt | Distance Récif | Distance Nouméa | Profondeur | Herbier-Algues | Dureté fond | Vase (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dist. Côte | 1.00 | -0.37 | 0.14 | -0.06 | 0.66 | 0.32 | -0.20 | -0.06 | -0.47 |
| Dist. Barrière | -0.37*** | 1.00 | -0.06 | 0.22 | 0.03 | 0.33 | -0.22 | 0.45 | 0.67 |
| Dist. Ilôt | 0.14** | -0.06 | 1.00 | 0.74 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | -0.07 | 0.02 |
| Dist. Récif | -0.06 | 0.22*** | 0.74*** | 1.00 | -0.08 | 0.09 | 0.02 | 0.08 | 0.20 |
| Dist. Nouméa | 0.66*** | 0.03 | 0.06 | -0.08 | 1.00 | 0.50 | -0.10 | -0.04 | -0.21 |
| Profondeur | 0.32*** | 0.33*** | 0.07 | 0.09 | 0.50*** | 1.00 | -0.25 | 0.30 | 0.25 |
| Herbier-Algues | -0.20*** | -0.22*** | 0.06 | 0.02 | -0.10 | -0.25*** | 1.00 | -0.28 | -0.26 |
| Dureté fond | -0.06 | 0.45*** | -0.07 | 0.08* | -0.04 | 0.30*** | -0.28*** | 1.00 | 0.68 |
| Vase (%) | -0.47*** | 0.67*** | 0.02 | 0.20*** | -0.21*** | 0.25*** | -0.26*** | 0.68*** | 1.00 |
| Carbonates (%) | 0.58*** | -0.38*** | -0.13** | -0.25*** | 0.53*** | 0.28*** | -0.04 | -0.28*** | -0.62*** |

### *3-1- La profondeur*

Les captures ne sont pas modifiées de façon linéaire par la profondeur. Pour les trois paramètres analysés, il y a d'abord une augmentation des captures jusque vers 40 m puis une diminution jusque vers 80m (Figure III-1). Les rendements optimaux se situent donc entre 20 et 50m. Dans les petits fonds beaucoup d'espèces restent peu actives durant la journée, c'est le cas en particulier des Lethrinidae (sauf *L.harak, L.genivittatus*) qui constituent une partie importante des captures. Ces mêmes espèces sont plus actives à des fonds plus importants où la lumière est moins importante. Dans les fonds supérieurs à 50m, la diminution des prises est plus probablement liée à une raréfaction des poissons mais aussi peut-être à un comportement différent de l'engin. Dans le cadre d'une modélisation intégrant la profondeur, il sera important de linéariser ce facteur (par ex. en utilisant un polynôme de degré 2). Il n'y a pas de différence dans l'effet de la profondeur en fonction des campagnes, mais on note cependant que les résultats ont été plus élevés lors de C2 pour les poses les plus profondes, ceci pouvant être lié aux zones pêchées.

L'analyse des captures par famille, espèce ou catégorie commerciale montre qu'il existe des différences importantes dans la distribution en fonction de la profondeur. Nous n'analyserons dans ce qui suit que les PUE en poids, les autres paramètres (nombre d'espèces / pose et nombre de prises / pose) suivant les mêmes tendances. Les captures des Serranidae (Figure III-2) présentent une répartition bimodale avec un premier pic entre 10 et 20m puis une augmentation au-delà de 45m. Une prise en compte des espèces indique que dans les petits fonds il s'agit essentiellement de petites espèces (*Cephalopholis* spp. et *E. aerolatus, E.maculatus, E. merra, E.fasciatus*), alors que dans les fonds plus importants les grosses espèces dominent les prises (*E.cyanopodus, E.coioides, E.malabaricus*).

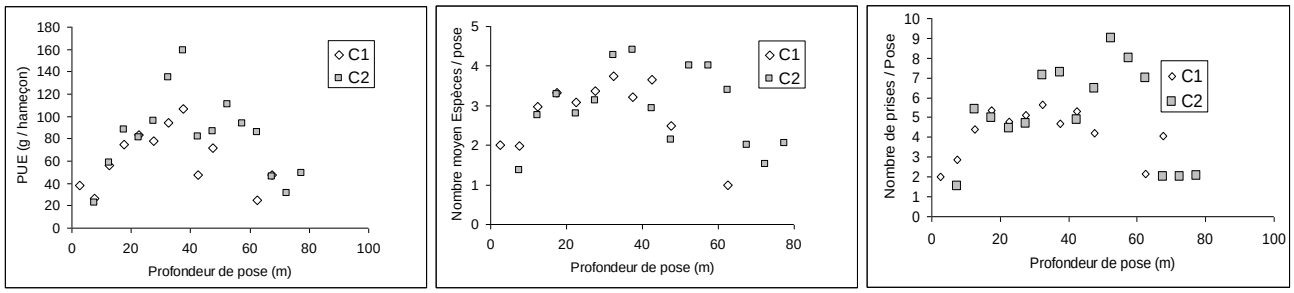



Figure III-1 : effet de la profondeur sur les captures globales (toutes espèces confondues). C1 : campagne de 1984- 1987 ; C2 : campagne de 1999-2001. Chaque point représente la moyenne des observations par tranche de profondeur de 5m. Le nombre d'observations par tranche de profondeur n'est pas égal.

Les Carangidae (Figure III-3) ont une distribution avec la profondeur qui ressemble à celle des petits Serranidae. Les rémoras et Lutjanidae ont tendance à diminuer en importance avec la profondeur (Figure III-3). Les Lethrinidae fluctuent de façon irrégulière jusqu'à 40 m (Figure III-4), puis leurs captures diminuent de façon marquée. L'essentiel des captures de cette famille étant constituée d'une espèce, *L.nebulosus*, les résultats de cette espèce sont similaires à ceux de la famille. En revanche les autres Lethrinidae ne montrent pas de variation particulière, si ce n'est l'absence de *L.atkinsoni* et la faible importance de *L.rubrioperculatus* au-delà de 40 m. Les *Gymnocranius* montrent dans l'ensemble une diminution de leurs captures avec la profondeur (Figure III-4). On constate un pattern identique pour *Diagramma pictum* et *Bodianus perditio* (Figure III-5)

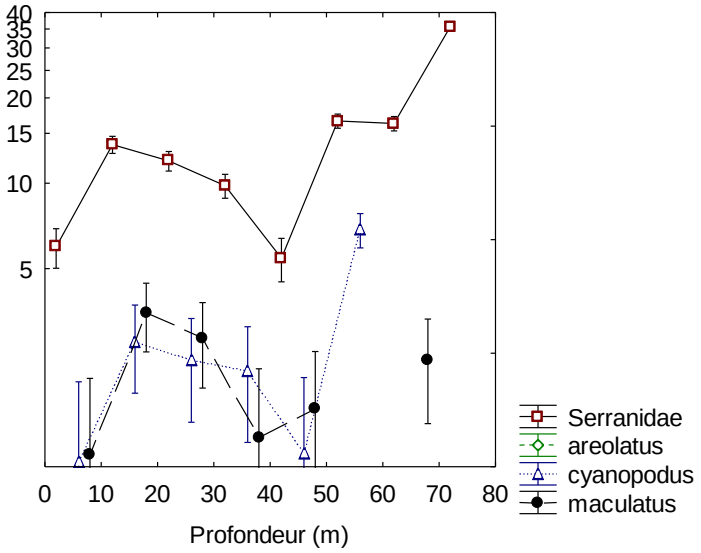



Figure III-2 : répartition des captures en poids (g / hameçon) des Serranidae en fonction de la profondeur. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%. Seules les espèces principales et le total sont représentées.

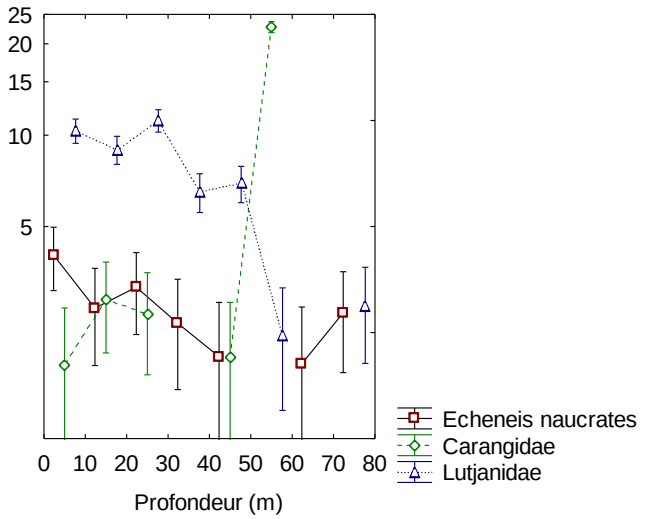



Figure III-3 : répartition des captures en poids (g / hameçon) des Carangidae, Lutjanidae et *Echeneis naucrates* (rémora) en fonction de la profondeur. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%.

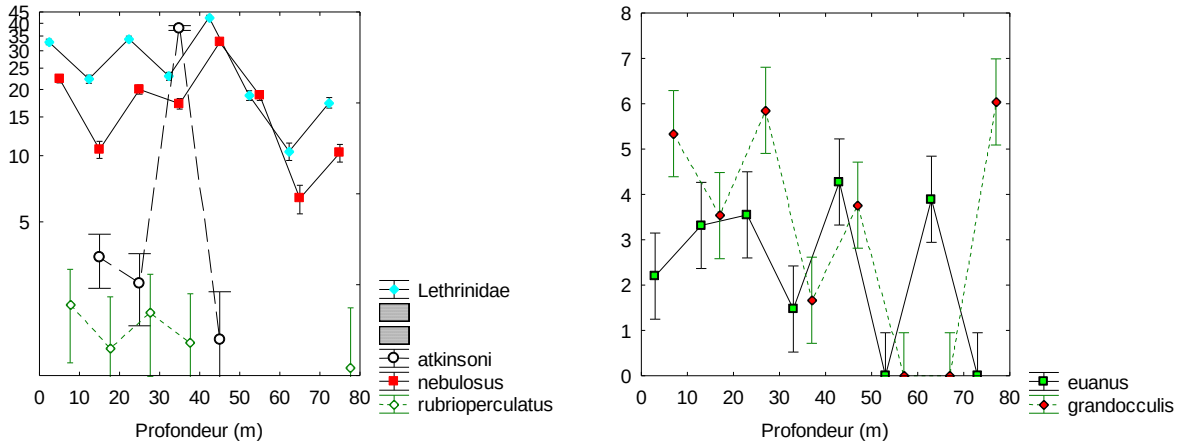



Figure III-4 : répartition des captures en poids (g / hameçon) des Lethrinidae en fonction de la profondeur. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%. Seules les espèces principales et le total sont représentés.

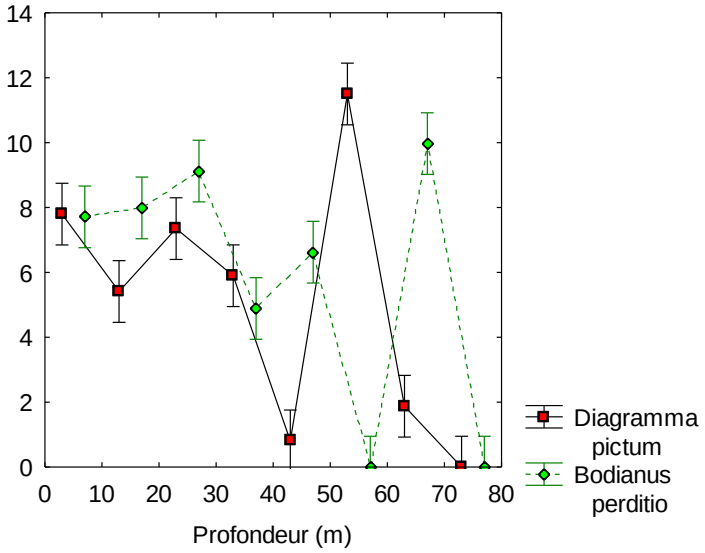



Figure III-5 : répartition des captures en poids (g / hameçon) de *Diagramma pictum* et *Bodianus perditio* en fonction de la profondeur. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%.

La répartition des captures en fonction de la valeur marchande (Figure II-6) suit un pattern identique pour les trois classes de valeurs choisies, avec une augmentation des prises jusqu'à 40m, suivie d'une diminution avec la profondeur au-delà.

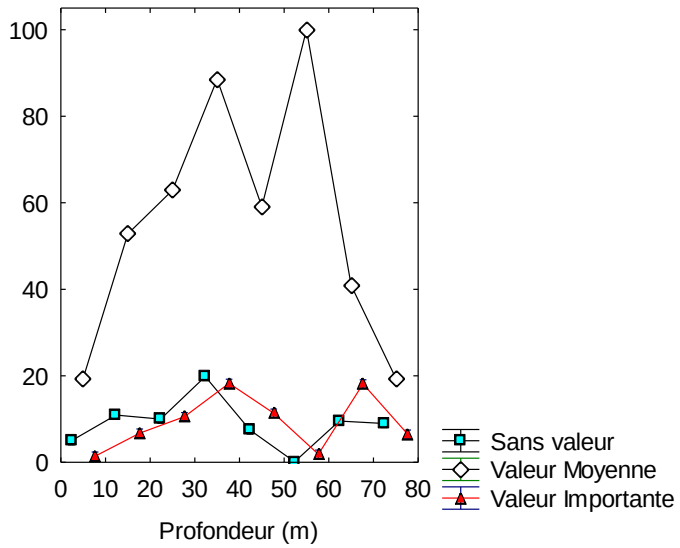



Figure III-6 : répartition des captures en poids (g / hameçon) des différentes catégories commerciales en fonction de la profondeur. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%.

### *3-2– Influence terrigène et récifale*

Les captures sont fonction de l'emplacement des stations dans le lagon. Les stations proches de la terre seront soumises à une influence terrigène importante avec la présence de fonds envasés, faiblement carbonatés et souvent peu couverts d'algues ou d'herbiers. Les stations proches de l'océan seront sous l'influence des eaux océaniques, en général plus pauvres en nutrients. Ces stations se caractérisent souvent par des fonds durs et l'absence de végétation, cette dernière se trouvant essentiellement sur les fonds « gris » (Chardy et al. 1988).

#### 3-2-1 La distance à la côte et à l'océan

Ces deux facteurs sont complémentaires, plus une station est éloignée de la côte et plus l'influence océanique se fera sentir, cependant le lagon s'élargissant du nord au sud, il faut une distance croissante de la côte pour avoir une influence océanique similaire. Pour cette raison il est important d'analyser ces 2 distances. L'influence océanique a donc été mesurée par la distance relative entre la côte et le récif barrière.

Les captures augmentent de façon régulière avec la distance à la côte ou la distance relative (Figure III-7) quelque soit le paramètre considéré. Les différences entre les deux campagnes sont faibles. On note cependant 2 valeurs faibles pour C1 entre 35 et 45 km des côtes. Ceci correspond à des poses effectuées au sud de Kouaré dans des fonds importants (> 50m) à un endroit où le lagon est particulièrement large. Il convient de remarquer que ces valeurs faibles n'apparaissent pas quand les données sont considérées en fonction de l'influence océanique (distances relatives). Cette augmentation des captures avec la distance à la côte peut refléter un ensemble de phénomènes. D'une part, l'effort de pêche diminue avec la distance à la côte, mais la population humaine étant concentrée sur Nouméa, cet effet n'est pas homogène sur la zone. Un second effet peut provenir de l'abondance des abris, les sites près de la côte présentant souvent

peu d'abris et par ailleurs l'envasement peut y être par endroit important et réduire grandement l'intérêt des structures rocheuses comme abris.

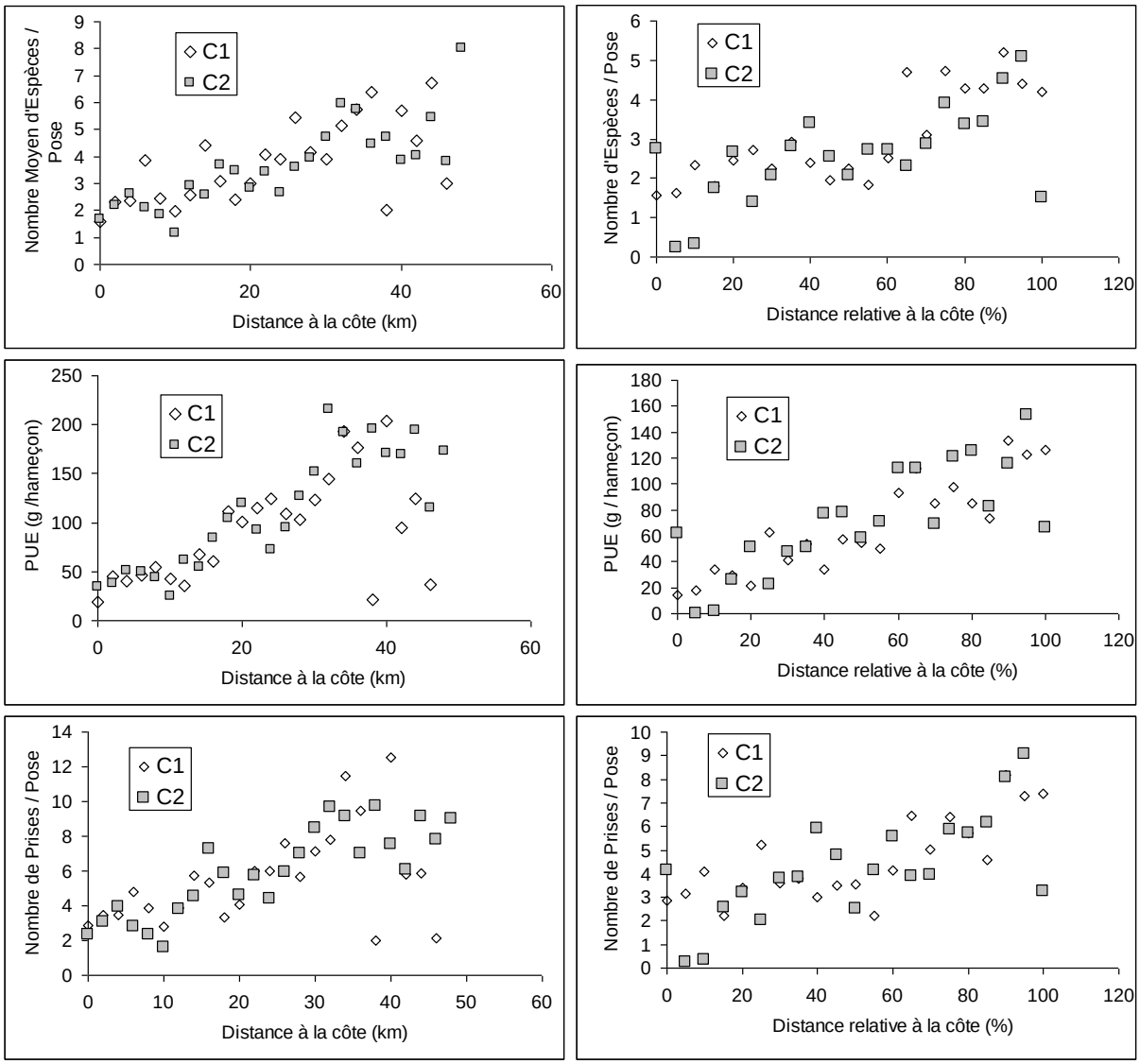



Figure III-7 : variations des captures en fonction de la distance absolue (km) à la côte ou en distance relative (% de la distance entre la côte et le récif barrière). C1 : campagne de 1984-1987 ; C2 : campagne de 1999-2001. Chaque point représente la moyenne des observations par tranche de distance de 2 km ou 5% de la distance relative. Le nombre d'observations par tranche de distance n'est pas égal.

Les effets de la distance ne sont pas identiques sur toutes les familles ou espèces. Seules les PUE (g/hameçon) sont analysées, le nombre de prises / pose et le nombre d'espèces / pose suivant des patterns très similaires. Les captures de Serranidae augmentent avec la distance à la côte (Figure III-8). Cette augmentation s'observe pour *E.cyanopodus* et *E. maculatus* alors que *E. aerolatus*, une espèce plus côtière a un niveau maximum de capture entre 5 et 10 km de la côte. Les captures de Lutjanidae sont également plus importantes à mesure que l'on s'éloigne de la côte (Figure III-9). Plusieurs espèces de Lutjanidae capturées ont des affinités océaniques (*L.bohar, L.gibbus, Aprion virescens*). En revanche les captures de Carangidae ou de *Echeneis naucrates* ne semblent pas être influencés par ce facteur (Figure III-9).

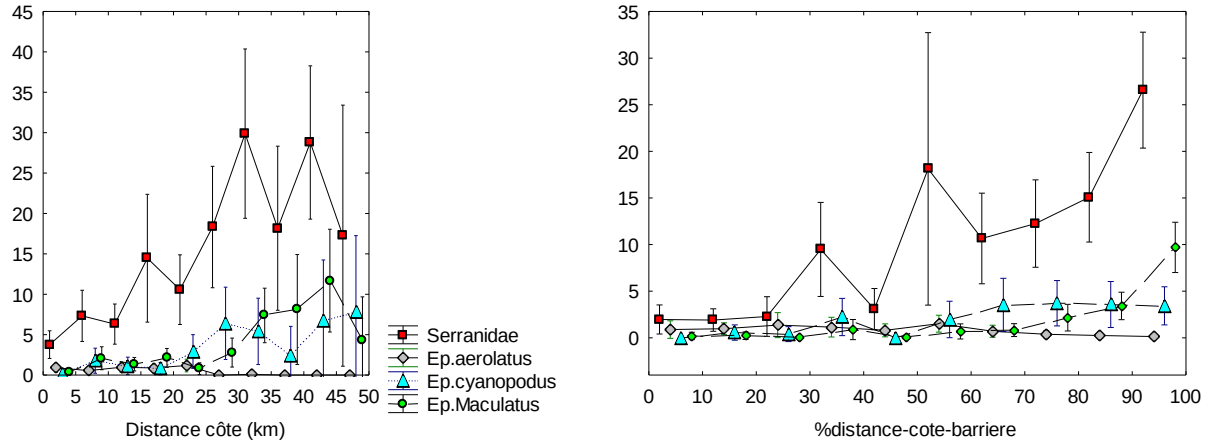



Figure III-8 : répartition des captures en poids (g / hameçon) des Serranidae en fonction de la distance à la côte. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%. Seules les espèces principales et le total sont représentées

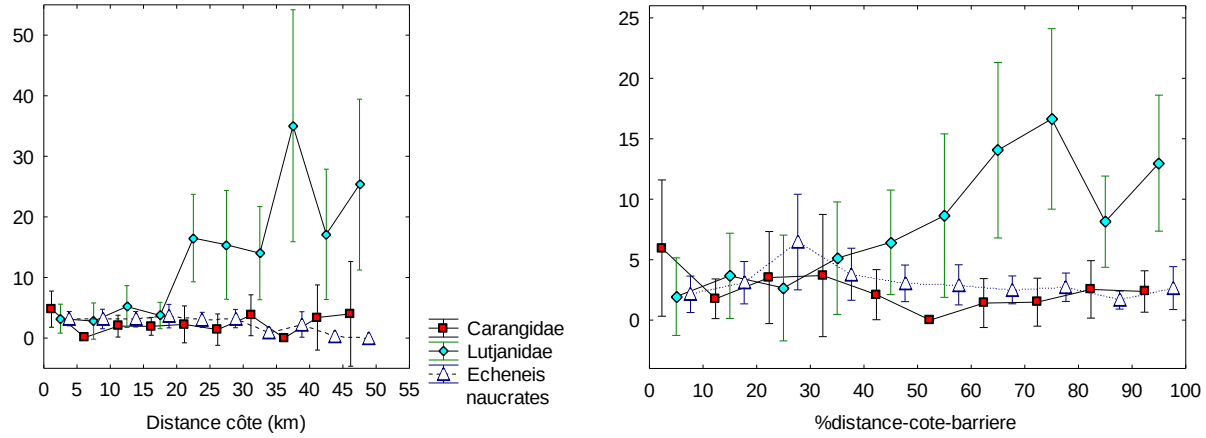



Figure III-9 : répartition des captures en poids (g / hameçon) des Carangidae, Lutjanidae et *Echeneis naucrates* en fonction de la distance à la côte. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%.

Les captures de Lethrinidae ont tendance à fortement augmenter à mesure que l'influence océanique augmente (Figure III-10). Cette augmentation est surtout due à *L.nebulosus* ainsi que *Gymnocranius euanus* et *G. grandocculis*. On note cependant que le maximum *L.nebulosus* atteint son maximum aux 2 tiers du lagon. Plusieurs espèces de Lethrinus sont connus pour avoir des juvéniles vivant en milieu côtier (*L.nebulosus, L.atkinsoni, L.genivittatus, L.variegatus*) et il est possible que ces poissons migrent avec l'âge vers le large. *Bodianus perditio* est également une espèce ayant des affinités océanique, ses captures étant maximales près du récif barrière (figure III-11). En revanche *Diagramma pictum* se capture à une certaine distance du récif, cette espèce préférant les pâtés coralliens isolés, de préférence assez profonds, ce genre de formation se rencontrant surtout sur les fonds intermédiaire du lagon SO (figure III-11).

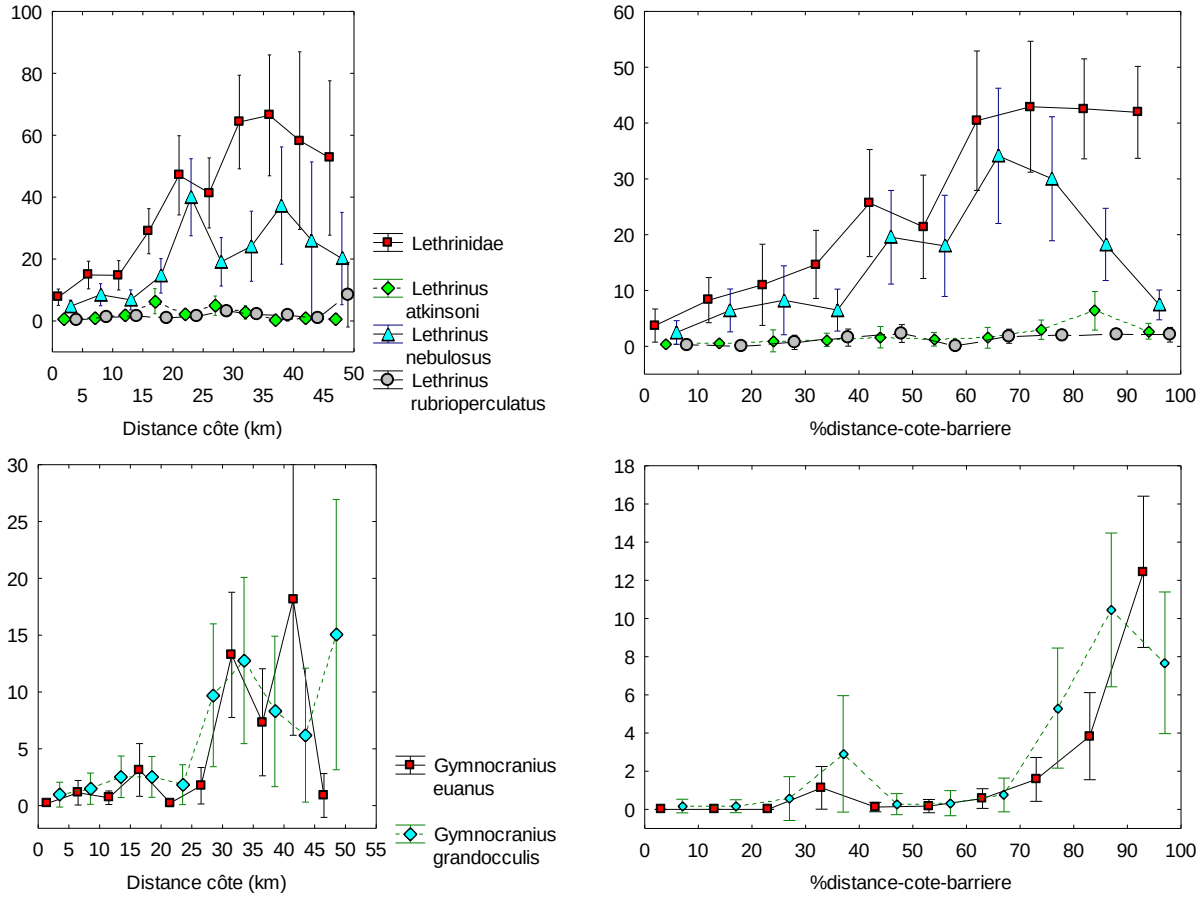



Figure III-10 : répartition des captures en poids (g / hameçon) des Lethrinidae en fonction de la distance à la côte. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%. Seules les espèces principales et le total sont représentées

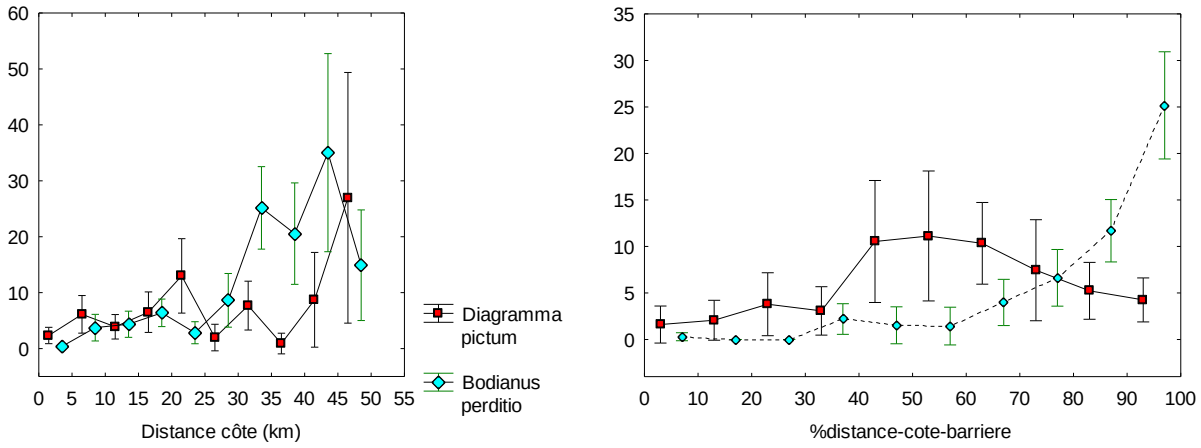



Figure III-11 : répartition des captures en poids (g / hameçon) de *Diagramma pictum* et *Bodianus perditio* en fonction de la distance à la côte. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%.

Les captures en fonction de la valeur commerciale ne suivent pas nécessairement une augmentation avec la distance à la côte. En effet cette augmentation est très significative pour les espèces à valeur commerciale moyenne, en revanche les espèces sans valeur commerciale ou à l'opposé à forte valeur commerciale ne présentent pas de variations importantes de leurs captures en fonction de la distance à la côte ou à l'océan (Figure III-12).

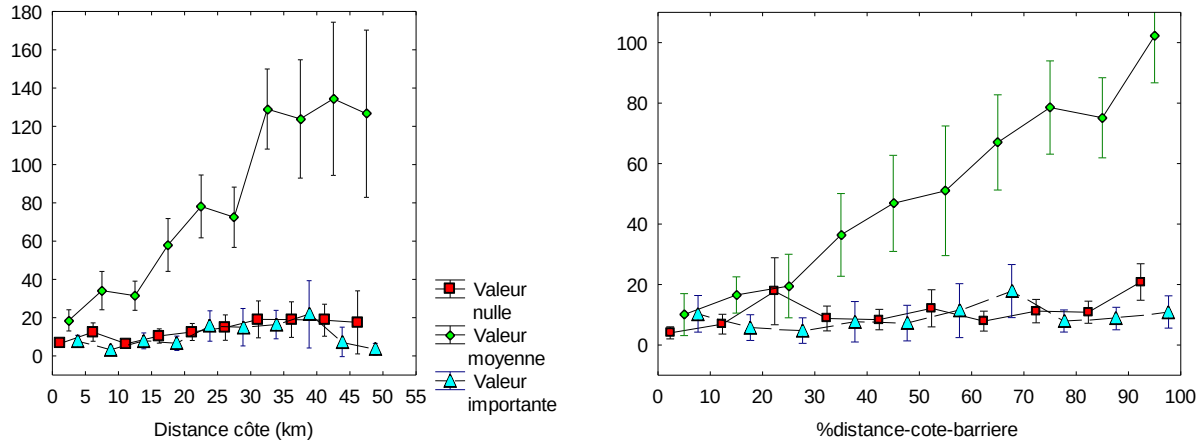



Figure III-12 : répartition des captures en poids (g / hameçon) des différentes catégories commerciales en fonction de la distance à la côte. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%.

3-2-2- la distance aux récifs

Autour des récifs s'observent souvent des fonds détritiques plus ou moins étendus sur lesquels de nombreuses espèces de poissons se nourrissent. Les pâtés coralliens sont également plus nombreux autour des récifs et offrent des abris à de nombreuses espèces. On peut donc s'attendre à voir une relation décroissante entre les captures et la distance aux récifs en général. Les captures globales suivent effectivement grossièrement ce pattern (Figure III-13), cependant on note une remontée des rendements pour les stations moyennement éloignées des récifs. Il s'agit là de stations éloignées de tout point de mouillage et en général dans des fonds assez profonds. Il pourrait donc y avoir interaction avec d'une part la profondeur de pêche et d'autre part avec l'effort de pêche, car la plupart des pêcheurs ne pêchent pas dans ce type de zone. Les deux campagnes C1 et C2 suivent le même profil. Une analyse par groupes d'espèces (Figures III-14 à III-18) montre que dans la plupart des cas on observe une augmentation suivie d'une chute des rendements jusqu'à des captures très faibles pour les stations les plus éloignées des récifs. On note l'exception de *Echeneis naucrates* dont les captures augmentent de nouveau pour les stations les plus éloignées des récifs.

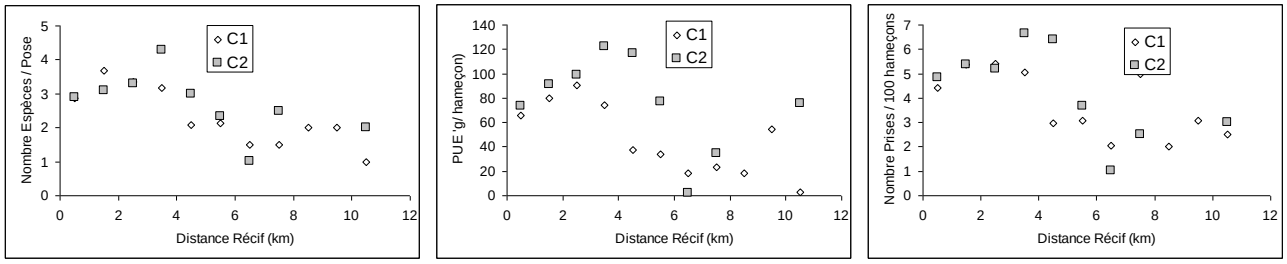



Figure III-13 : répartition des captures en fonction de la distance à des formations récifales répertoriées. C1 : campagne de 1984- 1987 ; C2 : campagne de 1999-2001. Chaque point représente la moyenne des observations par tranche de distance de 2 km. Le nombre d'observations par tranche de distance n'est pas égal.

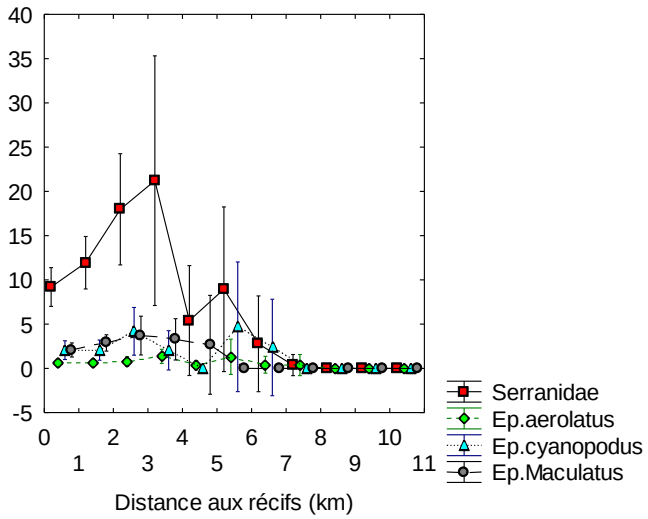



Figure III-14 : répartition des captures en poids (g / hameçon) des Serranidae en fonction de la distance aux récifs. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%. Seules les espèces principales et le total sont représentées

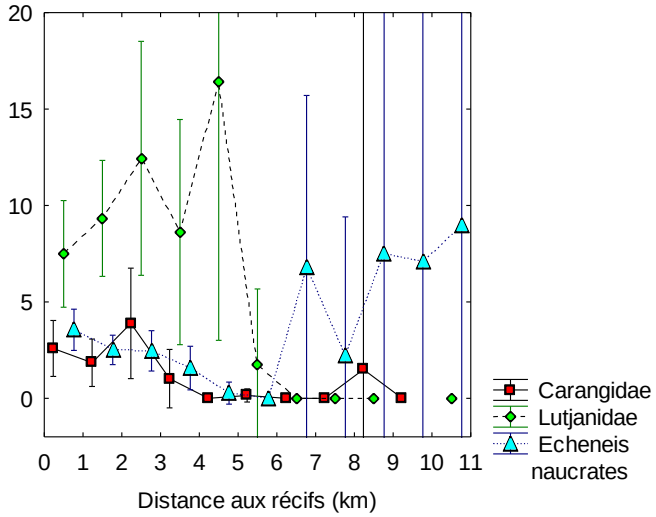



Figure III-15 : répartition des captures en poids (g / hameçon) des Carangidae, Lutjanidae et *Echeneis naucrates* en fonction de la distance aux récifs. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%.

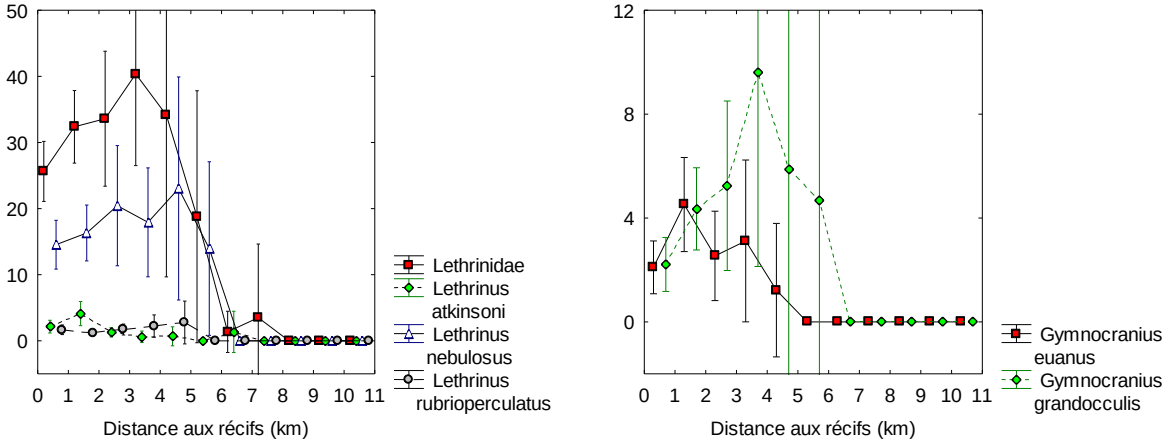



Figure III-16 : répartition des captures en poids (g / hameçon) des Lethrinidae en fonction de la distance aux récifs. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%. Seules les espèces principales et le total sont représentées

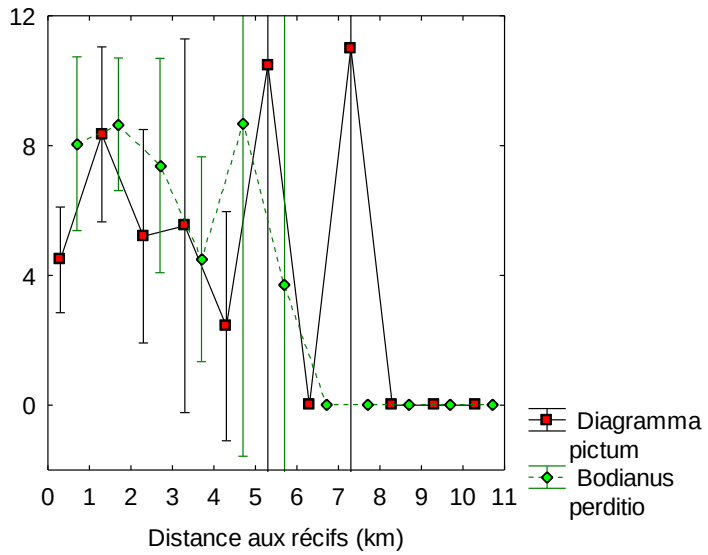



Figure III-17 : répartition des captures en poids (g / hameçon) de *Diagramma pictum* et *Bodianus perditio* en fonction de la distance aux récifs. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%.

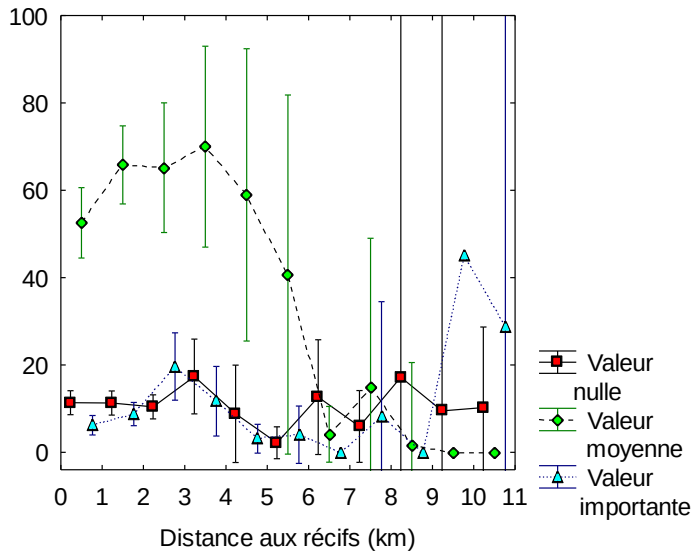



Figure III-18 : répartition des captures en poids (g / hameçon) des différentes catégories commerciales en fonction de la distance aux récifs. Les barres représentent des intervalles de confiance à 95%.

### *3-3- Effet de la distance à Nouméa*

L'essentiel de la population du lagon SO est concentrée sur l'agglomération de Nouméa. Il serait donc logique que les zones les plus proches de Nouméa subissent un effort de pêche supérieur à celles qui s'en trouvent éloignées. Dans ce sens la distance à Nouméa reflète en partie l'effort de pêche. Cet effet est cependant confondu avec l'effet de la distance à la côte qui comme indiqué précédemment a un effet important sur les captures, celles-ci augmentant en fonction de cette distance (paragraphe 3-2-1). Il faut donc dans un premier temps éliminer l'effet de la distance à la côte pour analyser cet effet de l'effort de pêche. Ceci est réalisé en effectuant d'abord une régression linéaire des captures en fonction de la distance à la côte, puis en utilisant les résidus de cette régression pour les corréler à la distance à Nouméa (Figure III-19). Les trois paramètres mesurés (nombre d'espèces / pose ; PUE en g/hameçon ; nombre de prises / pose)

sont significativement corrélés à cette mesure de l'effort de pêche, avec un léger plateau des valeurs au-delà de 50 km pour le nombre d'espèces et le nombre de prises. Une comparaison entre les deux campagnes de pêche ne montre pas de différence significative (Figure III-20), ce qui laisse supposer que soit : 1- l'effort de pêche n'a pas eu d'évolution significative durant cette période ; 2- les stocks ont évolué dans le même sens que l'effort de pêche ; 3- la composition des captures a évolué.

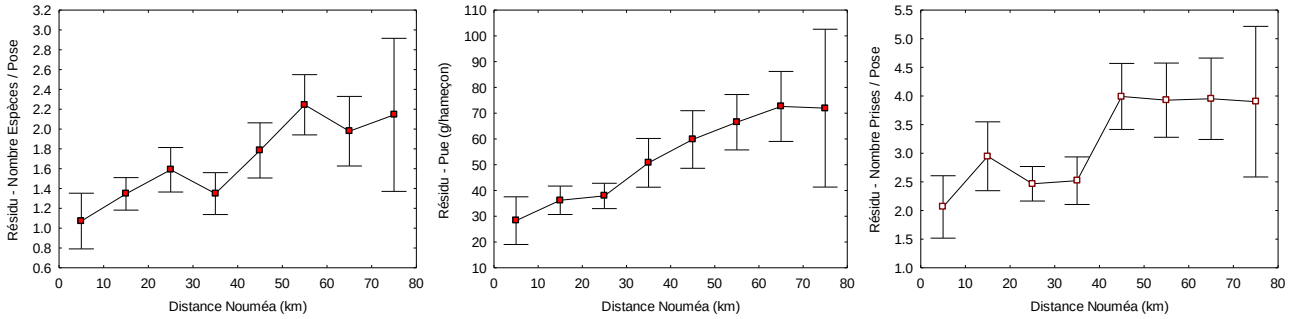



Figure III-19 : influence de l'effort de pêche (voir texte) sur les captures

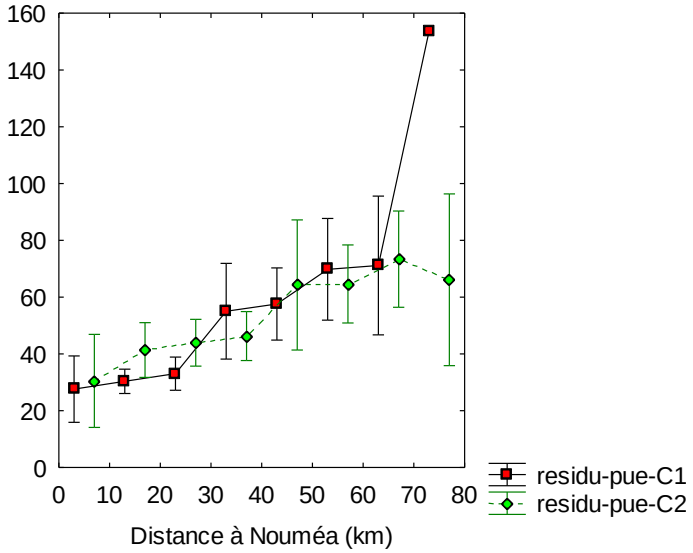



Figure III-20 : influence de l'effort de pêche (voir texte) sur les prises (g/hameçon) pour les deux campagnes (C1 : 1984-1987 ; C2 : 1999-2001)

Une analyse des captures en fonction des familles, groupes ou espèces (Figures III-20 à III-25) montre que dans la grande majorité les prises augmentent avec la distance à Nouméa. Les espèces ne montrant pas d'augmentation sont *Epinepheplus aerolatus*, les Carangidae et *Echeneis naucrates*, *Lethrinus atkinsoni* et *L.rubrioperculatus*. La plupart des familles ou espèces montrant une forte augmentation avec la distance à Nouméa sont des espèces qui se concentrent près du récif barrière, à l'exception de *L.nebulosus* qui est une espèce qui se trouve essentiellement dans les fonds de 15-35m à quelques miles du récif barrière (ex. cuvette de Mato), de *E.maculatus* et *D.pictum* qui préfèrent les pâtés coralliens isolés sur les fonds meubles d'arrière récif.

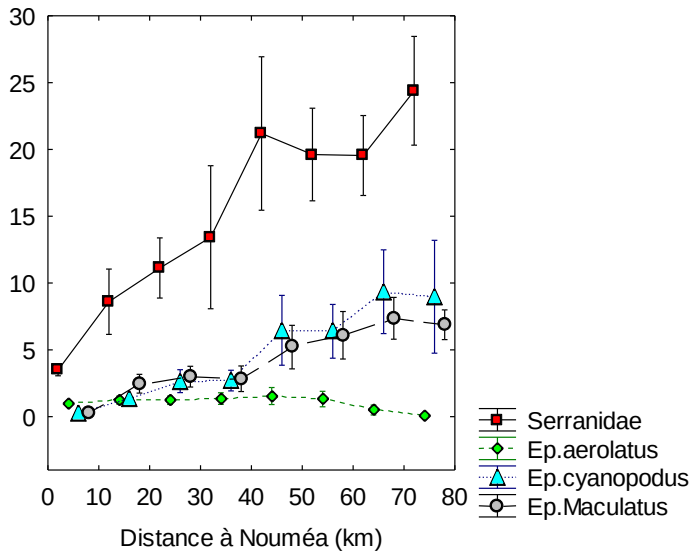



Figure III-21 : influence de l'effort de pêche (cf texte) sur les Serranidae (PUE en g/hameçon)

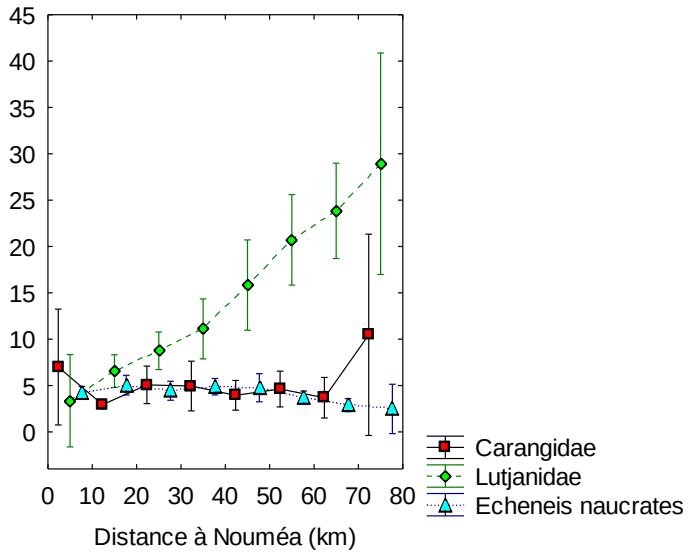



Figure III-22 : influence de l'effort de pêche (cf texte) sur les Carangidae, Lutjanidae et *Echeneis naucrates* (PUE en g/hameçon)

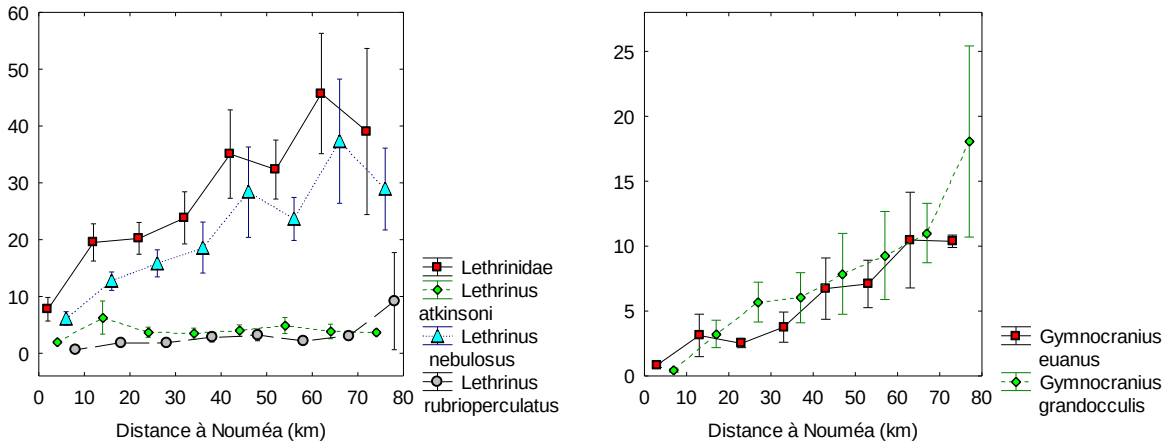



Figure III-23 : influence de l'effort de pêche (cf texte) sur les Lethrinidae (PUE en g/hameçon)

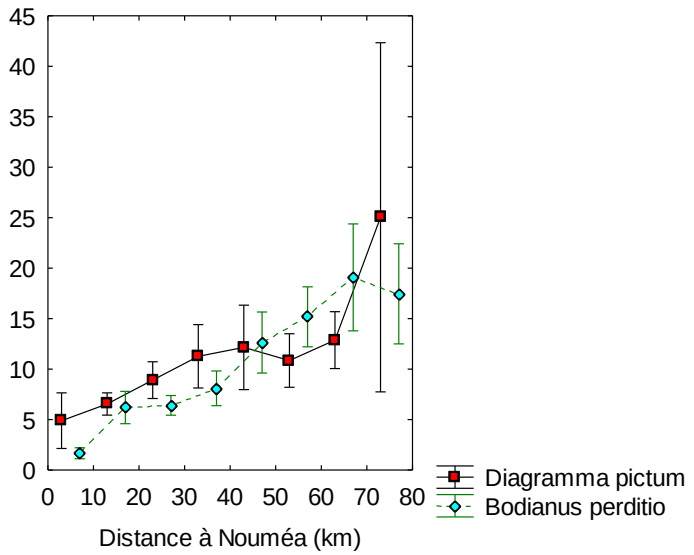



Figure III-24 : influence de l'effort de pêche (cf texte) sur *Diagramma pictum* et *Bodianus perditio* (PUE en g/hameçon)

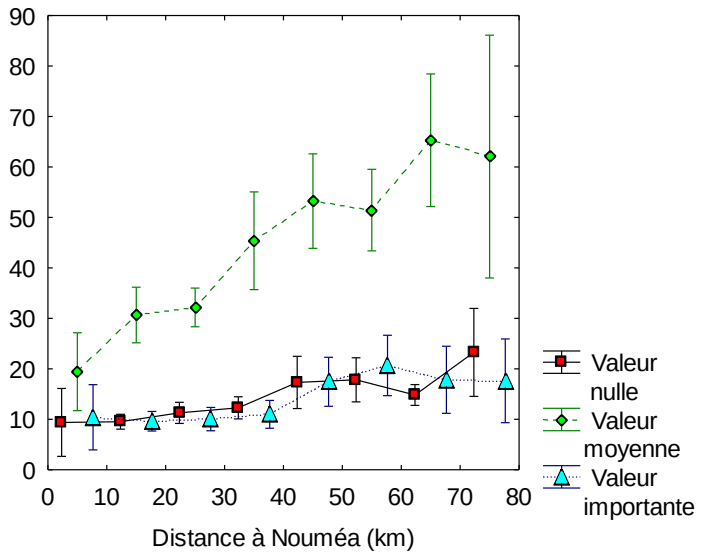



Figure III-25 : influence de l'effort de pêche (cf texte) sur les différentes groupes de valeur commerciale (PUE en g/hameçon)

### *3-4- Substrat*

La couverture algale, estimée d'après les indications du SIG « lagon SW » de l'unité de recherche IRD « Coreus », n'influence pas le rendement, quelque soit la famille, groupe ou espèce considéré.

Seule la PUE (g/hameçon) montre une relation (Figure III-26) avec la dureté du fond (estimé par sondeur 8501 Mhz). On observe des rendements maximaux pour les duretés moyennes (fonds détritiques), les rendements étant moins bons, soit pour les fonds durs (valeurs les plus faibles) soit pour les fonds meubles (valeurs les plus élevées). Les deux campagnes montrent à peu près le même pattern, mais dans les deux cas la relation avec les rendements n'est pas « franche ». Ceci est dû aux réponses très diverses des familles, groupes ou espèces (Figures III-27 et III-28). Un nombre important d'espèce ou de familles ne montre aucune relation significative avec la dureté du substrat. C'est en particulier le cas pour les Serranidae, la plupart

des Lethrinidae (à l'exception du total et de *L.nebulosus*) ou *Echeneis naucrates*. Parmi les autres espèces on observe trois types de réponses à la dureté du substrat : 1- les Carangidae se capturent de préférence sur les fonds les moins durs (Figure III-27) ; ces derniers sont souvent des fonds de zones abritées où se rencontrent des petits pélagiques (Clupeidae, Atherinidae) proies des Carangidae ; 2- à l'opposé *Bodianus perditio* se capture de préférence sur les fonds ayant la dureté maximale, ceci reflétant bien les préférences de cette espèce qui affectionne les abords de récifs barrière et les pâtés coralliens de grande taille (Figure III-27) ; 3- un ensemble de familles et d'espèces ont les meilleurs rendements pour les duretés moyennes, les rendements diminuant de façon symétrique pour les fonds durs ou au contraire très meubles (Figure III-28).

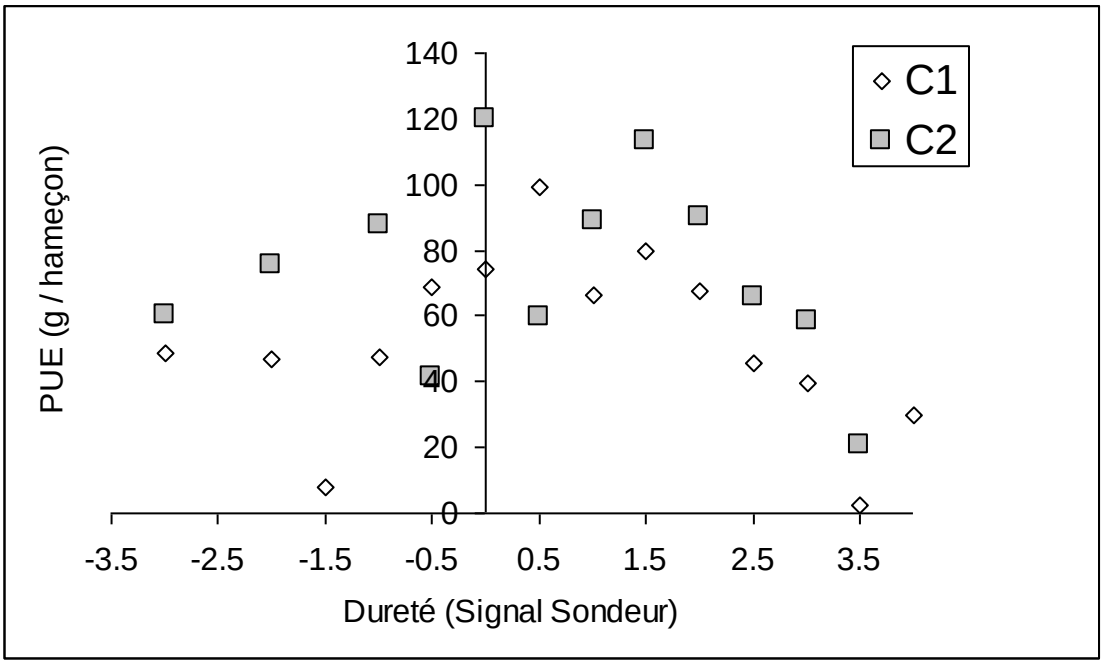



Figure III-26 : relation entre les rendements (PUE en g/hameçon) et la dureté du fonds mesurée par sondeur. Les valeurs du signal les plus faibles correspondent aux fonds les plus durs. C1 : campagne de 984-1987 et C2 campagne de 1999-2001

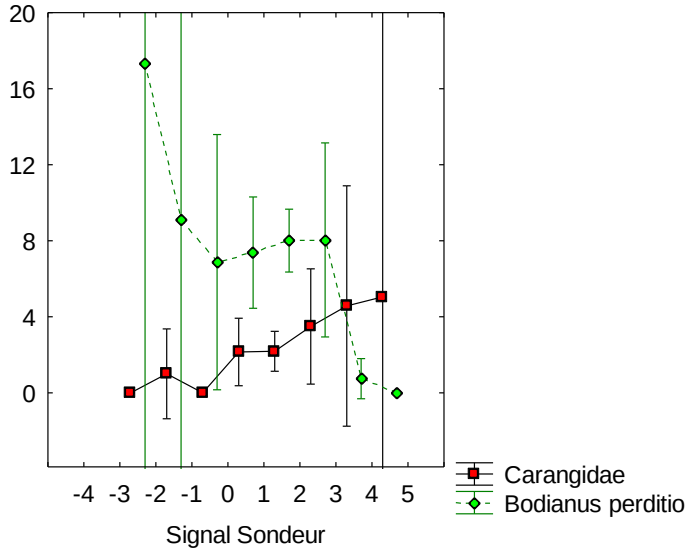



Figure III-27 : variations de rendement (PUE en g/hameçon) des Carangidae et de *Bodianus perditio* en fonction de la dureté du substrat mesuré par sondeur. Les fonds les plus durs ont le signal le plus faible.

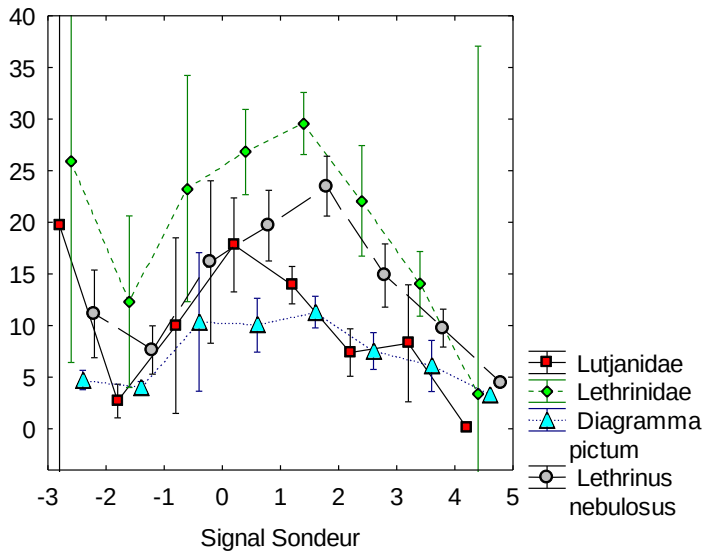



Figure III-27 : variations de rendement (PUE en g/hameçon) des Lutjanidae, Lethrinidae, *D.pictum* et *L.nebulosus* en fonction de la dureté du substrat mesuré par sondeur. Les fonds les plus durs ont le signal le plus faible.

Les rendements ont tendance à baisser avec la teneur en vase du sédiment (Figure III-28). Les deux campagnes C1 et C2 suivent des tendances identiques. La plupart des familles et espèces importantes montrent des rendements qui tendent à diminuer avec la teneur en vase (Figure III-29 à III-31). La plupart des stations à forte teneur en vase sont côtières et se caractérisent souvent par l'absence d'abris (formations coralliennes, zones rocheuses …). Les invertébrés liés au sédiment (mollusques, crustacés, échinodermes surtout) dont se nourrissent la plupart des poissons capturés à la palangre ne se trouvent en général pas sur les fonds vaseux (Richer de Forges, 1998 ; Chardy et al. 1987). Il est donc logique de trouver des rendements faibles aux plus fortes concentrations en vase. On note cependant une certaine remontée des rendements pour les teneurs en vase les plus élevées, en particulier pour les Serranidae, Lutjanidae et *L.nebulosus*. Ces légers accroissements sont caractérisés par de très fortes variances. Ceci est dû au fait que les stations avec les plus fortes teneurs en vase sont soit côtières, au quel cas les rendements pour les Lethrinidae, Serranidae et Lutjanidae sont proches de 0, soit dans des cuvettes situées à plusieurs km des côtes, auquel cas les rendements sont proches des moyennes générales, ce qui explique cette remontée des rendements.

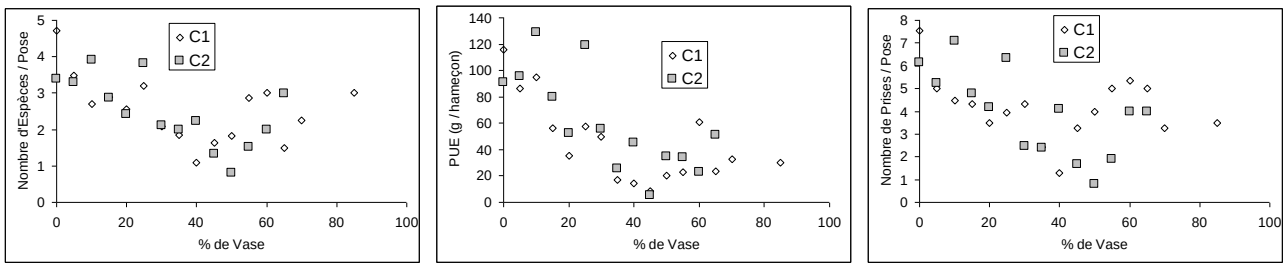



Figure III-28 : variations des rendements (en nombre d'espèces / pose ; PUE en g/hameçon ; en Nombre de prises / pose) en fonction de l'envasement des stations

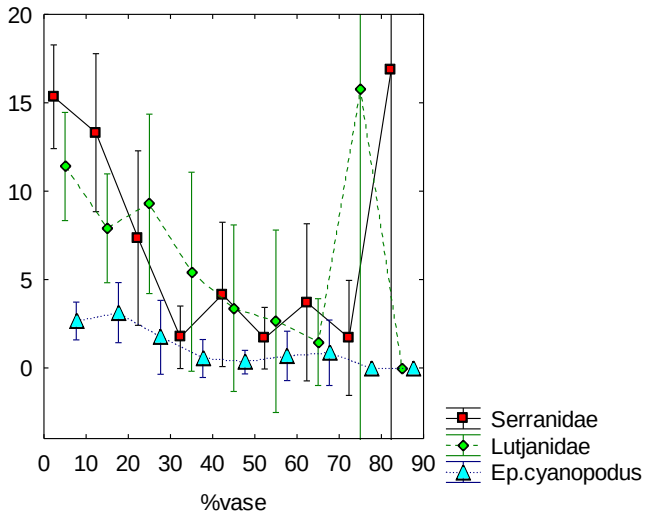



Figure III-29 : variations des PUE (g/hameçon) des Serranidae, Lutjanidae et *Epinephelus cyanopodus* en fonction de la teneur en vase du sédiment sur les stations de pêche

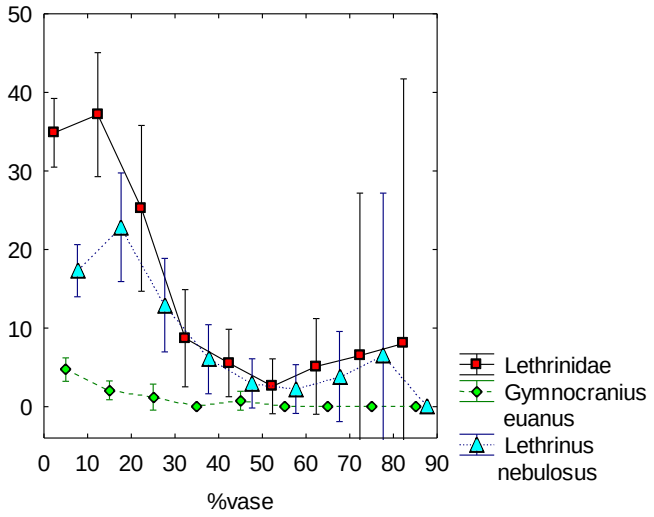



Figure III-30 : variations des PUE (g/hameçon) des Lethrinidae de *Gymnocranius euanus* et *Lethrinus nebulosus* en fonction de la teneur en vase du sédiment sur les stations de pêche

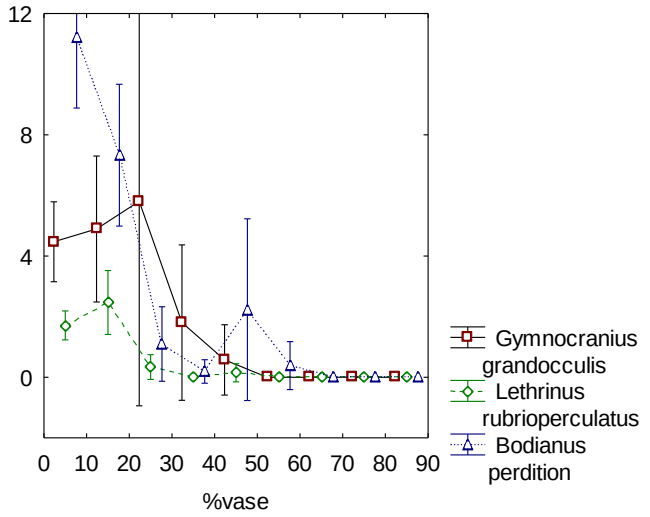



Figure III-31 : variations des PUE (g/hameçon) de *Gymnocranius grandocculis*, *Lethrinus rubrioperculatus* et *Bodianus perdito* en fonction de la teneur en vase du sédiment sur les stations de pêche

Les teneurs en carbonates sur les stations de pêche sont corrélés positivement à la distance à la côte et négativement à la teneur en vase. Il est donc logique que les rendements augmentent avec ce facteur (Figure III-32), cet effet s'observant lors des 2 campagnes. Si les effets de la distance à la côte et de la vase sont pris en compte en ne retenant que les résidus des régressions liant rendements (PUE en g/hameçon) avec ces deux facteurs, il apparaît que les carbonates ont un effet positif sur les rendements au-delà de 65% de carbonates (Figures III-33 et 34). La présence de carbonate dans les sédiments atteste d'une influence corallienne dans le cas du lagon SO. Il semble donc que les poissons de ligne préfèrent les zones sous influence récifale.

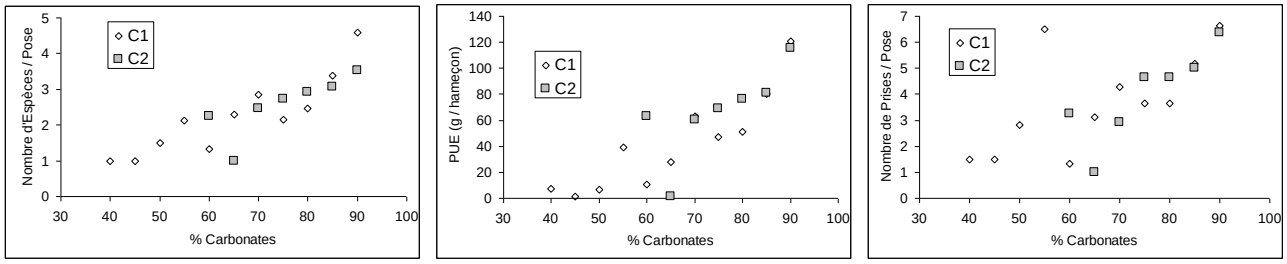



Figure III-32 : variations des rendements (nombre d'espèces / pose ; PUE g/hameçon ; Nombre de prises / pose) en fonction de la teneur en carbonates des sédiments des stations de pêche

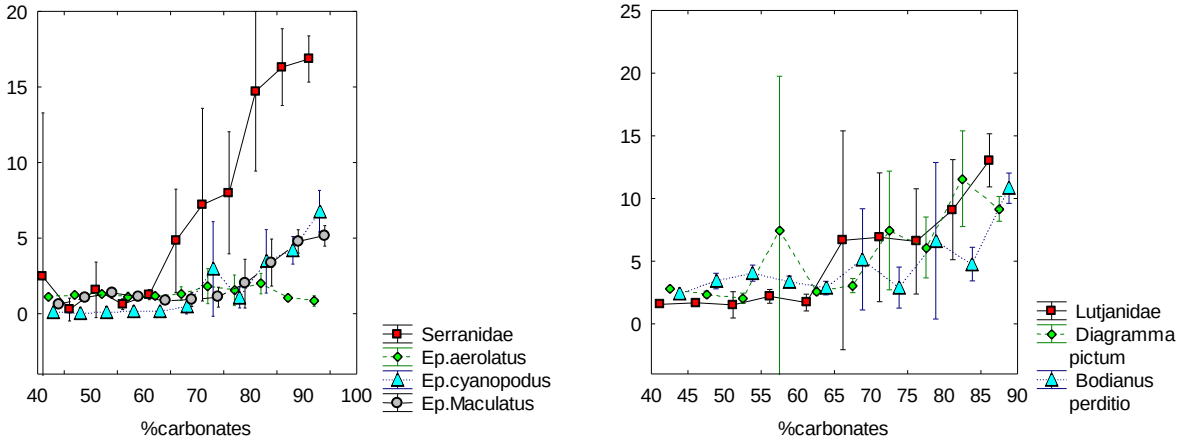



Figure III-33 : variations des résidus de régression des PUE (g/hameçon) avec la distance à la côte et teneur en vase en fonction de la teneur en carbonate des sédiments pour les Serranidae, *E. aerolatus*, *E.cyanopodus*, *E.maculatus*, Lutjanidae, *Diagramma pictum*, *Bodianus perditio*

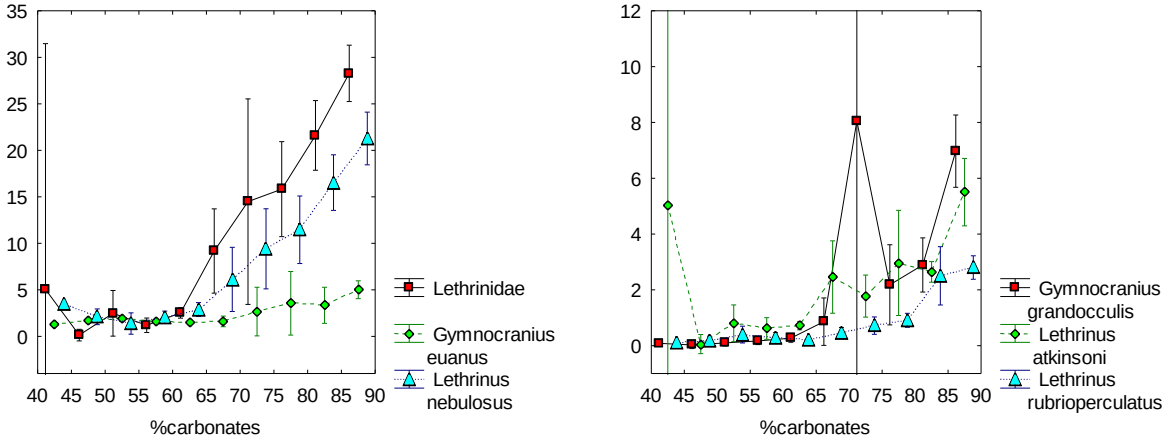



Figure III-34 : variations des résidus de régression des PUE (g/hameçon) avec la distance à la côte et teneur en vase en fonction de la teneur en carbonate des sédiments pour les Lethrinidae principaux

*3-5- La saison*

Les rendements de la pêche sont connus pour varier au cours des saisons. En particulier certaines espèces peuvent migrer d'un endroit à l'autre pour se nourrir, ou certaines espèces tendent à moins se nourrir durant la reproduction et manger plus par la suite pour compenser les pertes durant cette période. De façon générale (Figure III-35) on observe une diminution progressive des rendements de janvier à août puis des rendements irréguliers jusqu'en novembre, suivi d'une augmentation de nouveau en décembre. La période où les rendements sont les plus faibles correspond à la période de reproduction de beaucoup d'espèces, en particulier les Lethrinidae (Flynn et al. in press). C'est d'ailleurs la seule famille pour laquelle s'observe une variation régulière des captures en fonction de la saison (Figure III-36), cet effet étant essentiellement dû à *L.nebulosus*.

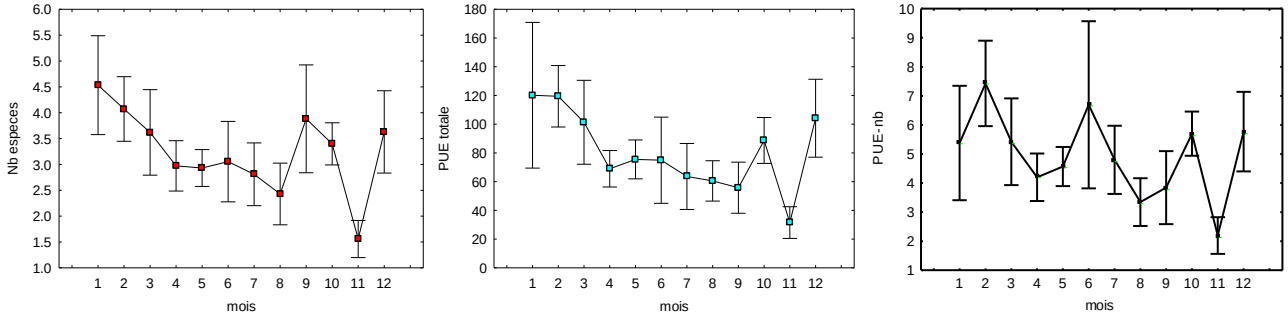



Figure III-35 : variations des rendements (nombre espèces /Pose ; PUE en g/hameçon ; Nombre de prises / Pose) en fonction de la saison

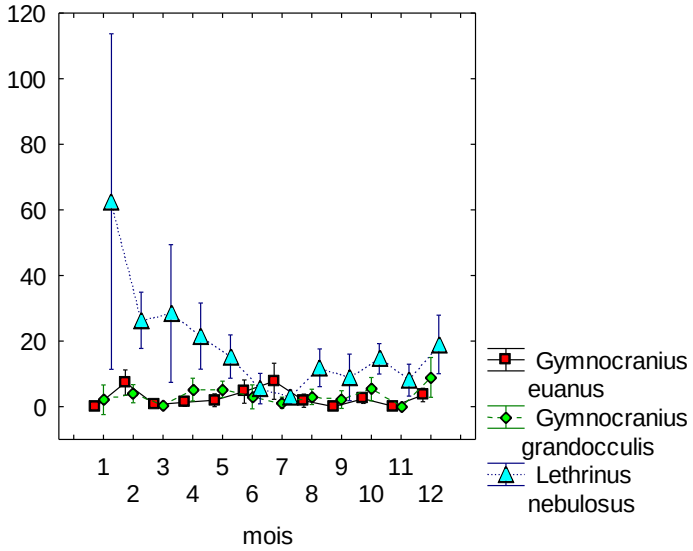



Figure III-36 : variations saisonnière des rendements des principaux Lethrinidae (PUE en g/hameçon)

3.6 – modèle général

Les paragraphes qui précèdent montrent si besoin que les facteurs analysés interagissent de façon très complexe sur les rendements. Cette première analyse facteur par facteur a présenté l'avantage de discerner l'effet général de chaque facteur pris séparément et de savoir comment l'intégrer dans un modèle global.

Deux approches sont possibles :

- – modéliser les rendements de chaque famille, groupe d'espèces ou espèce principale séparément en fonction de l'ensemble des facteurs à notre disposition (utilisation de modèles de type GLM)
- - modéliser les rendements de l'ensemble des espèces en fonction de l'ensemble des facteurs (utilisation de modèles type CANOCO ou PLS).

La seconde approche présente l'avantage de donner une vue plus générale et d'être statistiquement plus rigoureuse, mais l'interprétation des résultats en est complexe et la construction du modèle délicat car les facteurs à intégrer sont de nature très différente. Par ailleurs cette approche globale permet difficilement de hiérarchiser les facteurs. En d'autres termes, nous voulons savoir si la pêche (représentée essentiellement par la distance à Nouméa) a un effet plus important que des facteurs physiques tels que la profondeur, la distance à la côte ou encore des facteurs écologiques tels que la nature du substrat. Il est probable de plus que cette hiérarchie des facteurs n'est pas la même pour toutes les familles, groupes d'espèces ou espèces principales. Pour ces raisons, nous avons préféré la première approche par GLM car elle est plus souple et permet de hiérarchiser l'importance des facteurs.

3-6-1- Construction des modèles

L'ensemble des modèles que nous allons utiliser ci-après peuvent s'écrire comme suit :

$$\text{Rendement} = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + \ldots + A_nX_n + \varepsilon \qquad [1]$$

où $A_0$ est l'ordonnée à l'origine, les $X_i$ les facteurs à analyser et $\varepsilon$ l'erreur associée au modèle. Les facteurs dont nous disposons sont tous des facteurs continus, mais l'analyse facteur par facteur nous a montré que ces facteurs n'avaient pas tous un effet linéaire sur les rendements. Il est donc utile pour optimiser le modèle de prendre en compte le type de relation existant entre les rendements et chacun des facteurs. On peut ranger les relations rencontrées en trois grands types : a- linéaires ; b – exponentielles ; c – polynomiales. Un exemple de relation linéaire est donné par le rendement des espèces de valeur moyenne en fonction de la distance relative à la côte (Figure III-12) ; la relation entre le rendement des Lethrinidae et les carbonates (Figure III-34) illustre une relation exponentielle croissante ; les relations entre rendement et dureté du substrat de la figure III-27 illustrent des relations polynomiales de degré 2. Pour les relations exponentielles il faut introduire le logarithme du facteur dans le modèle et pour les relations polynomiales de degré 2 le carré du facteur.

Pour hiérarchiser les facteurs dans un GLM la procédure la plus usuelle est de choisir une procédure « pas à pas ». Deux possibilités sont envisageables : « pas à pas » descendante ou ascendante. Dans le premier cas tous les facteurs sont entrés initialement dans le modèle puis on teste si le modèle gagne en robustesse en éliminant un facteur, puis un autre, ainsi de suite jusqu'à ce que le modèle ne perde plus d'information significative. A l'opposé la procédure ascendante intègre les facteurs un à un en testant si l'apport de chaque facteur au modèle est significatif. Ces deux procédures opèrent par permutation des facteurs ce qui permet de savoir dans quel ordre chaque facteur retenu intervient dans le modèle. La procédure descendante est plus exigeante sur les conditions à remplir par les facteurs (en particulier l'existence de facteurs colinéaires ne permet pas à ce type de modèle de fonctionner). Vu la multiplicité des facteurs en jeu, nous avons choisi une procédure ascendante.

Les modèles ont été testés successivement sur les 4 principales familles (Lethrinidae, Serranidae, Lutjanidae, Carangidae), sur les espèces principales et sur les trois niveaux de valeur commerciale.

3-6-2 Modèle sur les PUE (g / hameçon)

Le résumé des résultats du modèle (Tableau III-2) indique que les corrélations générales sont toujours très significatives ($p < 10^{-4}$ sauf pour *Echeneis naucrates* avec p=0.0023) mais que le niveau de corrélation reste peu élevé dans l'ensemble (maximum r = 0.59 pour 720 points). Ceci implique que ces modèles peuvent être utilisés pour comprendre certains mécanismes derrière la répartition des rendements, mais n'ont guère d'utilité en tant qu'outil prédictif, les corrélations obtenues n'étant pas assez élevées pour permettre des intervalles de confiance autour des valeurs prédites qui soient utiles en matière de gestion.

La distance à la côte (sous sa forme simple, log ou au carré) est en général (11 cas sur 20) la variable ayant le plus d'importance et il n'y a que 2 cas (Carangidae et *L.atkinsoni*) où elle n'a aucune influence significative. Quand la distance est la première variable du modèle son influence est toujours positive, en d'autres termes plus la distance à la côte augmente et plus les rendements augmentent. Cette action est maximale à quelque distance de la côte puis décroit (le carré de la distance est alors significatif) pour plusieurs espèces (*Gymnocranius spp., L.rubrioperculatus, Bodianus perditio*). La distance au récif barrière est également une variable importante venant toujours compléter la distance à la côte. Son action est négative, les rendements baissant à mesure que l'on s'éloigne du récif barrière, à l'exception d'*Epinephelus aerolatus*, une espèce dont les rendements sont les meilleurs en milieu de lagon dans les zones à petits pâtés coralliens épars. La distance aux récifs (c'est-à-dire toute formation récifale) a également en général une action négative, c.a.d. les rendements baissent à mesure que l'on s'éloigne de ces formations. La distance à Nouméa et la distance aux îlots (distance à une formation récifale liée à un îlot ou la Grande Terre) ont des influences positives indiquant une augmentation des rendements de certaines espèces à mesure que l'on s'éloigne. On peut considérer ces deux distances comme des premières approximations de l'effort de pêche, en effet la plupart de la pêche se réalise avec comme points d'appui soit Nouméa, soit les îlots. Ceci se remarque en particulier pour les espèces commercialement les plus importantes pour lesquelles la distance au platier est la variable la plus significative (la profondeur est la première variable à intégrer le modèle mais elle est beaucoup moins significative). Les variables environnementales, ont toutes à peu près le même degré d'influence, les herbiers-algueraies ayant cependant un rang d'entrée dans les modèles souvent élevé. A part pour les Carangidae et *Epinephelus aerolatus*, la profondeur a en général un effet négatif, c.a.d. que les rendements tendent à diminuer quand la profondeur augmente. Cette variable, quand elle est significative, n'intervient cependant que parmi les dernières variables à intégrer les modèles, indiquant que son effet est en général secondaire. Les teneurs en vase ou en carbonate ont un comportement dans les modèles très similaire à celui de la profondeur, les rendements diminuant avec ces variables, mais en général ces dernières interviennent parmi les dernières variables. Il convient cependant de noter un résultat assez surprenant a priori : quand les carbonates sont analysés seuls (figures III-32 à 34) les rendements augmentent linéairement avec les carbonates, alors que lorsque cette variable est intégrée dans des modèles qui prennent en compte l'ensemble des variables disponibles les rendements varient négativement au carré de cette variable, ce qui indique qu'il existe un optimum pour les carbonates au-delà du quel les rendements décroissent. Les herbiers-algueraies interviennent souvent parmi les premières variables dans les modèles. Leur influence est en général exponentielle, indiquant que les rendements augmentent rapidement en leur présence, les Lutjanidae et Lethrinidae étant les plus sensibles. La dureté du sédiment est en général peu importante dans les modèles, à l'exception de *Epinephelus aerolatus* qui est plutôt associé aux

fonds meubles. Pour finir la saison n'a qu'une influence très marginale sur les rendements observés, une fois prises en compte les autres variables.

Un examen des différents modèles montre qu'il existe peu de modèles similaires, indiquant par là que les familles, espèces ou groupes se comportent de façon différente. Les familles et espèces peuvent cependant se partager en trois grandes catégories : côtières, milieu de lagon, à affinité océanique. Les Carangidae sont le seul groupe d'espèces côtières suffisamment abondant pour être modélisé, les autres, Synodontidae et Nemipteridae essentiellement, sont trop disparates dans les captures pour entrer dans un modèle. Les Carangidae étant des poissons essentiellement de pleine eau, les caractéristiques de l'environnement que nous avons mesurées n'ont guère d'effet sur cette famille qui est surtout influencée par la distance à la côte et la profondeur. Les poissons de milieu de lagon comprennent *Epinephelus aerolatus, E. maculatus, Diagramma pictum, Lethrinus nebulosus* et dans une moindre mesure *L.atkinsoni*. Toutes ces espèces n'occupent cependant pas les mêmes zones dans cette région du lagon. Ainsi *E.aerolatus* se situe de préférence dans les fonds à granulométrie fine avec cependant des pâtés coralliens épars. Ceci se traduit dans le modèle par une diminution des rendements à mesure que l'on s'éloigne du récif barrière, que les fonds deviennent plus durs et que la profondeur diminue. *D.pictum* et *E.maculatus* se rencontrent aussi autour des pâtés coralliens isolés mais préfèrent des sédiments plus grossiers. Cette analogie dans les habitats se retrouvent un peu dans les modèles statistiques puisque trois variables identiques entrent dans les modèles de ces 2 espèces : le log de la distance à Nouméa, la distance aux îlots et à Nouméa. Quant aux deux Lethrinidae ils fréquentent en général les fonds détritiques ou à sédiments grossiers situés à proximités de formations récifales ou d'herbiers ou algueraies. Ils sont également plus mobiles que les espèces précédentes. *L.atkinsoni* d'après le modèle se capture à faible profondeur, près d'îlots avec des fonds durs et des herbiers/algueraies alors que les rendements de *L.nebulosus* sont influencés conjointement et de façon antagoniste par la distance à la côte et au récif. On trouvera donc ces poissons de préférence dans des zones où le lagon est large et dans les zones à la fois éloignées de la côte et de la barrière. Le dernier groupe, les poissons à affinité océanique, comprend les *Gymnocranius spp., L.rubrioperculatus* et *Bodianus perditio*. Ces quatre espèces ont en commun dans leurs modèles d'avoir comme première variable la distance à la côte, leurs rendements augmentant à mesure que l'on s'éloigne de la côte. *L.rubrioperculatus* excepté, les rendements pour ces poissons sont également sensibles à la présence de sédiments grossiers.

Tableau III-2 : rang des variables avec leur degré de significativité ainsi que la corrélation totale pour les modèles liant le rendement aux variables significatives pour les principales familles, espèces et niveaux de valeur commerciale. R : coefficient de corrélation du modèle

Nombre : rang de la variable dans le modèle ; * : p <0.05 ; ** : p< 0.01 ; *** : p < 0.001 ; NS : non significatif ; en grisé avec '-' : variable ayant un coefficient négatif (si aucun signe, le coefficient est positif) ; « X2 » : indique le carré de la variable

| | | Total | Serranidae | Carangidae | Lutjanidae | Lethrinidae | Ep.aerolatus | Ep.cyanopodus | Ep.Maculatus | Echeneis naucrates | Diagramma pictum | Gymnocranius euanus | Gymnocranius grandocculis | Lethrinus atkinsoni | Lethrinus nebulosus | Lethrinus rubrioperculatus | Bodianus perditio | Commercial-Aucun | Commercial-Moyen | Commercial-Important |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | R | 0.59 | 0.38 | 0.16 | 0.34 | 0.45 | 0.27 | 0.23 | 0.48 | 0.11 | 0.20 | 0.51 | 0.31 | 0.21 | 0.40 | 0.18 | 0.55 | 0.25 | 0.57 | 0.25 |
| DISTANCES | distance aux récifs (m) | | | 2***- | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | log-distance aux récifs (m) | | | | | | | | | | | | 5** | | | | | | | |
| | X2distance aux récifs (m) | | | 1*** | | | 5*- | | 3***- | | | 3***- | | | | | 9**- | | | |
| | distance cote (m) | 1*** | 1*** | | 1*** | 1*** | | 2** | | | | | | | 1*** | | | 1*** | 1*** | 5* |
| | log-distance cote (m) | | | | | | | | | | | | | | 7*- | | | | | |
| | X2distance cote (m) | | 4**- | | 2 | | 4**- | | 4*** | 1**- | 4** | 1*** | 1*** | | 5***- | 1** | 1*** | | | |
| | distance recif barrière (m) | | | | | | | | | | | | 2*- | | 3***- | | 3** | | | |
| | log-distance recif barrière (m) | | 2***- | | 4* | | | | | | | 4***- | | | 2*** | | 2*** | | | |
| | X2distance recif barrière (m) | | | | | | 1*** | | | | | 10* | | | | | | | | |
| | distance noumea (m) | 3*** | 5* | | | | | 1** | | | | | | | | | | | 3*** | |
| | log-distance noumea (m) | 6*- | | | | | | | 1***- | | 1NS | | | | 4*** | | | 5* | | |
| | X2distance noumea (m) | 5***- | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | log-distance îlot (m) | | | | | | | | | | | 2*** | | 4*- | | | | | | 2** |
| | X2distance îlot (m) | | | | | | | | 2*** | | 3*- | | | | | | 8** | | | |
| ENVIRONNEMENT | log-profondeur | | | 3* | | | 3*** | | | | | | | 3**- | | | | | | 1* |
| | X2profondeur | | | | | | | | | | | | | | 6*- | | 5**- | | 4***- | |
| | %vase | | | | 6* | | | | | | | 6***- | | | | 2*- | | | | |
| | log-%vase | | | | | | | | | | | | | 1***- | | | | | | |
| | X2%vase | | | | | | | | | | | | 4**- | | | | 7*- | | 6*- | |
| | %carbonates | | | | | | | | | | | 9* | | | | | | 4** | | |
| | X2%carbonates | 4***- | 3***- | | | | | | | | | 7**- | | | | | | 3**- | | |
| | herbiers_algues | | | | | 3*- | | | | | | | | | | | | | | |
| | log-herbiers_algues | 2*** | | | 3** | 2** | | | | | | | | | | | | | 2** | 3*** |
| | X2herbiers_algues | | | | | | | | | | 2*** | | | 2**- | | | | 2NS | | 4**- |
| | log-sed 8501 Mz | | | | 5**- | | | | 5** | | | | | | | | 6*- | | | |
| | sed 8501 Mz | | | | | | 2***- | | | | | 5*** | | | | | 4*** | | | |
| | X2sed 8501 Mz | | | | | | | | | | | | 3*** | | | | | | 5** | |
| | SAISON : mois | | | | | | | 3* | | | | 8*- | 6* | | | | | | | |

### 4- Analyse des effets des Aires Marines protégées

Un certain nombre d'Aires Marines Protégées (AMP) existent dans le lagon sud-ouest. Les effets de ces AMP sur les peuplements de poissons ont fait l'objet de plusieurs études dans le lagon sud-ouest (Chauvet et al. 1994; Kulbicki et al. 1995 ; Wantiez et al. 1997 ; Amand et al. 2004 ; Ferraris et al. 2005) et dans de nombreuses autres régions (voir revues par Côté et al. 2001 ; Halpern, 2003 ; Pelletier et al. 2005 ; Russ, 2002 ; Sale et al. 2005). La grande majorité de ces analyses ont porté sur les variations de ces peuplements à l'intérieur même des AMP, mais relativement peu de chose a été fait sur les effets à l'extérieur des AMP. Dans la grande majorité des cas les AMP permettent une augmentation de la densité et de la biomasse des espèces d'intérêt commercial ainsi qu'un accroissement des tailles moyennes de ces mêmes espèces à l'intérieur des AMP. Les effets sur les espèces non commerciales sont souvent beaucoup moins nets avec soit des augmentations de densité, biomasse et poids moyen pour les espèces de taille moyenne à grande, soit parfois des diminutions de densité pour certaines espèces fourrage. Pour ces dernières des diminutions s'expliquent par l'augmentation des piscivores. D'autres effets, moins facilement perceptibles, tels que l'augmentation des stocks de géniteurs sont également attendus. A l'extérieur des AMP plusieurs effets sont théoriquement possibles : 1- augmentation des espèces ciblées par la pêche par « débordement », les poissons en excédent à l'intérieur de l'AMP ayant tendance à migrer à l'extérieur vers des zones où les densités, et donc la compétition intra et inter-spécifique est moindre ; 2- une diminution des espèces cibles au-delà de la distance effective de migration des poissons hors de l'AMP ; 3- une augmentation des espèces non ciblées. Malheureusement ces effets à l'extérieur des AMP n'ont pas encore reçu de confirmation nette en Nouvelle Calédonie et très peu d'études dans le reste du monde permettent d'étayer de façon indubitable ces effets.

Les pêches expérimentales à la palangre ont été réalisées en dehors des AMP lors des 2 campagnes. Il n'est donc pas possible de tester l'effet des AMP sur les captures à l'intérieur de ces dernières. En revanche il est possible de tester si les rendements varient en fonction de la distance aux AMP. Les effets attendus sont une augmentation des captures à proximité des AMP suivi d'une décroissance assez forte à mesure que l'on s'éloigne des AMP comme indiqué par la figure IV-1 pour les espèces soumises à la pêche et éventuellement un effet inverse pour les espèces non ciblées.

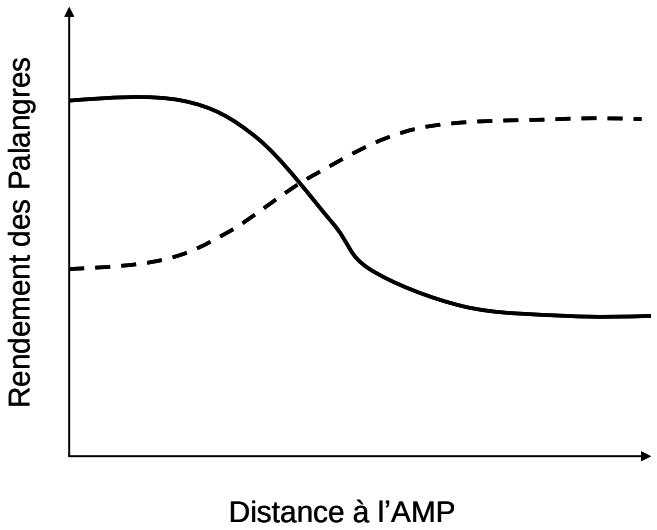



Figure IV-1 : effet attendu des AMP sur les rendements des espèces commerciales (trait plein) et des espèces non commerciales (trait en pointillés)

Pour tester cet effet de la distance aux AMP sur les rendements nous avons procédé à deux analyses analogues. Durant la première campagne il n'existait pas d'AMP permanente. On peut donc considérer que toutes les pêches ont été réalisées en absence d'AMP. Au cours de la seconde campagne les AMP suivantes existaient : récif Aboré (et prolongements au-delà de la passe de Boulari), îlot Maître, îlot Signal et Larégnère, phare Amédée, îlot Bailly, îlot Canard. Les pêches réalisées à proximité de ces AMP ont donc pu éventuellement bénéficier d'un effet de proximité de ces réserves. Il a donc été procéder à deux estimations de distance à ces AMP : 1- la distance à l'AMP la plus proche ; 2- distance pondérée par la surface des AMP. La seconde mesure de distance prend en compte le fait que l'effet des AMP se conjuguent et qu'un poisson peut avoir bénéficier d'une AMP distante, mais que la probabilité de cet effet diminue en fonction de la surface de cette AMP et de sa distance. Une fois ces distances estimées, les poses de palangres ont été regroupées en classes de distance. S'il y a un effet des AMP alors cela devrait pouvoir être détecté par une interaction significative entre campagne et distance à l'AMP. Cette interaction a été testée par une analyse de variance à 2 facteurs (classe de distance et campagne).

Nous n'avons pas détecté d'effet des AMP (interaction significative entre campagne et distance) sur la diversité des captures, les captures totales en nombre ou en poids, que ce soit basé sur la distance minimale aux AMP (Tableau IV-1) ou sur la distance pondérée (tableau IV-2).

Tableau IV-1 : analyse de l'effet des facteurs campagne et distance aux AMP sur la diversité, PUE en nombre et poids totaux des captures des palangres
NS : non significatif ; * : $p < 0.05$ ; ** : $p < 0.01$ ; *** : $p < 0.001$

| | Diversité | PUE Nombre | PUE Poids | Log Diversité | Log PUE Nombre | Log PUE Poids |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C : Campagne | NS | NS | NS | NS | NS | NS |
| D : Distance AMP | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| C X D | NS | NS | NS | NS | NS | NS |

Tableau IV-2 : analyse de l'effet des facteurs campagne et distance pondérée aux AMP sur la diversité, PUE en nombre et poids totaux des captures des palangres
NS : non significatif ; * : $p < 0.05$ ; ** : $p < 0.01$ ; *** : $p < 0.001$

| | Diversité | PUE Nombre | PUE Poids | Log Diversité | Log PUE Nombre | Log PUE Poids |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C : Campagne | NS | NS | *** | NS | NS | * |
| Dp : Distance pondérée | NS | NS | *** | NS | NS | * |
| C X Dp | NS | NS | NS | NS | NS | NS |

En revanche si l'analyse porte sur l'ensemble des espèces prises simultanément (MANOVA à 2 facteurs), l'interaction campagne avec la distance, que ce soit la distance minimale ou pondérée, est significative aussi bien pour les prises en nombre (Tableaux IV-3 & 4) qu'en poids (Tableaux IV-5 & 6). L'analyse détaillée par famille ou espèce importante montre que cet effet des AMP est détectable pour plusieurs espèces. Si on considère la distance minimale

les espèces concernées sont *Epinephelus maculatus, Lethrinus rubrioperculatus* et *Bodianus perditio* pour lesquelles les captures en nombre et poids ont la même réponse aux AMP. Si on considère la distance pondérée les espèces concernées sont *Gymnocranius grandocculis* en nombre et poids et dans une moindre mesure *Lethrinus nebulosus, Echeneis naucrates, Lethrinus atkinsoni* et *Epinephelus maculatus*. Quatre des 6 espèces impliquées sont des Lethrinidae ayant des traits de vie différents ce qui suggère que les AMP ont un effet de proximité sur un vaste spectre d'espèces.

Tableau IV-3 : analyse de l'effet des facteurs campagne et distance aux AMP sur le nombre de poissons capturés par palangre
NS : non significatif ; + : p < 0.075 ; * : p < 0.05 ; ** : p < 0.01 ; *** : p < 0.001

| NOMBRE (log) | Ensemble Espèces | Serranidae | *E ;aerolatus* | *E.cyanopodus* | *E.maculatus* | *Echeneis naucrates* | Carangidae | Ltjanidae | *Diagramma pictum* | Lethrinidae | *G.euanus* | *G.grandocculis* | *L.atkinsoni* | *L.nebulosus* | *L.rubrioperculatus* | *Bodianus perditio* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C : Campagne | ** | ** | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | * | ** | NS | NS | NS |
| D : Distance AMP | *** | *** | ** | NS | *** | NS | NS | NS | NS | *** | *** | *** | *** | ** | *** | *** |
| C X D | * | NS | NS | NS | * | NS | NS | NS | NS | NS | NS | + | NS | NS | ** | + |

Tableau IV-4 : analyse de l'effet des facteurs campagne et distance pondérée aux AMP sur le nombre de poissons capturés par palangre
NS : non significatif ; + : p < 0.075 ; * : p < 0.05 ; ** : p < 0.01 ; *** : p < 0.001

| NOMBRE (log) | Ensemble Espèces | Serranidae | *E ;aerolatus* | *E.cyanopodus* | *E.maculatus* | *Echeneis naucrates* | Carangidae | Ltjanidae | *Diagramma pictum* | Lethrinidae | *G.euanus* | *G.grandocculis* | *L.atkinsoni* | *L.nebulosus* | *L.rubrioperculatus* | *Bodianus perditio* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C : Campagne | *** | ** | NS | NS | ** | NS | NS | NS | NS | *** | NS | *** | NS | *** | NS | NS |
| Dp : Distance pondérée | *** | NS | NS | NS | NS | * | NS | * | * | NS | NS | NS | * | ** | * | NS |
| C X Dp | *** | NS | NS | NS | + | * | NS | NS | NS | NS | NS | * | + | * | NS | NS |

Tableau IV-5 : analyse de l'effet des facteurs campagne et distance aux AMP sur le poids de poissons capturés par palangre
NS : non significatif ; + : p < 0.075 ; * : p < 0.05 ; ** : p < 0.01 ; *** : p < 0.001

| POIDS (log) | Ensemble Espèces | Serranidae | *E ;aerolatus* | *E.cyanopodus* | *E.maculatus* | *Echeneis naucrates* | Carangidae | Ltjanidae | *Diagramma pictum* | Lethrinidae | *G.euanus* | *G.grandocculis* | *L.atkinsoni* | *L.nebulosus* | *L.rubrioperculatus* | *Bodianus perditio* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C : Campagne | ** | * | NS | NS | * | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | * | NS | NS | NS |
| D : Distance AMP | *** | *** | ** | NS | *** | NS | NS | NS | NS | *** | *** | *** | *** | ** | *** | *** |
| C X D | ** | NS | NS | NS | *** | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | ** | * |

Tableau IV-6 : analyse de l'effet des facteurs campagne et distance pondérée aux AMP sur le poids de poissons capturés par palangre
NS : non significatif ; + : p < 0.075 ; * : p < 0.05 ; ** : p < 0.01 ; *** : p < 0.001

| POIDS (log) | Ensemble Espèces | Serranidae | *E ;aerolatus* | *E.cyanopodus* | *E.maculatus* | *Echeneis naucrates* | Carangidae | Ltjanidae | *Diagramma pictum* | Lethrinidae | *G.euanus* | *G.grandocculis* | *L.atkinsoni* | *L.nebulosus* | *L.rubrioperculatus* | *Bodianus perditio* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C : Campagne | *** | * | NS | NS | *** | NS | NS | NS | NS | ** | NS | *** | NS | ** | * | * |
| Dp :Distance pondérée | *** | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | NS | * | *** | NS | NS |
| C X Dp | ** | NS | NS | + | + | NS | NS | NS | NS | NS | NS | ** | + | NS | NS | NS |

### 5– Utilisation des palangres comme méthode de suivi

Les poissons de ligne représentent une part importante des captures commerciales, de subsistance et de loisir. Connaître les variations temporelles de ces espèces pourrait permettre de mieux les gérer. La question est de savoir si les palangres pourraient constituer une méthode fiable et pratique pour de tels suivis. Les palangres sont faciles à standardiser, le coût en est faible et la mise en œuvre ne pose pas de problème particulier. Il convient maintenant d'analyser les capacités des palangres à détecter des variations dans l'abondance de ces poissons. Pour tester cette capacité nous avons considéré 2 situations contrastées (Figure V-1) susceptibles d'intéresser les gestionnaires : 1- la zone A délimitée entre le récif de la réserve Aboré et une distance de 3 miles à l'intérieur du lagon; 2 – la zone B s'étendant entre les passes de Mato et Kouaré et une distance s'étendant jusqu'à 4 miles à l'intérieur du lagon. La première zone est sous l'influence de l'AMP du récif Aboré ainsi que de plusieurs autres AMP (îlot Maitre, I.Canard, I.Signal, I.Larégnère, Phare Amédée) et son suivi permettrait de tester l'effet de ces réserves sur les zones avoisinantes. La seconde zone est celle où les rendements des palangres ont été les plus élevés et pourrait constituer une zone test des changements temporels liés à la pêche.

La zone A a fait l'objet de 45 poses de palangres. Ce nombre est insuffisant pour tester l'efficacité de cette méthode dans le cadre d'une étude de suivi. Basé sur les valeurs obtenues

pour ces 45 poses nous avons simulé un total de 1000 poses ayant même moyenne et variance pour la diversité, nombre de poissons / pose et poids capturé / pose. La possibilité de détecter une différence significative est fonction de la largeur de l'intervalle de confiance. Plus ce dernier est étroit et plus il est possible de détecter des différences faibles. La largeur de l'intervalle de confiance diminue avec le nombre d'échantillons. Pour déterminer le nombre d'échantillons qu'il est nécessaire de prélever il faut donc fixer le seuil de différence que l'on désire détecter ainsi que le niveau de probabilité que l'on désire associer. La largeur de l'intervalle de confiance a été calculé pour le cumul de chaque pose pour trois niveaux de probabilité 5%, 1%, 0.1%. La différence détectable en fonction du nombre de poses est indiquée par les figures V-2 à V-4 pour la diversité, le nombre et le poids des captures. Si la détection de 20% de différence est considérée comme satisfaisante il faudra 79 poses pour la diversité, 107 pour le nombre et 168 pour le poids de prise / pose avec la probabilité 5% de ne pas détecter une différence réelle. Si on diminue la probabilité de commettre une erreur le nombre de poses nécessaires devient beaucoup plus important : 139, 148 et 296 pour respectivement la diversité, nombre et poids des prises/pose quand la probabilité passe à 1% et à 219, 222 et 492 poses pour une probabilité de 0.1%. Inversement on peut fixer le nombre de poses acceptable pour des raisons logistiques et pragmatiques. Si ce chiffre est fixé à 50 poses, le niveau de différence détectable pour la diversité est de 23% pour la diversité, 28% pour le nombre et 45% pour le poids des prises / pose avec une probabilité d'erreur de 5%.

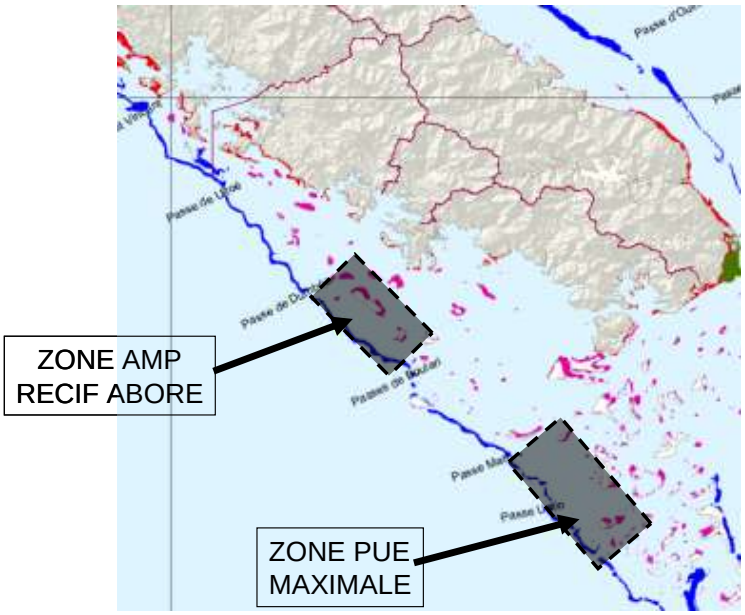



Figure V-1 : zones utilisées pour l'analyse de l'efficacité des palangres pour des études de suivi.

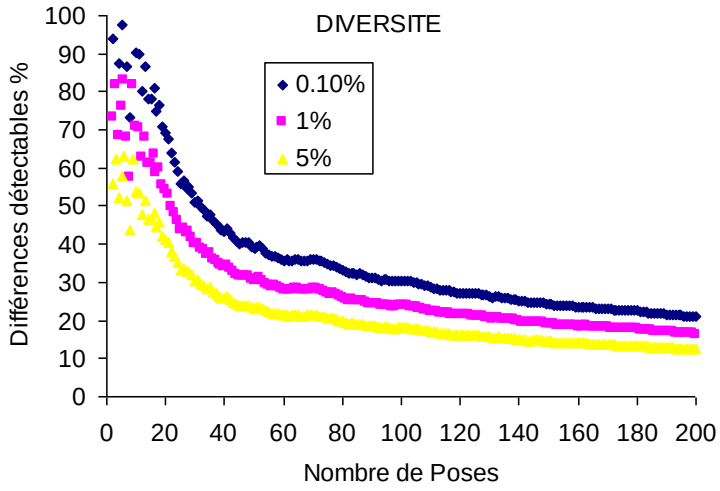



Figure V-2 : variations de l'efficacité des palangres à détecter des différences de diversité dans les captures en zone A

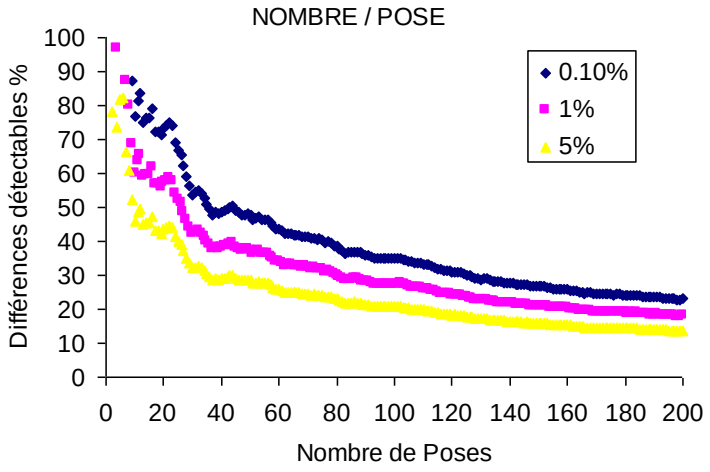



Figure V-3 : variations de l'efficacité des palangres à détecter des différences dans le nombre de prises dans les captures en zone A

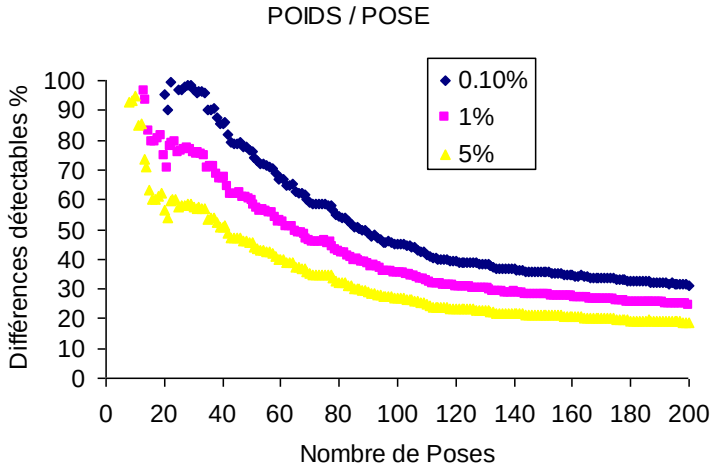



Figure V-4 : variations de l'efficacité des palangres à détecter des différences de poids des prises dans les captures en zone A

Pour la zone B on disposait de 83 poses. Comme pour l'étude de la zone A ce nombre est insuffisant pour une étude de puissance statistique, en conséquence un ensemble de 1000 poses ont été simulées comme pour la première analyse de la zone A. En zone B les rendements sont beaucoup plus élevés (5.1 espèces, 196 g /hameçon et 9.2 prises / pose vs respectivement 2.8, 62 et 4.9 en zone A) l'efficacité des palangres est plus élevée (Figure V-5 à V-7). Ainsi il est possible de détecter 20% de différence (niveau d'erreur 5%) avec seulement 54 poses pour la diversité (79 en zone A), 16 poses pour le nombre de prises / pose (107 en zone A) et 36 poses pour le poids des captures / pose (168 en zone A). De la même façon si on utilise 50 poses il sera possible de détecter des différences de 21% en diversité, 13% en nombre et 16% en poids (respectivement 23%, 28% et 45 % en zone A).

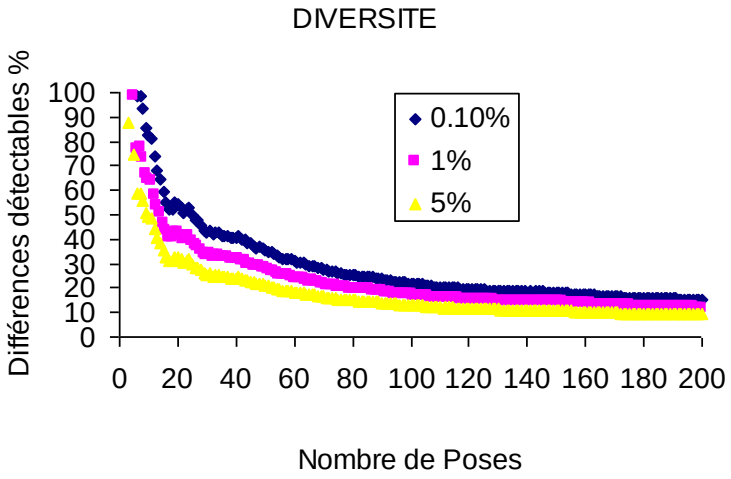



Figure V-5 : variations de l'efficacité des palangres à détecter des différences de diversité dans les captures en zone B

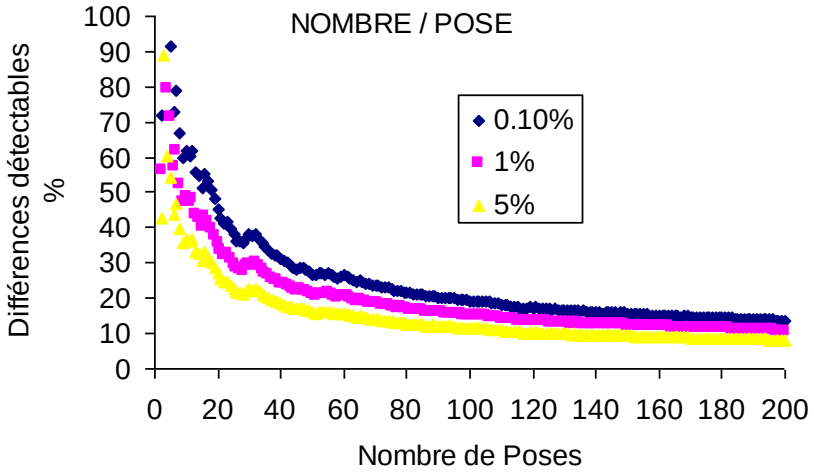



Figure V-6 : variations de l'efficacité des palangres à détecter des différences du nombre des prises dans les captures en zone B

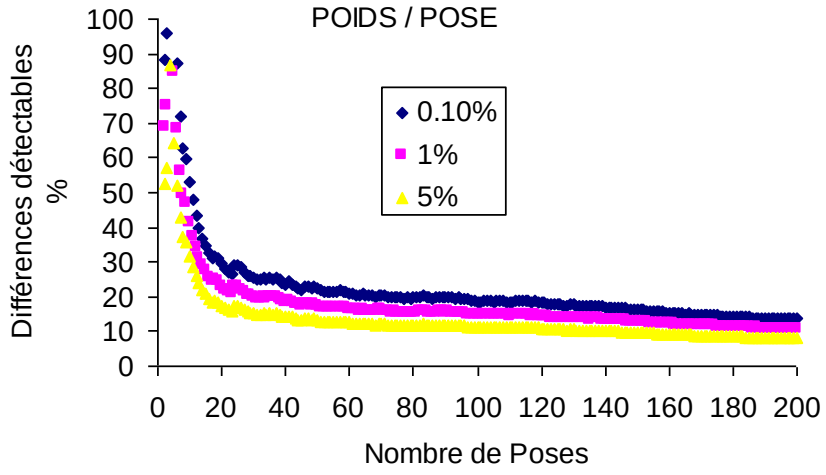



Figure V-7 : variations de l'efficacité des palangres à détecter des différences de poids des prises dans les captures en zone B

Ces tests montrent que les palangres pourraient se révéler un outil intéressant pour suivre l'évolution du niveau relatif des stocks dans la zone B où le niveau des captures est actuellement important et où 50 poses suffiraient pour détecter des différences acceptables. En revanche en zone A la méthode actuelle nécessiterait un minimum de 100 poses pour être d'un intérêt quelconque et 150 poses seraient plus appropriées. C'est un effort de pêche assez conséquent puisque la cadence actuelle de pêche est de 7 poses / jour avec un équipage de 4 personnes. Il est évident que l'efficacité de cette méthode baissera si les rendements baissent ou au contraire augmentera à mesure que les rendements augmentent. Il en résulte que des travaux pour améliorer les rendements, le coût et la mise en œuvre de cet outil pourraient se révéler utiles dans une perspective de développement d'un suivi des effets des AMP sur les poissons de ligne avec cet engin. Il faut cependant noter à ce propos que toute modification de la méthode, même minime, limitera les possibilités de comparaison avec des résultats acquis antérieurement. Certains paramètres enregistrés au cours des pêches, tels que le nombre d'hameçons perdus ou désamorcés ou encore la position des prises le long de la palangre, pourraient s'avérer des auxiliaires utiles pour améliorer l'interprétation des captures et donc diminuer le nombre de poses nécessaires pour détecter des différences.

## CONCLUSIONS

Cette étude a montré qu'entre 1984-1987 et 1999-2001 il n'y avait guère eu de changements dans les captures à la palangre de fond. Les poissons capturés par cette méthode représentent les espèces les plus fréquemment capturées par la pêcherie à la ligne professionnelle et amateur. Plusieurs évènements ont marqué la période qui sépare les deux campagnes expérimentales analysées dans ce rapport : 1- la population humaine de Nouméa et de sa périphérie a sensiblement augmenté, les chiffres exacts ne sont pas disponibles mais probablement d'environ 90 000 habitants à plus de 150 000 ; 2- l'équipement des bateaux s'est considérablement amélioré avec l'apparition du GPS, de sondeurs précis et bon marché, de motorisations plus puissante ; 3 – un ensemble de réserves marines (AMP) ont été crées et gérées dans le lagon sud-ouest. Ces évènements ont pu avoir des effets antagonistes. L'augmentation de la population et l'apparition de matériel plus performant ont inévitablement conduit à une pression de pêche accrue, les pêcheurs étant plus nombreux, mieux équipés et ayant sensiblement augmenté leur rayon d'action. Un accroissement de l'effort de pêche entraîne généralement une diminution des peuplements et des rendements. A l'opposé les AMPs ont engendré une certaine

protection des peuplements de poissons ce qui a pu favoriser leur maintien voire leur essors et donc maintenir ou accroître les rendements. Notre étude montre pour la première fois en Nouvelle Calédonie que les AMPs ont un effet positif non seulement dans leur enceinte, mais également à l'extérieur de leurs limites, ce qui est un des buts recherchés par les gestionnaires, effet hélas très difficile à mettre en évidence. La stabilité des résultats qui est observé dans cette étude peut donc être liée à un équilibre entre effets positifs des AMPs et effets négatifs dus à l'accroissement de l'effort de pêche.

Il y a cependant d'autres causes possibles. Premièrement les poissons de lagon sont fortement tributaires du recrutement. En effet toutes les espèces du lagon concernées par la pêche à la ligne ont des larves pélagiques dont la survie dépend d'évènements naturels dont en particulier le climat et les courants océaniques. Il en résulte que l'arrivée de recrues est un phénomène relativement aléatoire et qu'il a pu se produire des recrutements particulièrement importants lors de la période qui sépare les deux campagnes. La loche bleue (*Epinephelus cyanopodus*) a ainsi eu un très fort recrutement entre 1997 et 1998 ce qui s'est répercuté par une augmentation très significative des nombres présents sur le marché de Nouméa. Il est possible que d'autres espèces aient bénéficié de tels recrutements. Il est cependant peu probable que cela ait touché toutes les espèces. Une autre hypothèse à prendre en compte est la possibilité que la palangre ne soit pas un engin suffisamment sensible pour détecter des différences importantes. Les simulations que nous avons conduites tendent cependant à montrer que le nombre de poses utilisées lors des 2 campagnes est amplement suffisant pour détecter des variations de faible ampleur (323 poses permettent de détecter des différences de 10% avec une probabilité d'erreur de 5%). Cette probabilité de détection ne couvre cependant pas les limites techniques de l'engin, par exemple la saturation des hameçons par des prises ou le taux de désamorçage des hameçons. Si ce dernier est trop important cela peut empêcher de détecter des différences entre peuplements de taille différente tout simplement parce que la ligne n'est plus pêchante, faute d'appâts disponibles.

Notre étude a exploré les effets d'un nombre important de facteurs environnementaux. Ces derniers ont des effets complexes sur les rendements, mais il apparaît que la distance à la côte ou au récif barrière sont les facteurs qui ont l'influence la plus importante. D'autres distances en particulier celles à Nouméa ou aux récifs isolés et îlots sont également importants. Ces gradients côte-large étaient déjà connus pour les poissons de récifs. La distance à Nouméa et aux îlots peuvent être considérées comme des indicateurs de l'effet de pêche. En effet, la densité de bateaux sur le lagon aura tendance à diminuer à mesure que l'on s'éloigne des centres urbains et des îlots où les bateaux se réfugient. Pour utiliser ces distances comme indicateurs il est cependant nécessaire d'éliminer d'autres effets concomitants tels que le gradient naturel des peuplements de poissons à être distribués de façon croissante de la côte vers le large. Notre étude met aussi en évidence un rôle négatif de l'envasement sur les rendements de la plupart des espèces. L'envasement analysé à l'échelle du lagon peut être considéré comme naturel, cependant des envasements consécutifs à des actions anthropiques auront des effets similaires. Ceci est en particulier vrai pour les sédiments fins résultant du lessivage des sols miniers.

Un des objectifs de cette étude était de tester si les palangres pouvaient servir de méthode de suivi des peuplements de poissons de ligne du lagon. La question est importante en terme de gestion et à l'heure actuelle il n'existe guère d'alternatives qui aient été testées ailleurs dans le monde. Les simulations que nous avons réalisées, basées sur les résultats de ces deux campagnes donnent des résultats contrastés. D'une part dans des zones où les rendements sont faibles à moyens, le nombre de poses nécessaires pour détecter une différence importante (20%) est sans doute trop important pour en faire une méthode intéressante. D'autre part, dans les zones où les rendements sont les meilleurs et où se concentre probablement la pêche professionnelle à la ligne, la possibilité d'utiliser la palangre comme moyen de suivi est tout à fait envisageable. La précision ne sera certes pas très grande, mais suffisante pour savoir si les tendances observées

sont significatives ou non. Une des possibilités à envisager est d'améliorer la technique. Ceci peut se faire soit en augmentant le nombre de poses par jour, soit en améliorant l'efficacité de l'engin, par exemple en utilisant de meilleurs fils, en étudiant mieux l'espacement des hameçons, en testant des appâts plus attractifs ou des hameçons plus efficaces. L'inconvénient majeur d'un changement dans la technique sera une grande difficulté, voire une impossibilité de comparer avec les pêches expérimentales des campagnes précédentes. Dans le futur l'utilisation de systèmes vidéo tractés pourraient être une alternative à explorer, amis de telles méthodes demanderont des calibrations sans doute délicates.

## BIBLIOGRAPHIE


Amand M., Pelletier D., Ferraris J., Kulbicki M. 2004 A step toward the definition of ecological indicators of the impact of fishing on the fish assemblage of the Abore reef reserve (New Caledonia). *Aquatic Living Resource* 17 :139-149

Brouard F., Grandperrin R. 1985 Deep fishes of the outer reef slope in Vanuatu. *South pacific Commission 17th Regional Technical Meeting on Fisheries. Noumea (New Caledonia).* Working paper 12 : 127 pp.

Chardy P., Chevillon C., Clavier J. 1988 Major benthic communities of the south-west lagoon of New Caledonia. *Coral Reefs* 7(2): 69-75

Chardy P., Clavier J., Gérard P., laboute P., Martin A., Richer de Forges B.1987. — Etude quantitative des fonds meubles du lagon sud- ouest de Nouvelle Calédonie. Liste taxonomique, densités et biomasses. Nouméa : ORSTOM. *Rapp. sci. tech. : Sci. Mer : Biol. mar.*, 44 : 81 p., multigr.

Chauvet C. et al. (16 auteurs) 1994 Evaluation des peuplements du grand Récif Aboré - *Rapport de Convention Université Française du Pacifique - Province Sud*: 81 p.

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

Ferraris J., Pelletier D., Kulbicki M., Chauvet C. 2005 Assessment of the impact of a marine reserve on demersal and benthic fish communities. *MEPS* 292: 271-286

Flynn A., Kulbicki M., Sarramégna S. Coral Reef Fish Spawning Periodicity and Habitat in New Caledonia: a multi-faceted approach in a data-deficient environment. *Proc. 10th Int. Coral Reef Symp.Okinawa (Japan) June* 2004

Halpern, B., 2003 The impact of marine reserves : do reserves work and does reserve size matter? *Ecol. Appl*. 13: 117-137.

Kulbicki 1998 How acquired behaviour of commercial reef fish may influence results obtained from visual censuses. *J.exp.mar.biol. ecol* 222 : 11-30

Kulbicki M. 1988 - Correlation between catch data from bottom longlines and fish census in the south-west lagoon of New Caledonia. *Proc. 6th Int. Coral Ref Symp. Townsville 8-12 Aug. 1988*, 2 : 305-312.

Kulbicki M. et Mou-Tham G. 1987 - Essais de pêche au casier à poisson dans le lagon de Nouvelle-Calédonie. *ORSTOM Nouméa. Rapp. Sci. Tech. Sci. Mer Biol. Mar.* 47 : 22 p

Kulbicki M., G. Bargibant, Menou J.L., Mou Tham G., P.Thollot, L. Wantiez, Williams J.T. 1994 Evaluations des ressources en poissons du lagon d'Ouvéa. in Evaluation des ressources en poissons du lagon d'Ouvéa: 3ème partie: les poissons; *Convention Sciences de la Mer ORSTOM Nouméa* 11: 448 p.

Kulbicki M., Galzin R., Letourneur Y., Mou Tham G., Thollot P., Wantiez L., Chauvet C. 1995 Les peuplements de poissons de la réserve marine du récif Aboré (Nlle Calédonie): composition spécifique, structures trophique et démographique avant l'ouverture à la pêche. *Documents Scientifiques et Techniques Terre Océan Admosphère ORSTOM Nouméa I1* 210 p.

Kulbicki M., Grandperrin R. 1988 - Survey of the soft bottom carnivorous fish populations using bottom longline in the south-west lagoon of New Caledonia SPC Workshop on coastal fishing resources of the Pacific, Noumea 14-25 Marsh 1988, BP 15 : 25 p.

Kulbicki M., Labrosse P., Letourneur Y. 2000 Stock assessment of commercial fishes in the northern New Caledonian lagoon - 2 - lagoon bottom and near reef fishes- *Aquatic Living Resource* 13 : 77-90

Kulbicki M., Mou-Tham G., Bargibant G., Menou J-L., Tirard P. 1987 - Résultats préliminaires des pêches expérimentales à la palangre dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie, *ORSTOM Nouméa. Rapp. Sci. Tech. Sci. Mer Biol. Mar*., 49 : 102 p.

Leopold M. 2000 Evalution de la production halieutique par la consommation en milieu insulaire : exemple d'Ouvéa dans le Pacifique Sud. *Rapport DAA « Halieutique »- ENSAR-* 40 p.

Letourneur Y., Kulbicki M., Labrosse P., 2000 Commercial demersal fish stock assessment of the Northern New Caledonian Lagoon: 1 - coral reef fish communities *Aquatic Living Resource* 13 : 65-76

Munro J.L. 1983 Caribbean Coral Reef Resources *ICLARM Studies and Review* 7: 276p

Newman S.J., Williams D.M., 1995 Mesh size selection and diel variability in catch of fish traps on the central Great Barrier Reef, Australia: a preliminary investigation.*Fisheries research* 23(3):237-253

Pelletier, D., Garcia-Charton, J.A., Ferraris, J., David, G., Thébaud, O., Letourneur, Y., Claudet, J., Amand, M., Kulbicki, M., Galzin, R., 2005 Designing indicators for assessing the effects of marine protected areas on coral reef ecosystems: a multidisciplinary standpoint. *Aqua. Living Res.* 18: 15-33.

Richer de Forges B. 1998 La diversité du benthos marin de Nouvelle-Calédonie : de l'espèce à la notion de patrimoine. *Thèse MNHN – Paris* 218 pp.

Russ, G.R., 2002 Yet another review of marine reserves as reef fishery management tools. In: *Coral Reef Fishes: Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem*, ed. P.F. Sale, pp. 421-443. London, Academic Press.

Sale PF, Cowen R.K., Danilowicz B.S., Jones G.P., Kritzer J.P., Lindeman K.C., Planes S., Polunin N.V.C., Russ G.R., Sadovy Y., Steneck R.S., 2005 Critical science gaps impede use of no-take fishery reserves. *TREE* 20(2): 74-80

Virly S. 2000 Analyse de l'enquête sur la pêche vivrière et plaisancière dans les lagons de Nouvelle Calédonie. *Rapport ZONECO. Nouméa* - 59 pp.

Wantiez L., Thollot P., Kulbicki M.1997 Effects of marine reserve on the communities of five islands in the lagoon of New Caledonia - *Coral Reef* 16:215-224

Williams D.McB, Fowler A.J., Newman S.J. 1997 Development of trap and drop line sampling techniques for reef fishes. *Great Barrier reef Marine Park Authority. Research Publication* 43: 59 p.

Annexe 1 : Captures par espèce et par campagne. C1 : campagne de 1984-1987 ; C2 : campagne de 1999 à 2001. Sta. : nombre de palangres (stations) où l'espèce a été capturée ; Nb. : nombre de poissons capturés ; Pds : poids de poisson capturé (kg). Total indique le cumul des 2 campagnes. * : intérêt commercial moyen ; ** : intérêt commercial important ; les espèces sans * sont considérées sans intérêt commercial

| Famille | Genre | Espèce | C1 Sta. | C2 Sta. | total Sta. | C1 Nb | C2 Nb | total Nb | C1 Pds | C2 Pds | total Pds |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pas de Prise | | | 32 | 49 | 81 | 0 | 0 | 0 | | | |
| ORECTOLOBIDAE | Stegostoma | fasciatum | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 20.0 | 10.0 | 30.0 |
| SPHYRNIDAE | Sphyrna | lewini | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2.5 | 9.2 | 11.7 |
| SQUALIDAE | Squalidae | sp. | | 1 | 1 | | 2 | 2 | | 10.0 | 10.0 |
| CARCHARHINIDAE | Carcharhinus | sp. | | 2 | 2 | | 2 | 2 | | 13.8 | 13.8 |
| CARCHARHINIDAE | Carcharhinus | albimarginatus* | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 5 | 12.1 | 6.6 | 18.7 |
| CARCHARHINIDAE | Carcharhinus | amblyrhynchos* | 5 | | 5 | 7 | | 7 | 24.2 | | 24.2 |
| CARCHARHINIDAE | Carcharhinus | limbatus | 1 | 7 | 8 | 1 | 19 | 20 | 3.3 | 44.2 | 47.5 |
| CARCHARHINIDAE | Carcharhinus | melanopterus* | 3 | | 3 | 5 | | 5 | 10.7 | | 10.7 |
| CARCHARHINIDAE | Carcharhinus | plumbeus* | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 15.0 | 26.0 | 41.0 |
| CARCHARHINIDAE | Galeocerdo | cuvier | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1.8 | | 1.8 |
| CARCHARHINIDAE | Triaenodon | obesus | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 10.0 | | 10.0 |
| RHINOBATIDAE | Rhynchobatus | djiddensis | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 10.0 | 10.0 |
| DASYATIDAE | Dasyatis | kuhlii* | 2 | 12 | 14 | 2 | 13 | 15 | 4.1 | 29.3 | 33.4 |
| ALBULIDAE | Albula | neoguinecus* | | 2 | 2 | | 2 | 2 | | 7.2 | 7.2 |
| XENOCONGRIDAE | Kaupichthys | hyoproroides | | 6 | 6 | | 7 | 7 | | 1.8 | 1.8 |
| MURAENIDAE | Muraenidae | spp. | 13 | | 13 | 15 | | 15 | 2.2 | | 2.2 |
| MURAENIDAE | Gymnothorax | flavimarginatus | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 0.3 | | 0.3 |
| MURAENIDAE | Gymnothorax | javanicus | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 0.5 | | 0.5 |
| MURAENIDAE | Gymnothorax | meleagris | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1.1 | 1.1 |
| MURAENIDAE | Gymnothorax | nudivomer | 1 | 3 | 4 | 1 | 4 | 5 | 0.8 | 3.4 | 4.2 |
| MURAENIDAE | Gymnothorax | undulatus | | 2 | 2 | | 2 | 2 | | 0.9 | 0.9 |
| MURAENIDAE | Gymnothorax | sp. | | 15 | 15 | | 15 | 15 | | 9.0 | 9.0 |
| SYNODONTIDAE | Saurida | gracilis | | 2 | 2 | | 2 | 2 | | 0.3 | 0.3 |
| SYNODONTIDAE | Saurida | undosquamis | 31 | 10 | 41 | 80 | 17 | 97 | 12.2 | 1.9 | 14.1 |
| SYNODONTIDAE | Synodus | spp. | 1 | | 1 | 4 | | 4 | 0.5 | | 0.5 |
| SERRANIDAE | Cephalopholis | boenack | 4 | 4 | 8 | 4 | 4 | 8 | 0.2 | 0.7 | 0.9 |
| SERRANIDAE | Cephalopholis | miniata* | 11 | 9 | 20 | 13 | 13 | 26 | 11.8 | 13.8 | 25.6 |
| SERRANIDAE | Cephalopholis | sonnerati* | 28 | 17 | 45 | 38 | 26 | 64 | 38.1 | 24.3 | 62.4 |
| SERRANIDAE | Cephalopholis | spiloparea | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 0.1 | | 0.1 |
| SERRANIDAE | Cephalopholis | urodeta* | 3 | | 3 | 4 | | 4 | 0.5 | | 0.5 |
| SERRANIDAE | Epinephelus | areolatus** | 40 | 24 | 64 | 72 | 42 | 114 | 35.7 | 18.4 | 54.1 |
| SERRANIDAE | Epinephelus | cyanopodus** | 25 | 33 | 58 | 31 | 38 | 69 | 86.1 | 114.2 | 200.2 |
| SERRANIDAE | Epinephelus | fasciatus* | 20 | 13 | 33 | 29 | 21 | 50 | 7.9 | 9.2 | 17.1 |
| SERRANIDAE | Epinephelus | hexagonatus | 1 | | 1 | 4 | | 4 | 0.6 | | 0.6 |
| SERRANIDAE | Epinephelus | macrospilos* | 7 | | 7 | 7 | | 7 | 5.0 | | 5.0 |
| SERRANIDAE | Epinephelus | howlandi* | | 5 | 5 | | 8 | 8 | | 5.5 | 5.5 |
| SERRANIDAE | Epinephelus | maculatus** | 74 | 48 | 122 | 145 | 76 | 221 | 154.9 | 69.3 | 224.2 |
| SERRANIDAE | Epinephelus | malabaricus** | 6 | 5 | 11 | 7 | 5 | 12 | 58.4 | 30.8 | 89.2 |
| SERRANIDAE | Epinephelus | merra | 2 | 7 | 9 | 2 | 10 | 12 | 0.3 | 1.2 | 1.5 |
| SERRANIDAE | Epinephelus | polyphekadion* | 15 | 24 | 39 | 20 | 32 | 52 | 33.5 | 41.7 | 75.2 |
| SERRANIDAE | Epinephelus | ongus* | 3 | 3 | 6 | 3 | 3 | 6 | 1.2 | 1.4 | 2.5 |
| SERRANIDAE | Epinephelus | rivulatus* | 31 | 21 | 52 | 85 | 44 | 129 | 36.8 | 22.9 | 59.6 |
| SERRANIDAE | Epinephelus | coioides** | | 2 | 2 | | 2 | 2 | | 19.1 | 19.1 |
| SERRANIDAE | Plectropomus | laevis* | | 2 | 2 | | 2 | 2 | | 19.7 | 19.7 |
| SERRANIDAE | Plectropomus | leopardus** | 20 | 11 | 31 | 24 | 14 | 38 | 56.8 | 31.2 | 87.9 |
| SERRANIDAE | Variola | louti* | 12 | 5 | 17 | 15 | 6 | 21 | 41.4 | 7.2 | 48.6 |
| GRAMMISTIDAE | Pogonoperca | punctata | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 0.5 | | 0.5 |
| MALACANTHIDAE | Malacanthus | latovittatus | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 0.7 | 0.7 |
| ECHENEIDAE | Echeneis | naucrates | 73 | 88 | 161 | 110 | 120 | 230 | 104.9 | 112.5 | 217.4 |
| CARANGIDAE | Carangidae | spp.* | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1.1 | | 1.1 |
| CARANGIDAE | Carangoides | spp.* | | 2 | 2 | | 2 | 2 | | 4.5 | 4.5 |
| CARANGIDAE | Carangoides | chrysophrys* | 6 | 2 | 8 | 7 | 2 | 9 | 15.9 | 3.8 | 19.7 |
| CARANGIDAE | Carangoides | coeruleopinnatus* | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 0.3 | 0.3 |

| Famille | Genre | Espèce | C1 Sta. | C2 Sta. | total Sta. | C1 Nb | C2 Nb | total Nb | C1 Pds | C2 Pds | total Pds |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARANGIDAE | Carangoides | fulvoguttatus** | 3 | 12 | 15 | 3 | 14 | 16 | 12.6 | 44.5 | 57.0 |
| CARANGIDAE | Carangoides | gymnostethus* | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 2.2 | | 2.2 |
| CARANGIDAE | Carangoides | hedlandensis* | 1 | | 1 | 2 | | 2 | 1.0 | | 1.0 |
| CARANGIDAE | Carangoides | orthogrammus* | 8 | | 8 | 22 | | 22 | 12.9 | | 12.9 |
| CARANGIDAE | Caranx | ignobilis* | | 3 | 3 | | 3 | 3 | | 25.1 | 25.1 |
| CARANGIDAE | Caranx | papuensis** | 2 | | 2 | 2 | | 2 | 4.9 | | 4.9 |
| CARANGIDAE | Decapterus | russellii* | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 0.5 | 0.1 | 0.6 |
| CARANGIDAE | Gnathanodon | speciosus** | 2 | 3 | 5 | 3 | 3 | 6 | 17.3 | 13.1 | 30.4 |
| CARANGIDAE | Pseudocaranx | dentex* | | 1 | 1 | | 2 | 2 | | 5.6 | 5.6 |
| CARANGIDAE | Selar | crumenophthalmus* | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 6.3 | 6.3 |
| CARANGIDAE | Seriola | lalandi** | 1 | | 1 | 2 | | 2 | 2.9 | | 2.9 |
| LUTJANIDAE | Aprion | virescens** | 13 | 24 | 37 | 14 | 27 | 41 | 89.9 | 121.8 | 211.7 |
| LUTJANIDAE | Lutjanus | adetii** | 22 | 23 | 45 | 39 | 58 | 97 | 33.6 | 48.1 | 81.7 |
| LUTJANIDAE | Lutjanus | argentimaculatus* | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 5.3 | 5.3 |
| LUTJANIDAE | Lutjanus | bohar | 14 | 21 | 35 | 15 | 29 | 44 | 49.1 | 103.8 | 152.9 |
| LUTJANIDAE | Lutjanus | fulviflammus | 1 | | 1 | 2 | | 2 | 0.5 | | 0.5 |
| LUTJANIDAE | Lutjanus | gibbus* | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 0.4 | | 0.4 |
| LUTJANIDAE | Lutjanus | kasmira | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |
| LUTJANIDAE | Lutjanus | sebae** | 3 | | 3 | 3 | | 3 | 20.9 | | 20.9 |
| LUTJANIDAE | Lutjanus | vittus* | 14 | 9 | 23 | 20 | 9 | 29 | 8.0 | 4.4 | 12.4 |
| LUTJANIDAE | Macolor | niger | | 1 | 1 | | 2 | 2 | | 1.2 | 1.2 |
| LUTJANIDAE | Symphorus | nematophorus* | 12 | 13 | 25 | 13 | 13 | 26 | 103.3 | 123.5 | 226.7 |
| HAEMULIDAE | Haemulidae | spp.* | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 3.6 | | 3.6 |
| HAEMULIDAE | Diagramma | Pictum** | 44 | 60 | 104 | 66 | 82 | 148 | 204.5 | 236.8 | 441.2 |
| LETHRINIDAE | Gymnocranius | spp.** | | 15 | 15 | | 22 | 22 | | 26.3 | 26.3 |
| LETHRINIDAE | Gymnocranius | euanus** | 46 | 48 | 94 | 117 | 92 | 209 | 134.6 | 82.7 | 217.3 |
| LETHRINIDAE | Gymnocranius | sp.** | 13 | | 13 | 28 | | 28 | 37.3 | | 37.3 |
| LETHRINIDAE | Gymnocranius | grandocculis** | 27 | 59 | 86 | 39 | 87 | 126 | 92.9 | 219.1 | 312.0 |
| LETHRINIDAE | Lethrinus | olivaceus** | 12 | 5 | 17 | 24 | 5 | 29 | 31.3 | 8.7 | 39.9 |
| LETHRINIDAE | Lethrinus | lentjan** | 3 | 6 | 9 | 4 | 8 | 12 | 3.7 | 10.1 | 13.7 |
| LETHRINIDAE | Lethrinus | atkinsoni** | 43 | 50 | 93 | 83 | 187 | 270 | 67.1 | 127.9 | 195.0 |
| LETHRINIDAE | Lethrinus | miniatus* | 3 | 18 | 21 | 3 | 51 | 54 | 18.9 | 50.4 | 69.3 |
| LETHRINIDAE | Lethrinus | nebulosus** | 106 | 141 | 247 | 256 | 303 | 559 | 602.0 | 734.2 | 1336.2 |
| LETHRINIDAE | Lethrinus | genivittatus | 11 | 1 | 12 | 11 | 1 | 12 | 1.2 | 0.1 | 1.3 |
| LETHRINIDAE | Lethrinus | rubrioperculatus** | 63 | 51 | 114 | 96 | 95 | 191 | 60.1 | 59.7 | 119.8 |
| LETHRINIDAE | Lethrinus | xanthochilus* | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 4.0 | 4.0 |
| LETHRINIDAE | Monotaxis | grandoculis* | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1.4 | 1.4 |
| NEMIPTERIDAE | Nemipterus | furcosus* | 39 | 10 | 49 | 70 | 13 | 83 | 15.4 | 2.8 | 18.2 |
| NEMIPTERIDAE | Nemipterus | peroni* | | 2 | 2 | | 3 | 3 | | 0.5 | 0.5 |
| MULLIDAE | Parupeneus | indicus* | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 0.9 | 0.9 |
| MULLIDAE | Parupeneus | heptacanthus | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 0.2 | | 0.2 |
| LABRIDAE | Bodianus | loxozonus* | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 0.7 | 1.2 | 1.9 |
| LABRIDAE | Bodianus | perditio** | 92 | 78 | 170 | 208 | 148 | 356 | 396.8 | 225.5 | 622.3 |
| LABRIDAE | Cheilinus | chlorourus* | 3 | 3 | 6 | 3 | 3 | 6 | 1.4 | 1.0 | 2.4 |
| LABRIDAE | Cheilinus | fasciatus* | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 0.5 | 0.5 |
| LABRIDAE | Cheilinus | undulatus** | 5 | 1 | 6 | 5 | 1 | 6 | 29.6 | 16.8 | 46.4 |
| LABRIDAE | Choerodon | graphicus* | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 0.6 | 0.6 |
| BALISTIDAE | Abalistes | stellatus | 18 | 32 | 50 | 19 | 33 | 52 | 35.0 | 67.1 | 102.1 |
| BALISTIDAE | Balistoides | conspicillum | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1.1 | 1.1 |
| BALISTIDAE | Odonus | niger | | 3 | 3 | | 3 | 3 | | 12.4 | 12.4 |
| MONACANTHIDAE | Paraluteres | prionurus | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 2.1 | 2.1 |
| BALISTIDAE | Pseudobalistes | fuscus | 11 | 24 | 35 | 14 | 28 | 42 | 38.4 | 83.8 | 122.2 |
| BALISTIDAE | Sufflamen | bursa | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 0.8 | 0.8 |
| BALISTIDAE | Sufflamen | fraenatus | 16 | 16 | 32 | 17 | 19 | 36 | 11.9 | 13.2 | 25.1 |
| TETRAODONTIDAE | Arothron | hispidus | | 5 | 5 | | 5 | 5 | | 8.8 | 8.8 |
| TETRAODONTIDAE | Arothron | meleagris | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 0.9 | 0.9 |
| TETRAODONTIDAE | Arothron | stellatus | | 2 | 2 | | 2 | 2 | | 5.8 | 5.8 |
| TETRAODONTIDAE | Lagocephalus | sceleratus | 21 | 14 | 35 | 22 | 20 | 42 | 63.0 | 63.2 | 126.2 |
| DIODONTIDAE | Diodon | hystrix | 1 | | 1 | 11 | | 11 | 9.6 | | 9.6 |
| Total | | | | | | 1993 | 1951 | 3944 | 3030.7 | 3309.9 | 6340.7 |