

Distribution spatiale des stocks de poissons récifaux démersaux d'intérêt commercial et effort de pêche en Province Nord de Nouvelle-Calédonie (Pacifique occidental)

Yves LETOURNEUR ^{a,c*}, Pierre LABROSSE ^b, Michel KULBICKI ^c

^a Université de la Méditerranée, Centre d'océanologie de Marseille, Station marine d'Endoume, UMR CNRS 6540 « Dimar », rue de la Batterie-des-Lions, 13007 Marseille, France

^b Secrétariat général de la communauté du Pacifique (CPS),
Section gestion et évaluation des ressources en milieu récifal, BP D5, 98845 Nouméa cedex, Nouvelle-Calédonie, France

^c Institut de recherche pour le développement (IRD), BP A5, 98848 Nouméa cedex, Nouvelle-Calédonie, France

Reçu le 1^{er} février 2000, reçu en forme révisée le 20 mai 2000, accepté le 14 juin 2000

Abstract – Spatial distribution of standing stocks of reefal demersal fish of commercial interest and fishing effort in the northern Province of New Caledonia (western Pacific). Fish from lagoon and reef in New Caledonia are mainly caught by artisanal fisheries and subsistence fishing. The present study aimed at estimating these fish standing stocks, at finding the main factors influencing the spatial distribution of these fish, and at estimating the maximum sustainable yield with considerations for socio-economic aspects *sensu lato*. A total of 1406 stations was surveyed in the Northern Province of New Caledonia. Sampling was stratified according to three zones (north, east and west) and three biotopes (coral reefs, near-reef areas and lagoon bottoms). This work demonstrates the existence of important fish stocks of commercial interest in reefal and lagoonal waters of the Northern Province, estimated at about 138 300 t. The standing stocks, which may be considered as non-exploited in the north zone, were mainly composed by large individuals belonging to slow-growing species ('K' strategy). The current catches of fish are globally very low, approximatively 10-times less than the pressure which would achieve a maximum sustainable yield. The characteristics of the local market for fish in New Caledonia, mainly in the Northern Province, indicate that fish consumption directly reflects fishing pressure. Indeed, subsistence fishing (25.7 kg of fish per inhabitant and per year) represents 92 % of the total fishing pressure, thus the commercial fishing activities may be considered as a minor component. So, it seems that the demography and local feeding habits will probably be the most important factors which will determine the future variations of artisanal fishing activities and status of standing stocks in the northern Province of New Caledonia. © 2000 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Résumé – Les poissons lagonaires et récifaux de Nouvelle-Calédonie sont capturés principalement par les pêcheries artisanales et par la pêche de subsistance. Cet article vise à estimer les stocks de ces poissons, à déterminer les facteurs qui influencent leur distribution dans l'espace, et à évaluer le stock exploitable sans danger pour la ressource, en fonction de critères socio-économiques *sensu lato*. Un total de 1406 stations a été étudié en Province Nord de la Nouvelle-Calédonie. L'échantillonnage a été stratifié en fonction de trois zones

* Correspondence and tirés à part :

E-mail address: letourneur@com.univ-mrs.fr (Y. Letourneur).

(nord, est et ouest) et de trois biotopes (récifs coralliens, abords récifaux et fonds de lagon). Nous avons mis en évidence l'existence d'importants stocks de poissons d'intérêt commercial dans les zones récifo-lagonaires de la Province Nord, estimés à 138 300 t. Les stocks, quasiment inexploités dans la zone nord, sont majoritairement composés par des individus de tailles élevées, appartenant à des espèces à croissance lente (stratégie « K »). Les captures actuelles de poissons sont faibles et demeurent dix fois inférieures à celles qui permettraient d'exploiter le stock sans danger pour la ressource. Les caractéristiques locales en Province Nord montrent que la consommation de poisson par les populations côtières reflète assez précisément la pression de pêche. Celle-ci est, en effet, largement liée à la pêche d'autoconsommation (25,7 kg de poisson par habitant et par an, soit 92 % de la pêche totale), alors que la pêche commerciale reste mineure. Il semble donc que se soient la démographie et les habitudes alimentaires qui seront, dans l'avenir, les facteurs déterminants des variations des activités des pêcheries artisanales et de l'état des stocks en Province Nord de la Nouvelle-Calédonie. © 2000 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

demersal ichthyofauna / coral reefs / lagoon bottoms / artisanal fishing / standing stocks

ichtyofaune démersale / récifs coralliens / fonds de lagon / pêche artisanale / stocks

1. INTRODUCTION

Dans les écosystèmes récifaux, les poissons représentent souvent la ressource la plus importante, surtout pour les pays en développement de l'Indo-Pacifique et de la zone caraïbe, où ils peuvent constituer la source principale d'apports protéiques. Cependant, la plupart des récifs coralliens du monde sont soumis à des pressions anthropiques diverses (Johannes, 1975 ; Salvat, 1987 ; Grigg et Dollar, 1990), qui génèrent, presque systématiquement, un déclin de la santé récifale (Polunin et Roberts, 1996). Cette assertion est pourtant sujette à débat, principalement par manque de recul historique. En effet, notre compréhension de la structure et du fonctionnement de ces écosystèmes est récente, puisque le premier travail en ce sens date des années 1950 (Odum et Odum, 1955), période durant laquelle les activités humaines sur les récifs existaient depuis fort longtemps (Dahl et Salvat, 1988 ; Jackson, 1997). Il est admis que l'accroissement de la consommation de poissons, liée, entre autres, à l'accroissement démographique, a déterminé une augmentation parallèle de la pression de pêche sur les milieux coralliens de régions variées (Koslow et al., 1988 ; Russ et Alcala, 1989 ; Roberts, 1995 ; Jennings et al., 1995 ; Jennings et Kaiser, 1998). Souvent, la surexploitation est déjà une réalité ou risque de le devenir à court terme, et est considérée comme l'un des dangers les plus sérieux qui menacent les récifs (Munro, 1983, 1996 ; Roberts, 1995). Néanmoins, et contrairement à une idée répandue, les travaux qui

renseignent sur les effets de la pêche sur les communautés de poissons sont rares, et presque tous trop récents pour apporter le recul suffisant à la compréhension de ces phénomènes (Russ, 1991 ; Jennings et Kaiser, 1998). D'autre part, les effets de la pêche sont souvent traités comme synonymes de surexploitation, et beaucoup d'études sur les effets de la pêche ont été réalisées à l'occasion d'événements « catastrophiques » localisés, alors qu'il convient d'analyser les effets de la pêche dans des conditions normales, sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes (Jennings et Lock, 1996). De plus, la plupart des travaux se sont focalisés sur des comparaisons, dans l'espace et dans le temps, de densités et de biomasses de poissons pour tenter de comprendre ces phénomènes, alors que d'autres données fondamentales, telles que les stocks ou les prises par unités d'effort, ne sont pratiquement jamais disponibles dans les mêmes lieux ni aux mêmes moments. Cela empêche l'établissement de liens entre les données écologiques (biomasses, etc.) et les données halieutiques (PUE, etc.), qui permettrait une meilleure compréhension des effets de la pêche.

Dans ce contexte, nous avons réalisé une étude des stocks de poissons d'intérêt commercial des zones récifo-lagonaires dans la Province Nord de Nouvelle-Calédonie. Dans la suite de cet article, le terme « stock total » signifiera l'ensemble des stocks des différentes espèces d'une zone donnée, et le terme « stock exploitable » représentera l'ensemble des stocks exploitables sans danger pour la pérennité de

chacune des différentes espèces dans une zone donnée. La population de la Province Nord est de 4,2 habitants·km⁻² (Ahmed-Michaux et Roos, 1997). Elle est donc faible, surtout si on la compare à d'autres îles de la région : 132 habitants·km⁻² à Tonga, 271 à Guam et jusqu'à 505 à Nauru (Dalzell et al., 1996). Cette très faible densité combinée avec la nature artisanale des pêcheries et la très vaste surface des lagons (plus de 13 000 km²) permet d'avancer que les peuplements de poissons ne sont pas mis en danger par les activités de pêche dans cette province. Il faut cependant être prudent, car, hormis deux études ponctuelles (Conand, 1988 ; Wantiez, 1994), l'ichtyofaune de cette région est mal connue.

Le présent travail est donc une étape nécessaire à la connaissance de la distribution des espèces, de l'état des stocks, et à l'évaluation des changements du fonctionnement de l'écosystème liés au développement des pêcheries artisanales (Labrosse et al., 1996, 1997 ; Letourneur et al., 1997).

Les objectifs principaux de l'étude sont les suivants : déterminer la répartition spatiale des stocks de poissons, définir la pression de pêche, évaluer les implications fonctionnelles de cette pression de pêche, et analyser les relations entre les données de terrain et certains aspects socio-économiques des pêcheries. Seule cette approche conjuguée permettra de tester la validité de l'hypothèse émise quant à l'absence de surexploitation. En effet, les données de nature biologique et écologique sont insuffisantes pour avoir une bonne compréhension des liens existants entre les populations côtières et la ressource. De plus, en dépit de leur grande importance en milieu insulaire, les aspects socioéconomiques sensu lato sont presque systématiquement négligés, ou pour le moins sous-estimés (McManus, 1996). Le manque d'information sur ces aspects est souvent une cause majeure des échecs dans la gestion de la ressource en milieu corallien (Johannes, 1980 ; McManus, 1988 ; Adams, 1996). C'est pourquoi une telle approche a été menée, notamment à cause de la forte tradition coutumière en Nouvelle-Calédonie qui influence considérablement les activités de pêche.

L'étude s'est déroulée sur 3 ans, et constitue à notre connaissance l'un des plus vastes travaux réalisés dans tout l'Indo-Pacifique sur des communautés de poissons récifo-lagonaires multisécifiques, à une telle échelle spatiale, et mettant en œuvre différentes tech-

niques. Seuls seront évoqués ici les stocks de poissons sensu lato. D'autres travaux relatifs à la distribution spatiale des densités et biomasses des espèces et familles de poissons, ainsi que les structures démographiques des peuplements ont déjà abordé ces aspects (Kulbicki et al., 2000 ; Letourneur et al., 2000).

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Estimation des stocks

La Nouvelle-Calédonie est située dans le sud-ouest de l'océan Pacifique (de 19° 06' à 22° 07' S et de 163° 07' à 168° 01' E), à environ 1 500 km à l'est de l'Australie et environ 500 km au sud-ouest de l'archipel du Vanuatu (*figure 1*). Le secteur étudié est la Province Nord de l'île, où trois grandes zones récifo-lagonaires ont été définies : les zones nord, est et ouest qui recouvrent environ 10 000 km² de lagon. L'échantillonnage n'a pas dépassé le nord de la latitude 19° 30' S. Les stocks ont été évalués à l'aide de techniques différentes et complémentaires, chacune adaptée au biotope étudié. Les stocks de poissons des récifs coralliens ont été évalués par comptages visuels en plongée, ceux des abords récifaux par des pêches à la ligne à main, et ceux des fonds de lagon par des pêches à la palangre de fond. Les abords récifaux constituent des biotopes intermédiaires entre les récifs, formés de colonies coralliennes, et les fonds de lagon constitués presque exclusivement de substrats meubles. La séparation de ce biotope avec le récif corallien est nette, la pente récifale en marquant la limite. En revanche, le passage vers les fonds de lagon est souvent plus progressif, et la limite a été arbitrairement choisie à l'isobathe 15 m, ou à 2 mi du récif en fonction de la configuration lagonaire.

Les comptages en plongée ont été répartis de façon à couvrir les trois types de récifs présents dans ces lagons (les récifs barrières et frangeants, avec environ une station par kilomètre, et les récifs intermédiaires, autour des îlots lagonaires, avec des relevés au vent et sous le vent). Ces comptages ont été réalisés sur les tombants internes, le plus souvent entre 1 et 8 m, selon la technique dite des « line-transects » (Burnham et al., 1980), méthode dont la précision et les

limites sont connues (Thresher et Gunn, 1986 ; Buckland et al., 1993 ; Ensign et al., 1995 ; Kulbicki, 1998). Le nombre d'individus et la taille de chaque poisson d'intérêt commercial sont relevés sur chaque station. L'utilisation de relations taille-poids déjà établies (Letourneur et al., 1998a) permet de calculer les biomasses. Des cartes précises des surfaces des milieux échantillonnés ont été utilisées (Mission océanographique du Pacifique de la Marine nationale) de façon à estimer les stocks, en multipliant les biomasses par les surfaces :

$$S_i = A_i \times B_i ;$$

avec S_i : stock pour une zone ou biotope i (tonnes), A_i : surface de la zone ou biotope i (km^2), et B_i : biomasse de la zone ou biotope i ($\text{t}\cdot\text{km}^{-2}$, équivalent à $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$).

Un total de 904 stations a été échantillonné par relevés visuels.

Les pêches à la ligne à main ont été réparties sur des fonds compris en général entre 4 et 15 m, à proximité des récifs barrières, intermédiaires et frangeants, les stations étant espacées tous les 3 km. Sur les 399 stations échantillonnées, 62 ont été choisies à proximité des stations de plongée, de façon à définir des corrélations pêche-plongée. Sur chaque station, la pêche est réalisée à partir d'une embarcation motorisée qui comporte deux pêcheurs, chacun utilisant une ligne à deux hameçons appâtés avec du calmar. La pêche commence à partir du coucher du soleil et dure 2 h. Chaque demi-heure, l'embarcation est déplacée d'environ 100 m autour du point matérialisant la station, pour limiter la variabilité des résultats induite par la très forte hétérogénéité du milieu. Les stocks de poissons dans ces abords récifaux ont été estimés par la mise en relation des prises par unité d'effort (PUE) (en poids total des captures en kg par les deux pêcheurs durant 2 h) et des biomasses (en $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) estimées par relevés visuels sur les mêmes stations

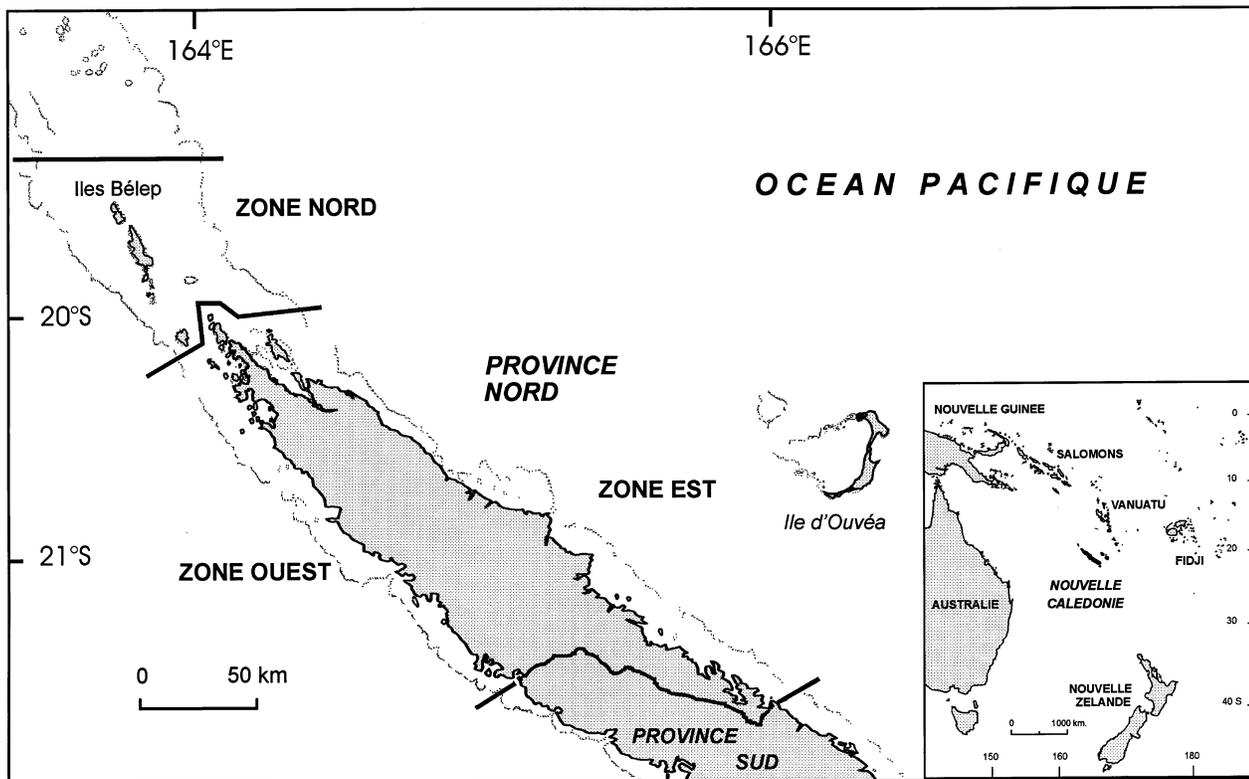


Figure 1. Position de la Nouvelle-Calédonie dans le sud-ouest de l’océan Pacifique, et localisation des zones étudiées dans la Province Nord.

Figure 1. Location of the studied zones of the Northern Province of New Caledonia, in the South-Western Pacific Ocean.

($n = 62$). Bien que la validité et les limites de cette relation aient déjà été discutées dans un travail précédent (Kulbicki et al., 2000), certains éléments importants sont rappelés ci-après ; l'équation étant la suivante :

$$\log_{10}(\text{biomasse}) = 0,455 (\pm 0,132) \times \log_{10}(\text{PUE}) + 0,857 (\pm 0,158) ;$$

les valeurs entre parenthèses étant les intervalles de confiance au seuil de 5 % de la pente et du point d'origine. Les biomasses obtenues ont ensuite été multipliées par les surfaces pour obtenir les stocks.

Les pêches à la palangre ont été réparties sur les fonds de lagon selon un maillage de 5 km de côté, sur un total de 103 stations, entre 15 et 50 m. Sur chaque station, deux palangres sont posées en parallèle, espacées d'environ 100–150 m. La pêche dure 2 h, hors pose et hors virage. Une palangre est constituée par une corde mère de 250 m, sur laquelle sont disposés cent hameçons autoferrants, appâtés avec du calmar. Chaque extrémité de la corde est lestée par une gueuse et reliée à une bouée de surface. Dix-huit comptages visuels ont également été réalisés le long des palangres selon la méthode décrite précédemment ; seules les espèces carnivores susceptibles d'être capturées par les palangres ont alors été inventoriées.

L'équation utilisée pour mettre en relation les PUE (en poids total de la pêche en kg pour cent hameçons) et les biomasses ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) estimées par comptages visuels le long des palangres a été établie à partir des comptages réalisés sur les palangres dans cette étude, ainsi que sur 45 autres comptages réalisés dans les mêmes conditions expérimentales dans le lagon sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie (Kulbicki, 1988). Bien que la validité et les limites de cette équation aient également déjà été discutées (Kulbicki, 1988 ; Kulbicki et al., 2000), certains éléments importants sont rappelés ci-après ; l'équation étant la suivante :

$$\text{Biomasse} = 0,950 (\pm 0,097) \times \text{PUE} ;$$

la valeur entre parenthèses étant l'intervalle de confiance au seuil de 5 % de la pente. La multiplication des biomasses par les surfaces a permis d'estimer les stocks des fonds de lagon.

Les relations entre biomasse et PUE, réalisées sur un nombre important de stations, reflètent une assez

grande variété de situations. Pour une même biomasse, les PUE varient parfois de façon non négligeable, car elles peuvent être fonction de facteurs tels que, par exemple, l'heure ou la marée. Cette variabilité est plus importante pour les lignes à main que pour les palangres, car pêches et comptages n'ont pas été concomitants dans le premier cas. Compte tenu du nombre de stations échantillonnées, les relations statistiques établies entre biomasse et PUE sont cependant significatives et permettent de réaliser des estimations de biomasses pour des PUE données ; ces estimations étant encadrées par des intervalles de confiance à 5 %. Un travail précédent (Kulbicki et al., 2000) suggère qu'il est nécessaire d'être prudent quant à l'extrapolation systématique de la corrélation entre des biomasses obtenues par comptages de jour et des PUE obtenues par pêches à la ligne en soirée. Néanmoins, la signification de cette corrélation indique que la biomasse en poisson sur les récifs influence les captures sur les abords récifaux, sans doute de par les migrations trophiques qu'effectuent les poissons entre ces deux biotopes (Kulbicki et al., 2000).

La totalité de ces différents types d'échantillonnages a été réalisée entre février 1995 et février 1997.

2.2. Pression de pêche

L'évaluation de la quantité consommée annuellement par habitant a pu être utilisée comme estimation de la production. En effet, cette dernière peut être considérée comme égale à la consommation dans l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie, y compris en Province Nord (Labrosse, 1994 ; Paddon, 1997 ; Labrosse et al., 2000). L'étude de la consommation représente donc un moyen d'appréhender la pression de pêche. Cela permet également d'avoir une idée relativement précise de la mortalité par pêche des espèces, et donc de la pression de pêche liée à l'autoconsommation. Celle-ci est supposée importante en Province Nord, où les circuits commerciaux tendent à « exporter » du poisson frais vers le marché de Nouméa, en Province Sud, mais n'a jamais été quantifiée.

Une enquête utilisant la méthode des quotas (ITSEE, 1993) a été menée auprès de 646 personnes. Les quotas ont été établis à partir des données du recensement de la population réalisé en 1996 (41 450 personnes en Province Nord, Ahmed-Michaux et Roos,

1997) ; cet échantillon permet d'obtenir un niveau de confiance de 95 %. Les paramètres suivants ont été retenus : la localisation géographique (en fonction des trois zones et des principaux villages), la fréquence de consommation du poisson dans la semaine, la provenance (achat, pêche ou don coutumier ; ces deux dernières catégories constituant l'autoconsommation), ainsi que la quantité et l'espèce de poisson consommée par repas. Cette dernière question a été posée deux fois sous des formes différentes, compte tenu de son importance pour notre estimation. Premièrement, il est demandé aux personnes la quantité de poisson qu'elles mangent en moyenne par repas. Beaucoup n'ayant qu'une vague idée de ce qu'elles consomment en poids, elles ont tendance à se situer dans une gamme moyenne, ce qui tend à minimiser la consommation (Labrosse et Letourneur, 1998). Deuxièmement, il est demandé aux personnes la quantité qu'elles ont mangé aux trois derniers repas. Cette question fait appel à la mémoire à court terme, et permet d'obtenir des valeurs plus proches de la réalité, même s'il s'agit souvent de quantités données en taille et/ou portion de poisson. Ces informations sont ensuite converties en poids, grâce aux relations taille poids (Letourneur et al., 1998a). Cette question s'étant révélée nettement plus fiable que la précédente (Labrosse et al., 2000), elle seule sera utilisée ci-après. L'échantillonnage a eu lieu entre octobre 1997 et février 1998.

3. RÉSULTATS

3.1. État du stock total

Le stock total a été évalué à 138 300 t de poissons d'intérêt commercial sur l'ensemble des biotopes et zones étudiées, et concerne environ 300 espèces. Il y a une forte hétérogénéité dans la répartition du stock. Un peu moins de la moitié (45 %) de ce stock total est localisé dans la zone nord, avec 62 500 t, le reste étant réparti sur les zones est et ouest (*figure 2a*). Un stock à peu près équivalent se trouve sur les récifs coralliens et sur les fonds de lagon, avec 64 100 et 60 700 t respectivement ; les abords récifaux renferment une proportion plus faible du stock (*figure 2b*).

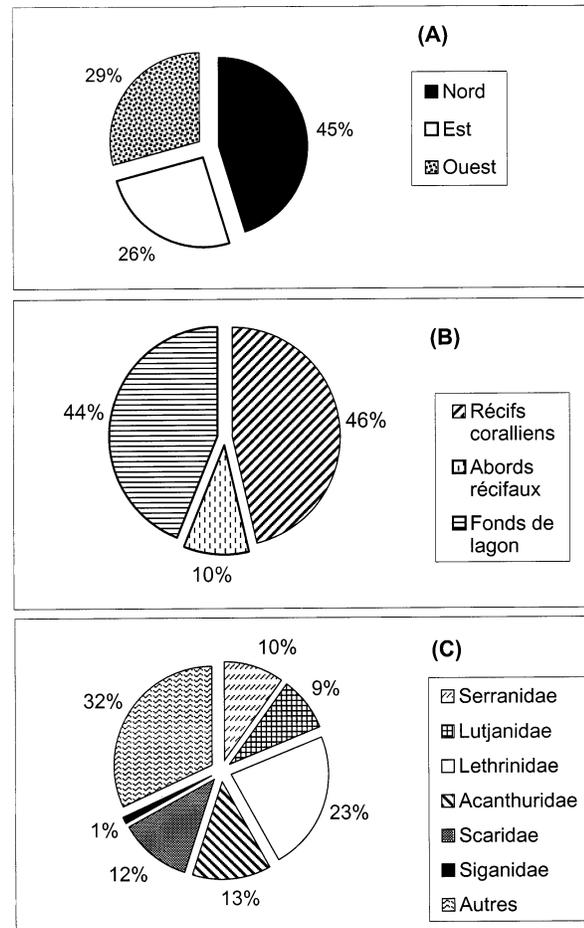


Figure 2. Distribution du stock total de poissons d'intérêt commercial entre (A) les trois différentes zones, entre (B) les trois biotopes étudiés, et (C) entre les principales familles, en Province Nord de la Nouvelle-Calédonie.

Figure 2. Distribution of total standing stocks of fish of commercial interest in (A) the three different zones, in (B) the three biotopes, and (C) between the major fish families, in the Northern Province of New Caledonia.

Pour les poissons capturables à la ligne ou à la palangre, c'est-à-dire les carnivores, l'ensemble constitué par les trois familles les plus abondantes en nombre et en poids (Serranidae, Lethrinidae et Lutjanidae) représente environ 42 % du stock total (*figure 2c*). Environ 60 % du total de ces trois familles est localisé dans les fonds de lagon (*tableau 1*). Il y a toutefois des différences marquées entre ces familles, avec, notamment, une nette prédilection des Lethrinidae pour les fonds de lagon, une dominance

Tableau I. Distribution des trois principales familles de poissons carnivores dans les différents biotopes, exprimée en pourcentage du stock de chaque famille.

Table I. Distribution of the three major carnivorous fish families in the different biotopes, expressed in % of stock of each family.

	Récifs coralliens	Abords récifaux	Fonds de lagon
Serranidae	32.1	19.5	48.4
Lethrinidae	9.9	16.6	73.5
Lutjanidae	36.8	29.3	33.9
Total carnivores	21.1	20.0	58.9

des Lutjanidae sur les récifs coralliens, et une situation intermédiaire pour les Serranidae (*tableau I*).

Parmi les poissons herbivores, les Acanthuridae, les Scaridae et les Siganidae constituent environ un quart du stock total (*figure 2c*). Ils sont localisés essentiellement sur les récifs coralliens, bien qu'il soit possible d'en rencontrer épisodiquement dans d'autres milieux. Dans les récifs coralliens, ces trois familles de poissons forment à elles seules près de 60 % de la ressource (*tableau II*).

3.2. Pression de pêche et stocks exploitables

À partir des quantités moyennes consommées par repas (233 ± 16 g), et des fréquences de consommation (*tableau III*), la consommation annuelle moyenne par habitant en Province Nord est évaluée à $28,0 (\pm 2,0)$ kg. La part de la pêche d'autoconsom-

Tableau II. Importance des principales familles de poissons dans les récifs coralliens, exprimée en pourcentage du stock total de ces récifs.

Table II. Importance of the major fish families on coral reefs, expressed in % of total stock on these coral reefs.

Serranidae	6.9
Lethrinidae	5.0
Lutjanidae	7.3
Acanthuridae	28.8
Scaridae	26.1
Siganidae	2.2
Autres familles	23.7

Tableau III. Fréquences de consommation de poisson frais en Province Nord de la Nouvelle-Calédonie.

Table III. Frequencies of consumption of fresh fish in the Northern Province of New Caledonia.

Tous les repas	1.1
1 fois/jour	10.2
2–3 fois/semaine	45.0
1 fois/semaine	28.6
1–2 fois/mois	13.3
Ne sait pas	1.8

mation est considérable puisqu'elle représente 92 % de ce total, soit $25,7 (\pm 2,1)$ kg de poissons·an⁻¹·hab⁻¹, les 8 % restants sont des poissons achetés, le plus souvent dans le village même de résidence. Sur la base de cette consommation annuelle et compte tenu de la population, le prélèvement par la pêche en Province Nord peut être estimé à 1 160 t par an. Il faut y ajouter ce qui est pêché par les rares professionnels pour le marché de Nouméa, soit environ 140 t par an (Labrosse et Letourneur, 1998), ce qui détermine un prélèvement total par la pêche de 1 300 t par an. Cette valeur représente moins de 1 % du stock total (*tableau IV*).

L'évaluation de la partie exploitable des stocks a été réalisée à partir, d'une part, de ces prélèvements par pêche, et, d'autre part, de la connaissance préalable des caractéristiques biologiques propres aux espèces (croissance, mortalité naturelle, etc.) (Kulbicki et al., 1994). Globalement, le stock exploitable a été estimé à 12 600 t, soit près de dix fois plus que le prélèvement actuel. Il présente, comme le stock total, une forte hétérogénéité dans sa répartition, avec notamment des valeurs plus fortes dans la zone ouest et sur les fonds de lagon (*tableau V*).

Comparé au prélèvement global, les stocks sont donc loin d'être menacés. À l'échelle des principaux villages, il apparaît que l'activité de pêche peut être localement importante, comme à Koné dans la partie sud-ouest de la zone étudiée (*figure 3*). Néanmoins, le prélèvement par la pêche prend en compte toutes les espèces, y compris celles de mangroves, comme les Mugillidae, qui n'ont pu faire l'objet d'une estimation de stock. Par conséquent, le secteur de Koné, qui comporte de vastes mangroves, est vraisemblablement moins menacé qu'il n'y paraît.

Tableau IV. Importance de la pêche professionnelle et de subsistance par rapport aux stocks totaux dans les trois grandes zones.^a**Table IV.** Importance of professional and subsistence fishing according to the total standing stocks in the three main zones.^a

Zones	Nord	Ouest	Est	Total
Pêche professionnelle	2	104	35	141
Pêche de subsistance	25	432	703	1160
Total pêche	27	536	738	1301
Stock total	62 500	40 500	35 300	138 300
% du stock pêché	0.04	1.32	2.09	0.94

^a Les valeurs sont données en tonnes.

^aValues are in tons.

4. DISCUSSION

Lorsque l'on compare des stocks de poissons, il faut garder à l'esprit qu'ils sont établis à partir de données de surfaces et de biomasses. Il est plus rigoureux d'utiliser, à des fins comparatives, des valeurs de biomasses, que de considérer directement les valeurs de stocks. Une analyse antérieure a révélé que les valeurs de biomasses récifales obtenues en Nouvelle-Calédonie sont parmi les plus fortes connues dans l'Indo-Pacifique, en particulier dans la zone nord et sur les récifs barrières (Letourneur et al., 1998b ; 2000). Il est possible que cela soit à relier au fait que les récifs coralliens ont été échantillonnés essentiellement sur les pentes lagonaires internes. Ces milieux supportent, en Nouvelle-Calédonie, de plus fortes densités et biomasses que d'autres biotopes récifaux comme les platiers (Kulbicki et al., 1991 ; 1994). Cependant, le facteur qui joue sans doute le rôle le plus important dans nos résultats est le très faible prélèvement par la pêche à l'échelle de l'ensemble de la Province. Cela engendre, pour de nombreuses espèces, une forte proportion d'individus de tailles inhabituellement élevées, notamment pour les espèces à longue durée de vie, qui sont généralement des espèces à stratégie de type « K » (Labrosse et al., 1996 ; Letourneur et al., 1998b). La zone nord, où les captures de la pêche représentent seulement 0,04 % du stock total, peut être considérée comme quasiment vierge de toute exploitation, caractéristique devenue extrêmement rare dans les nations insulaires de l'Indo-Pacifique (Dalzell et al., 1996 ; Polunin et Roberts, 1996). De même, les fonds de lagon constituent un biotope pratiquement inexploité en raison, d'une part, de la dispersion des stocks sur de vastes surfaces, et, d'autre part, de la difficulté à exploiter

cette ressource, notamment en raison de la présence de roches et pinacles coralliens qui entraînent de nombreuses croches et pertes de palangres. Seule la pêche à la ligne à la dérive est pratiquée dans ces milieux, mais de façon occasionnelle car peu rentable. Les fonds de lagon jouent donc un rôle de réservoir pour la ressource et notamment pour les Lethrinidae qui sont les poissons de ligne les plus pêchés (Labrosse et Letourneur, 1998 ; Kulbicki et al., 2000).

Cette caractéristique de large sous-exploitation des stocks a des implications intéressantes en terme de dynamique structurale et fonctionnelle de l'écosystème. En effet, l'extrême complexité des interactions trophiques en milieu corallien rend difficile l'étude des effets de la pêche (Jennings et al., 1995 ; Jennings et Lock, 1996). Peu de choses sont par ailleurs connues sur le fonctionnement des communautés ichtyologiques d'écosystèmes récifaux, composées d'une forte proportion d'espèces de stratégie « K » (Sale, 1991), comme c'est le cas ici, ni sur les changements qui résulteraient de leur exploitation. Les effets directs sur les populations ciblées par les pêcheurs

Tableau V. Stocks exploitables dans les différentes zones et différents biotopes.**Table V.** Exploitable stocks in the different zones and biotopes.

Zones	t	Pourcentage du stock total
Zone nord	3 900	6.2
Zone ouest	4 500	11.1
Zone est	4 200	11.9
Biotopes		
Récifs coralliens	5 300	8.3
Abords récifaux	1 300	9.6
Fonds de lagon	6 000	9.9

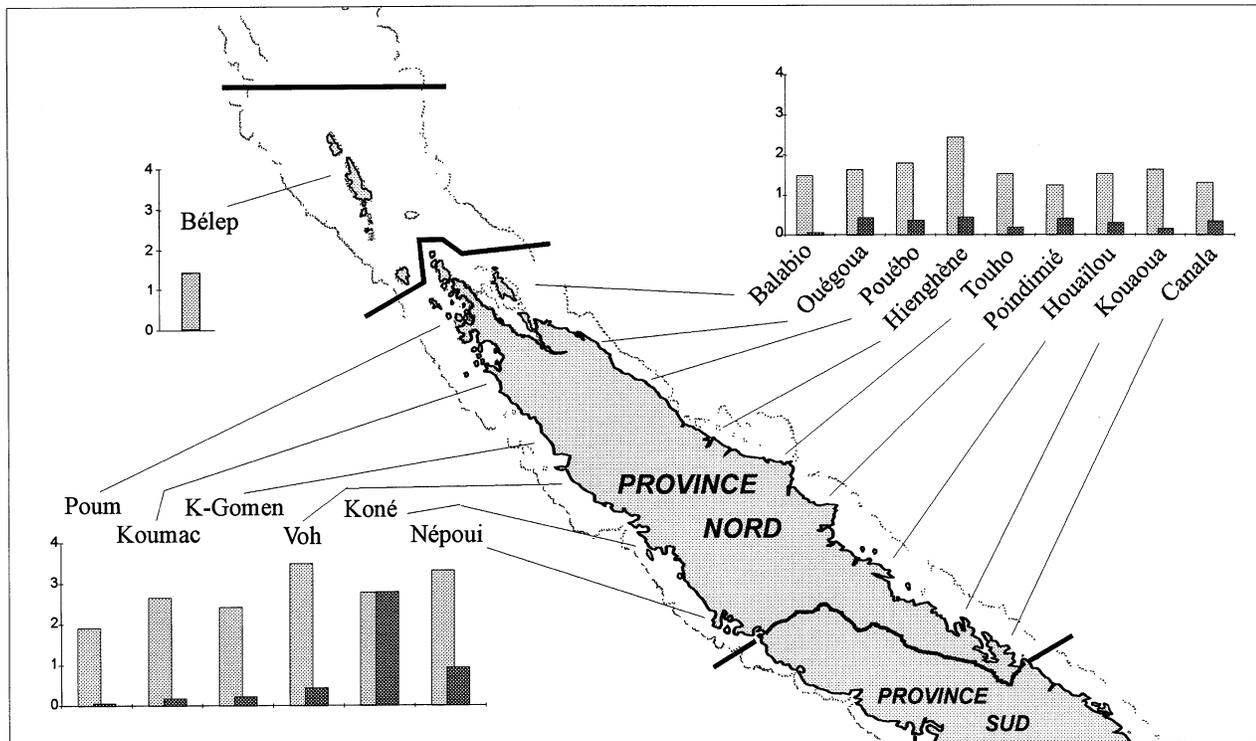


Figure 3. Comparaison entre les stocks exploitables (gris clair) et les captures totales par pêche (gris foncé), pour les principaux villages de la Province Nord de la Nouvelle-Calédonie. L'échelle des valeurs est exprimée en tonnes par km².

Figure 3. Comparison of exploitable stocks (light grey) and the total catches by fishing activities (dark grey), in the main villages of the Northern Province of New Caledonia. Values are expressed in tons per km².

peuvent être estimés (Jennings et al., 1995 ; Roberts, 1995 ; Munro, 1996), mais il serait plus difficile d'évaluer la nature et l'amplitude des modifications dans les relations proies-prédateurs et donc dans le fonctionnement à plus long terme de l'écosystème. Il est néanmoins probable que les espèces de stratégie « K », comme de nombreuses espèces prédatrices très ciblées par les activités de pêche, voient leurs populations diminuer, et qu'à l'inverse les populations d'espèces de stratégie « r » s'accroissent (Jennings et Lock, 1996). De tels phénomènes ont été observés dans d'autres écosystèmes aquatiques où ces changements ont entraîné un accroissement de la productivité ichtyologique (Barel et al., 1991 ; Jennings et Kaiser, 1998). La zone nord et les fonds de lagon étudiés dans ce travail constituent donc un laboratoire de choix pour étudier ces processus et en définir les mécanismes régulateurs en milieu récifo-lagonaire, où les connaissances sont encore très réduites

(Adams, 1996 ; Dalzell et al., 1996 ; Polunin et Roberts, 1996), notamment dans un contexte de développement prévisible des activités de pêche en Province Nord.

Les différences observées entre les stocks des différentes zones, tous biotopes confondus, peuvent être liées à des différences d'influence terrigène. En effet, plusieurs travaux mentionnent l'effet terrigène comme un facteur structurant des communautés de poissons (Williams et Hatcher, 1983 ; Ayling et Ayling, 1986 ; Wantiez et al., 1997 ; Letourneur et al., 1998b ; 1999). Nous avons déjà montré que la richesse spécifique, la densité et la biomasse de nombreuses espèces étaient étroitement corrélées avec un gradient d'influence terrigène, avec de plus fortes valeurs dans les secteurs éloignés de la côte (Letourneur et al., 1998b). La zone nord est peu soumise à de telles influences, à l'opposé des zones est et ouest où existent de nombreuses rivières et mangroves. De même, les récifs barrières

sont beaucoup moins soumis à l'influence terrigène que les récifs intermédiaires et surtout frangeants.

D'autres facteurs, tels que le recrutement et sa variabilité spatio-temporelle, la sélection de l'habitat par les juvéniles, la survie des jeunes après leur installation ou encore les migrations ontogéniques des individus sont vraisemblablement importants pour expliquer ces résultats, comme ils le sont dans de nombreuses autres régions (Sale et Douglas, 1984 ; Choat et al., 1988 ; Doherty et Williams, 1988 ; Letourneur, 1996 ; 1998). Cependant, ces différents processus n'ont jamais été analysés dans notre zone, et il est impossible d'estimer la contribution de ces facteurs aux résultats obtenus.

La morphologie de chaque biotope, associée aux différences de morphologie au sein de chaque biotope selon les zones, pourrait être un facteur explicatif supplémentaire. Des milieux complexes offrent un plus grand nombre d'habitats et de micro-habitats pour les poissons (Sale et Douglas, 1984 ; Galzin, 1987 ; Galzin et al., 1994 ; Kulbicki et al., 1995). Ainsi, les fonds de lagon constituent un milieu relativement simple à base de sédiments sableux et/ou vaseux. À l'opposé, les récifs coralliens représentent un des milieux marins les plus complexes (Sale, 1991). Par ailleurs, au sein de ces récifs, ceux qui présentent une plus grande extension en longueur et une morphologie très réticulée, comme cela est le cas des récifs barrières, et en particulier ceux de la zone nord (Kulbicki et al., 1995 ; Letourneur et al., 2000), peuvent être considérés plus complexes que les récifs frangeants et intermédiaires, qui présentent davantage une morphologie en mosaïque.

Le stock exploitable est environ dix fois supérieur aux captures actuelles. Cela permet d'envisager un accroissement de l'effort de pêche sans que la ressource soit en danger. Toutefois, certains aspects sont à prendre en considération. Ainsi, le stock exploitable de la zone nord est plus faible que dans les deux autres zones, alors que le stock total y est le plus important. Cela est à relier au fait que, dans cette zone, la majeure partie du stock est constituée d'individus de grandes tailles, d'espèces à croissance lente à stratégie de type « K » (Letourneur et al., 2000 ; Kulbicki et al., 2000), ce qui est une caractéristique des zones non exploitées (Dalzell et al., 1996 ; Polunin et Roberts, 1996). Par conséquent, une augmentation de la pression de pêche sur ces stocks

générerait probablement une hausse des rendements à court terme. En revanche, ces espèces ayant un faible taux de renouvellement de leurs populations, il y aurait sans doute par la suite une chute marquée des captures. Si l'hypothèse d'un remplacement progressif de ces espèces par des espèces de stratégie de type « r » se vérifie, cela impliquera sans doute une modification dans les choix des techniques de pêche. Il faudra en effet des engins plus adaptés à ce probable changement dans la composition des stocks (augmentation de l'utilisation des filets maillants) qui auront des effets différents et sans doute plus marqués sur le substrat que les engins les plus utilisés à ce jour (ligne à main, fusil sous-marin) (Labrosse et Letourneur, 1998).

À l'heure actuelle et compte tenu, d'une part de l'absence de nouveaux débouchés commerciaux, et d'autre part du rôle essentiel de la pêche d'autoconsommation en Province Nord, la variation de la pression de pêche dans les années à venir sera surtout fonction de la démographie des populations côtières et des changements éventuels de leurs habitudes alimentaires (Labrosse et al., 2000). C'est pourquoi un suivi simultané des stocks (à une échelle spatiale plus restreinte que dans ce travail) et des activités de pêche a été mis en place (Labrosse et Letourneur, 1998). Seule cette approche conjuguée des aspects biologiques, écologiques et socioéconomiques permettra d'acquiescer la capacité de gérer l'exploitation de la ressource véritablement en fonction des besoins des populations, et donc pour préserver leur « sécurité alimentaire ». Cette notion, bien que souvent négligée (Adams, 1996 ; McManus, 1996), est fondamentale, en particulier dans la tradition coutumière mélanésienne. L'absence de risque majeur immédiat pour la ressource en poissons permet d'envisager raisonnablement de ne pas retrouver, dans un avenir proche, en Province Nord de la Nouvelle-Calédonie la situation de surexploitation et/ou de non-gestion de facto, qui prévaut dans la plupart des îles de la région. Par ailleurs, la large sous-exploitation actuelle des ressources, associée au développement prévisible des activités de pêche, crée une situation particulièrement stimulante pour l'analyse des modifications dans la composition structurale de l'ichtyofaune (stratégie « K » vs stratégie « r ») et de leurs incidences sur le fonctionnement et la productivité des communautés de poissons en milieu récifo-lagonaire.

Remerciements

Les auteurs remercient N. Audran, P. Boblin, G. Mou-Tham, J.R. Paddon, O. Rossier, P. Malestroit et l'équipage du navire océanographique *Alis* pour l'aide qu'ils ont apporté au travail de terrain, ainsi que le Pr. L. Laubier et les lecteurs anonymes qui ont permis l'amélioration de ce manuscrit. Ce travail a été financé par la Province Nord de la Nouvelle-Calédonie (contrat État – Province n° 3160).

RÉFÉRENCES

- Adams, T.J.H., 1996. Modern institutional framework for reef fisheries management. In: Polunin, N.V.C., Roberts, C.M. (Éds.), Reef Fisheries. Chapman & Hall, Londres, pp. 337–360.
- Ahmed-Michaux, P., Roos, W., 1997. Images de la population de la Nouvelle-Calédonie, principaux résultats du recensement de 1996. Rapport ITSEE.
- Ayling, A.M., Ayling, A.L., 1986. A biological survey of selected reefs in the Capricorn section of the Great Barrier Reef Marine Park. Rep. GBRMP Authority.
- Barel, C.D.N., Ligtvoet, W., Goldschmidt, T., Witte, F., Goudswaard, P.C., 1991. The haplochromine cichlids of Lake Victoria: an assessment of biological and fisheries interest. In: Keenleyside, M.H. (Éd.), Cichlid fish: behaviour, ecology and distribution. Chapman & Hall, Londres, pp. 258–279.
- Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., 1993. Distance sampling. Estimating abundance of biological populations. Chapman & Hall, Londres.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., Laake, J.L., 1980. Estimation of density from line transect sampling of biological populations. Wildlife Monogr. 72, 1–202.
- Choat, J.H., Ayling, A.M., Schiel, D.R., 1988. Temporal and spatial variations in an island fish fauna. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 121, 91–111.
- Conand, F., 1988. Biologie et écologie des poissons pélagiques du lagon de Nouvelle-Calédonie utilisables comme appâts thoniers. Thèse ès Sciences, Université de Bretagne Occidentale, Brest.
- Dahl, A.L., Salvat, B., 1988. Are human impacts, either through traditional or contemporary uses, stabilizing or destabilizing the reef community structure? Proceedings of the Sixth International Coral Reef Symposium 1, 63–70.
- Dalzell, P., Adams, T.J.H., Polunin, N.V.C., 1996. Coastal fisheries in the Pacific Islands. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 34, 395–531.
- Doherty, P.J., Williams, D.McB., 1988. The replenishment of coral reef fish populations. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 26, 487–551.
- Ensign, W.E., Angermeir, P.L., Dolloff, C.A., 1995. Use of line transect methods to estimate abundance of benthic stream fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52, 213–222.
- Galzin, R., 1987. Structure of fish communities of French Polynesian coral reefs. I: Spatial scales. Mar. Ecol. Prog. Ser. 41, 129–136.
- Galzin, R., Planes, S., Dufour, V., Salvat, B., 1994. Variation in diversity of coral reef fish between French Polynesian atolls. Coral Reefs 13, 175–180.
- Grigg, R.W., Dollar, S.J., 1990. Natural and anthropogenic disturbance on coral reefs. In: Dubinsky, Z. (Éd.), Ecosystems of the world. Elsevier, New York, pp. 439–452.
- ITSEE, 1993. Budget de la consommation des ménages 1991 : principaux résultats, Rap. Inst. Territ. Stat. Et. Econ.
- Jackson, J.B.C., 1997. Reefs since Columbus. Coral Reefs (suppl) 16, 23–32.
- Jennings, S., Grandcourt, E.M., Polunin, N.V.C., 1995. Effects of fishing on the diversity, biomass and trophic structure of Seychelles' reef fish communities. Coral Reefs 14, 225–235.
- Jennings, S., Kaiser, M.J., 1998. The effects of fishing on marine ecosystems. In: Blaxter, J.H.S. (Éd.), Advances in Marine Biology. Academic Press, Londres, pp. 201–352.
- Jennings, S., Lock, J.M., 1996. Population and ecosystem effects of fishing. In: Polunin, N.V.C., Roberts, C.M. (Éds.), Reef Fisheries. Chapman & Hall, Londres, pp. 193–218.
- Johannes, R.E., 1975. Pollution and degradation of coral reefs. In: Wood, E.J., Johannes, R.E. (Éds.), Tropical Marine Pollution. Elsevier, New York, pp. 13–50.
- Johannes, R.E., 1980. Using knowledge of the reproductive behavior of reef and lagoon fishes to improve fishing yields. In: Bardach, J.E. (Éd.), Fish behavior and its use in the capture and culture of fish. ICLARM Conference Proceedings 5, pp. 247–270.
- Koslow, J.A., Hanley, F., Wicklund, R., 1988. Effects of fishing on reef fish communities at Pedro Bank and Port Royal Cays, Jamaica. Mar. Ecol. Prog. Ser. 43, 201–212.
- Kulbicki, M., 1988. Correlation between catch data from bottom longlines and fish censuses in the SW lagoon of New Caledonia. Proceedings of the Sixth International Coral Reef Symposium 2, 305–312.
- Kulbicki, M., 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., Bargibant, G., Menou, J.L., Mou-Tham, G., Thollot, P., Wantiez, L., Williams, J., 1994. Evaluation des ressources en poissons du lagon d'Ouvéa. III : Les poissons. Rap. Conv. Sci. Mer Biol. Mar. Orstom Nouméa.
- Kulbicki, M., Mou-Tham, G., Randall, J.E., Rivaton, J., 1991. Suivi mensuel des peuplements ichtyologiques des récifs coralliens dans le lagon sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie. Rap. Sci. Tech. Orstom Nouméa.
- 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 (Nouvelle-Calédonie) : composition spécifique, structures trophique et démographique avant l'ouverture à la pêche. Notes Doc. Tech. Orstom Nouméa 1-1.

- Kulbicki, M., Labrosse, P., Letourneur, Y., 2000. Fish stock assessment of the northern New Caledonian lagoons. 2: stocks of lagoon bottom and reef-associated fish. *Aquat. Living Resour.* 13, 77–90.
- Labrosse, P., 1994. Introduction du loup tropical, *Lates calcarifer*, à des fins d'aquaculture en Nouvelle-Calédonie. *Rap. IDPE-Prov. Sud.*
- Labrosse, P., Letourneur, Y., Kulbicki, M., Paddon, J.R., 2000. Fish stock assessment of the northern New Caledonian lagoons. 3: fishing pressure, potential yields and impact on management options. *Aquat. Living Resour.* 13, 91–98.
- Labrosse, P., Letourneur, Y., 1998. Définition et mise en œuvre de méthodes de suivi des stocks et de la pression de pêche des poissons d'intérêt commercial des lagons de la Province Nord de la Nouvelle-Calédonie. *Rap. Conv. Sci. Mer Biol. Mar. Orstom Nouméa.*
- Labrosse, P., Letourneur, Y., Audran, N., Boblin, P., Kulbicki, M., 1996. Évaluation des ressources en poissons démersaux commerciaux des lagons de la Province Nord de la Nouvelle-Calédonie. Résultats des campagnes d'échantillonnage de la zone nord. *Rap. Conv. Sci. Mer Biol. Mar. Orstom Nouméa* 16.
- Labrosse, P., Letourneur, Y., Audran, N., Boblin, P., Malestroit, P., Paddon, J.R., Kulbicki, M., 1997. Evaluation des ressources en poissons démersaux commerciaux des lagons de la Province Nord de la Nouvelle-Calédonie. Résultats des campagnes d'échantillonnage de la zone ouest. *Rap. Conv. Sci. Mer Biol. Mar. Orstom Nouméa* 17.
- Letourneur, Y., 1996. Dynamics of fish communities on Réunion fringing reefs. I: Patterns of spatial distribution. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 195, 1–30.
- Letourneur, Y., 1998. Composition, structures et réseaux trophiques des peuplements de poissons de la côte au vent de l'île de La Réunion. *Cybiuim* 22, 267–283.
- Letourneur, Y., Kulbicki, M., Labrosse, P., 1998a. Length–weight relationships of fish from coral reefs and lagoons of New Caledonia, southwestern Pacific Ocean. An update. *Naga The ICLARM Quat.* 21, 39–46.
- Letourneur, Y., Kulbicki, M., Labrosse, P., 1998b. Spatial structure of commercial reef fish communities along a terrestrial runoff gradient in the northern lagoon of New Caledonia. *Env. Biol. Fish.* 51, 141–159.
- Letourneur, Y., Kulbicki, M., Labrosse, P., 2000. Fish stock assessment on the northern New Caledonian lagoons. 1: structure and stocks of coral reef fish communities. *Aquat. Living Resour.* 13, 65–76.
- Letourneur, Y., Labrosse, P., Audran, N., Boblin, P., Paddon, J.R., Kulbicki, M., 1997. Evaluation des ressources en poissons démersaux commerciaux des lagons de la Province Nord de la Nouvelle-Calédonie. Résultats des campagnes d'échantillonnage de la zone est. *Rap. Conv. Sci. Mer Biol. Mar. Orstom Nouméa* 20.
- Letourneur, Y., Labrosse, P., Kulbicki, M., 1999. Commercial fish assemblages on New Caledonian fringing reefs submitted to different levels of ground erosion. *Oceanol. Acta* 22, 609–622.
- McManus, J.W., 1988. Coral reefs of the ASEAN region: status and management. *Ambio* 17, 189–193.
- McManus, J.W., 1996. Social and economic aspects of reef fisheries and their management. In: Polunin, N.V.C., Roberts, C.M. (Éds.), *Reef Fisheries*. Chapman & Hall, Londres, pp. 249–282.
- Munro, J.L., 1983. Caribbean coral reef fishery resources. *ICLARM Stud. Rev.* 7, 276 p.
- Munro, J.L., 1996. The scope of tropical reef fisheries and their management. In: Polunin, N.V.C., Roberts, C.M. (Éds.), *Reef Fisheries*. Chapman & Hall, Londres, pp. 1–14.
- Odum, H.T., Odum, E.P., 1955. Trophic structure and productivity of a windward coral reef community at Eniwetok atoll. *Ecol. Monogr.* 25, 291–320.
- Paddon, J.R., 1997. Fishing pressure on demersal lagoon fish in the North Province of New Caledonia, South Pacific: evaluation, impact on stock assesment and implications for management. Master Thesis, RSMAS, University of Miami.
- Polunin, N.V.C., Roberts, C.M., 1996. *Reef fisheries*. Chapman & Hall, Londres.
- Roberts, C.M., 1995. Effects of fishing on the ecosystem structure of coral reefs. *Conserv. Biol.* 9, 988–995.
- Russ, G.R., 1991. Coral reef fisheries: effects and yields. In: Sale, P.F. (Éd.), *The Ecology of Fish on Coral Reefs*. Academic Press, San Diego, pp. 601–635.
- Russ, G.R., Alcala, A.C., 1989. Effects of intense fishing pressure on an assemblage of coral reef fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 56, 13–27.
- Sale, P.F., 1991. *The Ecology of Fish on Coral Reefs*. Academic Press, San Diego.
- Sale, P.F., Douglas, W.A., 1984. Temporal variability in the community structure of fish on coral patch reefs and relations of community structure to reef structure. *Ecology* 65, 409–422.
- Salvat, B. (éd.), 1987. *Human impacts on coral reefs: facts and recommendations*. Antenne Muséum EPHE, Tahiti, Polynésie française.
- Thresher, R.E., Gunn, J.S., 1986. Comparative analysis of visual census techniques for highly mobile, reef associated piscivores (Carangidae). *Env. Biol. Fish.* 17, 93–116.
- Wantiez, L., 1994. Réseaux trophiques de l'ichtyofaune des fonds meubles lagonaires de Nouvelle-Calédonie. *C. R. Acad. Sci. Paris Life Sci.* 317, 847–856.
- Wantiez, L., Thollot, P., Kulbicki, M., 1997. Effects of marine reserve on coral reef fish communities from five islands in New Caledonia. *Coral Reefs* 16, 215–224.
- Williams, D.McB., Hatcher, A.I., 1983. Structure of fish communities on outer slopes of inshore, mid-shelf and outer-shelf reefs of the Great Barrier Reef. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 10, 239–250.