

MEMOIRES DE STAGE
SCIENCES DE LA MER
BIOLOGIE MARINE

1992

Etude de la biologie générale, et plus
particulièrement du régime alimentaire
de *Lethrinus nebulosus* du lagon d'Ouvéa
(Nouvelle Calédonie)

Charles EGRETAUD

D.A.A Mention Halieutique
ENSA - RENNES

L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

CENTRE DE NOUMÉA

ORSTOM

MEMOIRES DE STAGE
SCIENCES DE LA MER
BIOLOGIE MARINE

1992

Etude de la biologie générale, et plus particulièrement du
régime alimentaire de *Lethrinus nebulosus*
du lagon d'Ouvéa (Nouvelle Calédonie)

Charles EGRETAUD

Directeur de stage : Michel KULBICKI

D.A.A. Mention Halieutique
ENSA - RENNES



L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

CENTRE DE NOUMÉA

© ORSTOM, Nouméa, 1992

/Egretaud, C.

Etude de la biologie générale, et plus particulièrement du régime alimentaire de
Lethrinus nebulosus du lagon d'Ouvéa (Nouvelle Calédonie)

Nouméa : ORSTOM. Octobre 1992. 103 p.
Mém. Stage : Sci.Vie : Biol. mar.

Ø34BIOVERØ1

OCEANOGRAPHIE BIOLOGIQUE ; BIOLOGIE MARINE ; ICTHYOLOGIE ; POISSON MARIN /
NOUVELLE CALEDONIE

Imprimé par le Centre ORSTOM
de Nouméa
Octobre 1992



ORSTOM Nouméa
REPROGRAPHIE

PLAN

RESUME.....	7
ABSTRACT	7
LISTE DES FIGURES.....	9
LISTE DES TABLEAUX.....	12
INTRODUCTION	15
1/ Présentation de la Nouvelle-Calédonie	15
1-1/ Situation générale	
1-2/ Présentation climatique	
1-3/ Le milieu lagunaire	
2/ Présentation de <i>Lethrinus nebulosus</i>	19
1/ Les différents types d'étude de régime alimentaire.....	21
4/ Présentation des expériences sur Uvea.....	22
4-1/ L'atoll d'Uvea	
4-2/ L'étude des ressources halieutiques d'Uvea	
MATERIEL ET METHODE.....	27
1/ Echantillonnage	27
1-1/ Stratégie d'échantillonnage	
1-2/ Méthode de prélèvements et de pêche	
1-3/ Données recueillies	
1-4/ Stockage des estomacs	
2/ Analyse des contenus stomacaux.....	30
3/ Méthodes analytiques.....	31
RESULTATS GENERAUX	31
1/ Généralités.....	31
2/ Biologie générale	32
2-1/ Relations taille-poids	
2-1-1/ Relation taille/poids générale	
2-1-2/ Relations taille/poids selon le sexe des individus	
2-2/ Etude de la relation taille / sexe	
2-3/ Répartition des poissons selon la profondeur	
2-3-1/ Importance de la taille	

2-3-2/ Importance du sexe	
2-4/ Groupement des poissons par sexe	
2-4-1/ Cas des individus matures	
2-4-2/ Cas de l'ensemble de la population	
2-5/ Détermination de la maturité sexuelle et de la période de reproduction	
2-6/ Estimation de l'âge de maturité	
3/ Répartition spatiale des poissons dans le lagon d'Uvea	37
3-1/ Répartition générale des poissons	
3-1-1/ Répartition de la diversité spécifique	
3-1-2/ Répartition de la CPUE en nombre	
3-1-3/ Répartition de la CPUE en poids, et du poids moyen	
3-2/ Répartition des <i>Lethrinus nebulosus</i>	
3-2-1/ Répartition des CPUE en effectifs	
3-2-2/ Répartition des CPUE en poids, et du poids moyen	
4/ Etude du taux de remplissage des contenus stomacaux	38
4-1/ Etude selon le sexe	
4-2/ Etude selon les stades sexuels des individus	
4-2-1/ Cas général	
4-2-2/ En période de reproduction	
4-3/ Etude par classe de profondeur	
4-4/ Etude par classe de taille	
4-5/ Etude de la répartition géographique	
5/ Analyse des contenus d'appareils digestifs.....	46
5-1/ Quelques considérations sur les identifications	
5-1-1/ Les principes de l'étude	
5-1-2/ Les principaux phyla	
5-1-3/ Différences d'identifications	
5-1-4/ Incidences sur les résultats	
5-2/ Régime général du <i>Lethrinus nebulosus</i> d'Uvea	
5-3/ Description générale des proies	
5-3-1/ Les mollusques	
5-3-1-1/ Les bivalves	
5-3-1-2/ Les gastéropodes	
5-3-2/ Les échinodermes	
5-3-3/ Les crustacés	
5-3-4/ Les vers	
5-3-5/ Les poissons	
5-4/ Variations du régime alimentaire selon la taille	
5-5/ Variations du régime alimentaire selon les profondeurs	
5-6/ Variations du régime alimentaire selon le sexe	
5-7/ Variations du régime alimentaire selon le stade sexuel	
5-8/ Répartition géographique des poissons selon leur régime alimentaire	
5-8-1/ Cartes de répartition réalisées d'après l'analyse hiérarchique	
5-8-2/ Cartes de répartition réalisées selon un seul groupe d'espèces	
5-9/ Calcul des corrélations avec le benthos	

DISCUSSION.....	67
1/ Critiques des méthodes	67
1-1/ Campagnes de pêche	
1-1-1/ Les méthodes de pêche	
1-1-2/ Heures de pêche	
1-1-3/ Périodes des campagnes de pêche	
1-2/ Les méthodes d'analyses	
1-2-1/ Identifications des proies, codages des résultats	
1-2-2/ Mesures de la quantité et du volume des proies	
2/ Répartition des individus par classes de taille	68
2-1/ Distribution de la population selon la taille	
2-2/ Relations taille-poids	
2-3/ Hypothèses	
2-3-1/ Des raisons écologiques ?	
2-3-2/ Des populations différentes ?	
3/ Relation taille-sexe.....	71
3-1/ Variations du sexe-ratio pour les <i>L. nebulosus</i> de Nouvelle-Calédonie	
3-2/ Hypothèses	
4/ Taille de première maturité et période de reproduction	74
4-1/ Taille de première maturité	
4-2/ Période de reproduction	
4-3/ Remarques sur les proportions d'individus matures	
5/ Analyses des contenus stomacaux	77
5-1/ Le régime alimentaire des <i>L. nebulosus</i> d'Uvea	
5-1-1/ Description générale	
5-1-2/ Paramètres biologiques influençant le régime	
5-2/ Comparaison avec d'autres résultats	
6/ Incidence de la composition sédimentologique et du benthos sur la répartition des poissons.....	79
6-1/ Répartition spatiale des <i>L. nebulosus</i>	
6-2/ Répartition selon le sédiment	
6-2-1/ Relations avec les études sédimentologiques	
6-2-2/ Conclusions	
6-3/ Répartition du taux de remplissage des estomacs	
6-4/ Corrélations entre les contenus stomacaux et la composition du benthos	
6-4-1/ Etablissement des cartes de répartition du benthos	
6-4-2/ Répartition selon le classement hiérarchique des stations d'après le benthos	
6-4-3/ Etude des cartes, comparaison avec les cartes des captures	
6-4-3-1/ Biomasse totale	
6-4-3-2/ Diversité du benthos	
6-4-3-3/ Les bivalves	

6-4-3-4/ Les gastéropodes	
6-4-3-5/ Les crustacés	
6-4-3-6/ Les vers	
6-4-3-7/ Comparaisons avec les cartes sédimentologiques	
6-5/ Conclusions	
6-6/ Incidences sur le comportement alimentaire des <i>L. nebulosus</i>	

CONCLUSION.....	98
-----------------	----

BIBLIOGRAPHIE.....	99
--------------------	----

RESUME

Ce mémoire réalisé sur 1342 *L. nebulosus* (Forskall), capturés à la ligne à main dans 129 stations du lagon d'Uvea (Nouvelle-Calédonie) a pour but de préciser un certain nombre de points de la biologie de ce poisson, et de son comportement alimentaire en particulier. La relation taille-poids (Poids (g) = $2.67 \cdot 10^{-5} \cdot \text{Taille}^{2.93}$ (mm)), la distribution des classes de taille (75% des poissons sont compris entre 300 et 450 mm), les variations de sexe-ratio (prépondérance des femelles dans les classes de tailles supérieures), et la répartition des poissons en bancs sexués dans le lagon, ainsi que l'âge et la taille de première maturité, et la proportion d'individus matures ont été étudiés. Le régime alimentaire de ces poissons a été déterminé par l'analyse des 1342 contenus d'appareils digestifs. La prépondérance des bivalves chez les individus de petites tailles, et leur importance décroissante avec l'augmentation de la taille des poissons indique que les *L. nebulosus* sélectionnent leur proie selon leur taille, et leur capacité à les avaler. L'étude de l'influence d'autres paramètres biologiques (sexe, stade sexuel) ou autres (profondeur de capture, situation géographique) a montré que le stade sexuel et la situation géographique des poissons intervenaient aussi dans ces variations du choix des proies. La comparaison des résultats de cette étude (composition du régime alimentaire selon les stations, taille moyenne des individus, ...) avec ceux réalisés sur le benthos et le sédiment du lagon, a permis de montrer les liaisons entre le benthos et le sédiment, et le comportement alimentaire des *L. nebulosus* (préférence pour les fonds meubles comme zones de capture de proie, sélection des bivalves plutôt que les gastéropodes, répartition dans les différentes profondeurs selon la taille, migration quotidienne).

ABSTRACT

This work was performed on 1342 *L. nebulosus* caught by hand-line on 129 stations in the lagoon of Uvea (New Caledonia). The aim was the study of the major biological traits of this species, especially its diet. The length-weight relationship ($\text{Weight(g)} = 2.67 \cdot 10^{-5} \cdot \text{Length(mm)}^{2.93}$), the length distribution (75% of the fish were between 300 and 450 mm), the variations in the sex-ratio (dominance of females in the upper size classes), the distribution of the mature fish in schools of different sexes, the size at first maturity (380 mm) and the distribution of the mature fish were studied. The diet was determined from the analysis of 1342 gut contents. The dominance of bivalves in small fish and the decreasing importance of this prey with fish size indicates that *L. nebulosus* selects its preys according to their size. The study of biological parameters (sex and sexual maturity) and physical parameters (depth and geographical position) show that sexual maturity and geographical position had an influence on the diet composition. The diet composition is also linked to the abundance and composition of the benthos and to the sedimentology of the lagoon. In particular, *L. nebulosus* shows a preference for soft bottoms for its food intake, it selects bivalves versus gasteropods, the distribution of fish size is dependant on depth, there is a daily migration of *L. nebulosus* from resting areas to feeding grounds.

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : position de la Nouvelle-Calédonie dans le Pacifique Sud.
- Figure 2 : situation des lagons d'Uvea et sud-ouest de la Grande-Terre.
- Figure 3 : distribution mondiale de *Lethrinus nebulosus* (d'après Walker 1975).
- Figure 4 : atoll d'Uvea, positions des coupes
- Figures 5 : coupes du lagon d'Uvea.
a : coupe SEE-NOO du lagon d'Uvea.
b : coupe SO-NE du lagon d'Uvea.
- Figure 6 : situation des stations de pêche, et d'études du sédiment et du benthos (n° pairs).
- Figure 7 : situation des stations de plongée.
- Figure 8 : schéma du montage des lignes à main.
- Figure 9 : répartition des poissons par classe de taille (5 cm).
- Figure 10 : sexe-ratio pour les individus sexués de taille supérieure à 350 mm.
- Figure 11 : nombre de stations selon les valeurs du sexe-ratio, pour l'ensemble de la population.
- Figure 12 : nombre d'espèces pêchées lors des campagnes d'échantillonnage sur l'atoll d'Uvea.
- Figure 13 : Capture Par Unité d'Effort en effectifs de poissons sur l'atoll d'Uvea, toutes espèces confondues.
- Figure 14 : Capture Par Unité d'Effort en poids (g) sur l'atoll d'Uvea, toutes espèces confondues.
- Figure 15 : répartition des captures selon le poids moyen des poissons sur l'atoll d'Uvea, toutes espèces confondues.
- Figure 16 : Capture Par Unité d'Effort en poids (g) de *Lethrinus nebulosus* sur l'atoll d'Uvea.
- Figure 17 : répartition des captures de *Lethrinus nebulosus* selon leur poids moyen (g) sur l'atoll d'Uvea.
- Figure 18 : Capture Par Unité d'Effort en poids, en effectif de *Lethrinus nebulosus* pêchés sur l'atoll d'Uvea.
- Figure 19 : répartition spatiale des poissons selon le pourcentage d'estomacs pleins.
- Figures 20 : régime global des *L. nebulosus*
a : importance en volume de proies
b : occurrences par groupe de proies.
- Figure 21 : carte de la répartition des stations selon le contenu des estomacs de *L. nebulosus*, en volume.

- Figure 22 : carte de la répartition des stations selon le contenu des estomacs de *L. nebulosus*, en nombre d'occurrences.
- Figures 23 : importance des bivalves dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea.
a : nombre d'occurrences.
b : pourcentage volumique.
- Figures 24 : importance des crustacés dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea.
a : nombre d'occurrences.
b : pourcentage volumique.
- Figures 25 : importance des gastéropodes dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea.
a : nombre d'occurrences.
b : pourcentage volumique.
- Figures 26 : importance des vers dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea.
a : nombre d'occurrences.
b : pourcentage volumique.
- Figure 27 : variations du sexe-ratio par classe de taille pour les populations de *L. nebulosus* d'Uvea, et du lagon sud-ouest.
- Figure 28 : pourcentage de *L. genivittatus* mâle et femelle par classes de taille, lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie.
- Figure 29 : variations annuelles de la température de l'eau, dans l'anse Vata, Nouméa.
- Figure 30 : répartition des *L. nebulosus* selon les observations de plongée, à Uvea.
- Figure 31 : distribution des sédiments du lagon d'Uvea, selon leur taille moyenne, d'après Chevillon (1992).
- Figure 32 : triage du sédiment du lagon d'Uvea, d'après Chevillon (1992).
- Figure 33 : épaisseur de la couche de sédiments du lagon d'Uvea, d'après Chevillon (1992).
- Figures 34 : répartition des stations selon la composition spécifique du benthos.
a : classement hiérarchique des stations.
b : carte des regroupements de stations.
- Figures 35 : répartition des stations selon les effectifs d'espèces dans le benthos.
a : classement hiérarchique des stations.
b : carte des regroupements de stations.
- Figure 36 : biomasse de benthos dans le lagon d'Uvea, d'après Clavier et al. (1992).
- Figure 37 : nombre d'espèces dans le benthos d'Uvea, d'après Clavier et al. (1992).
- Figures 38 : importance des bivalves dans le benthos du lagon d'Uvea, d'après Clavier et al. (1992).
a : effectifs
b : nombre d'espèces

Figures 39 : importance des gastéropodes dans le benthos du lagon d'Uvea, d'après Clavier et *al.* (1992).

a : effectifs.

b : nombre d'espèces.

Figures 40 : importance des crustacés dans le benthos du lagon d'Uvea, d'après Clavier et *al.* (1992).

a : effectifs.

b : nombre d'espèces.

Figures 41 : importance des vers dans le benthos du lagon d'Uvea, d'après Clavier et *al.* (1992).

a : effectifs.

b : nombre d'espèces.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : correspondances et descriptions des codes de stade sexuel.

Tableau 2 : valeurs des coefficients pour les droites de régression Taille-Poids.

Tableau 3 : répartition des sexes suivant la taille.

Tableau 4 : répartition des individus par classe de taille et par profondeur.

Tableau 5 : répartition bathymétrique des *L. nebulosus* selon leur sexe.

Tableau 6 : pourcentage des différents stades sexuels par classe de taille pour les *L. nebulosus* mâles, durant la période de reproduction.

Tableau 7: pourcentage des différents stades sexuels par classe de taille pour les *L. nebulosus* femelles, durant la période de reproduction.

Tableau 8 : pourcentage des *Lethrinus nebulosus* au stade sexuel supérieur ou égal à 4, par rapport à l'ensemble de la population.

Tableau 9: relation entre taille (mm) et âge (années).

Tableau 10 : pourcentage d'estomacs pleins ou vides, selon le sexe des *L. nebulosus*.

Tableau 11 : pourcentage d'estomacs pleins ou vides selon le stade sexuel.

Tableau 12 : pourcentage des estomacs pleins ou vides en période de reproduction, pour les poissons mâles.

Tableau 13 : pourcentage des estomacs pleins ou vides en période de reproduction, pour les poissons femelles.

Tableau 14 : pourcentage d'estomacs vides ou pleins par classe de profondeur.

Tableau 15 : pourcentage d'estomacs pleins ou vides par classe de taille.

Tableau 16 : liste des espèces de proies retrouvés dans les appareils digestifs de *L. nebulosus*.

Tableau 17 : nombre moyen d'occurrences des proies dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea.

Tableaux 18 : variation du régime alimentaire selon les classes de taille

a : pourcentage volumique des classes de proies.

b : nombre d'occurrences des proies divisé par le nombre d'estomacs pleins.

Tableaux 19 : composition et variation du régime alimentaire selon les classes de profondeur

a : pourcentage volumique des classes de proies.

b : nombre d'occurrences des taxes divisé par le nombre d'estomacs pleins.

- Tableaux 20 : composition et variation du régime alimentaire selon le stade sexuel des *L. nebulosus*.
a : pourcentage volumique des classes de proies.
b : nombre d'occurrences des taxons divisé par le nombre d'estomacs pleins.
- Tableaux 21 : variation du régime alimentaire selon le sexe des *L. nebulosus*.
a : pourcentage volumique des classes de proies.
b : nombre d'occurrences des taxons divisé par le nombre d'estomacs pleins.
- Tableau 22 : corrélations entre les contenus des appareils digestifs de *L. nebulosus* et le benthos.
- Tableau 23 : distribution de la population de *L. nebulosus* selon les classes de taille dans différentes régions.
- Tableau 24 : distribution de la population de *L. nebulosus* selon les différentes classes d'âge.
- Tableau 25 : coefficients des droites de régression des relations longueur-poids pour *L. nebulosus*, de différentes régions de l'Indo-Pacifique.
- Tableau 26 : variation du sexe-ratio, en fonction de la taille, de *L. nebulosus*.
- Tableau 27 : taille et âge de première maturité de *L. nebulosus* dans différentes régions.
- Tableau 28 : période de reproduction de *L. nebulosus* selon les différentes régions d'étude.
- Tableau 29 : régime alimentaire des *L. nebulosus* de différentes régions, en pourcentage du volume des groupes de proies.
- Tableau 30 : régime alimentaire des *Lethrinus nebulosus* de différentes régions, en pourcentage d'occurrence ou en nombre d'occurrence (g. d'Aden).

INTRODUCTION

1/ Présentation de la Nouvelle-Calédonie

1-1/ Situation générale

Le Territoire de la Nouvelle-Calédonie fait partie de la région du Pacifique sud, englobant la Mélanésie (îles Salomon, Vanuatu, Nouvelle-Calédonie et Fidji), la Micronésie (Carolines, Marshall, Guam), la Polynésie et la Papouasie-Nouvelle-Guinée. Appartenant à la plaque indo-australienne, la Nouvelle-Calédonie est située sur la ride de Norfolk (figure 1).

Situé à 1500 km de la côte australienne, l'archipel néo-calédonien s'étend entre les latitudes 20° et 22° 30' Sud, et les longitudes 164° et 167° Est (figure 2). Sa superficie totale est de 19100 km². Il est composé de la "Grande Terre", l'île principale (400 km de long dans l'axe NNW-SSE, sur 50 km de large en moyenne), et de ses dépendances :

- les îles Loyauté (Uvea, Beautemps-Beaupré, Lifou, Maré et Tiga), à l'est;
- l'île des Pins au sud;
- l'archipel des Bélep, Huon et Surprise au nord.

Les îles Walpole, Matthew, Hunter au sud-ouest et les îles Chesterfield à l'ouest, plus éloignées, complètent cet ensemble.

La Grande Terre est formée essentiellement d'une chaîne montagneuse centrale dont l'altitude dépasse rarement 1500 mètres. De larges plaines côtières caractérisent la côte ouest, tandis que la côte est plutôt composée de versants accentués.

1-2/ Présentation climatique

La présence de l'océan mais aussi le relief et la direction des vents dominants confèrent à la Nouvelle-Calédonie, située dans la zone intertropicale, un climat varié, avec des différences très nettes entre les deux côtes.

Deux saisons principales peuvent être distinguées, séparées par deux courtes périodes de transition :

- l'été austral, de décembre à mars, correspondant à la saison chaude. Il est marqué par des dépressions tropicales et des cyclones. Les températures moyennes maximales sont enregistrées aux mois de février, et sont comprises entre 25°C et 29°C.
- La saison fraîche, de juin à août, est celle des précipitations abondantes. En juillet, les températures moyennes passent par un minimum situé entre 18 et 21°C.

La variation annuelle des températures, d'environ 6°C pour Nouméa, est plus accentuée à l'intérieur des terres. Globalement, la Nouvelle-Calédonie bénéficie d'un climat tropical assez tempéré.

La durée annuelle moyenne d'insolation est de 2560 heures à Nouméa, l'ensoleillement passe par un maximum entre octobre et décembre et un minimum en juin.

Le régime habituel des vents, les azilés, est de secteur Est à Sud-Est. Ils soufflent tout au long de l'année, et plus particulièrement au cours de l'été austral. Ce régime des vents peut être modifié par les dépressions tropicales et les cyclones.

1-3/ Le milieu lagonaire

La Nouvelle-Calédonie (Grande Terre, île des Pins et îles Belep) est entourée par une longue barrière corallienne (1600 km), pratiquement ininterrompue, qui délimite des lagons parfois très vastes. Quelques caractéristiques générales :

- la surface totale des lagons est de l'ordre de 23000 km²;
- l'éloignement du récif barrière de la côte varie de quelques km à 65 km environ;
- la profondeur du lagon dépasse rarement 40 mètres.

Plus accessible à partir de Nouméa, le lagon sud-ouest (figure 2) est le plus étudié et le mieux connu.

Située à proximité du tropique sud, la Nouvelle-Calédonie connaît un refroidissement hivernal bien marqué qui influe considérablement sur la température des eaux du lagon. Il existe un faible gradient thermique, entre la surface et le fond (quelques dixièmes de degrés). De plus, les eaux proches de la terre sont plus sensibles aux variations thermiques que les eaux proches des récifs, en raison de l'influence des eaux océaniques.

La salinité de surface des eaux calédoniennes varie entre 34,5 et 36‰. Dans le lagon, la valeur de la salinité est proche de celle mesurée à l'extérieur du récif, mais modulée en fonction des apports d'eaux douces par les rivières (lors des périodes de pluies surtout), et par l'évaporation.

2/ Présentation de *Lethrinus nebulosus*

Lethrinus nebulosus appartient à la famille des Lethrinidae, comprenant 26 espèces réparties en 4 genres. Notons que 22 espèces se trouvent dans la zone Indo Pacifique. Son nom vernaculaire est le bec de cane en Nouvelle Calédonie, spangled emperor ou blue emperor en Australie. Ce poisson a une vaste répartition géographique (figure 3), étant présent de l'Afrique de l'Est jusqu'en Polynésie. Sur l'ensemble de son aire de répartition, c'est une espèce commercialement importante.

C'est un poisson vivant préférentiellement sur les substrats meubles dans le lagon, à toutes les profondeurs. A l'extérieur du récif barrière, il a été observé jusqu'à 90 mètres. D'après les connaissances empiriques sur cette espèce, les jeunes individus se trouvent dans les herbiers littoraux, et gagnent des zones plus profondes au fur et à mesure de leur croissance. Lors des mois frais, les poissons remontent vers des eaux moins profondes.

Les périodes de reproduction varient selon les lieux d'études. A Nouméa, la maturation des gonades commence à la fin du mois de juin et se poursuit jusqu'en juillet-août. La phase principale de reproduction se fait durant les mois de septembre-octobre (Loubens, 1980). Walker (Baillon, op. cit., 1990) note qu'à Townsville, dans le Queensland (Australie), la reproduction a lieu durant les mois de juin-juillet, qui correspondent à des minima de température.

D'après Loubens (1980) la taille de maturité sexuelle est de 515 mm pour les mâles et de 550 pour les femelles. L'existence d'un éventuel hermaphrodisme chez ce poisson est controversé. Ainsi, Loubens (Baillon, op. cit., 1990) ne signale pas d'hermaphrodisme protérandrique ou protogynique en Nouvelle-Calédonie, comme il en existe chez quelques autres espèces de Lethrinidae, alors que Mc Pherson et al. (1982) notent des cas d'hermaphrodisme protogynique dans les eaux du Queensland, et Young et Martin (1982) indiquent que l'hermaphrodisme protogynique est le mode de sexualité typique de *Lethrinus nebulosus* et d'autres Lethrinidae dans les eaux de la côte nord-ouest australienne et celles du Golfe de Carpentarie.

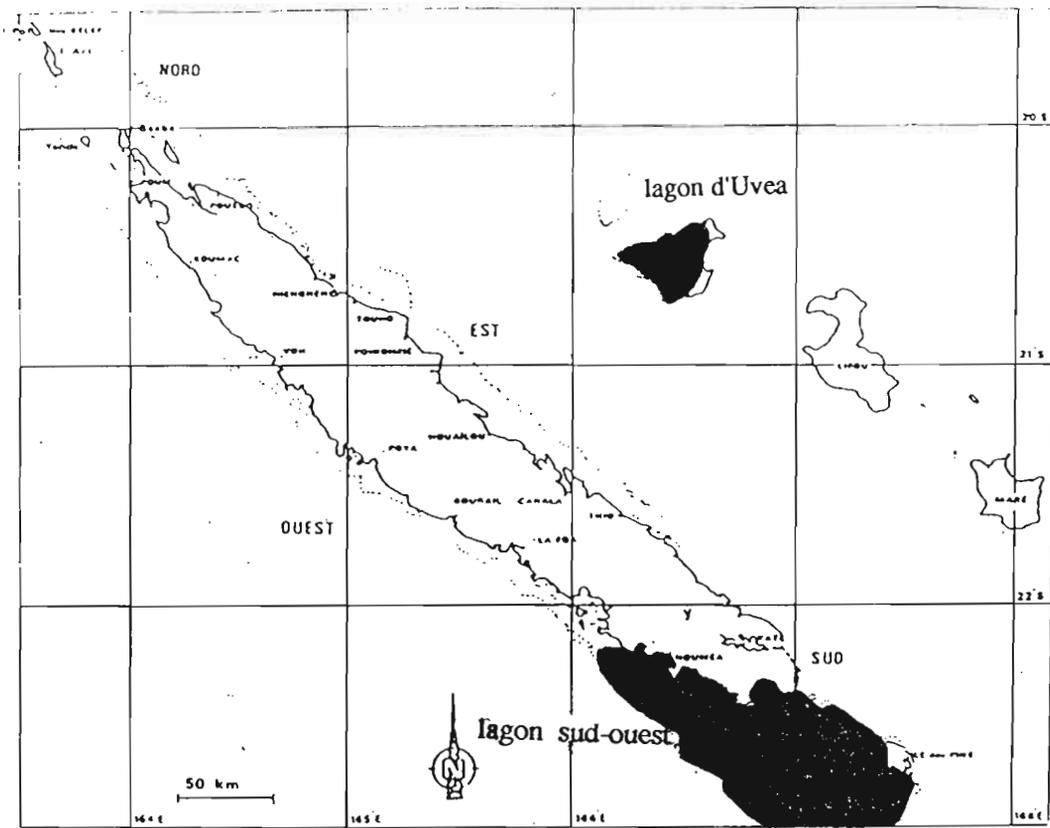


Figure 2 : situation des lagons d'Uvea et sud-ouest de la Grande-Terre.

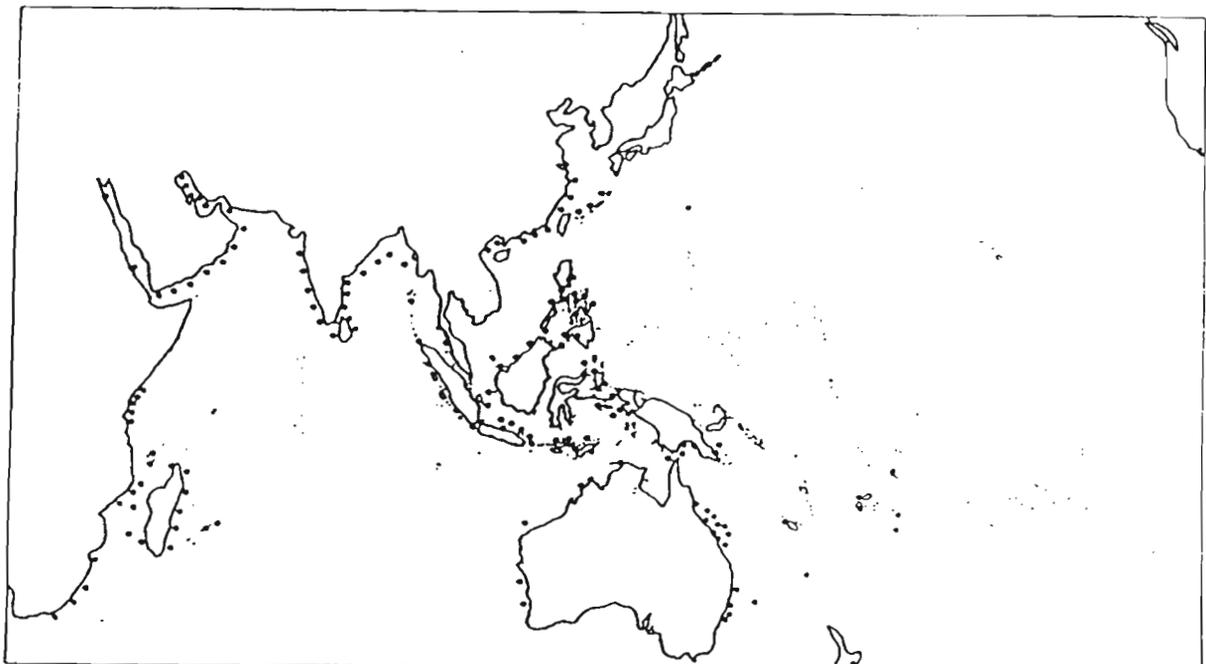


Figure 3 : distribution mondiale de *Lethrinus nebulosus* (d'après Walker 1975).

L. nebulosus est un carnivore démersal, se nourrissant surtout d'organismes benthiques. Son alimentation se compose de crustacés (crabes, stomatopodes et amphipodes principalement), d'ophiures, d'oursins, de chitons, de mollusques, de poissons et autres organismes. En Nouvelle-Calédonie, d'après les études de Kulbicki (Baillon, op. cit., 1990), les mollusques composent en volume la moitié de ce régime, les crustacés moins d'un tiers et les échinodermes environ 12%. Dans le Queensland, les études de Walker (Baillon, op. cit., 1990) montrent une importance en volume différente, les mollusques ne représentant plus que le quart des apports et les crustacés, 6%. Dans le golfe d'Aden, *L. nebulosus* semble se nourrir essentiellement de squilles, de poissons et de vers (Aldonov et Druzhinin, 1979).

Espèce diurne à Madagascar (Harmelin-Vivien, 1979), ses captures s'effectuent principalement à la tombée du jour en Nouvelle Calédonie, et de jour comme de nuit dans le Queensland (Grant, 1978).

Au niveau économique, *L. nebulosus* est le premier poisson débarqué en Nouvelle-Calédonie pour la pêche lagonaire, représentant environ 30% des débarquements. En 1990, la production de *Lethrinus nebulosus* a été de 204 tonnes, pour un total de 900 (pêche lagonaire), soit à peu près 23% des captures, pour un prix de première vente de 310 Fcfp/kg (17.05 Francs français). (Anonyme, 1991).

A Fidji cette espèce vient en troisième position des ventes de poissons sur les marchés municipaux (Anonyme, 1986), et au Queensland (Walker, 1975), elle occupe le second rang en tonnage des captures. Elle est également importante à l'île Maurice, à Sri Lanka, en Inde et dans le golfe Persique (Fisher & Bianchi, 1984).

La pêche s'effectue à l'aide de chaluts de fond, de seines, de nasses, de filets ou à la ligne à main. En Nouvelle Calédonie, *L. nebulosus* se pêche de façon artisanale, principalement à la ligne. Le poisson est essentiellement commercialisé frais ou congelé.

3/ Les différents types d'études de régime alimentaire

L'analyse des contenus stomacaux peut être réalisée dans des buts très divers et selon l'utilisation le type de données recueillies sera différent. Dans la présente étude comme dans la plupart des cas, l'étude du régime alimentaire s'inscrit dans une analyse plus générale de l'écosystème et des réseaux trophiques qui y participent. Il existe de nombreuses façons de considérer la structure trophique des communautés de poissons récifaux (Parrish, 1987a, 1989; Longhurst et Pauly, 1988; Lowe-McConnell, 1987). La plupart des études classifient chaque espèce dans un seul groupe (par ex. Talbot et Goldman, 1972; Hatcher, 1982; Harmelin-Vivien, 1981; Longhurst et Pauly, 1988). Ces groupes (piscivores, herbivores, planctonophages ...) se réfèrent en général à l'aliment principal consommé. Quelques auteurs (Hiatt et Strasburg, 1960; Jones, 1968; Hatcher, 1982; Williams et Hatcher, 1983) ont classé les espèces dans des guildes suivant leur comportement alimentaire (par ex., parmi les herbivores ils distinguent des brouteurs, des gratteurs et des "arracheurs"). Un tel groupement suivant le comportement, de même que la classification conventionnelle en groupes trophiques simples (par groupe de proie) permettent de comprendre certains phénomènes. Ces méthodes ont cependant un intérêt limité du fait que ces poissons tropicaux ont la plupart un régime très varié. Cette diversité a été prise en compte de multiples façons.

Shubnikov (1977) fit intervenir chaque espèce dans les diverses catégories alimentaires auxquelles elle participait en la classant comme espèce principale ou occasionnelle dans chaque groupe. Une telle approche ne peut être que semi-quantitative. Odum et Heald (1975) et Maciolek (1981) ont utilisé des indices de niveau trophique qui attribuent une position dans une hiérarchie du réseau trophique. Par exemple, il y aura des piscivores de classe 1, 2, 3 ... Des modélisation d'écosystèmes

tels que ECOPATH (Polovina, 1984; Christensen et Pauly, 1990) ont été conçus avec de tels groupements.

Les classifications précédentes dépendent considérablement des valeurs attribuées aux paramètres utilisés dans le classement des espèces et contiennent donc une part certaine de subjectivité. Une autre façon d'aborder les problèmes de classifications trophiques est de le considérer du point de vue des proies. Vivien (1976) a ainsi indiqué les différentes quantités de nourriture mangées par les Apogonidés sur un récif de Madagascar. Whitfield (1980) a mis en relation les contenus énergétiques des proies et des poissons qui les consomment. En d'autres termes il a calculé, pour un type de proie donné, le contenu énergétique de ses prédateurs.

Darnell (1961, 1970) a examiné la structure trophique par la technique dite des "spectres alimentaires" qui a été utilisée par la suite par Caillet et Antrim (1978) et Maciolek (1981). Cette méthode donne une représentation graphique des principales catégories d'aliments en relation avec les divers prédateurs potentiels. A Hawaï, Parrish a utilisé une méthode similaire de façon extensive (Parrish et al., 1985). Pour chaque type d'aliment la méthode consiste à prendre en compte les différents prédateurs et l'importance de cet aliment dans leur nourriture. Ainsi, une espèce abondante qui mange de petites quantités d'algues peut contribuer de façon significative à la "fonction herbivore". Ceci a été illustré en détail pour les piscivores des récifs de Hawaï par Parrish et al. (1986) et Norris et Parrish (1988). Kulbicki et al. (1990) ont utilisé cette méthode pour l'ensemble de la structure trophique des poissons récifaux des Chesterfields. Cette méthode malgré l'avantage de permettre des comparaisons non biaisées à l'échelle régionale ou océanique, n'est cependant pas encore très utilisée du fait qu'elle nécessite des connaissances précises sur les régimes alimentaires de la plupart des espèces composant la communauté. C'est dans ce cadre que l'étude du régime alimentaire de *Lethrinus nebulosus* a été réalisée à Uvéa. En effet, l'ensemble des autres espèces seront analysées par la suite et intégrée dans une étude de la structure trophique de la communauté de poissons de cet atoll, ainsi que dans une modélisation de l'ensemble de l'écosystème. Pour cette raison, une connaissance détaillée de ce régime alimentaire était nécessaire.

Il n'est jamais aisé de définir avec précision un régime alimentaire. En effet, la plupart des poissons tropicaux ont des régimes qui varient selon de nombreux facteurs, en particulier la taille (Toor, 1964; Bal et Rao, 1987), la saison (Tham, 1950; Galzin, 1985; Gowda et al., 1988; Montgommery et al., 1989), l'heure du jour (Shao et Kuo, 1989; Toriyama, 1958; Milton et al., 1990), la région (Jones, 1968; Bouchon-Navaro, 1986), ou la profondeur (Kuthalingam, 1965). Une autre difficulté provient de l'aptitude de la plupart des espèces tropicales carnivores à pouvoir changer de régime suivant la disponibilité des proies. Un problème important dans l'analyse de la nourriture des poissons est la façon d'exprimer le contenu stomacal. De très nombreux indices existent, et sont basés soit sur le pourcentage des proies, soit sur leur occurrence. Parrish (1986) démontre l'utilisation d'un certain nombre de ces indices, et propose de combiner pourcentages et occurrences. Dans la présente étude, il n'était pas envisageable pour des raisons logistiques de réaliser une analyse très fine du régime alimentaire de *Lethrinus nebulosus*. En particulier le régime des très petits individus n'a pu être entreprise. Les types de données recueillies seront cependant suffisantes pour être intégrée dans l'étude de la structure trophique et la modélisation du lagon où *Lethrinus nebulosus* occupe une place importante de par sa biomasse et son abondance.

4/ Présentation des expériences sur Uvéa

4-1/ L'île d'Uvéa

Cette île appartient aux îles Loyauté (fig. 2), archipel se situant à l'est de la Grande Terre, Uvéa étant à 100 km au nord-est, entre le 20° 23' et 20° 44' Sud, et le 166° 10' et 166° 40' Est. Cet atoll a grossièrement une forme triangulaire, et une surface de 950 km² (fig. 4).

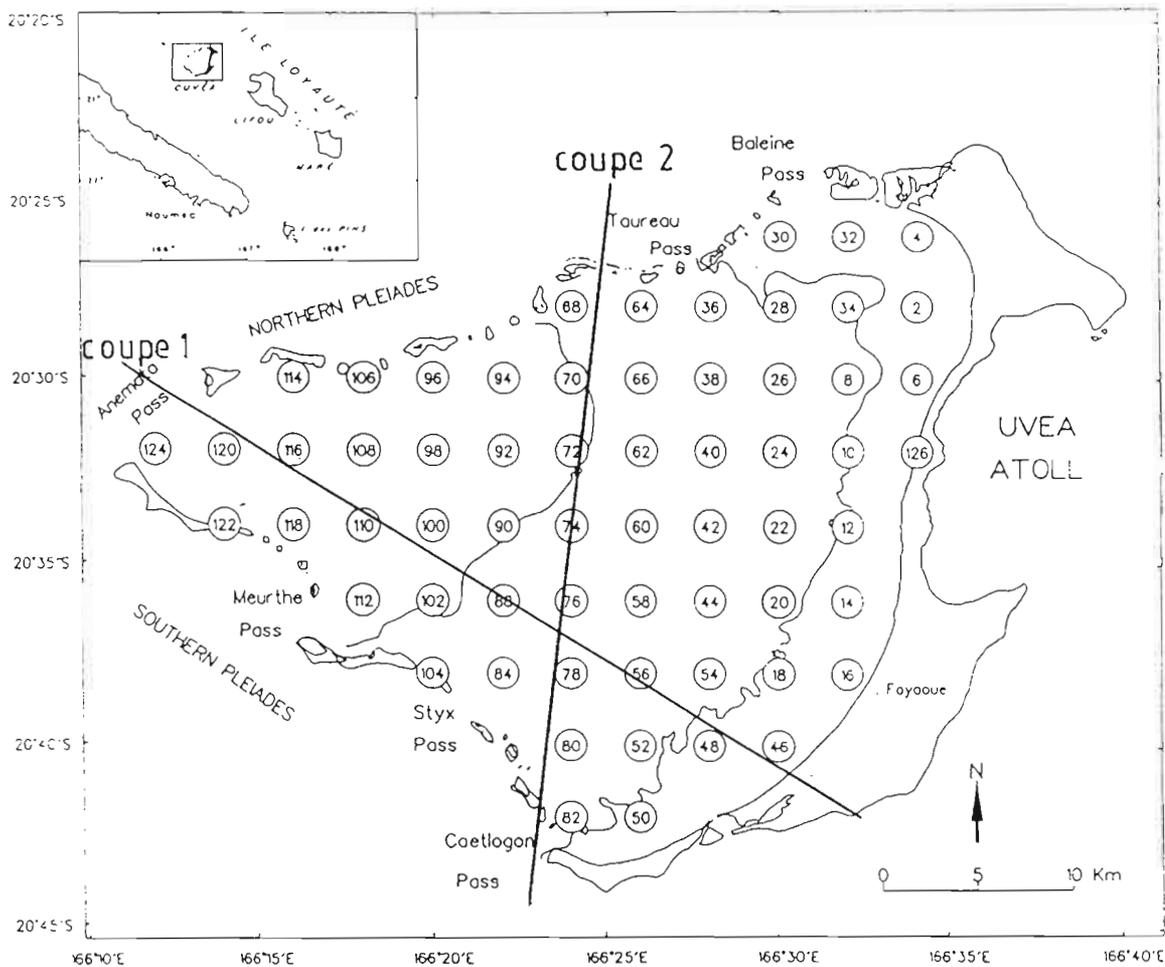


Figure 4 : atoll d'Uvea, positions des coupes

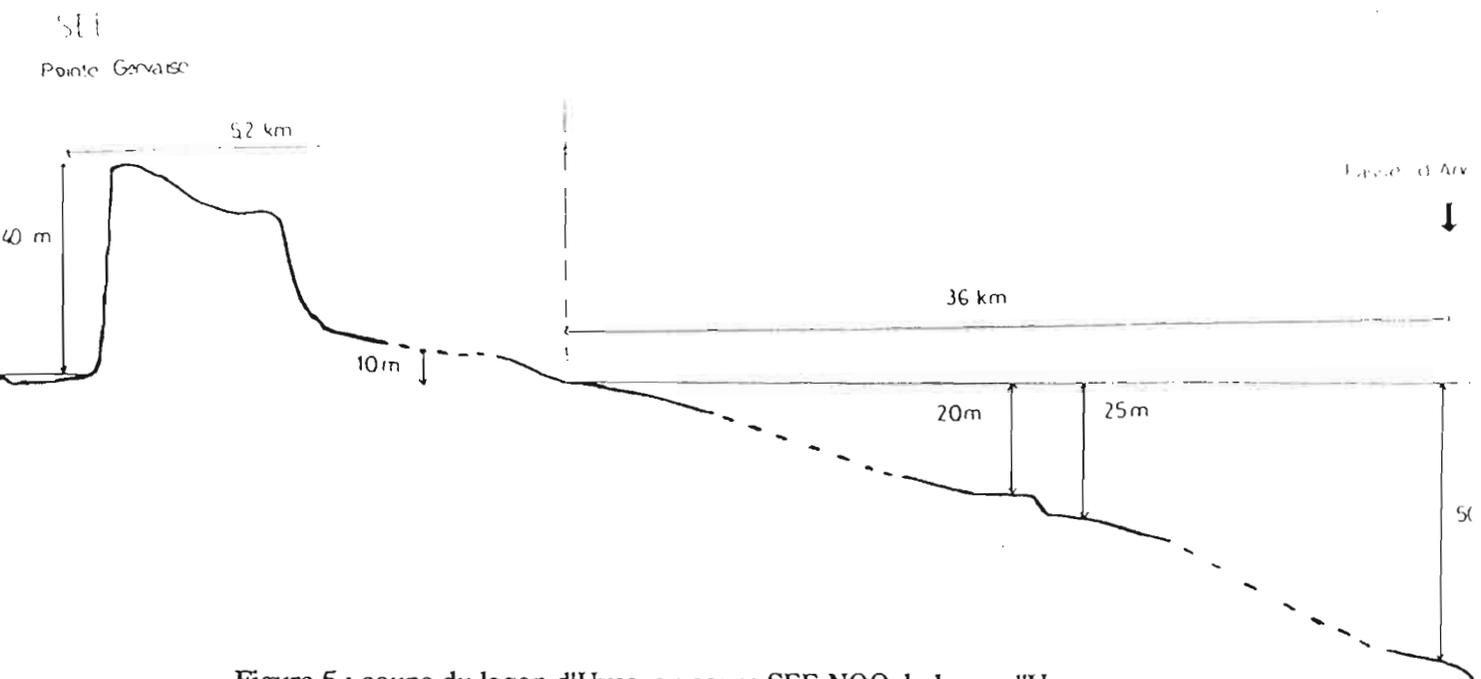


Figure 5 : coupe du lagon d'Uvea, a : coupe SEE-NOO du lagon d'Uvea.

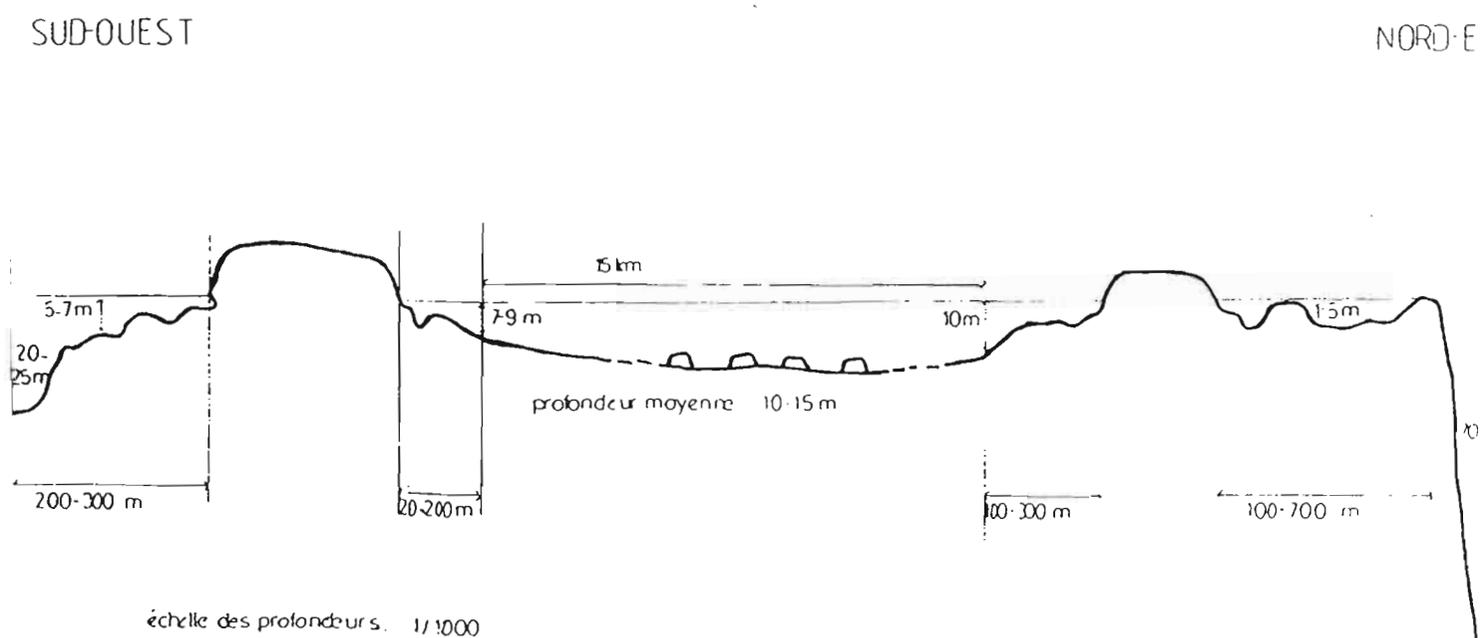


Figure 5 : coupe du lagon d'Uvea, b : coupe SO-NE du lagon d'Uvea.

Le lagon occupe la plus grande partie de cette surface. Il est délimité à l'est par l'île d'Uvéa, et ailleurs par un récif barrière discontinu. Sa profondeur augmente régulièrement depuis le rivage pour atteindre 50 mètres dans l'extrémité ouest. Toutefois les 3/4 du lagon ont une profondeur inférieure à 30 mètres. La quasi totalité du lagon est exposé aux vents dominants sud-est (fig. 5 a,b).

La principale caractéristique sédimentologique est la faible épaisseur du substrat meuble (l'épaisseur moyenne est de 5 cm), qui occupe cependant une surface de 80% (valeur faible en comparaison du lagon sud de la Nouvelle-Calédonie). Ces sédiments contiennent un taux élevé en carbone (ce qui implique qu'il n'y a pas d'apports terrigènes) et peu de vases. Les caractéristiques générales sont des conditions hydrodynamiques homogènes et modérées, avec une production sédimentaire faible, et équilibrée entre les particules fines et grossières. Il existe très peu de déplacement de ce sédiment (Chevillon, 1992).

Les coupes (figures 5a et 5b) du lagon montrent que nous pouvons considérer que la profondeur augmente progressivement selon un axe SEE-NOO, vers les passes situées à l'extrémité ouest de l'atoll, et qu'elle reste à peu près constante dans l'axe SO-NE.

Toutefois, il convient de distinguer ce milieu de celui du récif barrière. Les fonds durs y représentent 60% de la surface, et la production de sédiments y est forte, la couche y atteignant les 20 cm. De plus, au niveau des passes, il existe un déplacement de sédiments pouvant être important (Chevillon, 1992).

4-2/ L'étude des ressources halieutiques d'Uvea

La Province des Iles a demandé à l'ORSTOM d'estimer les stocks de poissons de l'atoll d'Uvea. La pêche est sur l'atoll la principale activité économique, et il existe une volonté locale de la développer, au regard des stocks supposés importants. Les principaux points abordés dans cette étude, très générale, devront permettre une meilleure connaissance du lagon et de son peuplement, ainsi que de ses potentialités économiques. Ce travail prévoit:

- l'étude des stocks sur fonds meubles,
- l'étude des stocks sur fonds durs,
- la composition en sédiments des fonds meubles,
- la connaissance du benthos sur les fonds meubles et durs,
- l'étude du plancton (biomasse, production),
- la production primaire benthique.

Le présent mémoire a été réalisé dans le cadre de l'étude de ce lagon. *L. nebulosus* étant l'espèce principale des pêches effectuées lors de cette évaluation, il a été décidé d'analyser les principaux traits de la population de cette espèce à Uvea : sa distribution, ses caractéristiques biologiques ainsi que le régime alimentaire de ce poisson. Ces traits seront considérés en regard d'autres résultats de cette étude de l'ORSTOM, en particulier la sédimentologie, le benthos et les renseignements fournis lors de comptages en plongée.

MATERIEL ET METHODE

1/ Echantillonnage

1-1/ Stratégie d'échantillonnage

Les observations et les captures ont été réalisées sur 129 stations, dont la position a été déterminée par un quadrillage régulier du lagon, de deux milles, en quinconce (figure 6 et 7). Plusieurs types de station peuvent être distingués, selon les différentes études qui y ont été menées:

- pêche et capture d'individus (129 stations), (figure 6);
- étude du benthos (62 stations, n° pairs), (figure 6);
- étude du sédiment (62 stations, n° pairs), (figure 6);
- plongée (46 stations), (figure 7);

Toutes les stations ont été pêchées, seules certaines ont fait l'objet d'études complémentaires en plongée, ou au niveau du benthos et du sédiment.

Les matériels et méthodes pour l'étude du benthos, sont données par Clavier *et al.* (1992), et ceux pour le sédiment par Chevillon (1992). La méthode utilisée pour les comptages en plongée est identique à celle décrite par Kulbicki *et al.* (1992).

1-2/ Méthode de prélèvements et de pêche

Au total, 4 campagnes de pêche ont été réalisées dans le lagon:

- du 4 au 14 août 1991,
- du 2 au 22 septembre 1991,
- du 11 au 22 novembre 1991,
- du 16 au 26 mars 1992.

Sur chaque station l'action de pêche s'est effectuée de la façon suivante. Une embarcation motorisée de 4,5 m comportant deux pêcheurs était mouillée sur la station une demi-heure avant l'heure légale du coucher du soleil. Chaque pêcheur disposait d'une ligne à main, grée suivant le schéma de la figure 8 et appâtée avec du calmar (*Loligo spp.*). Après une demi-heure de pêche, l'embarcation était déplacée d'environ deux cent mètres. Cette opération était répétée au total 4 fois au cours de l'action de pêche de façon à former un quadrilatère autour du point matérialisant la station. Dès la fin de celle-ci l'embarcation ramenait le poisson à la chambre froide du vaisseau mère (soit environ 20 mn après la fin de la pêche). Les poissons collectés étaient analysés le lendemain matin.

1-3/ Données recueillies

Au cours de l'analyse des poissons, les gonades et l'appareil digestif étaient prélevés. Les paramètres suivants étaient notés pour chaque poisson sur une étiquette :

- la taille en millimètre, à 5 mm près, (les tailles sont prises longueur à la fourche, L.F.)
- le poids en gramme, à 5 g. près,
- le sexe (mâle 1, femelle 2, indéterminé 9),
- le stade sexuel (tableau 1),

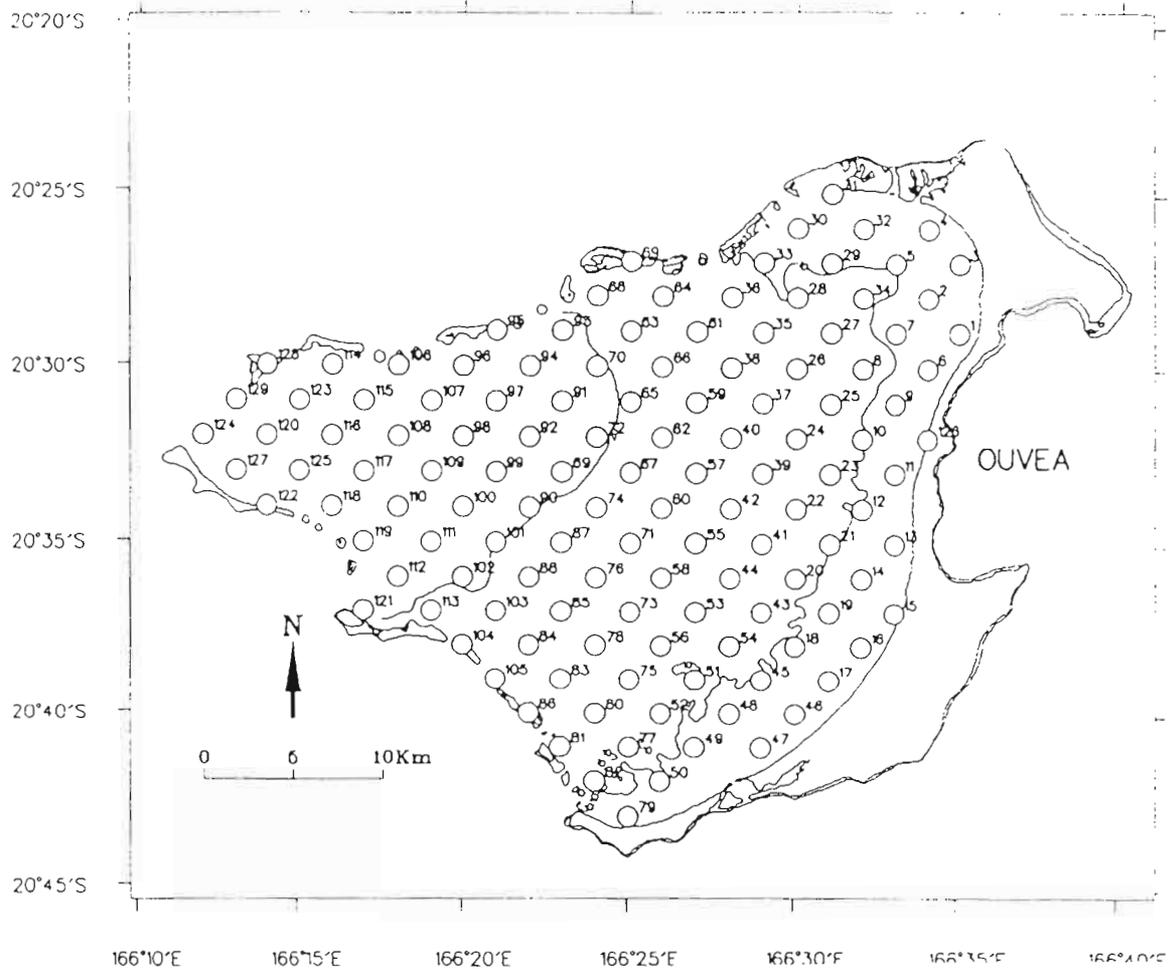


Figure 6 : situation des stations de pêche, et d'études du sédiment et du benthos (n° pairs).

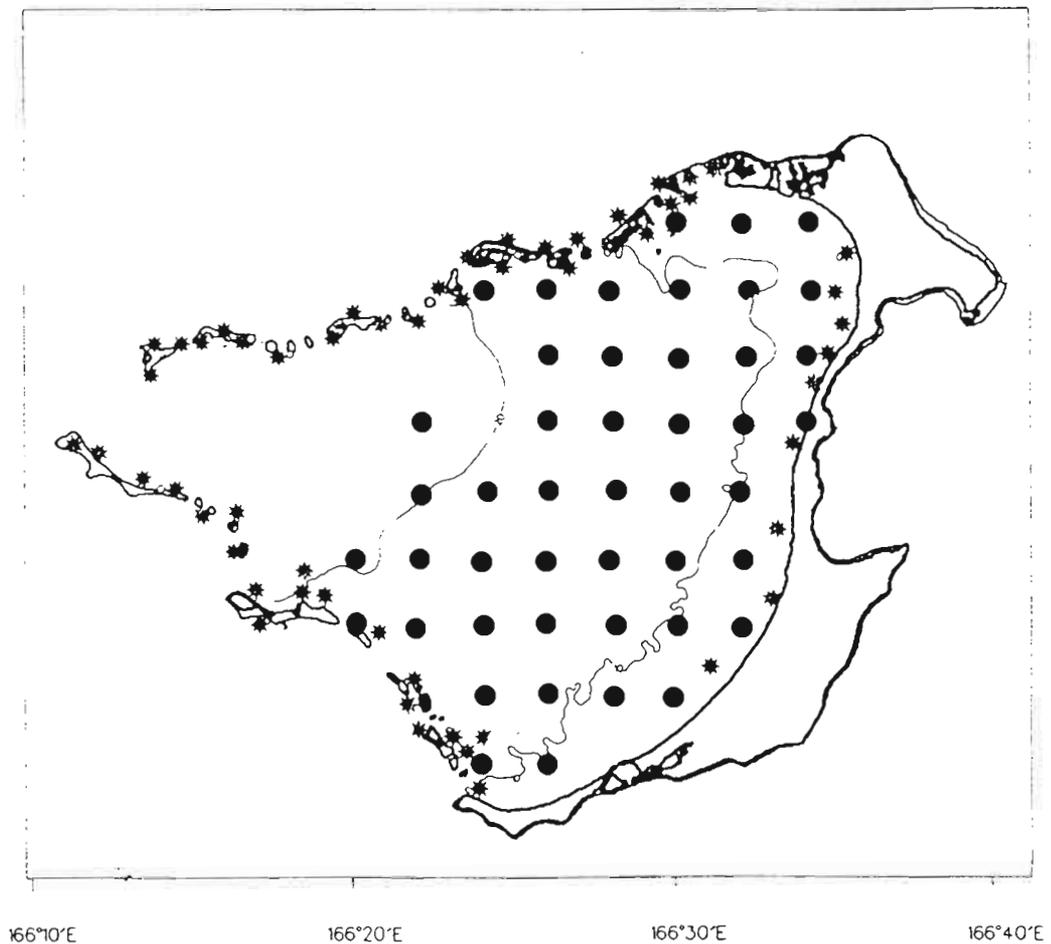


Figure 7 : situation des stations de plongée :

- ★ fonds durs;
- fonds meubles.

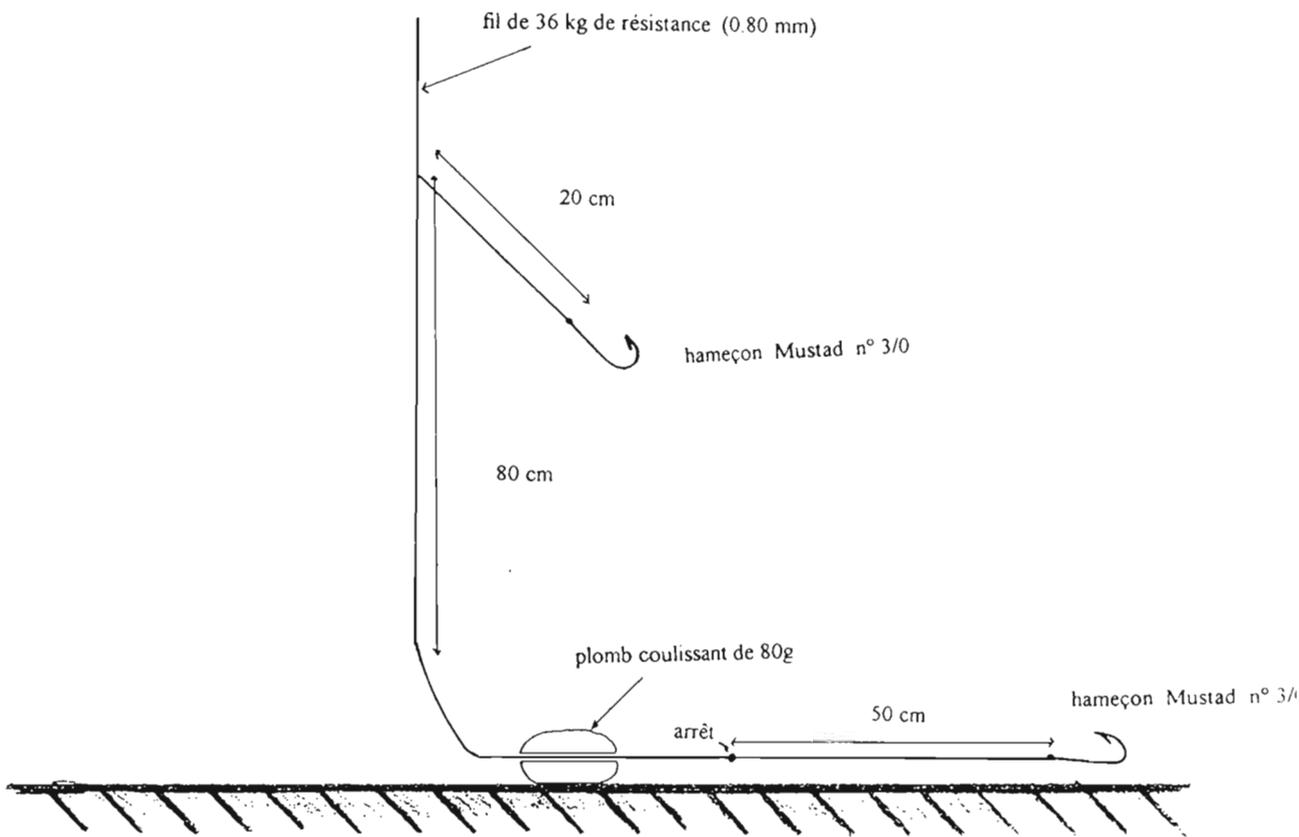


Figure 8 : schéma du montage des lignes à main.

- la date de capture,
- le numéro de la station.

Tableau 1 : correspondance et description des codes de stade sexuel

Etat de la gonade		
	MALES	FEMELLES
stade 0	Filet	Filet
stade 1	Longue et mince	Légère vascularisation
stade 2	Ne coule pas à la section	Opaque, pas d'oeufs visibles
stade 3	Coule légèrement après section	Aspect granuleux
stade 4	Coule après section	Les oeufs commencent à se détacher
stade 5	Coule par pression	Les oeufs sortent par pression

1-4/ Stockage des estomacs

Les appareils digestifs et les gonades étaient placées avec l'étiquette dans du formol à 10% et dans de l'eau de mer dans des sachets individuels percés. Tous les spécimens étaient traités 18 heures au plus tard après leur capture.

2/ Analyse des contenus stomacaux:

L'analyse des prélèvements des contenus stomacaux s'est déroulée sous une hotte aspirante. Ces prélèvements ont été réalisés par dissection, et disposés dans des coupelles en verre.

Une première mesure était alors réalisée, consistant à considérer l'importance du remplissage de l'appareil digestif (sur une échelle de trois mesures possibles: vide, moyen, plein).

Les taxa des différentes proies étaient alors identifiées et séparées. L'identification était faite par rapport à une collection de référence disposée dans des piluliers, avec de l'alcool, et qui était constituée au fur et à mesure que de nouveaux taxa de proies étaient rencontrés. Ces échantillons étaient dans le même temps codifiés, par trois chiffres, et regroupés autant que possible par embranchement: Mollusques (Bivalves et Gastéropodes), Echinodermes, Vers, Crustacés, Poissons, Divers. Par la suite, quelques erreurs commises dans cette attribution des codes, ainsi que le nombre de Bivalves beaucoup plus élevés que prévu et les redondances ont conduit à un recodage et à un nouveau regroupement des codes.

Pour chaque type de proie (correspondant à un même code), le pourcentage volumétrique était estimé à vue. Cette méthode assez grossière à priori s'est révélée être satisfaisante dans des études antérieures, (Kulbicki, comm. pers.), quand le nombre d'échantillons est élevé. De plus, une mesure des poids humides des proies n'aurait pas eu une grande signification du fait de la présence de mollusques et de crustacés dont les coquilles ou les carapaces représentent un poids non négligeable et n'ont aucune valeur nutritive. Enfin, la mesure précise du volume (par immersion par exemple) présentait des problèmes techniques difficiles à résoudre (en particulier les matières liquides du contenu sont très délicates à recueillir) et demandent un temps considérable pour un gain de précision peu important en regard des résultats recherchés pour la présente étude. Cette méthode rapide a de plus permis l'analyse de l'ensemble des contenus stomacaux, apportant ainsi un nombre de mesures important, ce qui, au niveau des calculs et des interprétations des analyses statistiques représente un avantage non négligeable.

3/ Méthodes analytiques

Les comparaisons des proportions dans les tableaux ont été effectuées par des tests du χ^2 (Solka et Rohlf, 1980). Il convient de noter qu'il est nécessaire pour réaliser ce test d'avoir moins de 20% des cellules (effectifs théoriques), comportant moins de 5 individus.

Dans le cas contraire, le test n'a pas été effectué. Il existe des tests, (par exemple G-test, Sokal et Rohlf, 1980) pour pallier à ce problème, mais les statisticiens ne sont pas unanimes sur leur emploi (Sigel et Castelan, 1989). Pour cette raison, ils n'ont pas été utilisés dans le présent rapport.

Les droites de régression ont été calculées d'après la méthode des moindres carrés (Neter et Wassermann, 1974). Dans le cas de données semi-quantitatives (regroupement par classe), les données ont été pondérées par les effectifs (Neter et Wassermann, 1974).

Des analyses hiérarchiques ont été réalisées sur les pourcentages et les nombres d'occurrences des proies dans les estomacs, ainsi que pour les effectifs et le nombre d'espèces du benthos. Les procédures utilisées ont été l'indice de similarité des pourcentages (Legendre et Legendre, 1984), pour l'étude des pourcentages, le complément de l'indice de Kulczynsky (Legendre et Legendre, 1984), et l'indice de perte d'inertie pour l'étude du nombre d'espèce dans le benthos. Dans les deux cas, la recherche des groupements s'est faite avec la distance moyenne pondérée.

Les contourages ont été effectuées avec l'utilisation de la routine "ECOPATH" du logiciel UNIRAS.

RESULTATS GENERAUX

1/ Généralités

Il est apparu nécessaire de présenter en premier lieu les résultats sur la biologie de *L. nebulosus* afin de pouvoir expliciter par la suite l'analyse des contenus stomacaux.

Au total, il a été capturé 3996 poissons dans le lagon d'Uvea, répartis en 48 espèces et 12 familles, dont 1342 *Lethrinus nebulosus*, soit 34% des prises totales.

L'ensemble de cette population de *Lethrinus nebulosus* a une taille moyenne de 369 mm, pour un poids moyen de 1035 g, les tailles minimales et maximales sont respectivement de 80 et 550 mm (pour des poids extrêmes de 80 et 3340 g).

Les appareils digestifs étaient dans un bon état de conservation, ainsi que la plupart des contenus, hormis ceux comportant des parties non protégées par des coquilles par exemple, et qui ont été attaqués par les sucs digestifs avant la capture, et par le formol (solution légèrement acide). Les proies provenant d'organismes comme les vers, ou les contenus de coquillages étaient parfois difficilement identifiables. Au total, 1342 contenus stomacaux ont été disséqués et analysés.

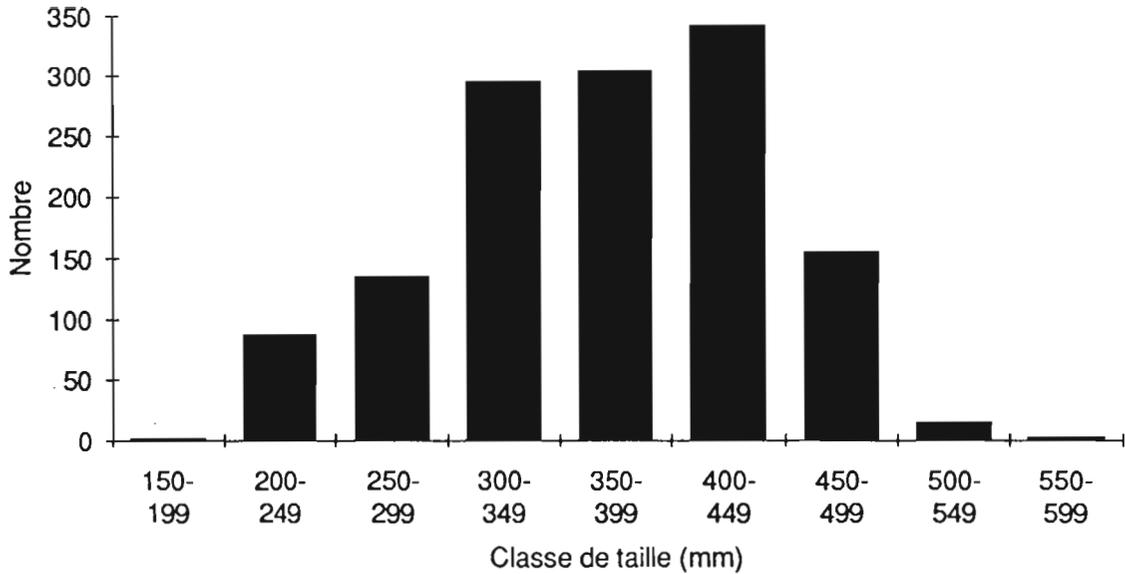


Figure 9 : répartitions des *Lethrinus nebulosus* par classe de taille (5cm).

2/ Biologie générale

2-1/ Relations taille / poids

Cette étude est basée sur la relation suivante (Le Guen et Laurec, 1981):

$\ln(\text{Poids}) = a_1 + b_1 \cdot \ln(\text{Taille})$, avec le Poids en g, et la Taille en mm.

ce qui s'écrit encore: $\text{Poids} = a \cdot \text{Taille}^b$,

où a_1 , b_1 , a et b sont des coefficients réels, et \ln désigne le logarithme népérien.

2-1-1/ Relation Taille-Poids générale

L'analyse des 1342 poissons donne les coefficients de la relation taille-poids par sexe et pour tous les poissons dans le tableau 2.

Pour l'ensemble des individus, cette relation est la suivante:

$$\text{Poids (g)} = 2.672 \cdot 10^{-5} \cdot \text{Taille}^{2.933} \text{ (mm)} \quad (\text{avec } r^2=0.981)$$

2-1-2/ Relations Taille Poids selon le sexe des individus

L'étude statistique des coefficients de pente et les points d'interception des droites pour les populations mâles et femelles par un F-test (Neder & Wassman, 1972) montre que les relations taille-poids sont significativement différentes suivant le sexe ($\alpha < 0.001$) (tableau 2).

Tableau 2: valeurs des coefficients pour les droites de régression Taille-Poids.
st : désigne la déviation standart.

	nbre individus	a1	b1	st a1	st b1	r ²
Mâles	509	-10.8292	2.9925	0.1411	0.0234	0.984
Femelles	574	-10.608	2.9559	0.1336	0.0224	0.984
Total population	1083	-10.53	2.9432	0.0653	0.0111	0.981

Note : le total des individus est de 1083, les poissons immatures (sexe indéterminé) n'ayant pas été pris en compte.

2-2/ Etude de la relation taille / sexe

Le tableau 3 montre que le sexe-ratio n'est pas constant avec la taille. Un test du Chi-2 indique que cette variation du sexe-ratio est significative ($\alpha < 0.001$) avec la taille des poissons. Néanmoins, ceci est essentiellement le fait des deux colonnes 350-400 mm et 450 mm et plus. Les mâles dominent dans la première (58%), les femelles dans la seconde (28%).

Tableau 3: répartition des sexes suivant la taille.

où: total M F représente la somme des individus mâles et femelles.

N.C. : non calculé (effectif trop faible)

χ^2 indique si la valeur obtenue pour le test partiel est significative ou non:

N.S. non significatif,

* significatif à $\alpha < 0.05$,

** très significatif à $\alpha < 0.001$.

χ^2 ($\alpha < 0.05$ df=10) = 18.31.

Classe de taille (en millimètre)

	0-249	250-299	300-349	350- 399	400-449	450-et plus	Total
Males	3	30	117	169	142	47	509
Femelles	3	31	113	123	185	119	574
Total M F	6	61	230	292	327	166	1083
% de mâles	50%	50%	51%	58%	43%	28%	47%
χ^2	N.C.	N.S.	*	**	*	**	40.53

Note : le total des individus est 1083, les poissons de sexe indéterminé n'ayant pas été pris en compte

2-3/ Répartition des poissons avec la profondeur

2-3-1/ Importance de la taille

Il n'est pas possible de réaliser un test du Chi-2 sur le tableau 4 pour comparer la répartition des tailles, car le nombre de cases comportant des valeurs inférieures à 5 est trop important. Un regroupement des colonnes ou des lignes retirerait beaucoup d'intérêt aux données. Le tableau 4 indique cependant que les petites tailles ne sont pas présentes aux grandes profondeurs, et que par contre les grandes tailles peuvent représenter une part importante des prises en eaux peu profondes.

Tableau 4 : répartition des individus par classe de taille et par profondeur.

Les pourcentages indiquent l'importance relative de chaque classe de taille pour une classe de profondeur donnée.

Taille en millimètre	Classe de profondeur (en mètre)										Total
	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	
0 - 249	23%	19%	13%	0	0	2%	0	0	0	0	90
250- 299	5%	11%	21%	10%	0	0	0	0	0	0	136
300- 349	23%	24%	27%	32%	10%	10%	10%	0	0	0	296
350- 399	18%	18%	21%	27%	21%	21%	28%	9%	37%	0	304
400- 449	27%	19%	14%	23%	41%	43%	36%	44%	37%	83%	342
450- 600	5%	8%	4%	8%	28%	23%	26%	47%	26%	17%	174
TOTAL	44	130	396	370	78	107	118	66	27	6	1342

Nota: le total des individus regroupe l'ensemble de la population.

2-3-2/ Importance du sexe

Le tableau 5 indique la répartition des sexes chez *Lethrinus nebulosus*, d'après la profondeur. Malgré une corrélation de la taille et du sexe-ratio (tableau 3), le tableau 5 montre qu'il n'y a pas de différences significatives du sexe-ratio en fonction de la profondeur.

Tableau 5: répartition bathymytrique des sexes.

χ^2 indique si la valeur obtenue pour le test du Chi-2 partiel est significative ou non:

N.S. non significatif,

* significatif à $\alpha < 0.05$,

** très significatif à $\alpha < 0.001$.

$\chi^2 (0.05 \text{ df}=16) = 26.3$

sexe	Classe de profondeur (en mètre)										Total
	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	
Males	14	38	127	151	29	36	52	38	21	3	509
Femelles	16	49	115	182	48	62	65	28	6	3	574
Males	47%	44%	52%	45%	38%	37%	44%	58%	78%	50%	47%
Femelles	53%	56%	48%	55%	62%	63%	56%	42%	22%	50%	53%
TOTAL	30	87	242	333	77	98	117	66	27	6	1083
χ^2	N.S.	N.S.	*	*	*	*	*	*	*	N.S.	20.90

2-4/ Groupements des poissons par sexe

Bien que les *L. nebulosus* n'aient pas une répartition particulière selon le sexe en fonction de la profondeur, il est possible que ces poissons se regroupent par agrégats de sexe différents. Pour tester cette hypothèse, deux études du sexe-ratio ont été réalisées, avec des conditions particulières.

2-4-1/ Cas des individus matures

Dans un premier temps, les stations comportant plus de 10 individus de taille supérieure à 350 mm, ont été regroupées en classes suivant le sexe-ratio qui y a été observé. Cette limite de taille permet de ne considérer que les individus ayant atteint la maturité sexuelle (cf chap. 2-6). Dans le cas

d'un regroupement des individus par agrégats, sans distinction de sexe, ce qui est le cas pour la plupart des espèces, la valeur du sexe-ratio devrait être proche de 47%, qui est la valeur du sexe-ratio pour l'ensemble de la population. Si, au contraire, la répartition des individus était une répartition par agrégats de même sexe, le nombre de stations par classe de sexe-ratio serait plutôt centré sur des valeurs faibles ou fortes du sexe-ratio (selon que les agrégats soient mâles ou femelles).

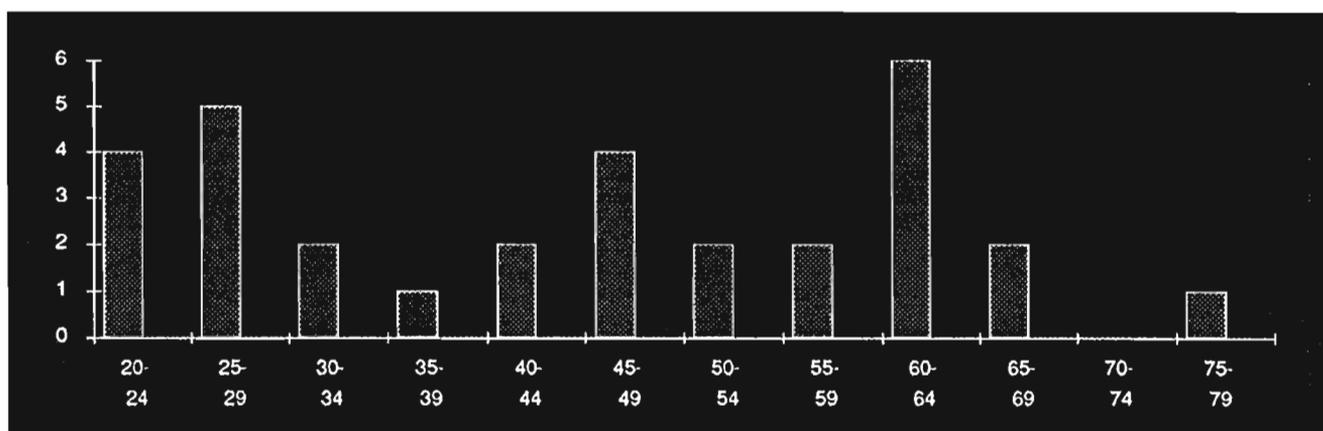


Figure 10 : sexe ratio pour les individus sexués de taille supérieurs à 350 mm.
Seules les stations où ont été capturé plus de 10 individus sont considérées.

La figure 10 montre une distribution plurimodale qui ne suit pas une loi normale, centrée sur la classe de taille 45-49%, et de ce fait, la répartition des individus matures sexuellement ne peut être considérée comme étant sous forme d'agrégats de sexe différent, cette hypothèse doit donc être rejetée. La répartition des poissons dans le lagon selon les sexes est donc sous forme de bancs de sexes séparés.

2-4-2/ Cas de l'ensemble de la population

Nombre de stations

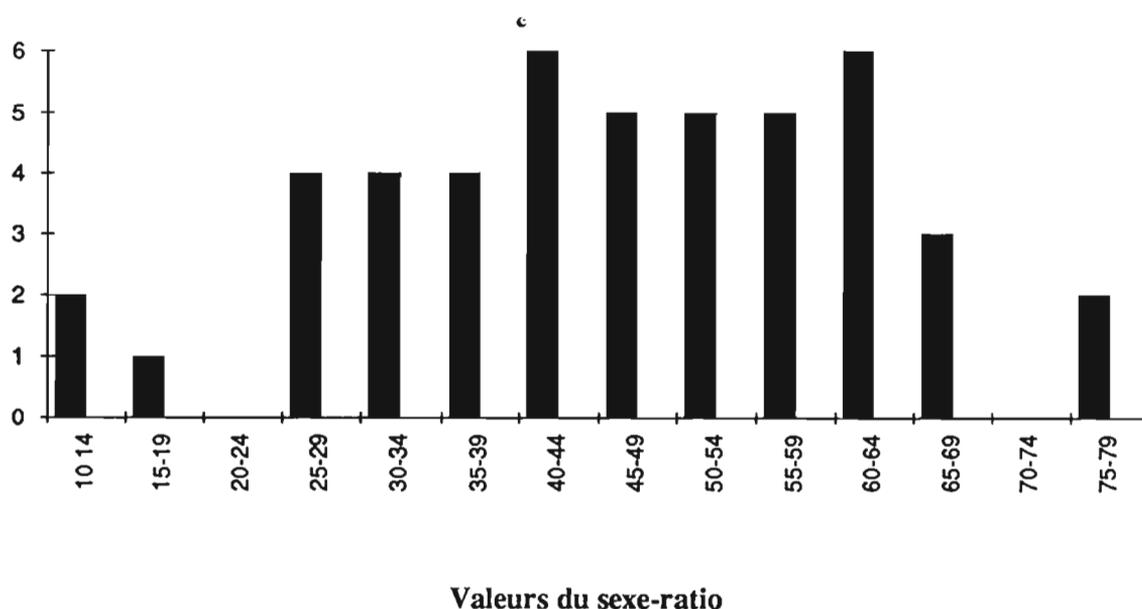


Figure 11 : nombre de stations selon les valeurs du sexe-ratio, pour l'ensemble de la population.

D'après la figure 11, l'ensemble de la population se répartie d'une manière homogène autour du sexe-ratio, selon une distribution proche de la loi normale, centrée autour de la classe de sexe-ratio 45-49%. Les individus non matures se répartissent donc en agrégats mixtes, d'autant plus, que sont pris en compte dans ce graphe les individus matures.

2-5/ Détermination de la maturité sexuelle et de la période de reproduction

La taille de maturité sexuelle pour cette espèce a déjà été évaluée pour certaines populations par Loubens (1980a) et Walker (1975). Elle est définie comme la taille à laquelle le poisson passe du stade juvénile immature au stade adulte capable de participer à la reproduction. Elle est déterminée par la classe de taille où plus de 50% des individus ont atteint la maturité, soit dans notre cas, dès le stade 4.

Pour déterminer la taille de première maturité, seuls les individus capturés durant les périodes de reproduction supposées, Loubens (1977, 1980a) ont été considérés, soit entre les mois de juillet et octobre inclus.

Toutefois, ce calcul ainsi que la corrélation entre stade sexuel et taille, est difficile à réaliser. Certains individus de grandes tailles peuvent avoir achevé leur période de reproduction et être à des stades sexuels 1, 2 ou 3 (voire 0), alors qu'ils sont matures sexuellement.

Tableau 6: pourcentage des différents stades sexuels par classe de taille pour les individus mâles, durant la période de reproduction.

		Stade sexuel						
	taille (mm)	stade 0	stade 1	stade 2	stade 3	stade 4	stade 5	total
M	250-299		35%	53%	12%			17
A	300-349		32%	35%	22%	12%		60
L	350-374		3%		15%	36%	46%	39
E	375-399			2%	7%	39%	52%	44
S	400-449				3%	21%	76%	99
	450 et plus				2%	5%	93%	41
	total		26	31	28	61	154	300

Tableau 7: pourcentage des différents stades sexuels par classe de taille pour les individus femelles, durant la période de reproduction.

		Stade sexuel						
	taille (mm)	stade 0	stade 1	stade 2	stade 3	stade 4	stade 5	total
F	0-249							
E	250-299		83%	17%				12
M	300-349		37%	55%	7%	2%		60
E	350-374		17%	22%	16%	28%	17%	76
L	375-399		3%	7%	11%	40%	39%	70
L	400-449		2%	2%	2%	31%	64%	61
E	450 et plus			2%	4%	20%	74%	101
S	total		48	60	29	89	154	380

D'après les tableaux 6 et 7, la taille de maturité sexuelle peut être définie comme suit:

- pour les mâles, entre 350 et 375 mm (L.F.),
- pour les femelles, entre 375 et 399 mm (L.F.),

Le tableau 8 indique l'importance relative des poissons de stade supérieur à 4, donc en période de reproduction, durant les mois d'août et de septembre. Nos données ne permettent cependant pas de connaître l'étendue de l'ensemble de la période de fraie.

Tableau 8: pourcentage des *Lethrinus nebulosus* au stade sexuel supérieur ou égal à 4, par rapport à l'ensemble de la population.

Seuls les poissons d'une taille supérieure à 350 mm ont été considérés.

	mois des captures				
	mars	août	septembre	novembre	total ind
nb mature	0	8	330	2	340
nb total	97	18	536	152	803
% mature	0	44%	62%	1%	42%

2-6/ Estimation de l'âge de maturité

L'âge des poissons a été déterminée par une relation avec la taille d'après les travaux de Baillon (1990), Mc Pherson (1982) et Loubens (1980a). Il est estimé comme suit:

Tableau 9 : relation entre taille (mm) et âge (années).

AGE	TAILLE : minimum et maximum en mm	nbre d'individus capturés	
1 - 2	< 150	18	taille de maturité sexuelle
2 - 3	150 - 210	504	
3 - 4	210 - 350	646	
4 - 5	350 - 450	168	
5 - 6	450 - 530	3	
6 - 7	530 - 590		
7 - 8	590 - 630		
8 - 9	630 - 650		

D'après le tableau 9, la maturation s'effectuerait entre 4 et 5 ans, et ce, pour les deux sexes. Il est intéressant de noter que la plupart (87%) des poissons capturés le seraient avant leur maturité.

3/ Répartition spatiale des poissons dans le lagon d'Uvea

Cette étude est présentée dans un but indicatif, afin d'aider à la compréhension des paramètres biologiques de *L. nebulosus*, et sa répartition dans le lagon d'Uvea.

3-1/ Répartition générale des poissons

3-1-1/ Répartition de la diversité spécifique

Il a été capturé au maximum 14 espèces par pêche. La diversité en espèce suit un gradient d'est en ouest qui est lié à la bathymétrie (figure 12), avec cependant au centre du lagon une zone où le nombre d'espèce est important.

3-1-2/ Répartition de la CPUE en nombre

Contrairement à la diversité, pour les CPUE en nombre, on n'observe pas de gradient lié à la profondeur (figure 13). Les prises ont été les plus nombreuses au centre du lagon. La bande cotière apparaît comme étant la plus pauvre.

3-1-2/ Répartition de la CPUE en poids et du poids moyen

Les CPUE en poids (figure 14) ainsi que les poids moyens (figure 15) montrent un très net gradient est-ouest, lié à la bathymétrie : plus on pêche profond et plus les captures sont importantes, et la taille des prises est grande. On note que dans la bande cotière, prises et poids moyens sont faibles. C'est dans cette zone que d'après les études en plongée, se situent la plupart des juvéniles des espèces pêchées.

3-2/ Répartition des *Lethrinus nebulosus*

3-2-1/ Répartition des CPUE en effectif

Il est intéressant de remarquer que la répartition des captures n'est pas du tout homogène dans le lagon (figure 16), mais qu'elles sont centrées sur deux zones, dont la plus importante est située à 3-4 miles du rivage, dans des fonds de 12-15 mètres. A noter que les *L. nebulosus* représentent près du tiers des effectifs des poissons capturés, et de ce fait, il est possible qu'ils soient l'espèce capturée majoritaire dans cette zone. Par contre les captures sont nulles ou presque sur les récifs, et leurs abords, à l'exception des passes au nord et à l'extrême ouest de l'atoll.

3-2-2/ Répartition des CPUE

La carte des CPUE en poids et celle des poids moyens (figures 17 et 18) indiquent que les deux zones où les *L. nebulosus* ont été capturés en grand nombre sont différentes. Le poids des pêches est beaucoup plus important dans la zone éloignée des côtes, alors que les effectifs sont plus faibles. La population semble se diviser en deux zones, les gros poissons se situant préférentiellement dans les eaux plus profondes, et plus éloignées du rivage. Cette répartition est confirmée par la carte de distribution des captures selon le poids moyen, les plus gros poissons capturés se trouvant dans les eaux profondes, au centre du lagon. Ces résultats sont identiques à ceux observés pour l'ensemble des espèces (figure 14-15).

4/ Etude du taux de remplissage des contenus stomacaux

Il est vraisemblable que le taux de remplissage des estomacs est fonction de l'heure de pêche. Dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie, Kulbicki et *al.* (1987), ont montré que durant la

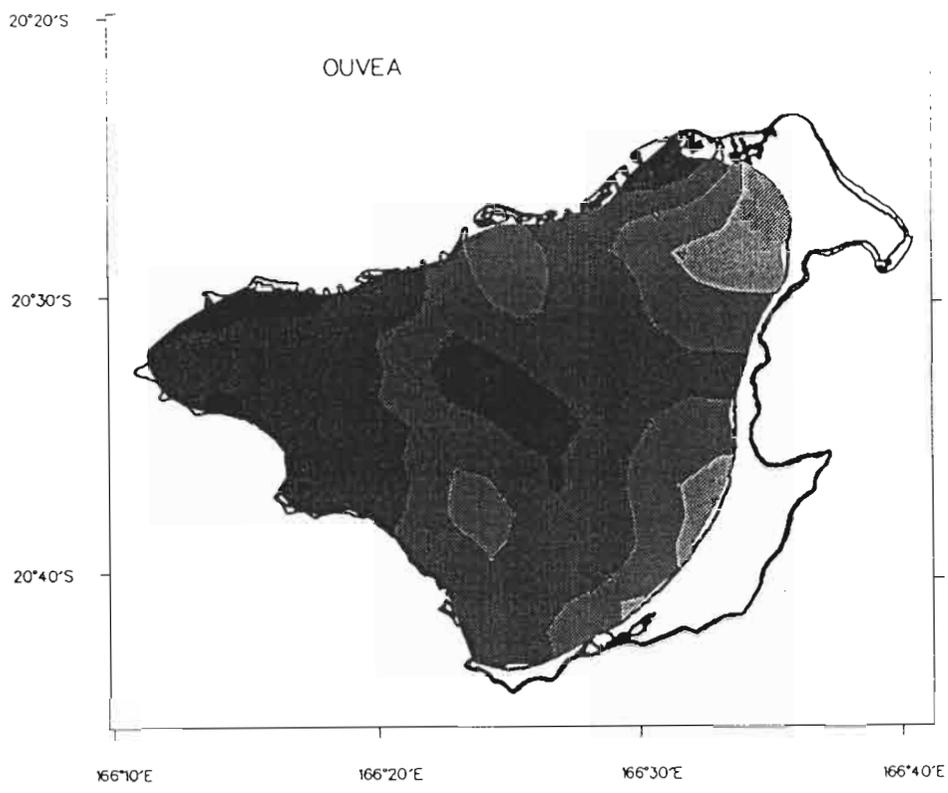


Figure 12 : nombre d'espèces pêchées lors des campagnes d'échantillonnage sur l'atoll d'Uvea.

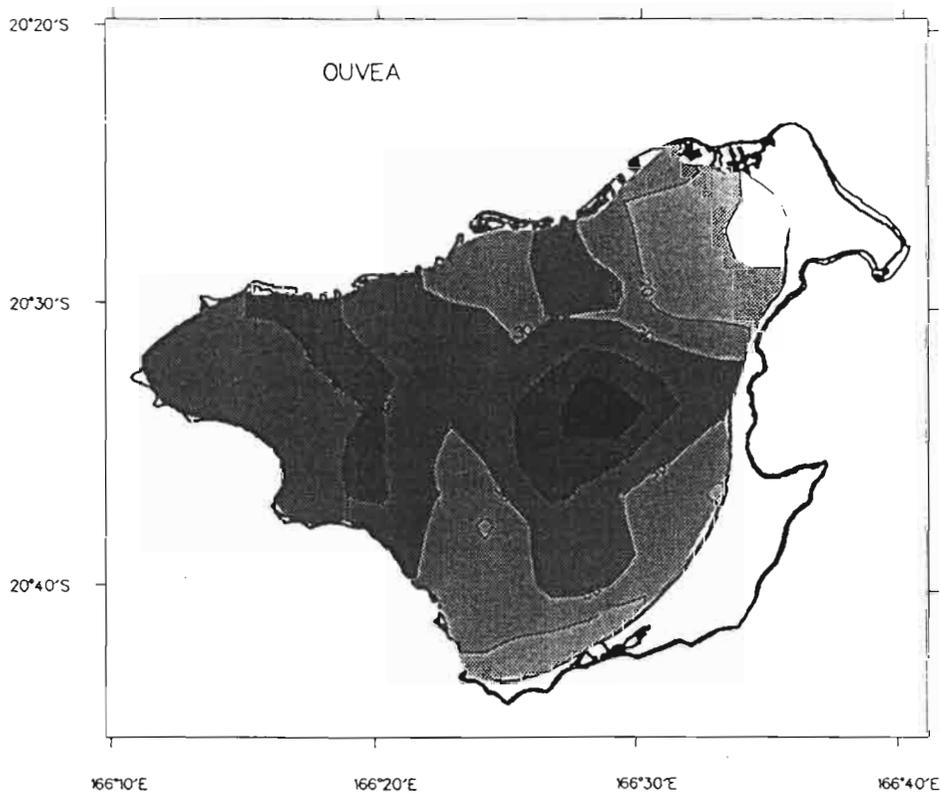


Figure 13 : Capture Par Unité d'Effort en effectifs de poissons sur l'atoll d'Uvea, toutes espèces confondues.

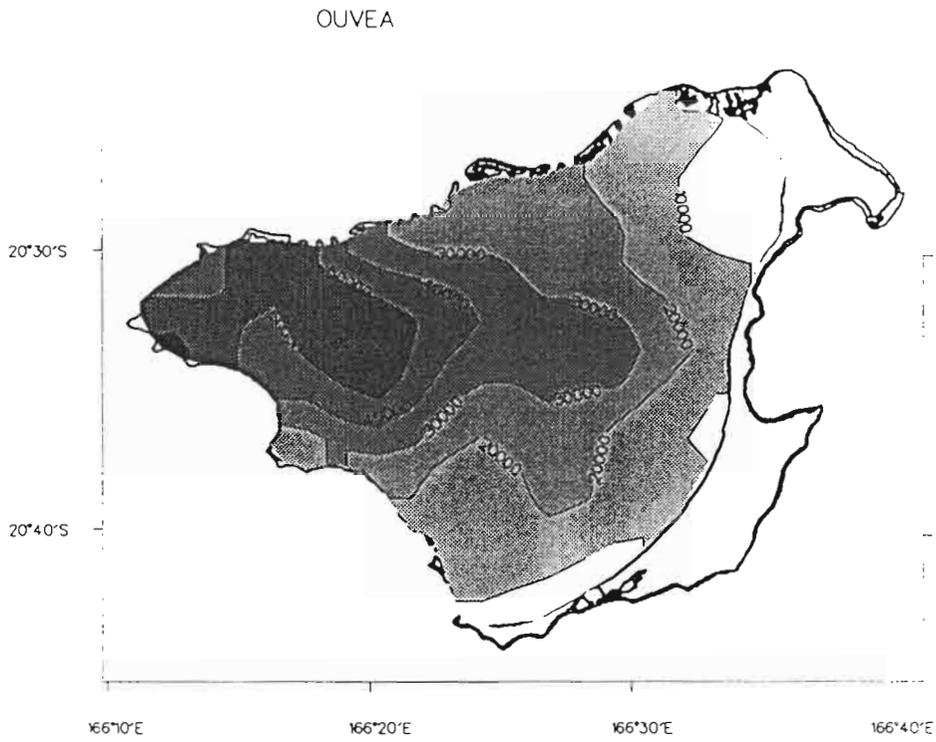


Figure 14 : Capture Par Unité d'Effort en poids (g) sur l'atoll d'Uvea, toutes espèces confondues.

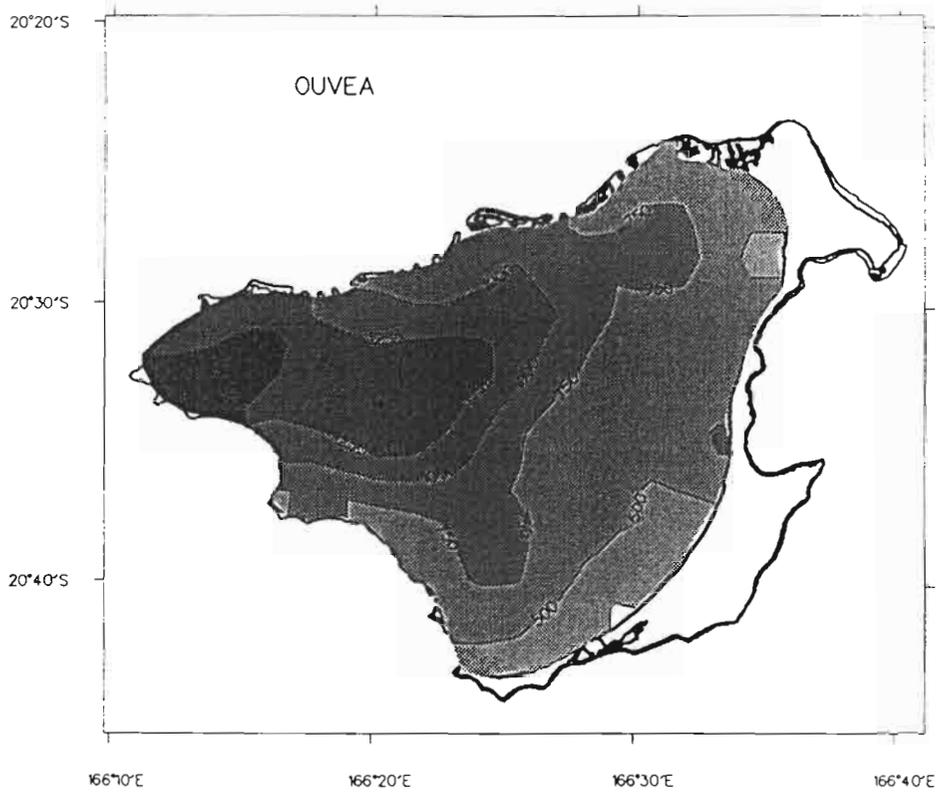


Figure 15 : répartition des captures selon le poids moyen des poissons sur l'atoll d'Uvea, toutes espèces confondues.

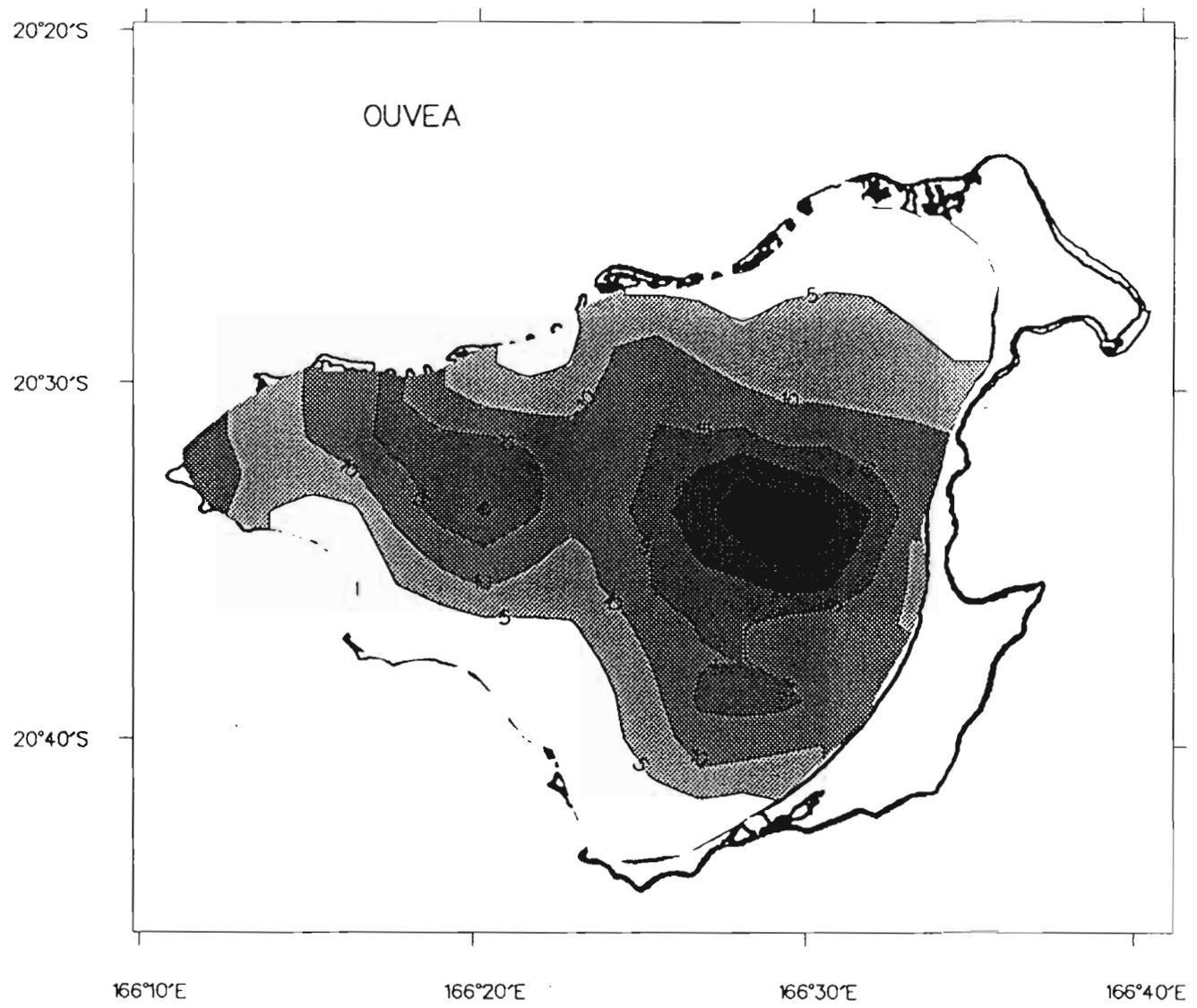


Figure 16 : Capture Par Unité d'Effort en effectif de *Lethrinus nebulosus* pêchés sur l'atoll d'Uvea.

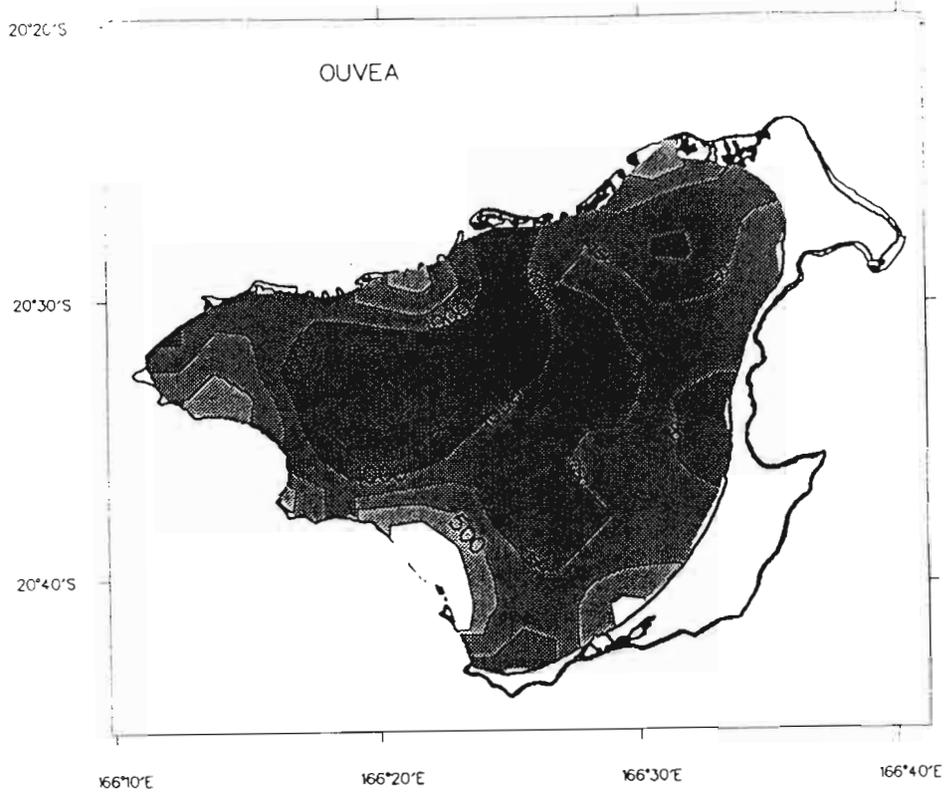


Figure 17: répartition des captures de *Lethrinus nebulosus* selon leur poids moyen (g) sur l'atoll d'Uvea.

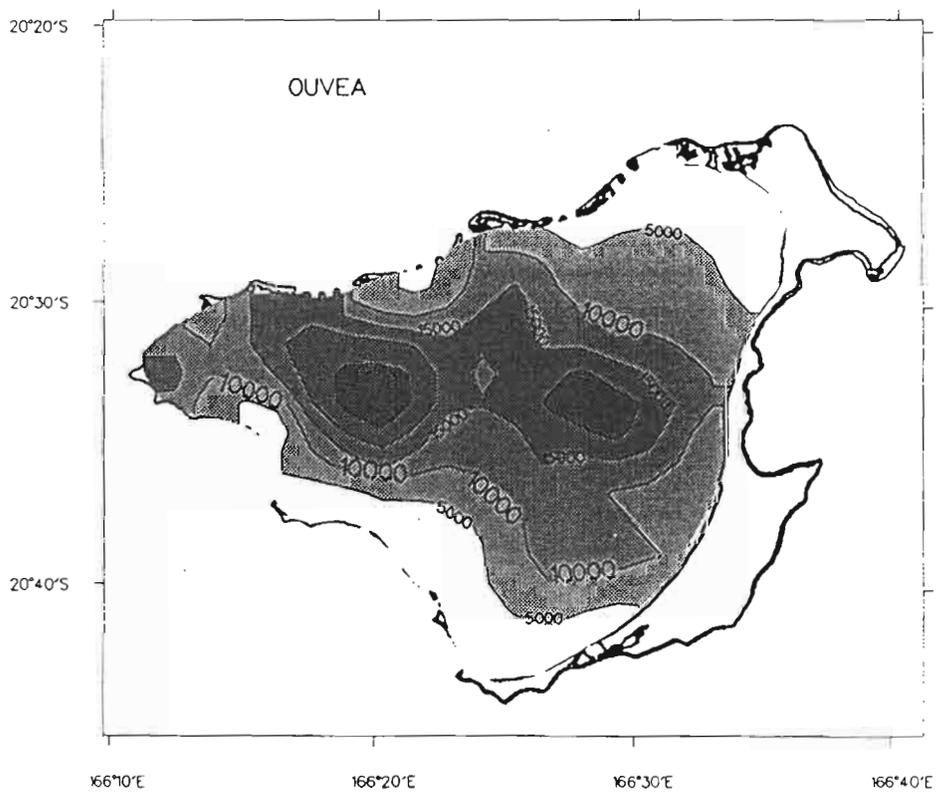


Figure 18 : Capture Par Unité d'Effort en poids, en poids (g) de *Lethrinus nebulosus* sur l'atoll d'Uvea.

journée, les captures de *Lethrinus nebulosus* à la palangre ne dépendait pas de l'heure de la journée, mais par contre, qu'à la ligne à main, ce poisson n'était capturé que de nuit. Les pêcheurs d'Uvea, ainsi que des expériences préliminaires ont indiqué que durant la journée, les rendements étaient proches de zéro, surtout par petit fond. Pour des raisons logistiques, il a été décidé de pêcher au cours des deux premières heures de la nuit (une demi-heure avant et une heure et demi après l'heure légale du coucher du soleil), bien que les rendements soient le plus souvent plus élevés plus tard dans la nuit. A cette heure, il est vraisemblable que les *L. nebulosus* commencent juste de se nourrir. En effet, des observations en plongée ont montré que durant la journée, ces poissons étaient immobiles, et n'ont jamais été observés en train de se nourrir ou de chercher de la nourriture.

4-1/ Etude selon le sexe

La proportion d'estomacs pleins varie de façon significative ($\alpha < 0.05$) avec le sexe, les immatures ayant davantage d'estomacs pleins (80%), que les femelles, et les femelles (69%) que les mâles (55%). (Tableau 10).

Tableau 10: pourcentage d'estomacs pleins ou vides selon le sexe des individus.

Seuls les individus de sexe mâle, femelle et les immatures ont été considérés.

χ^2 indique si la valeur obtenue pour le test partiel est significative ou non:

N.S. non significatif,

* significatif à $\alpha < 0.05$,

** très significatif à $\alpha < 0.001$.

χ^2 ($\alpha < 0.05$ df=2) = 5.99

	Sexe des individus			Total
	Mâles	Femelles	Indéterminé	
Estomacs vides	45%	31%	20%	456
Estomacs pleins	55%	69%	80%	859
Total	509	574	232	1315
χ^2	**	*	**	189.7

4-2/ Etude selon les stades sexuels des individus

4-2-1/ Cas général

Le pourcentage d'estomacs vides diminue en fonction de la maturation des gonades (tableau 11). Le calcul de la régression linéaire donne un coefficient de régression $r = 0.91$, (significatif à $\alpha < 0.01$ pour $n = 6$), et l'équation:

$$\% \text{ vides} = 22.81 + 6.74 * \text{stade.}$$

La plus forte proportion d'individus ayant l'estomac plein au stade sexuel 1 peut se comprendre si on considère que ce stade englobe aussi des animaux venant de se reproduire (et de grande taille).

Tableau 11: pourcentage d'estomacs pleins ou vides selon le stade sexuel

		Stade sexuel					
	stade 0	stade 1	stade 2	stade 3	stade 4	stade 5	Total
Estomacs vides	30%	20%	38%	42%	49%	59%	34%
Estomacs pleins	70%	80%	62%	58%	51%	41%	66%
Total	114	465	179	96	152	309	1242

Nota: le nombre d'individus considérés ici est de 1242, car les poissons de stade indéterminé n'ont pas été pris en compte.

4-2-2/ En période de reproduction

Les tableaux 12 et 13 indiquent que suivant le sexe, le remplissage des appareils digestifs varie. L'étude de régressions linéaires entre le stade sexuel et le taux de remplissage de l'appareil digestif est seulement significatif pour les mâles. On obtient un coefficient de régression de 0.92, pour n = 5 (significatif à $\alpha < 0.01$), et l'équation de la relation s'écrit :

$$\% \text{ vide} = 51.4 + 4 * \text{stade sexuel.}$$

Pour les femelles, le coefficient de régression est de 0.68, et donc, non significatif.

Les résultats avancés précédemment (les estomacs sont d'autant plus vides que le stade sexuel est avancé) concernent donc principalement les individus de sexe mâle, lors de la période de reproduction. Il est possible aussi que le transit intestinal soit plus lent chez les individus femelles.

Tableau 12: pourcentage des estomacs pleins ou vides en période de reproduction, pour les mâles.

		Stade sexuel					
MALES	stade 1	stade 2	stade 3	stade 4	stade 5	total	
Estomacs vides	58%	55%	64%	69%	71%	211	
Estomacs pleins	42%	45%	36%	31%	29%	99	
TOTAL	26	31	28	71	154	300	

Tableau 13: pourcentage des estomacs pleins ou vides en période de reproduction, pour les femelles.

		Stade sexuel					
FEMELLES	stade 1	stade 2	stade 3	stade 4	stade 5	total	
Estomacs vides	38%	40%	45%	39%	47%	162	
Estomacs pleins	63%	60%	55%	61%	53%	218	
TOTAL	48	60	29	89	154	380	

4-3/ Etude par classe de profondeur

Le tableau 13 montre que le pourcentage d'estomacs pleins diminue de façon significative ($\alpha < 0.001$) avec la profondeur. Un calcul de régression linéaire conduit à une corrélation $r = 0.98$, (significatif à $\alpha < 0.001$) et à l'équation suivante:

$$\% \text{ Vides} = 2.27 + 1.91 * P,$$

où P est la profondeur moyenne de chaque classe de taille.

Sachant que les poissons ont une répartition bathymétrique différente selon leur taille, l'étape suivante consiste à tester si le % d'estomacs pleins varie également avec la taille.

Tableau 14 : pourcentage d'estomacs vides et pleins par classe de profondeur

χ^2 indique si la valeur obtenue pour le test du Chi-2 partiel est significative ou non:

N.S. non significatif,

* significatif à $\alpha < 0.05$,

** très significatif à $\alpha < 0.001$.

χ^2 ($\alpha < 0.05$ df=8) = 21.95

Profondeur en mètre

	0-4 m	5-9 m	10-14 m	15-19 m	20-24 m	25-29 m	30-34 m	35-39 m	40 et +	total
Estomacs vides	14%	12%	20%	31%	51%	48%	64%	73%	85%	456
Estomacs pleins	86%	88%	80%	69%	49%	52%	36%	27%	15%	885
TOTAL	44	130	396	369	78	107	118	66	33	1341
χ^2 vides	**	*	**	N.S.	N.S.	N.S.	**	**	**	251

4-4/ Etude par classe de taille

Le tableau 15 indique une variation significative ($\alpha < 0.001$) du pourcentage d'appareils digestifs pleins avec la taille. Le calcul de régression linéaire entre les pourcentages d'estomacs pleins et les classes de taille donne un coefficient de corrélation $r = 0.91$, pour $n = 6$, (significatif au risque de $\alpha < 0.01$), l'équation de la relation s'écrit :

$$\% \text{ appareils digestifs pleins} = 107.9 - 0.112 * \text{taille.}$$

Tableau 15: pourcentage d'estomacs plein ou vide par classe de taille

χ^2 indique si la valeur obtenue pour le test partiel est significative ou non:

N.S. non significatif,

* significatif à $\alpha < 0.05$,

** très significatif à $\alpha < 0.001$.

χ^2 ($\alpha < 0.05$ df=8) = 16.75

Classe de taille en mm

	0-249	250-299	300-349	350-399	400-449	450-499	% général
Estomacs vides	11%	26%	34%	38%	35%	44%	34%
Estomacs pleins	89%	74%	66%	62%	65%	56%	66%
TOTAL	90	136	296	304	342	174	1342
χ^2 vide	**	*	N.S.	N.S.	N.S.	*	33.96

Ceci indique qu'en début de nuit les *Lethrinus nebulosus* de grande taille sont souvent vides. Au vu des résultats déjà obtenus ainsi que d'après les observations faites en plongée, il est possible d'avancer l'hypothèse suivante. Les *L. nebulosus* se réfugierient durant la journée autour des formations rocheuses peu profondes et migreraient sur les fonds meubles en début de nuit. Les individus les plus grands iraient sur les fonds les plus profonds et ayant davantage de distance à parcourir, y arriveraient donc plus tard, ce qui expliquerait cette diminution des appareils digestifs pleins quand la taille augmente.

4-5/ Etude de la répartition géographique

La figure 19 indique la répartition spatiale du remplissage des estomacs de *Lethrinus nebulosus*. Pour réaliser ce contourage, on a considéré le pourcentage d'individus ayant l'estomac plein sur chaque station. On note un important gradient est-ouest, les stations ayant le plus d'individus avec des estomacs pleins se situant près du rivage. La légère concentration dans la partie nord-est n'est pas significative, du fait du peu de captures dans cette zone.

Si on compare cette carte à celles des CPUE (figure 16-17), et celle des poids moyens (figure 19), on note une superposition assez importante avec les CPUE en effectifs, mais une répartition inverse de celle des CPUE en poids ou de celle des poids moyens comme le laissait présager les tableaux 14 et 15.

5/ Analyse des contenus d'appareils digestifs

5-1/ Quelques considérations sur les identifications

5-1-1/ Les principes de l'étude

Deux coefficients ont été utilisés, afin d'étudier le régime alimentaire et ses variations:

- le pourcentage volumétrique moyen des catégories de proies;
- l'occurrence des taxa.

Le pourcentage volumique indique le volume occupé dans l'appareil digestif par un type de proie donné. Il est certain que les proies ne comportant pas de partie dure, ont un temps de transit dans l'estomac plus court que les proies possédant une coquille ou une cuticule. De ce fait, il existe un biais incontournable qui favorise les mollusques, crustacés et échinodermes, au dépend de proies telles que les vers ou les poissons

L'occurrence permet de connaître la diversité des taxa rencontrés pour un type de proies données. Chaque fois qu'un taxon appartenant à la catégorie de la proie est rencontré, cet indice est incrémenté de 1. Cet indice est à considérer avec prudence, car le degré d'identification des proies n'étant pas le même, sa valeur entre deux catégories de proies n'est pas toujours comparable. Ainsi, pour les mollusques bivalves, il est important, car l'identification était possible jusqu'à l'espèce, mais pour d'autres groupes, elle s'est arrêtée à l'ordre (cas des vers et des crustacés surtout), et en conséquence, le nombre d'occurrences de ces groupes a été moins élevé.

5-1-2/ Les principaux phyla

Le régime alimentaire des *L. nebulosus* est assez varié, et un grand nombre de taxa a pu être identifié (tableau 16), mais à des niveaux différents : phylum, ordre, famille, genre ou espèce. Tout d'abord, les taxa ont été regroupés en 7 grands groupes de proies:

- mollusques, bivalves et gastéropodes;
- échinodermes;
- crustacés, crabes et autres;
- vers;
- poissons;
- divers ;
- matériel non identifié.

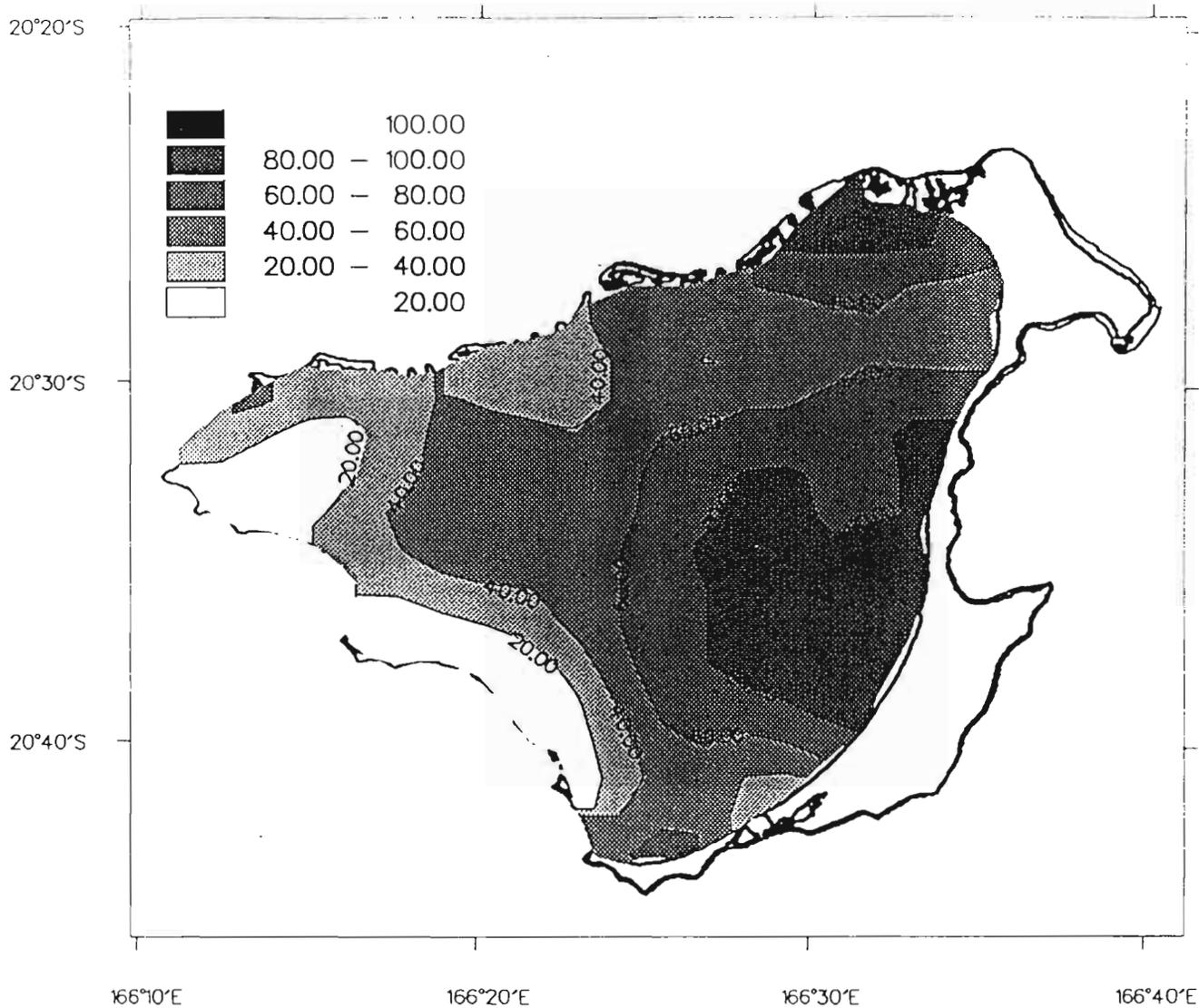


Figure 19 : répartition spatiale des poissons selon le pourcentage d'estomacs pleins.

Tableau 16 : liste des espèces de proies retrouvées dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea.

S : animaux de fonds meubles;
R : animaux de fonds durs;

A : espèce non retrouvée dans les échantillons de benthos;
P : espèce présente dans les échantillons de benthos;
? : proie insuffisamment déterminée pour conclure.

Famille	espèce ou descriptif	total	fond	prés.
Mollusques bivalves				
Pectinidae	<i>Comptopallium vexillum</i>	6	S	A
Pectinidae	<i>Chlamys coruscans</i>	29	S	A
Pectinidae	<i>Chlamys squamosa</i>	1	R	A
Pectinidae	<i>sp.1</i>	2	S	A
Pectinidae	<i>sp.2</i>	5	S	A
Veneridae	<i>Lioconcha sp. 1</i>	14	S	?
Veneridae	<i>Lioconcha sp. 2</i>	57	S	?
Veneridae	<i>Lioconcha sp. 3</i>	21	S	?
Veneridae	<i>Lioconcha vinata</i>	15	S	?
Veneridae	<i>sp.1</i>	124	S	?
Veneridae	<i>sp. 3</i>	13	S	?
Veneridae	<i>Chione cancellata</i>	125	S	?
Veneridae	<i>sp. 2</i>	1	S	?
Veneridae	<i>Circe scripta</i>	73	S	?
Veneridae	<i>sp. 4</i>	1	S	?
Tellinidae	<i>Tellina sp. 1</i>	18	S	?
Tellinidae	<i>Tellina sp. 2</i>	1	S	?
Tellinidae	<i>Arcopagia robusta</i>	71	S	?
Tellinidae	<i>sp. 1</i>	311	S	?
Tellinidae	<i>sp. 2</i>	2	S	?
Tellinidae	<i>sp. 3</i>	9	S	?
Tellinidae	<i>sp. 4</i>	17	S	?
Tellinidae	<i>sp. 5</i>	7	S	?
Tellinidae	<i>sp. 6</i>	2	S	?
Tellinidae	<i>Semelidae</i>	15	S	?
Tellinidae	<i>Tellina sp. 3</i>	3	S	?
Tellinidae	<i>Tellina sp. 4</i>	41	S	?
Tellinidae	<i>Tellina sp. 5</i>	5	S	?
Tellinidae	<i>Tellina virgata</i>	12	S	?
Tellinidae	<i>Tellina rondes 1</i>	1	S	?
Tellinidae	<i>Tellina rondes 2</i>	352	S	?
Tellinidae	<i>Tellina rondes 3</i>	5	S	?
Tellinidae	<i>sp. 8</i>	140	S	?
Lucinidae	<i>Fimbria fimbriata</i>	6	S	P
Lucinidae	<i>Sp. 1</i>	5	S	A
Limidae	<i>Sp. 1</i>	6	S	?
Limidae	<i>Sp. 2</i>	3	S	A
Stomatelliidae	<i>Stomatella varia</i>	1	S	A
Arcidae	<i>Anadara sp. 1</i>	1	S	?
Arcidae	<i>Anadara sp. 2</i>	9	S	?
Mytilidae	<i>sp. 1</i>	2	R	A
Mytilidae	<i>sp. 2</i>	36	R	A
Huitres	<i>sp. 1</i>	2	R	A

Famille	espèce ou descriptif	total	fond	prés.
Huitres	<i>sp. 2</i>	1	R	A
Pteridae	<i>sp. 1</i>	1	R	A
Cardidae	<i>sp. 1</i>	8	S	?
Cardidae	<i>sp. 2</i>	6	S	?
Cardidae	<i>sp. 3</i>	3	S	?
Cardidae	<i>Laevicardium biradiatum1</i>	119	S	A
Cardidae	<i>Laevicardium biradiatum2</i>	43	S	A
Cardidae	<i>Cardium sp.</i>	5	S	A
Cardidae	<i>sp. 4</i>	133	S	?
Cardidae	<i>sp. 5</i>	147	S	?
Spondylidae	<i>Spondyle sp.</i>	1	R	A
Patellidae	<i>Patella sp.</i>	3	R	A
Bivalve	<i>Non identifié</i>	226		?
Mollusques Gastéropodes				
Opisthobranchs	<i>Tomatina</i>	2		?
Colombellidae	<i>Pyrene sp.</i>	1		?
Colombellidae	<i>Collombella sp.</i>	1		?
Acteonidae	<i>Pupa sp.1</i>	123		?
Acteonidae	<i>Pupa sp.2</i>	1		?
Trochidae	<i>Chrysostoma paradoxum</i>	8		P
Naticidae	<i>sp.</i>	6		?
Naticidae	<i>Polynices sp.</i>	4		A
Turbinidae	<i>Turbo sp. 1</i>	2		?
Turbinidae	<i>Turbo sp.2</i>	2		?
Turbinidae	<i>Turbo sp.3</i>	3		?
Turbinidae	<i>Turbo sp.4</i>	1		?
Turbinidae	<i>Turbo sp.5</i>	1		?
Phaisinidae	<i>sp.</i>	2		?
Nassaridae	<i>Nassarius sp.1</i>	34		?
Nassaridae	<i>Nassarius glans</i>	3		P
Nassaridae	<i>Nassarius sp.2</i>	4		?
Mitridae	<i>Vexillum exasperatum</i>	12		P
Cancellaridae	<i>Scalptia sp.</i>	2		?
Fasciolaridae	<i>sp.2</i>	2		?
Bursidae	<i>Bursa granularis</i>	1		?
Cerithidae	<i>Cerithe sp.1</i>	2		?
Cerithidae	<i>Cerithe sp.2</i>	2		?
Cerithidae	<i>Cerithe sp.3</i>	3		?
Cerithidae	<i>Cerithe sp.4</i>	97		?
Cerithidae	<i>Cerithe sp.5</i>	3		?
Bullidae	<i>Bulla punctulata</i>	5		A
Triviidae	<i>Trivirostra hordaces</i>	2		A
Strombidae	<i>Terebellum terebellum</i>	6		A
Strombidae	<i>Strombe sp.</i>	1		?

Famille	espèce ou descriptif	total		prés.
Gastéropodes	<i>Non identifié</i>	106		?
Polyplocophore	<i>Chiton sp.</i>	1		?
Crustacés				
Xanthidae	<i>sp. 1</i>	5		?
Xanthidae	<i>sp. 2</i>	8		?
Xanthidae	<i>sp. 3</i>	17		?
Xanthidae	<i>sp. 4</i>	7		?
Xanthidae	<i>sp. 5</i>	19		?
Xanthidae	<i>sp. 6</i>	6		?
Xanthidae	<i>sp. 7</i>	80		P
Xanthidae	<i>Pilumnidae</i>	4		?
Portunidae	<i>sp.</i>	20		?
Parthenopidae	<i>sp.</i>	11		?
Leucosidae	<i>sp.</i>	2		?
Pagure	<i>sp.</i>	24		?
Cirripède	<i>sp.</i>	1		?
Stomatopode	<i>Squilla</i>	10		?
Crevette	<i>sp.</i>	1		?
Crabe	<i>Non identifié</i>	115		?
Echinodermes				
Echinodermes	<i>Oursins</i>	131		?
Echinodermes	<i>Débris oursins</i>	6		?
Echinodermes	<i>Etoile de mer</i>	1		?
Echinodermes	<i>Ophiure</i>	2		?
Holothuridae	<i>sp.</i>	1		?
Débris oursins	<i>Oursins</i>	6		?

Famille	espèce ou descriptif	total		prés.
Annélides				
Annélide	<i>Polychete sp.2</i>	1		?
Annélide	<i>Polychete sp.4</i>	1		?
Annélide	<i>Polychete sp.5</i>	1		?
Annélide	<i>Polychete sp.6</i>	1		?
Annélide	<i>Polychete sp.7</i>	2		?
Annélide	<i>Polychete sp.8</i>	4		?
Annélide	<i>Polychete general</i>	12		?
Annélide	<i>Autres sp.1</i>	5		?
Annélide	<i>Autres sp.2</i>	1		?
Sipuncle	<i>sp.</i>	6		?
Nemerte	<i>sp.</i>	6		?
Vers	<i>Non identifié</i>	65		?
Poissons				
Caesionidae	<i>sp.</i>	3		
Parapercis	<i>sp.</i>	1		
Callyonimidae	<i>sp.</i>	1		
Brotulidae	<i>sp.</i>	1		
Scorpaenidae	<i>sp.</i>	1		
Poisson	<i>Non identifié</i>	21		
Divers				
Cnidaire	<i>Corail</i>	2		P
Sable blanc		1		P
Débris	<i>Exuvie serpent</i>	1		
Plancton		64		?
Matériel non identifiable		363		

5-1-3/ Différences d'identifications

L'identification des proies n'est pas homogène, et ce pour plusieurs raisons. D'une part, les contenus étaient en partie digérés et parfois l'identification n'était pas possible, ou partielle : reconnaissance de l'embranchement ou de l'ordre. Les vers, les débris d'échinodermes étaient souvent juste reconnaissables au niveau du phylum. De plus, dans la cas des crabes notamment, seules subsistaient les pinces, ce qui a permis de reconnaître l'appartenance à la famille, voire le genre au mieux, et de différencier les individus entre eux dans un de ces mêmes groupes sans pour autant pouvoir les identifier. A noter que pour les crevettes ou proches (squilles, ...), les débris restant étaient totalement insuffisants pour poursuivre l'identification ou permettre de différencier les taxa entre eux.

De plus, pousser à un plus haut degré les identifications aurait augmenté considérablement d'une part les risques d'erreur et d'autre part le temps de manipulation pour un résultat qui reste à démontrer.

En fait, seuls les mollusques bivalves ont pu être, pour un grand nombre d'entre eux, reconnus jusqu'à l'espèce, les coquilles étant aisément identifiables pour certains, et dans un bon état de conservation. En effet, ces coquilles avaient en général conservées leurs couleurs ou leurs dents, caractéristiques du genre ou de l'espèce. A noter que les mollusques gastéropodes (souvent habités par des bernards l'hermite et comptés comme tel), étaient beaucoup plus endommagés par la digestion.

5-1-4/ Incidences sur les résultats

Malgré les indéterminations des taxa rencontrés dans les appareils digestifs, il a été possible d'obtenir une bonne connaissance du régime alimentaire des *L. nebulosus* et de ses variations.

Il convient cependant de remarquer que l'hétérogénéité de la qualité des identifications pose quelques problèmes pour l'étude des relations avec le benthos. Ainsi, les bivalves ont été identifiés avec le même degré de précision, alors que les organismes tels que les vers ou les crustacés ont pu être identifiés à un niveau beaucoup plus élevé dans le benthos. Cette imprécision est le plus souvent sans grande conséquence pour la modélisation (qui n'est pas abordée dans ce mémoire), sauf pour les crustacés et les gastéropodes, car dans une même famille d'invertébrés, les variations du régime alimentaire sont en général mineures.

5-2/ Régime général du *L. nebulosus*

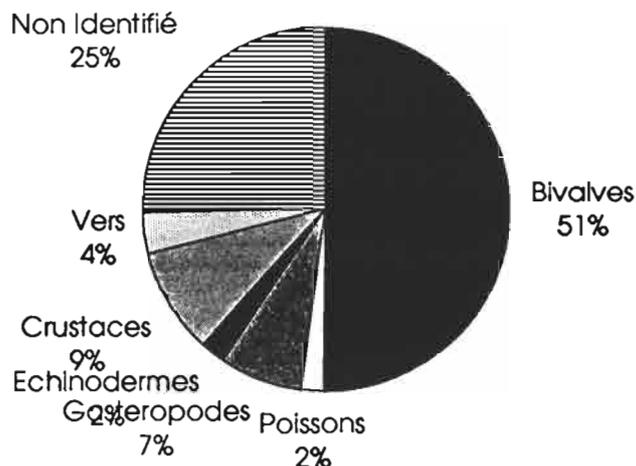


Figure 20a : régime global des *L. nebulosus*, importance en volume des groupes de proies.

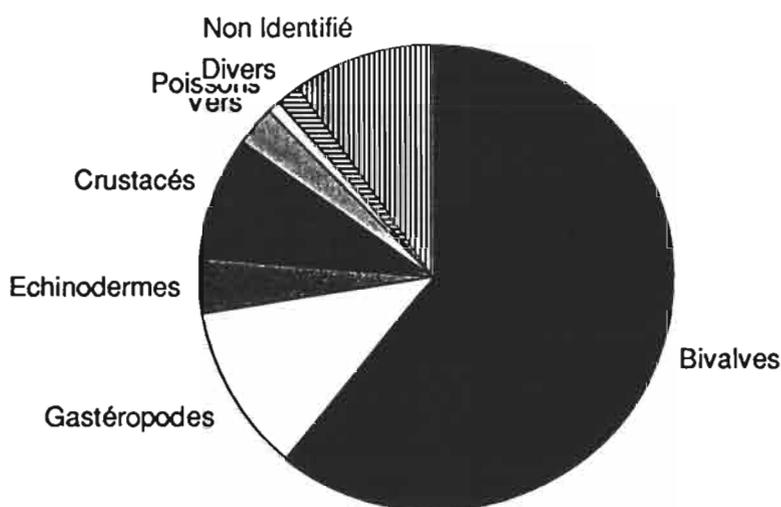


Figure 20b : régime global des *L. nebulosus*, occurrence par groupe de proies.

La figure 20a souligne l'importance par leur occurrence, des mollusques, bivalves principalement, dans le régime alimentaire des *Lethrinus nebulosus*. Ceux-ci représentent près de 60% des proies. Les crustacés sont le seul autre groupe de proies notable (9%).

La figure 20b confirme l'importance des mollusques bivalves et gastéropodes. Leur occurrence étant importante, cela nous indique que les poissons mangent souvent des mollusques, et d'espèces souvent différentes.

Tableau 17 : nombre moyen d'occurrences dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea.

Type de proies	Nombre d'occurrences
Bivalves	2.56
Gastéropodes	0.50
Echinodermes	0.17
Crustacés	0.37
Vers	0.12
Poissons	0.03
Divers	0.08
Non identifié	0.41
Total	4.23

Globalement, (tableau 17), il est retrouvé en moyenne 2 à 5 taxa de bivalves par poisson. De plus, le nombre de taxa de crustacés et d'échinodermes étant faible, cette figure permet d'avancer que, pour les échinodermes surtout (6 taxa), les poissons consomment ces types de proies souvent et peu à la fois. Pour les crustacés, il s'agit principalement de petits crabes.

5-3/ Description générale des proies

5-3-1/ Les mollusques

5-3-1-1/ Les bivalves

Les animaux rencontrés sont tous de petites tailles, entre 0.5 et 1.5 cm, à de très rares exceptions près. Ce sont pour la plupart des animaux vivants sur des fonds sableux (99% des taxa, si on considère le nombre d'espèces vivants sur des fonds meubles par rapport au total de bivalves). De manière générale, seule la coquille subsistait dans l'appareil digestif, mais certains animaux étaient quasiment intacts : coquille et animal (cas de bivalves de grande taille, dont la coquille épaisse avait pu résister aux mâchoires du poisson, et n'avaient pas été encore attaqués par la digestion).

En tout, 13 familles de bivalves ont été identifiées, soit 55 espèces différentes, dont 13 ont été identifiées jusqu'au genre et 12 jusqu'à l'espèce (tableau 16).

Les principales espèces consommées par les *L. nebulosus* appartiennent aux familles des Tellinidae (45% des occurrences), des Cardidae (20% des occurrences) et des Veneridae (20% des occurrences) (d'après le tableau 16). A noter que les Tellinidae sont les plus petits et les plus fragiles des bivalves rencontrés. Ces trois familles représentent 85% des bivalves en occurrence (à noter que les bivalves non identifiés représentent à peine 10% des occurrences, principalement des débris de coquilles ou une partie de l'organisme lui même). Sept espèces sont présentes à plus de 5% des occurrences, et deux seulement dépassent les 10% (13%) (tableau 16).

5-3-1-2/ Les gastéropodes

Les gastéropodes semblent être digérés différemment, les coquilles étant rarement brisées. Exception faite des Cerithidae (23%) et des Acteonidae (28%), aucune espèce ou genre n'est préférentiellement consommée par les poissons (tableau 16). Au total, 17 familles de mollusques gastéropodes ont été déterminées, pour la quasi totalité identifiée jusqu'au genre, et souvent jusqu'à l'espèce. Cependant, les gastéropodes non identifiés représentent 24% des occurrences. Ces coquillages sont pour la plupart de petite taille (de 0.5 à 1.5 cm), mais certains dépassent 2 voire 3 cm.

Le principal taxon en occurrence (tableau 16), *Pupa sp.*, est une petite coquille en forme d'olive, blanche, de petite taille, entre 3 et 7-8 mm. Cette espèce est quasiment toujours présente en très faible quantité.

Les cérithes, de taille comprise entre 1 et 3 cm, étaient souvent retrouvées au nombre de 3 ou 4 individus par estomac, et représentent en volume, les gastéropodes les plus importants.

5-3-2/ Les échinodermes

Ce phylum est représenté essentiellement par de très petits (6 mm de diamètre) oursins de sable blancs (89% des occurrences), qui ont été retrouvés toujours en faible quantité.

5-3-3/ Les crustacés

La majorité des crustacés étaient des crabes (92% des occurrences) essentiellement de la famille des Xanthidae (34% des occurrences) (tableau 16). De très nombreuses espèces sont classées dans cette famille, et les restes de pinces ou de pattes n'étaient pas suffisants pour les identifier plus précisément. Leur taille moyenne était de 1 à 3 voire 4 cm d'envergure. Les *Lethrinus nebulosus* sont d'ailleurs capables d'ingérer des crabes entiers, puisque l'ensemble de l'animal était parfois présent. Les crabes sont également importants en volume, et pouvaient parfois représenter l'intégralité du contenu de l'appareil digestif.

Les autres crustacés sont des proies occasionnelles. En particulier, les squilles sont peu importantes dans ce régime alimentaire.

5-3-4/ Les vers

Les vers sont parmi les organismes les plus mal conservés des contenus d'appareils digestifs, car ces organismes invertébrés sont à l'exception des Eunices et de certains vers foreurs, non protégés par une coquille ou une cuticule. Il est d'ailleurs fort probable que leur importance soit sous-estimée et qu'une partie du matériel non identifié en soit. La plupart des vers n'ont pu être identifiés qu'au niveau du phylum (65% des occurrences) (tableau 16). Les autres sont surtout des annélides polychètes (21% des occurrences). A noter que quand des vers sont présents, ils le sont en quantité importante, pouvant constituer l'intégralité du contenu stomacal.

5-3-5/ Les poissons

En général, les poissons étaient en grande partie digérés et de ce fait difficiles à identifier même au niveau de la famille. Les poissons n'étaient présents sous forme entière (et composant alors la totalité du contenu stomacal) que chez les *L. nebulosus* de grande taille.

5-4/ Variations du régime selon la taille

Le régime de *L. nebulosus* varie selon la taille (tableaux 18 a, b), ne serait-ce qu'à cause de la répartition différente des poissons dans le lagon, suivant ce paramètre. Les tableaux ont été étudiés au moyen d'une analyse de coefficients de régression pondérée. Il n'est pas possible de réaliser sur ces tableaux des tests du χ^2 , les effectifs théoriques étant trop faibles (inférieurs à 5), dans plus de 20% des cases. Il a donc été calculé un coefficient de corrélation, pondéré par la taille des classes.

Tableau 18a : variation du régime selon les classes de taille (pourcentage volumique des classes de proies).

N.C. signifie que la corrélation n'a pas été calculée.

	Classe de taille (mm)							r
	moyen	0-249	250-299	300-349	350-399	400-449	450 et +	
Bivalves	49.5	49	51	58	59	41	33	-0.58
Gastéropodes	7.1	1	4	6	9	11	7	0.81
Echinodermes	2.1	2	1	2	3	2	4	0.72
Crustacés	9.2	4	4	5	8	13	18	0.93
Vers	3.5	1	3	2	4	4	5	0.91
Poissons	2.1	1	0	1	2	2	7	0.79
Divers	1.4	0	0	0	1	3	4	N.C.
Non Identifiés	24.8	41	38	24	14	23	24	N.C.
nombre estomacs pleins	886	80	100	195	189	224	86	

Tableau 18b : variations du régime selon les classes de tailles en nombre d'occurrences des proies divisés par le nombre d'estomacs pleins.

N.C. signifie que la corrélation n'a pas été calculée.

	Classe de taille (mm)							r
	nb taxa	0-249	250-299	300-349	350-399	400-449	450 et +	
Bivalves	56	2	2.47	2.55	3.52	2.42	1.96	0.06
Gastéropodes	32	0.11	0.16	0.36	0.67	0.75	0.54	0.85
Echinodermes	6	0.1	0.11	0.18	0.29	0.12	0.10	N.C.
Crustacés	16	0.21	0.14	0.23	0.46	0.49	0.61	0.93
Vers	12	0.04	0.09	0.08	0.17	0.13	0.16	N.C.
Poissons	7	0.01	0	0.03	0.02	0.04	0.08	N.C.
Divers	4	0.01	0.01	0.01	0.05	0.14	0.23	N.C.
Non Identifié	1	0.64	0.71	0.39	0.24	0.38	0.37	N.C.
Diversité globale		3.1	3.7	3.8	5.5	4.5	4.0	N.C.
nombre total taxa	134	250	369	745	1026	1006	396	
nombre estomacs pleins	886	80	100	195	189	224	98	

Le tableau 18a indique une augmentation significative ($\alpha < 0.05$) de l'importance en volume des gastéropodes, crustacés et vers avec la taille. Dans le cas des poissons, la non-significativité de la corrélation entre l'importance volumétrique des proies et la taille est due à la présence de poissons comme proie chez un seul individu de la classe de taille 0-249 mm.

Le tableau 18b montre que la diversité des proies augmente significativement ($\alpha < 0.05$) avec la taille, uniquement pour les crustacés et les gastéropodes. On note que la diversité est maximale dans les appareils digestifs des poissons entre 350 et 400 mm, ce qui correspond à la taille de maturité sexuelle.

5-5/ Variations du régime selon les profondeurs

D'après les tableaux 19a, 19b, que ce soit en pourcentage ou nombre de taxa rencontrés, la proportion de bivalves diminue globalement avec la profondeur, au profit des crustacés, des poissons (et des vers dans une moindre mesure). Ces résultats sont à mettre en parallèle avec les précédents, la taille et la profondeur de capture des individus étant liées. On remarque également que la diversité des proies dans les appareils digestifs est maximale dans la zone des 10-15 mètres, et diminue par la suite, avec la profondeur (tableau 19b), les poissons les plus gros et les plus profonds ayant un régime moins varié que ceux, plus petits, trouvés dans les petits fonds.

A noter que les nombres de poissons capturés l'estomac plein ainsi que le nombre de taxa de proies, sont maximum pour les classes de profondeur comprises entre 10 et 20 mètres.

Tableau 19a : composition et variations du régime selon les classes de profondeur (en pourcentage volumétrique selon les groupes de proies).

	Profondeur (m)								
	rég. moyen	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35 et +
Bivalves	49.5	56	52	57	49	37	50	17	42
Gasteropodes	7.1	3	5	6	10	6	5	12	9
Echinodermes	2.1	1	2	2	2	3	1	3	3
Crustacés	9.2	11	14	9	7	8	11	11	12
Vers	3.5	1	2	2	5	7	4	9	3
Poissons	2.1	4	2	1	2	4	1	4	11
Divers	1.4	0	0	0	2	3	3	3	4
Non Identifié	24.8	23	25	22	23	30	25	44	16
Poissons pleins	886	38	102	335	217	69	44	58	23

Tableau 19b : composition et variations du régime alimentaire par classes de profondeur (en nombre d'occurrences des taxa divisés par le nombre d'estomacs).

	Classe de profondeur (en mm)								
	nb taxa	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35 et +
Bivalves	56	2.68	2.76	3.02	2.60	1.46	1.86	0.57	1.78
Gastéropodes	32	0.37	0.42	0.43	0.73	0.35	0.39	0.48	0.56
Echinodermes	6	0.11	0.18	0.21	0.20	0.07	0.05	0.05	0.04
Crustacés	16	0.39	0.40	0.48	0.29	0.26	0.29	0.22	0.26
Vers	12	0.08	0.08	0.08	0.17	0.16	0.14	0.15	0.13
Poissons	7	0.08	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.05	0.13
Divers	4	0.05	0.03	0.04	0.08	0.19	0.23	0.1	0.17
Non Identifié	1	0.37	0.44	0.38	0.41	0.43	0.39	0.57	0.26
Diversité générale		4.1	4.3	4.9	4.5	3.0	3.4	2.2	3.3
Occurrences totales	134	157	442	1653	981	205	148	129	77
Poissons vides	456	6	12	84	93	61	37	87	86
Poissons pleins	886	38	102	335	217	69	44	58	23

Nota: dans ces deux tableaux, les classes de profondeur ont été limitées à 35 m, et plus, car les suivantes ne contiennent pas suffisamment de poissons pour être exploitables.

5-6/ Variations selon le sexe

D'après les tableaux 20a et 20b, le régime alimentaire ne varie pas de manière significative selon le sexe des poissons, étant même quasiment identique, aussi bien au niveau de la composition volumétrique que pour la diversité des taxa de proies rencontrées. A noter cependant que les femelles auraient une diversité de proie inférieure à celle des mâles, les poissons indéterminés ayant la plus grande diversité de proies, mais pour ces derniers, la taille est sans doute davantage en cause que le sexe.

Tableau 20a: variations du régime alimentaire selon le sexe des individus (en pourcentage volumétrique des proies).

	Sexe des poissons			
	régime moyen	Males	Femelles	Indéterminé
Bivalves	49.5	50	47	54
Gasteropodes	7.1	8	8	4
Echinodermes	2.1	2	2	2
Crustacés	9.2	10	11	7
Vers	3.5	4	4	2
Poissons	2.1	2	2	1
Divers	1.4	1	2	0
Non Identifié	24.8	22	24	30
Individus pleins	886	278	396	212

Tableau 20b: variations du régime alimentaire selon le sexe des individus (en occurrence des taxa de proies divisés par le nombre d'estomacs pleins).

	Sexe des individus			
	nb taxa	Males	Femelles	Indéterminé
Bivalves	56	0.98	0.62	1.27
Gastéropodes	32	0.21	0.14	0.12
Echinodermes	6	0.07	0.04	0.07
Crustacés	16	0.14	0.10	0.16
Vers	12	0.05	0.03	0.04
Poissons	7	0.01	0.01	0.01
Divers	4	0.01	0.03	0
Non Identifié	1	0.12	0.10	0.25
Diversité générale		1.6	1.1	1.9
Total taxa	134	445	425	409
Poissons vides	456	231	178	47
Poissons pleins	886	278	396	212

5-7/ Variations selon le stade sexuel

Les tableaux 21a et 21b montrent que le régime alimentaire varie selon les stades sexuels des poissons. Les *L. nebulosus* de stade sexuel 4 ou 5 ont un régime peu varié, le nombre d'occurrences par poissons étant minimale pour les individus de stade sexuel 5. Ceci est d'ailleurs à relier avec les variations de proportion d'appareils digestifs vides, qui est maximale pour les individus de ce stade.

Par ailleurs, les poissons de stade 3 ont un nombre d'occurrences moyen très élevés, ce qui peut être dû au fait que ces poissons sélectionnent moins leur nourriture, ou la recherchent plus activement. C'est en effet à ce stade que les poissons ont les besoins énergétiques les plus grands pour la formation des gonades.

Tableau 21a: variations des volumes de proies selon le stade sexuel des *L. nebulosus*

codes	rég. moyen	stade 0	stade 1	stade 2	stade 3	stade 4	stade 5
Bivalves	49.5	51	58	53	47	36	33
Gastéropodes	7.1	4	5	9	17	8	10
Echinodermes	2.1	2	2	2	3	1	3
Crustacés	9.2	6	9	8	9	10	13
Vers	3.5	2	3	5	6	5	5
Poissons	2.1	0	1	2	0	3	6
Cnidaires	0	0	0	0	0	0	0
Divers	1.4	0	0	0	1	5	5
Non Identifié	84.8	35	23	22	18	32	25
Poissons pleins	886	110	372	128	56	75	127

Tableau 21b: variations des occurrences de proies par estomacs pleins selon le stade sexuel des *L. nebulosus*.

codes	nb taxa	stade 0	stade 1	stade 2	stade 3	stade 4	stade 5
Bivalves	56	2.24	0.89	1.98	4.93	1.73	1.02
Gastéropodes	32	0.28	0.10	0.62	1.91	0.64	0.42
Echinodermes	6	0.11	0.06	0.16	0.39	0.05	0.05
Crustacés	16	0.25	0.12	0.20	0.38	0.37	0.28
Vers	12	0.11	0.11	0.12	0.19	0.12	0.13
Poissons	7	0	0.01	0.01	0	0.05	0.05
Cnidaires	1	0	0	0	0	0.01	0.01
Divers	3	0.02	0.01	0.04	0.09	0.23	0.17
Non Identifié	1	0.57	0.10	0.27	0.54	0.64	0.28
Nb poissons pleins	886	110	372	128	56	75	127
Somme des occurrences		392	493	434	489	289	307
Nb d'occurrences par poisson		3.56	1.32	3.39	8.73	3.85	2.41

5-8/ Répartition géographique des poissons selon leur régime alimentaire

Les régimes alimentaires selon les stations ont été calculés en prenant pour une station donnée la moyenne du volume des groupes de proie et des occurrences. Seules les stations comportant plus de 5 individus avec un appareil digestif non vide ont été prises en compte.

Néanmoins, les résultats de cette analyse étant difficilement interprétable, une deuxième série de cartes a été faite, en tenant compte des différences par groupe de proies, selon les volumes et les occurrences, et en considérant l'ensemble des stations, quelque soit le nombre de *L. nebulosus* capturés.

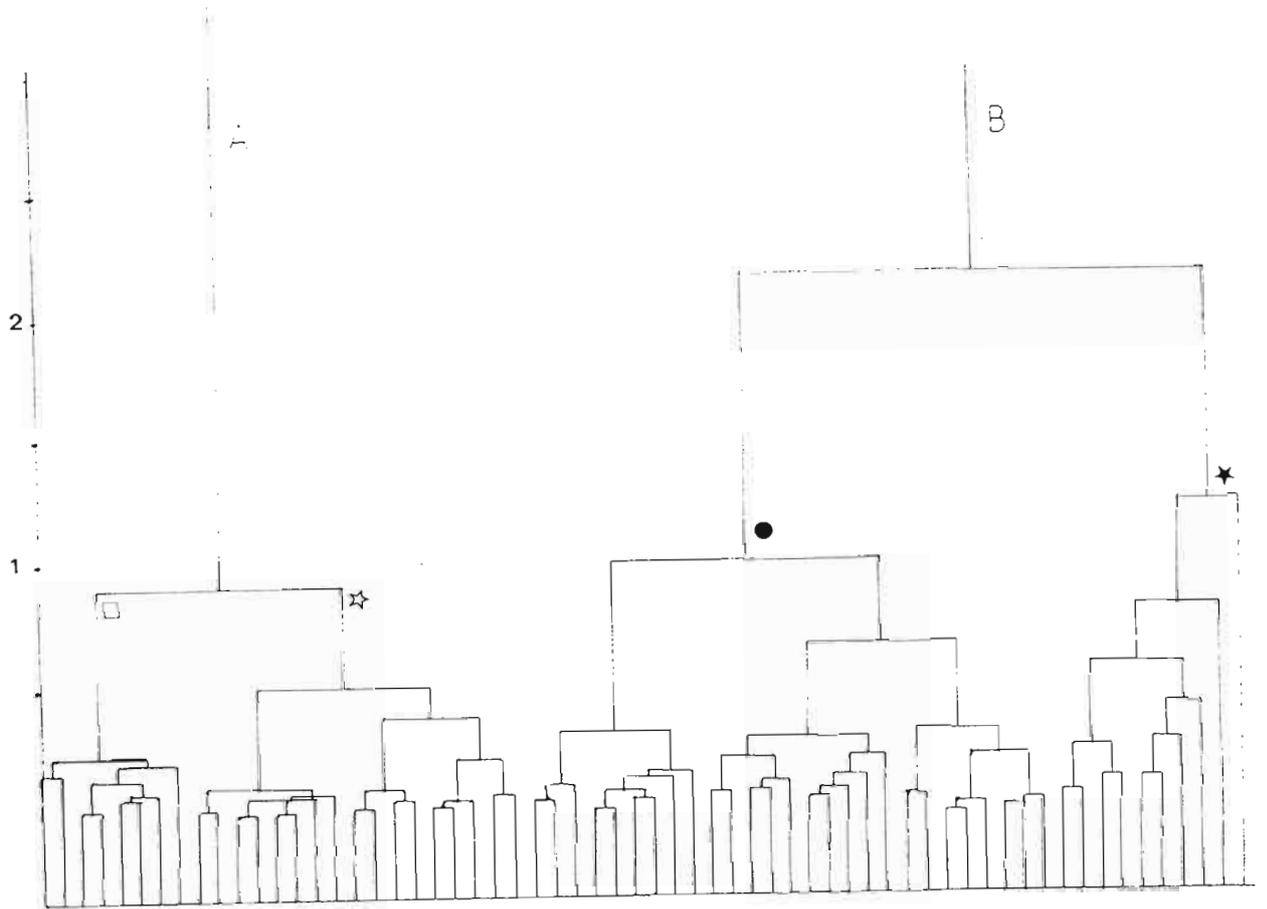


Figure 20 : régime global des *L. nebulosus*, a : classement hiérarchique selon l'importance en volume de proies.

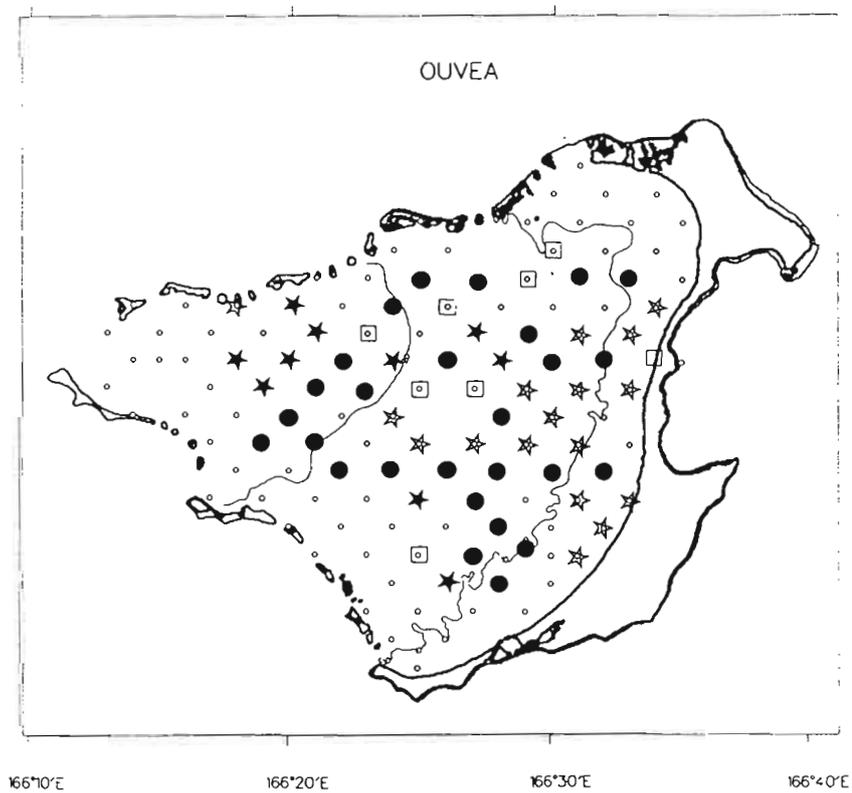


Figure 20 : régime global des *L. nebulosus*, b : carte de la répartition des stations selon le contenu des estomacs de *L. nebulosus*, en volume.

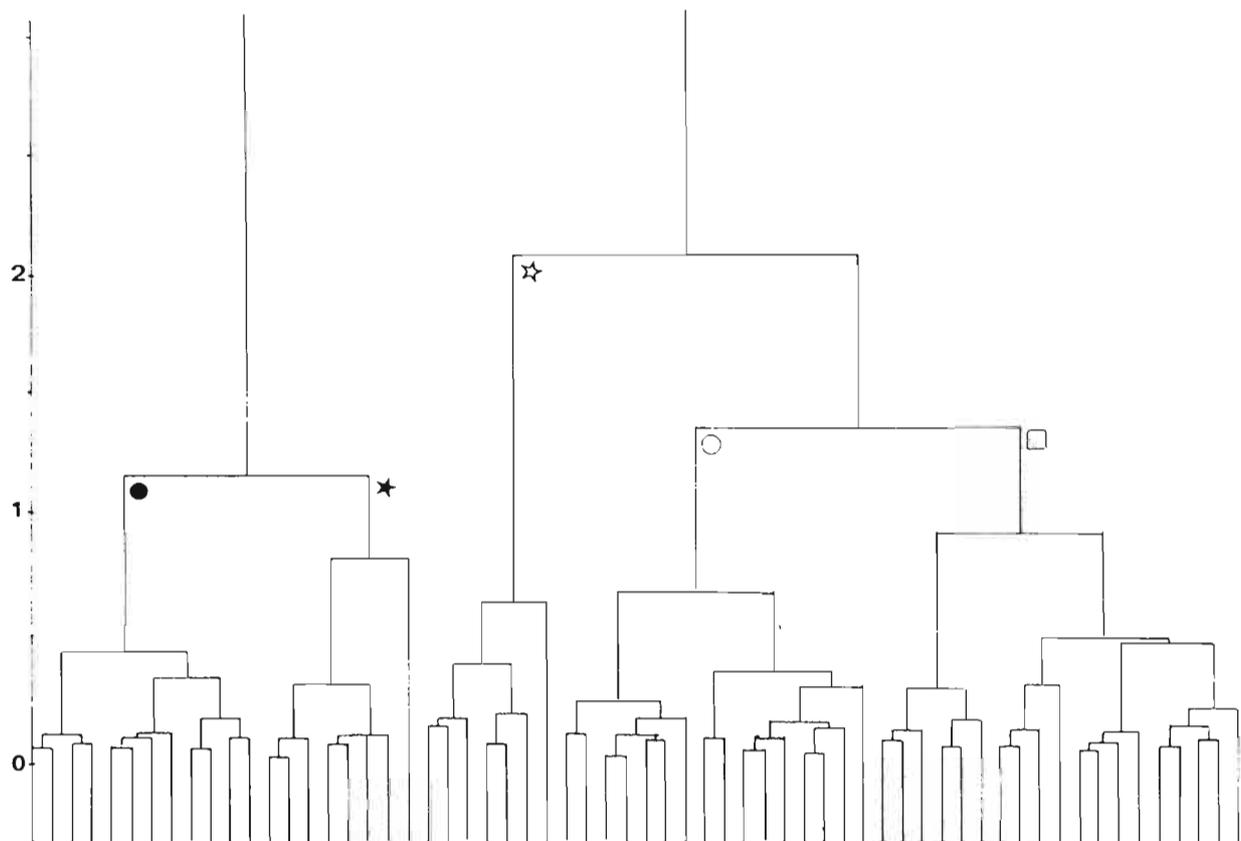


Figure 21 : régime global des *L. nebulosus*, selon le nombre d'occurrences par groupe de proies.

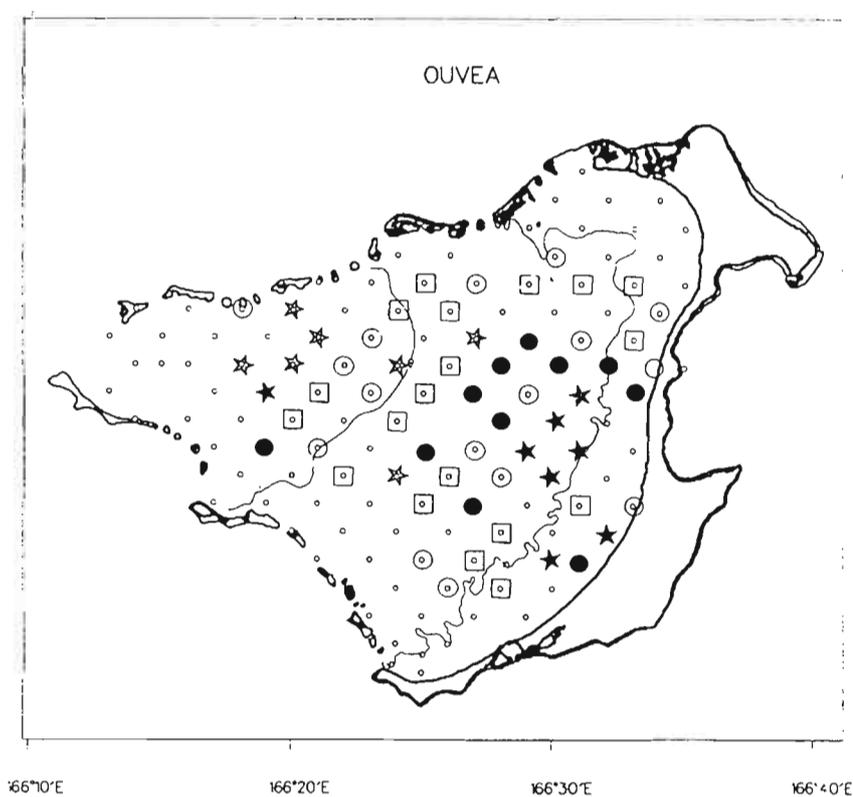


Figure 22 : carte de la répartition des stations selon le contenu des estomacs de *L. nebulosus*, en nombre d'occurrences.

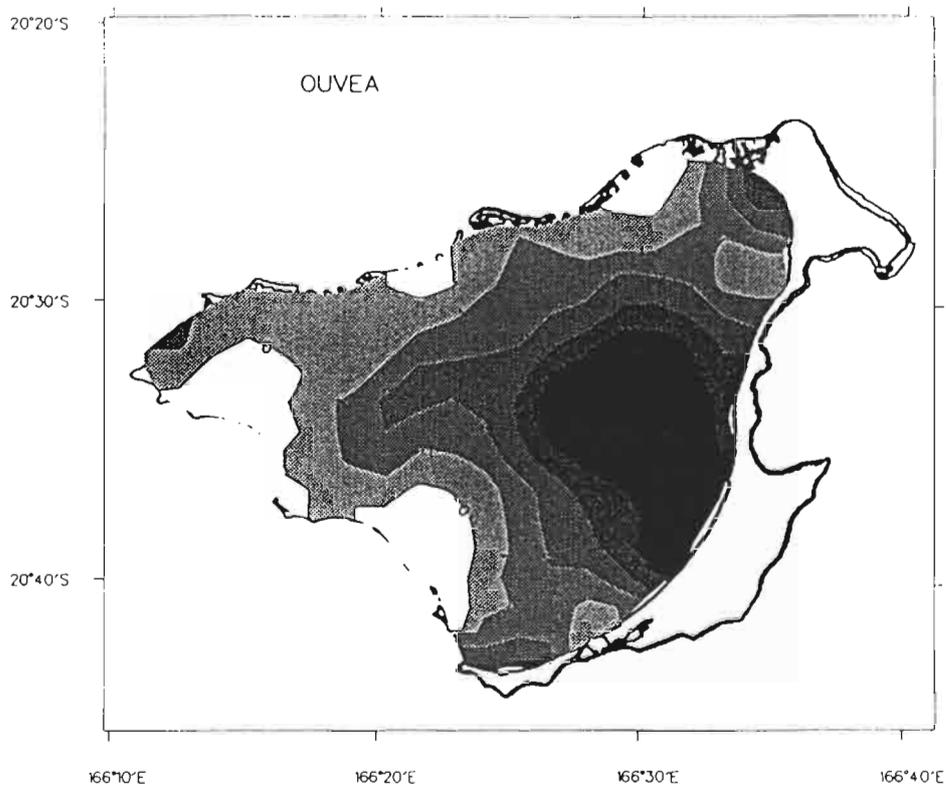


Figure 23 : importance des bivalves dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea, a : nombre d'occurrences.

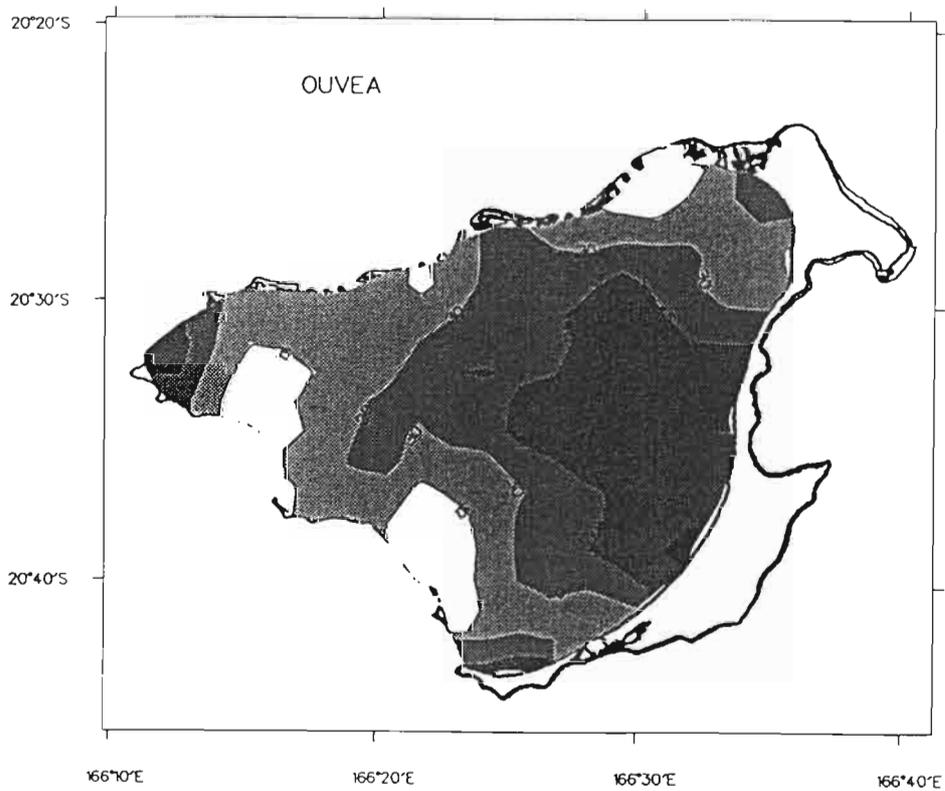


Figure 23 : importance des bivalves dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea, b : pourcentage volumique.

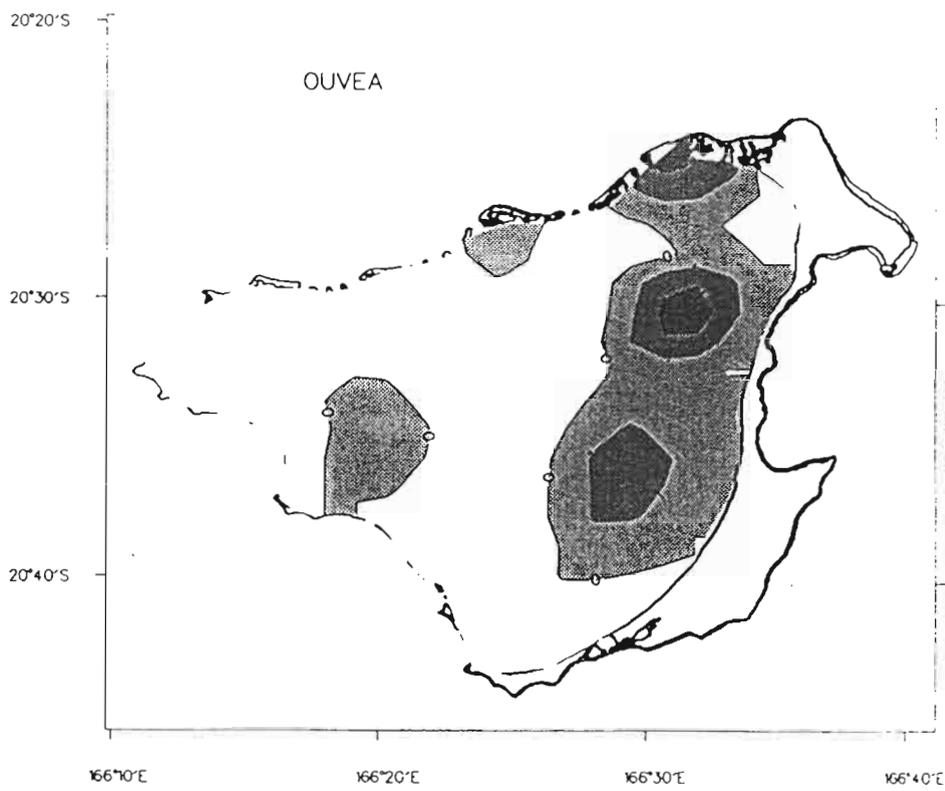


Figure 24 : importance des crustacés dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea, a : nombre d'occurrences.

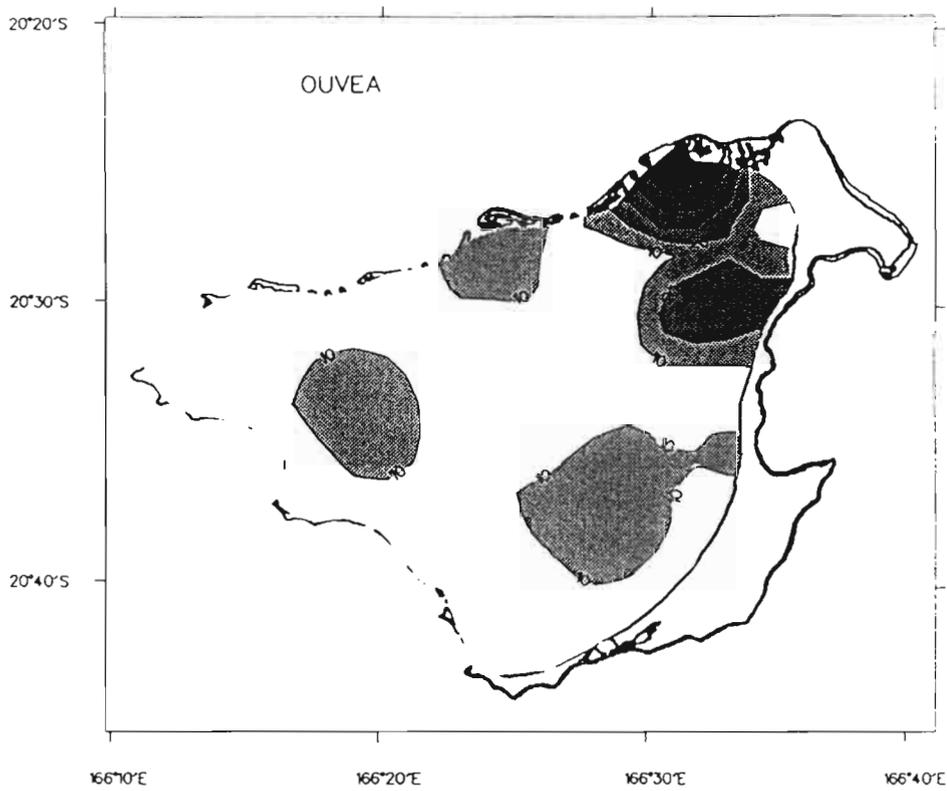


Figure 24 : importance des crustacés dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea, b : pourcentage volumique.

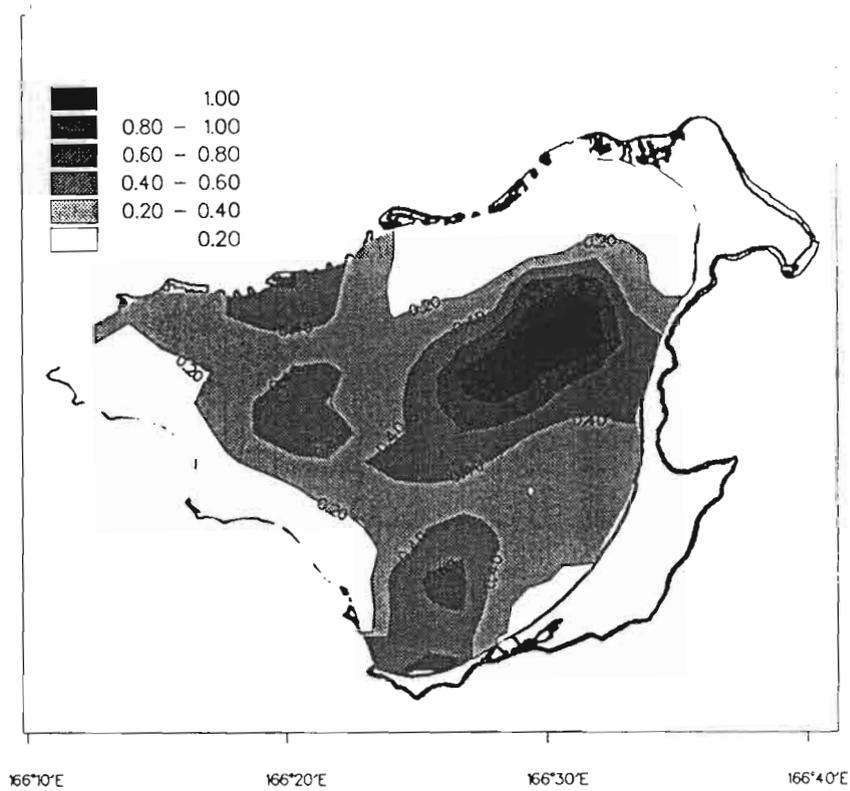


Figure 25 : importance des gastéropodes dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea.
 a : nombre d'occurrences.

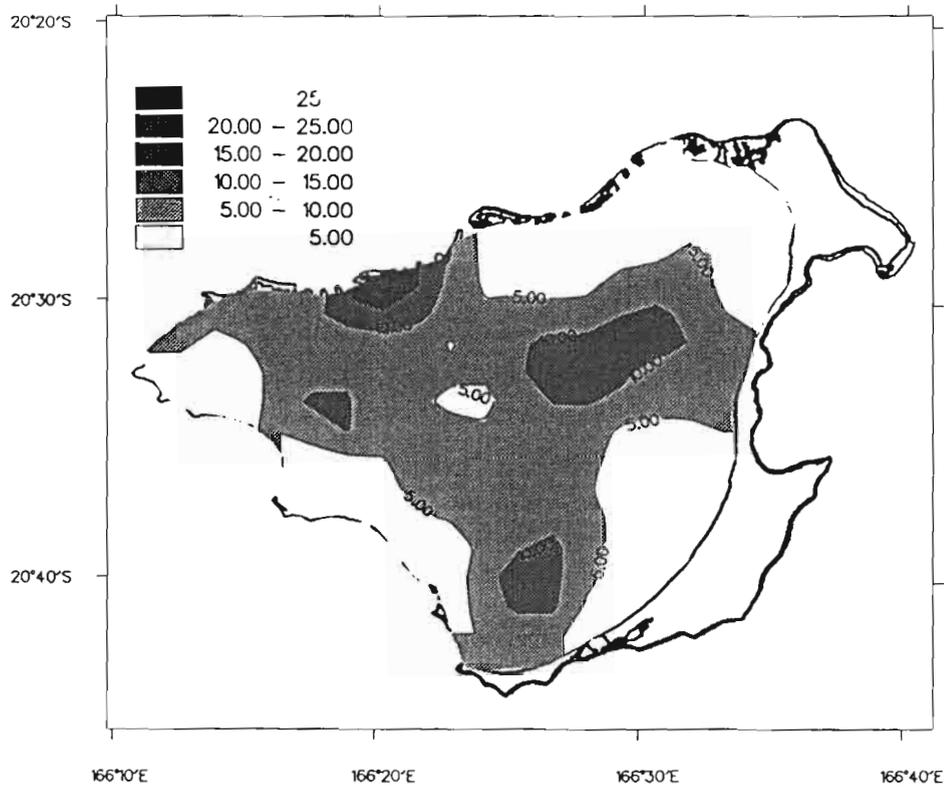


Figure 25 : importance des gastéropodes dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea.
 b : pourcentage volumique.

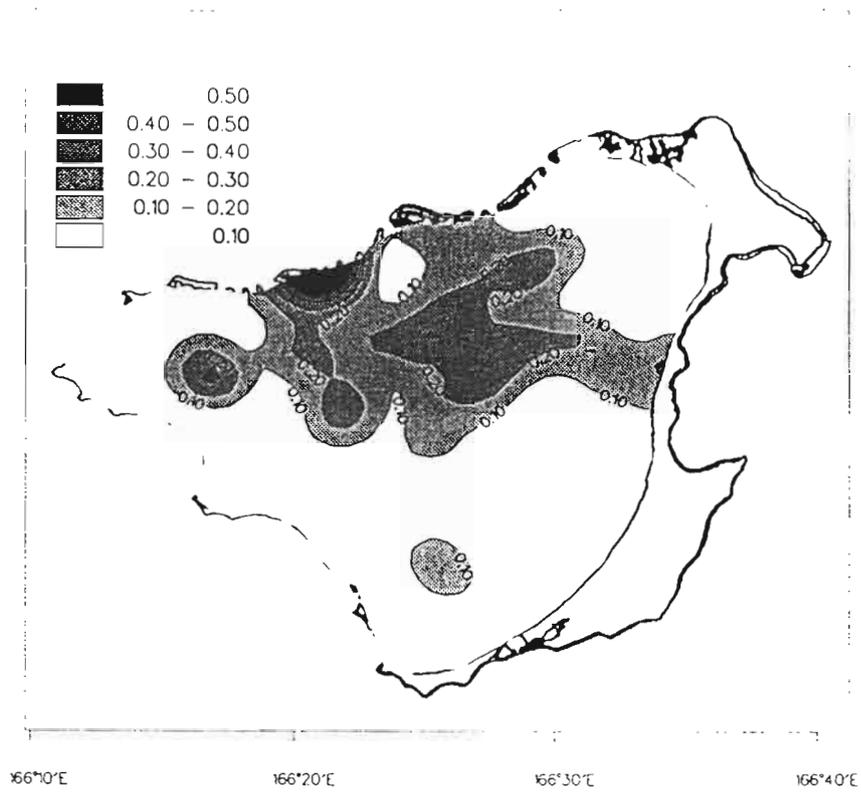


Figure 26 : importance des vers dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea.
a : nombre d'occurrences.

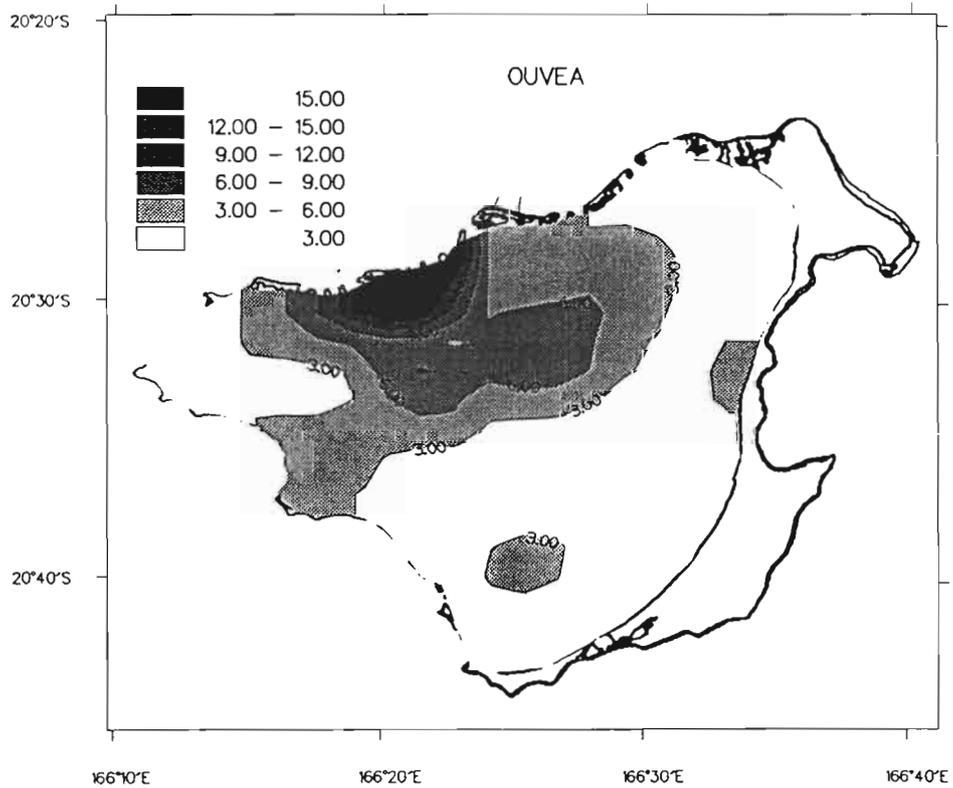


Figure , 26 : importance des vers dans les appareils digestifs des *L. nebulosus* d'Uvea.
b : pourcentage volumique.

5-8-1/ Cartes de répartition réalisées d'après l'analyse dichotomique

Les cartes de groupement des stations suivant la composition en volume des estomacs de *L. nebulosus* est données par la figure 20a. Deux groupes A et B peuvent être distingués, avec éventuellement 2 sous-groupes dans A, et deux sous-groupes dans B. Cette répartition est reportée sur une carte (figure 20b), d'après laquelle, aucun lien géographique ne peut être mis en évidence. Au plus, on peut noter que le groupe A occupe une position plus nord et plus centrale que le groupe B.

Le groupement des stations suivant la composition en occurrence des proies dans les estomacs de *L. nebulosus* est donné par la figure 21. Il existe également 2 groupes A et B, avec chacun respectivement 2 et 3 sous-groupes éventuels. La distribution de ces groupes de stations ne montre que peu de regroupement géographique (figure 22). De même que sur la figure 20b, on remarque que les stations de type A tendent à occuper une position près du rivage, et au centre du lagon, les stations de type B étant plus périphériques.

Le manque d'homogénéité de ces répartitions nous ont amené à étudier la distribution par groupe alimentaire (mollusques, crustacés et vers).

5-8-2/ Cartes de répartition des poissons selon un seul groupe d'espèces

L'étude de la répartition spatiale des contenus des appareils digestifs, a été réalisée afin de connaître l'influence du benthos sur le régime alimentaire des poissons; à savoir s'il existait une relation entre ce qu'ils avaient mangés, et la composition du benthos à l'endroit où ils avaient été capturés. Les cartes ont été effectuées en considérant un poisson moyen par station, dont les occurrences et les volumes de proie étaient la moyenne des résultats de la station.

Seuls les bivalves, les gastéropodes, les crustacés et les vers, en quantité suffisante dans les appareils digestifs ont été considérés dans cette étude.

Dans le cas des bivalves, leur importance, en volume et en occurrence dans le régime des *L. nebulosus* est surtout notable dans les zones de faibles profondeurs, et dans une zone centrale, proche de la plage (figures 23 a,b). La zone où les appareils digestifs contenaient un volume de bivalves supérieur à 45 % est assez similaire de celle où plus de trois taxa de bivalves ont été trouvés. On en conclue que l'importance en volume et la diversité des bivalves dans les estomacs de *L. nebulosus* ont une distribution analogue. Dans les stations situées aux deux extrémités de l'île principale, et à l'extrême ouest du lagon, les bivalves représentent curieusement une part importante des proies, avec les crustacés.

La prise en compte des occurrences pour les gastéropodes et les crustacés est différente, puisque leur identification a été plus difficile, et une seule occurrence notée dans un appareil digestif peut correspondre, en fait, à plusieurs espèces, les crabes, les pagures et les gastéropodes ayant souvent été considérés et identifiés seulement en tant que tels.

Les poissons ayant mangé des crustacés se retrouvent dans des zones assez précises et bien délimitées du lagon, en général à la périphérie de la plaine lagonaire et en bordure de la plage et des récifs (figures 24 a,b). La majorité des poissons qui ont mangés des crustacés ont été capturés dans des eaux de profondeurs inférieures à 10 mètres.

Pour les gastéropodes (figures 25 a,b) et les vers (figures 26 a,b), les stations où les poissons capturés en contenaient sont peu nombreuses et très localisés, notamment dans la plaine lagonaire (où les bivalves composent une part importante du régime) pour les premiers, et dans une zone proche des récifs pour les derniers.

5-9/ Calcul des corrélations avec le benthos

Le tableau 22 indique le niveau de corrélation existant entre, d'une part, le volume ou l'occurrence d'un type de proie dans les estomacs de *L. nebulosus*, et d'autre part, l'abondance ou la diversité de ce type de proie dans le benthos. Il n'a été tenu compte que des stations avec plus de 5 *Lethrinus nebulosus* avec un appareil digestif non vide. La variabilité intrastation n'a pas été prise en compte, que ce soit pour les estomacs ou le benthos.

A noter que cette étude n'a porté que sur 27 stations. Les études de benthos n'ayant été réalisées que sur les stations paires.

Tableau 22: Corrélations entre les contenus des appareils digestifs de *L. nebulosus* et le benthos, (seules les stations comprenant plus de 5 individus non vides ont été considérées.)

Volume et occurrence désignent le volume de proie et le nombre d'occurrence moyens dans les appareils digestifs.
Effectif et nombre d'espèces représentent le nombre d'espèces et l'effectif total de proies potentielles dans le benthos.

** : très significatif au risque de 0.01;
* : significatif au risque de 0.05;
N.S. : non significatif.

		BIVALVES				AUTRES GROUPES DE PROIES			
		Estomacs		Benthos		Estomacs		Benthos	
		Volume	Occurrence	Effectif	Nb esp.	Volume	Occurrence	Effectif	Nb esp.
Estomacs	Volume de proie	**				**			
	Occurrence								
Benthos	Effectif	*	N S			N S	N S		
	Nombre espèces	**	N S	*		N S	N S	**	

Le tableau 22 montre que seules les corrélations entre l'abondance des bivalves dans les estomacs et dans le benthos, et celle entre la diversité des bivalves dans les estomacs et le benthos sont significatives. Pour les autres groupes, il existe de nombreuses espèces dans le benthos qui ne sont pas consommables par les *L. nebulosus*, soit par leur taille, soit à cause de défenses naturelles (essentiellement chimiques). Dans une seconde analyse, il n'a pas été tenu compte de ces espèces. Cette modification n'a cependant pas modifié les résultats, c'est à dire, l'absence de corrélation entre l'abondance et la diversité des proies dans les estomacs et le benthos.

Néanmoins, comme cela a été expliqué dans l'analyse des variations des contenus d'appareils digestifs en fonction de la taille et de la profondeur, cette absence de corrélation est peut être en grande partie due aux faibles valeurs des pourcentages de volume des groupes de proies autres que les bivalves, et à l'imprécision de leur identification.

Dans tous les cas d'analyse, il existe une relation entre le volume de proie et leur occurrence, soit le nombre d'espèce du groupe de proie considéré. Cela permet d'affirmer que si le volume d'un groupe de proie est important dans un appareil digestif, l'animal a mangé plusieurs espèces de ce groupe, et non une seule en grande quantité. Dans le cas des crustacés ou des gastéropodes, cela signifie, en raison de l'imprécision des identifications, que les taxa mangés sont des espèces très différentes (pagures, crevettes, crabes identifiés ou pas ou espèces de gastéropodes très dissemblables). Il est intéressant de noter que si un groupe de proies est représenté par un effectif important dans le benthos, le nombre d'espèces différentes est lui aussi important.

DISCUSSION

1/ Critiques des méthodes

1-1/ Campagnes de pêche

1-1-1/ Les méthodes de pêche

La méthode de capture, la ligne à main est assez sélective. Les poissons de petites tailles (moins de 200 mm) n'ont pas pu être capturés, en raison de la taille de l'hameçon. Il est aussi possible que les poissons de très grandes tailles n'aient pas mordus, ou aient brisé les lignes (on a noté environ 10% de perte de poissons de grandes tailles pour ce motif). Toutefois, cette méthode était la seule possible et cette technique de la ligne à main est celle employée par les habitants d'Uvea. La palangre, testée auparavant ne donnait pas des résultats satisfaisants. D'autres méthodes comme les casiers, voire le chalutage de fond n'ont pas pu être retenues. Les casiers ont un rendement trop faibles, et de plus, en ce qui concerne le chalutage, les fonds du lagon d'Uvea, très accidentés, ne le permettent pas.

1-1-2/ Heures de pêche

L'horaire des heures de pêche a été déterminée d'après les connaissances empiriques de cette espèce, qui est localement connue pour "mordre" aux heures de changement de lumière, aux couchers et levers du soleil.

Toutefois, il est très probable que ce choix a introduit un biais dans l'étude des contenus d'appareils digestifs. En effet, il est connu pour d'autres espèces que le type de proies varie en fonction de l'heure du jour. A la tombée de la nuit, beaucoup de mollusques gastéropodes ne sont pas encore sortis du sédiment où ils s'enterrent durant la journée. De même, les crustacés, en particulier les crevettes ont une activité nocturne, et ne sont entièrement à découvert que plus tard dans la nuit. A l'opposé, vers et bivalves ne changent guère leur comportement en fonction de l'heure.

1-1-3/ Périodes des campagnes de pêche

Le déroulement des campagnes de pêches durant plusieurs périodes différentes de l'année permet d'avoir certes une idée du régime alimentaire général de *L. nebulosus*, mais il est possible que cela ait introduit des erreurs en raison du changement de comportement alimentaire, notamment lors des périodes de reproduction. Certains poissons ne se nourrissent pas lors du frai, l'analyse des proportions d'individus a peut être été faussée. Du fait, que ces poissons ne se nourrissent pas, leur nombre a peut-être été sous-estimée, en raison de la technique de capture employée, introduisant des erreurs possibles dans l'étude des fréquences selon les classes de taille.

1-2/ Les méthodes d'analyses

1-2-1/ Identifications des proies, codages des résultats

L'identifications des proies a été très hétérogène. L'accent a été mis sur les bivalves, car c'était le groupe de proies principal, et l'état de conservation des coquilles permettait leur détermination, sans trop de difficultés.

La prise en compte du nombre d'occurrences pour les autres groupes de proie a cependant été rendue délicate par leur faible degré d'identification. La conséquence la plus gênante a été le regroupement sous une seule occurrence des espèces non identifiées (crabes non identifiées, gastéropodes non identifiées, ...). De ce fait, la présence dans certains appareils digestifs de plusieurs taxa a été reportée de la même façon que celle d'une seule espèce. L'analyse de la diversité des espèces, par groupe de proies a donc été altérée. Il n'était certes pas possible de donner un code par espèce supposée différente, car l'erreur aurait été tout aussi importante, si ce n'est plus, surtout lors de la comparaison avec le benthos.

1-2-2/ Mesures de la quantité et du volume des proies.

La mesure du volume de chaque taxon de proie dans les appareils digestifs a été faite "à l'œil nu". Cette méthode engendre certes des erreurs, en raison de l'imprécision de cette estimation, mais elle était incontournable, si on considère le nombre de poissons à analyser. La mesure de volume, ou la pesée par taxon aurait été beaucoup trop coûteuse en temps, et n'aurait pas permis l'analyse de l'ensemble des appareils digestifs. La question s'est posée, au début des analyses, de ne considérer qu'un certain nombre de contenus stomacaux, en procédant à un tirage de 50 appareils digestifs de *L. nebulosus* par classe de taille de 50 mm, mais le biais de cet échantillonnage aurait été trop important, et les effectifs de certaines classes de taille ne le permettaient pas. En raison des changements de comportement alimentaire des poissons selon leur stade physiologique, et de l'importance de la proportion d'individus ayant un contenu d'appareil digestif vide pour certaines stations, l'analyse d'un grand nombre d'appareils digestifs était nécessaire pour obtenir des séries statistiques suffisantes. Seule l'estimation "à vue" des volumes des proies permettait l'obtention de telles séries

2/ Répartition des individus par classes de taille

2-1/ Distribution de la population selon la taille

L'étude de la distribution des *L. nebulosus* selon les classes de taille a montré que les poissons étaient de taille comprise entre 80 et 550 mm pour le lagon d'Uvea.

Le tableau 23 indique que la répartition à Uvea diffère de celles des autres régions de la zone sud-ouest Pacifique. Les poissons sont les plus petits à Fidji, et les plus grands dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Il est probable que la méthode d'échantillonnage a une grande importance, à Fidji, les captures ayant été faites avec des filets maillants.

Tableau 23: distribution de la population de *L. nebulosus* selon les classes de taille dans différentes régions.

1 : Kulbicki (données non publiées); 2 : Dalzell (); 3 : Walker (1975).
N : taille de l'échantillon.

Régions	N	Classe de taille en mm									
		< 250	250-299	300-349	350-399	400-449	450-499	500-549	550-599	600-649	650 et +
Lagon sud-ouest (1)	300	1%	2%	6%	9%	16%	15%	22%	20%	8%	2%
Fidji (2)	1186	40%	19%	15%	9%	7%	5%	2%	2%		
G. de Carpentarie (3)	46	0	0	11%	13%	41%	30%	2%	2%		
Uvea	1342	7%	10%	22%	23%	26%	11%	1%	0.03%		

Tableau 24 : distribution de *L. nebulosus* selon les différentes classes d'âge.

1: Baillon (1990); 2 : Aldonov et Druzhinin (1979)

Régions	N	Classe d'âge (années)											
		1-1+	2-2+	3-3+	4-4+	5-5+	6-6+	7-7+	8-8+	9-9+	10-10+	11-11+	12 et +
Fidji (1)	63		56%	30%	6%	6%	3%						
Australie (1)	74	23%	20%	27%	16%	13%							
Nouvelle-Calédonie (1)	49			59%	31%	10%							
Golfe d'Aden (2)	283		3.5%	23%	18%	9.5%	8.5%	9.5%	8.8%	6%	3.9%	2.8%	2.2%

Il est remarquable de constater que malgré la proximité du lagon sud-ouest, on observe une variation de la répartition des tailles, les poissons d'Uvea étant plus petits. Ceci peut être en partie dû à des profondeurs de pêche différentes, mais il est plus probable qu'il s'agisse d'une croissance différente. Baillon (1990) a en effet montré qu'il existait des différences de croissance entre populations de la zone (Fidji, Nouvelle-Calédonie, Queensland). Si on utilise le taux de croissance observé en Nouvelle-Calédonie, la comparaison avec des poissons de la Mer Rouge montre que les modes sont similaires (tableau 24).

2-2/ Relations taille-poids

Le tableau 25 montre les différences interrégionales existantes pour les coefficients de la relation longueur-poids de *L. nebulosus*. Il convient en premier lieu de remarquer :

- dans toutes les études considérées, les coefficients de corrélations sont supérieurs à 0.99, quand il est communiqué, (ou signalé comme très significatif) ce qui n'est d'ailleurs pas surprenant, la taille et le poids étant autocorrélés;
- les valeurs des coefficients de pente entre les mâles et les femelles indiquent que la relation taille-poids est différente entre les deux sexes, les *L. nebulosus* femelles ayant, pour une taille identique à celle des mâles, un poids inférieur, à l'exception de l'étude de Loubens (1980), où les deux sexes ont des relations taille-poids identiques.

Si pour tous sexes confondus, les relations longueur-poids sont identiques entre Uvea et le lagon sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie, il n'en est pas de même si on considère les sexes séparément, les poissons du lagon sud-ouest ayant un coefficient de condition inférieur à ceux d'Uvea. Autrement dit, à taille égale, les poissons d'Uvea sont plus lourds. Cependant, dans les deux régions, de même qu'en Australie, les mâles ont un poids supérieur aux femelles à taille égale.

Il est connu (Baillon, 1990), que suivant les régions, *L. nebulosus* peut présenter des taux de croissance différents, et que ce taux varie selon les sexes. La question est de savoir si les différences de distribution des tailles et la relation longueur-poids observés à Uvea sont liés à une croissance différente, et si oui, quelles en sont les causes.

En l'absence d'étude des pièces osseuses ou de marquage, seule la distribution des tailles de *L. nebulosus* à Uvea peut suggérer une croissance plus lente que dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. En effet, 52% des poissons pêchés dans le lagon sud-ouest dépassent 500 mm, contre seulement 1% à Uvea. Par ailleurs, la taille à maturité sexuelle (cf résultats généraux), est de 530 mm dans le lagon sud-ouest (3.2 kg environ), et de seulement 380 mm à Uvea (1 kg environ). Chez la plupart des poissons (Hoar et Randall, 1963), la taille de maturité sexuelle est liée à la croissance, cette taille étant d'autant plus petite que la croissance est lente.

Tableau 25 : coefficients des droites de régression des relations longueur poids pour *L. nebulosus*, de différentes régions de l'Indo-Pacifique.

Les relations font intervenir les relations de longueur à la fourche, excepté pour les données de Loubens (longueur standard).

N : nombre d'individus considérés;

r : coefficient de corrélation.

1 : Kulbicki (1992, données non publiées); 2 : Loubens (1980); 3 : Aldonov et Druzhinin (1979); 4 : Baddar (1987); 5 : Kuo (1987)

Régions	Ensemble de la population				Population mâle				Population femelle			
	N	r	Pente	Intercepte	N	r	Pente	Intercepte	N	r	Pente	Intercepte
Lagon sud-ouest (1)	367	0.98	2.94	1.03	167	0.99	2.93	1.03	200	0.99	2.76	1.08
Lagon sud-ouest (2)	1000	0.99	2.88	13.24	707	0.998	2.87	13.30	790	0.998	2.87	13.29
Golfe d'Aden (3)	283	0.96	2.98	1.10								
Koweit (4)			3.01	1.02								
Nord de l'Australie (5)					120	0.984	2.82	1.03	131	0.992	2.80	1.04
Uvea	1342	0.990	2.94	1.02	509	0.992	2.99	1.035	574	0.992	2.96	1.03

2-3/ Hypothèses

Deux hypothèses peuvent expliquer ces différences de croissance. Soit des conditions écologiques différentes, les poissons ayant dans certaines régions une nourriture plus abondante, plus accessible, et des eaux de température plus élevées; soit une pression de pêche plus faible sur le stock, voire la conjugaison de ces deux conditions.

Deuxième hypothèse, ces populations, assez éloignées, sont isolées génétiquement et les stocks sont donc différents.

2-3-1/ Des raisons écologiques ?

Baillon (1990) indique que de nombreux facteurs écologiques interviennent dans la croissance (température, oxygène, abondance de nourriture, ...), et qu'ils sont sans doute en grande partie responsables des variations observées, tant à l'échelle de l'Indo-Pacifique (Aldonov et Druzhinin, 1979, Baddar, 1987, Edwards et *al.* (Baddar, op. cit.), Kuo, 1987) qu'à l'échelle régionale (Baillon, 1990, Aldonov et Druzhinin, 1979).

A Uvea, les températures sont plus chaudes que dans le lagon sud-ouest, et devraient donc permettre une croissance plus rapide. Les distributions de taille, et la taille à maturation sexuelle tendent à démontrer que ce facteur n'est pas responsable des différences observées.

Il existe des données sur l'abondance du benthos dans le lagon sud-ouest (Chardy et *al.*, 1988), et à Uvea (Clavier et *al.*, 1992). Les variations observées ne sont pas suffisantes pour expliquer les différences de taille de *L. nebulosus* observées entre les deux zones.

A plus grande échelle, il est intéressant de remarquer que les poissons ont des tailles plus importantes dans les eaux du Queensland et de Nouvelle-Calédonie que dans le lagon d'Uvea ou à Fidji. Ceci peut être dues aux différences d'apports terrigènes dans les eaux, ces apports étant importants dans les eaux cotières de l'Australie et de Nouvelle-Calédonie, et faibles dans le lagon d'Uvea (Chevillon, 1992). Ces différences d'apports terrigènes, qui sont un des points de départ de la chaîne alimentaire, influent sur la quantité de nourriture disponible, et peuvent être à la base d'une vitesse de croissance différente entre ces régions.

De plus, le lagon d'Uvea comporte de nombreuses zones de fonds durs et de récifs sur la périphérie, offrant au macro-benthos de multiples possibilités d'échapper aux poissons, et diminuant ainsi l'accessibilité des proies. Ceci est corroboré par le peu d'espèces mobiles (crustacés) trouvés dans les estomacs à Uvea, comparé aux résultats du lagon sud-ouest ou du Queensland (cf chapitre 5).

Enfin, les différences de pression de pêche ne semblent pas jouer un rôle, puisque l'intensité de la pêche dans le lagon sud-ouest est plus importante qu'à Uvea, et devrait donc induire des tailles plus faibles pour les poissons de Nouvelle-Calédonie, que pour les poissons du lagon d'Uvea, alors que nous constatons le contraire.

2-3-2/ Des populations différentes ?

Cette hypothèse d'existence de subpopulations ayant des propriétés génétiques différentes pouvant affecter la croissance des poissons d'une même espèce, a été retenue par Nishimura et Yamada (Baillon, op. cit.) dans les eaux d'Hokkaido au Japon. Plusieurs faits peuvent étayer cette hypothèse. Si la distance entre la Grande Terre et Uvea est faible, il existe de nombreux obstacles naturels entre les lagons sud-ouest et d'Uvea, comme les récifs barrière et les passes de la Havanah et de la Sarcelle (cf. figure 2). Ebisawa (1990) note que les pontes s'effectuent dans des prairies de *Zostera* de faibles profondeurs, mais ne donne aucune indication sur le comportement des larves. Il indique que la durée de la phase larvaire est longue, 37 jours, et entièrement pélagique,

Une étude des courants serait nécessaire, pour déterminer si les larves peuvent être transportées entre le lagon d'Uvea et celui de la Grande-Terre, mais il existe très peu de données, et les quelques indications disponibles suggèrent un flux nord-ouest. Ceci implique qu'il n'existe pas de communication du lagon sud-ouest vers Uvea, mais à l'inverse, elles sont possible, de Uvea vers le lagon sud-ouest, ce qui n'exclue pas des contacts occasionnels entre les deux populations. Par ailleurs, il n'existe pas de preuves d'un recyclage des larves dans le lagon d'Uvea, et celles-ci pourraient provenir du lagon nord de la Grande Terre.

Pour pouvoir conclure entre les deux types d'hypothèses, il faudrait réaliser une étude de la croissance des *L. nebulosus* d'Uvea, voire une étude des gènes.

3/ Relation taille-sexe

3-1/ Variations du sexe-ratio pour les poissons de Nouvelle-Calédonie

Des variations de sexe-ratio avec la taille comparables à nos résultats ont été trouvées dans le lagon sud-ouest par Loubens (1986) et Kulbicki (données non publiées). La figure 27 montre que dans les trois cas les mâles ne dépassent pas 55% des individus et qu'au delà de 540 mm le ratio des mâles chute rapidement, les plus grands individus étant presque exclusivement des femelles.

Variations du sexe-ratio selon la taille

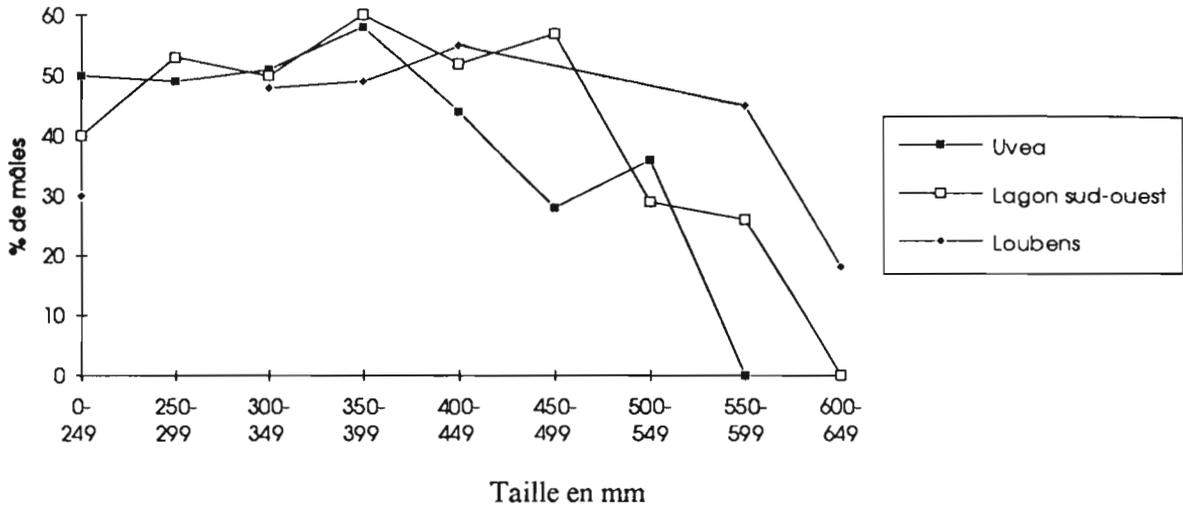


Figure 27 : variations du sexe-ratio par classe de taille pour les population de *L. nebulosus* d'Uvea, et du lagon sud-ouest, Loubens (1980), Kulbicki (données non publiées).

Tableau 26 : variations du sexe-ratio (nombre de mâles divisés par le nombre de mâles et de femelles) en fonction de la taille, de *L. nebulosus*.

1 : Ebisawa (1990); 2 : Young et al. (1982); 3 : Walker (1975).

N : le nombre de poissons considérés.

Régions	N	<250	250-299	300-349	350-399	400-449	450-499	500-549	550-599	600-649
Okinawa (1)	1101	17%	12%	50%	56%	51%	54%	57%	35%	
G. de Carpentarie (2)	46			60%	83%	53%	50%		100%*	100%*
Queensland (3)	58					50%	71%	43%	40%	

Notes : * un seul individu dans les deux dernières classes, résultats de Young et al. (1982).

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ce phénomène:

- un hermaphrodisme protérandrique;
- une croissance différente selon le sexe;
- une répartition spatiale différente selon le sexe.

L'hypothèse que cette espèce soit hermaphrodite est en effet retenue par différents auteurs australiens, Young et Martin (1982) et Mc Pherson (1985). Notons que la famille des Lethrinidae comprend de nombreuses espèces qui sont effectivement hermaphrodites; résultats démontrés par Walker (1975), Loubens (1980), Young et Martin (1982); comme *L. genivittatus*, dont les variations de sexe-ratio indiquent que les individus mâles deviennent femelles passée une certaine taille (figure 28).

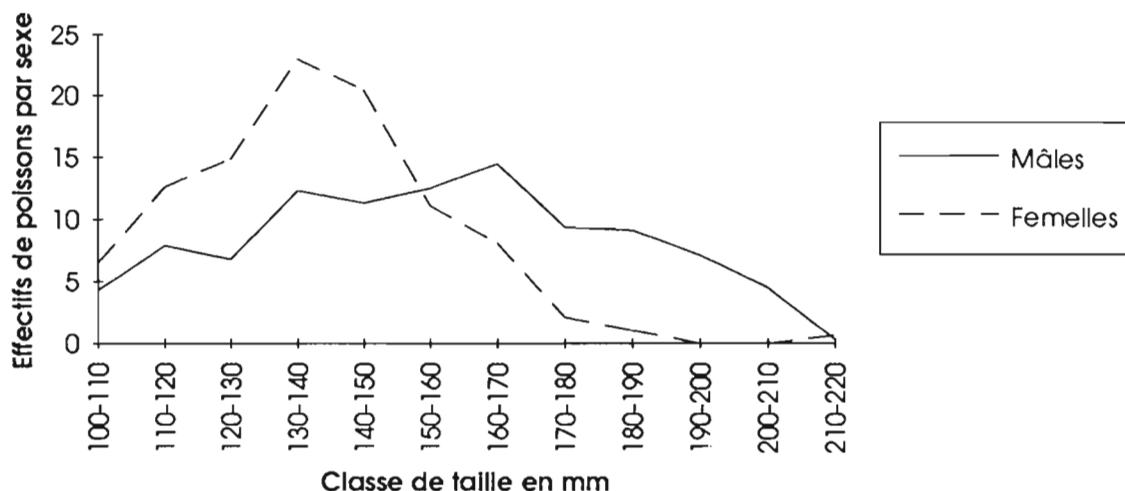


Figure 28 : pourcentage de *L. genivittatus* mâle et femelle par classes de taille, lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie (Kulbicki, données non publiées).

Les travaux d'Ebisawa (1990) sur la reproduction du *Lethrinus nebulosus* dans la région d'Okinawa fait état de l'hermaphroditisme de cette espèce mais seulement chez les poissons de petites tailles. Cette étude portant sur 1101 individus indique que les poissons sont de sexes femelles pour les individus de taille inférieure à 250 mm (le plus petit mâle observé ayant une taille de 258 mm). Ebisawa (1990), d'après les variations du sexe-ratio et l'étude histologique des organes génitaux, conclue que tous les mâles observés résultent d'un changement de sexe. Cette acquisition du sexe mâle par une certaine partie des poissons femelles est définitive, et Ebisawa (1990) souligne que les variations significatives (test du Chi-deux) du sexe-ratio selon la taille, observées pour les individus de taille comprise entre 380 et 399 mm, sont dues à des biais d'échantillonnage mais qu'aucun changement de sexe survenu après la maturation sexuelle n'a été observé.

Les travaux de Young et Martin (1982) présentent aussi *L. nebulosus* comme une espèce hermaphrodite. Ils pensent qu'il s'agit d'un hermaphroditisme protogynique indiqué par la distribution du sexe-ratio selon la taille, mais le nombre d'individus étudiés est faible (46 poissons), et les résultats de l'analyse histologique des gonades ne sont pas concluants. Dans la même région du Golfe de Carpentarie, Walker (1975), a étudié les variations du sexe-ratio (tableau 26), d'après 58 individus seulement, et conclu à un taux constant pour cette espèce. Les résultats de ces deux études, en raison du faible nombre d'individus considérés sont donc difficilement exploitables, et l'hypothèse d'un hermaphroditisme protogynique peut donc être rejetée.

Par ailleurs, il faut noter que cette hypothèse d'hermaphroditisme protogynique est en complète contradiction avec les résultats trouvés à Uvea, ainsi que dans le lagon sud-ouest par Loubens (1980) et Kulbicki (données non publiées), où les individus femelles dominent, en nombre, dans les classes de taille supérieures.

L'hypothèse d'une croissance différente selon le sexe est plus probable, comme le suggèrent plusieurs études. Ainsi, les travaux de Baillon (1990) sur la croissance du *L. nebulosus* d'après l'otholithométrie, démontrent que les femelles ont une vitesse de croissance supérieure à celle des mâles, pour les poissons de Nouvelle-Calédonie, dès l'âge de 2.5 ans. Les travaux de Loubens (1980) et ceux d'Aldonov et Druzhinin (1979), cités précédemment vont aussi dans ce sens.

Les valeurs du sexe-ratio peuvent être altérées par plusieurs facteurs. Nous avons vu que les individus matures se répartissaient dans le lagon d'Uvea par bancs de sexe différent. Une telle

répartition des poissons peut affecter les valeurs du sexe-ratio selon Sadovy et al. (1987). Toutefois, dans le cas de l'étude de la population des *L. nebulosus* d'Uvea, la surface et le nombre d'individus échantillonnés permettent de considérer l'échantillon comme représentatif de l'ensemble de la population, et en conséquence, les erreurs sur le sexe-ratio devraient être minimales.

Loubens (1986) et Sadovy et al. (1987) signalent d'autres biais possibles pouvant intervenir sur le sexe-ratio. Les poissons peuvent se répartir différemment dans le lagon, certains individus, notamment ceux de grandes taille, pouvant se situer dans des zones non prospectées lors des campagnes d'échantillonnage (Loubens signale la zone de la pente extérieure du récif barrière, ou des zones bien précises comme des anfractuosités sous-marines). De plus, les techniques de capture comme la ligne à main sont sélectives. A noter que les poissons mâles matures sur le point de se reproduire se nourrissent peu, d'après l'étude du nombre d'estomacs pleins ou vides sur les poissons d'Uvea, et que de ce fait les captures de ces individus sous-estiment leur importance réelle dans le peuplement.

En conclusion, nous retiendrons l'hypothèse que cette espèce a effectivement une vitesse de croissance différente selon le sexe, mais les données ne permettent pas d'affirmer l'existence d'un hermaphrodisme quelconque en Nouvelle-Calédonie. Pour pouvoir trancher de manière définitive, une étude histologique des organes de reproduction chez les individus de grande taille serait nécessaire afin de déterminer si la présence en plus grand nombre des individus de sexe femelle dans les grandes classes de tailles est bien le résultat d'une vitesse de croissance supérieure ou d'un changement de sexe.

4/ Taille de première maturité et période de reproduction

4-1/ Taille de première maturité

Le tableau 27 indique des différences importantes de taille et de poids de première maturité suivant les régions. Il convient de faire cependant deux remarques préliminaires dans l'étude de ce tableau :

- la valeur indiquée par Kuo (1986) est très faible et peu réaliste compte tenu des travaux d'Ebisawa (1990) et de Loubens (1980), indiquant que la détermination même du sexe de l'individu est difficilement réalisable pour une telle taille.

- les âges des poissons d'Uvea ont été déterminés d'après des courbes établies pour le lagon sud-ouest, et de ce fait ils sont sans doute sous-estimés, et donc doivent être considérés avec prudence.

Tableau 27 : taille et âge de première maturité de *L. nebulosus* dans différentes régions.

1 : Loubens (1980); 2 : Ebisawa (1990); 3 : Kuo (1987); 4 : Kulbicki (1992; données non publiées)

Régions	Mâles			Femelles		
	Age	Taille	Poids	Age	Taille	Poids
Uvea	4/5 ans (?)	350 mm	850 g	4/5 ans (?)	375 mm	1000 g
Lagon sud-ouest (1)	5/6 ans	515 mm	2700 g	5/6 ans	550 mm	3200 g
Okinawa (2)					390 mm	1000 g
Nord de l'Australie (3)				4 ans	250 mm	320 g
Lagon sud-ouest (4)	530 mm - 2800 g *					

Note : -* la taille de première maturité a été estimée sur l'ensemble des poissons mâles et femelles.

Les poissons d'Okinawa et d'Uvea ont des tailles de première maturité similaires. De même que les travaux de Loubens (1980) et de Kulbicki (données non publiées, 1992) montrent qu'avec 12

ans d'intervalle, cette taille reste identique dans une même région. Malgré leur proximité géographique, les *L. nebulosus* d'Uvea mûrissent à un poids près de trois fois inférieur à celui des populations du lagon sud-ouest.

Ces différences de taille de première maturité sont certainement la conséquence d'une vitesse de croissance différente. L'amplitude des différences laisse penser que les deux populations pourraient ainsi être génétiquement distinctes, mais cela demande confirmation par une étude génétique.

4-2/ Période de reproduction

Les données dont nous disposons ne permettent pas de déterminer précisément la période de reproduction pour les individus du lagon d'Uvea. La période où le pourcentage de poissons matures est très élevé coïncide avec la période de reproduction donnée par Loubens (1980) pour le lagon sud-est de la Grande-Terre, soit entre les mois d'août et octobre. Il est intéressant de noter que cette période est décalée par rapport à la plupart des espèces demersales de grande taille du lagon, vivant dans le même milieu, et pour qui la période de reproduction se situe durant les mois de novembre-décembre.

Tableau 28 : période de reproduction de *L. nebulosus* selon les différentes régions d'étude.

1 : Loubens (1980); 2 : Walker (1975); 3 : Kuo (1987); 4 : Nzioka (Ebisawa, op. cit.); 5 : Aldonov (1979) et Yaroslavtseva (Aldonov, op. cit.); 6 : Ebisawa (1990).

Régions et auteurs	Hémisphère	Périodes de reproduction (selon les mois)
Lagon sud-ouest (1)	sud	août-septembre
Queensland (2)	sud	juin-juillet
Nord de L'Australie (3)	sud	septembre-novembre (1984)/août-décembre (1985)
Côtes est-africaines (4)	nord	mars-novembre
Golfe d'Aden (5)	nord	mars
Oklawa (6)	nord	mars-juin

Note : certaines périodes indiquées sont citées par d'autres auteurs, qui n'apparaissent pas dans la bibliographie.

Les périodes de reproduction entre les deux hémisphères (tableau 28) sont inversées, et correspondent aux périodes hivernales des différentes régions. Walker (1975) signale par ailleurs que la période de reproduction dans les eaux du Queensland coïncide avec la période de l'année où les eaux sont les plus froides et les jours les plus courts (photopériode minimale). Il n'existe malheureusement pas pour le lagon d'Uvea de mesures de la température et de ses variations au cours de l'année. Toutefois, d'après Rual (comm. pers.), le lagon d'Uvea est très ouvert et les variations de températures de l'océan autour, qui sont connues, seraient représentatives et peuvent servir de points de référence. Ces variations indiquent que les mois de juillet et août sont ceux où les eaux sont les plus froides, et coïncident avec la période de reproduction de *L. nebulosus*. Les variations de températures pour l'anse Vata, devant le centre ORSTOM indique les mêmes périodes de minima de températures pour l'eau (figure 29).

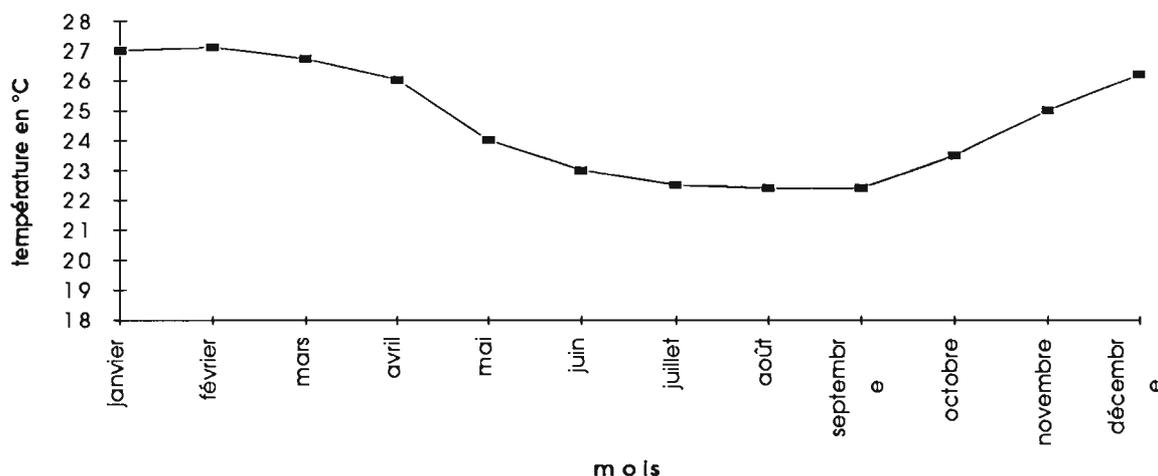


Figure 29 : variations annuelles de la température de l'eau, dans l'anse Vata, Nouméa.

Afin de déterminer si la température est bien un facteur déclenchant de la reproduction, Ebisawa (1990) a comparé les périodes de reproduction de populations de *L. nebulosus* dans les eaux d'Okinawa avec celles des poissons en aquaculture. Dans les deux cas, la reproduction a lieu durant les périodes où l'eau est la plus froide, et Ebisawa (1990) souligne que les périodes de reproduction varient d'une année à l'autre, en fonction des conditions climatiques. Toutefois, Tawada et al. (Ebisawa, op. cit.) ont aussi montré que les *L. nebulosus* en aquarium, se reproduisaient d'autant mieux qu'ils étaient bien nourris et gras, mais le rôle de la température reste prépondérant selon eux.

D'autre part, ni Loubens (1980), ni Nzioka (Ebisawa, op. cit.) et Ebisawa (1990) n'ont pu mettre en évidence un rôle d'autres conditions environnementales dans la détermination des périodes de reproduction de *L. nebulosus*, et Ebisawa en conclue que la physiologie de la reproduction de ce poisson est liée aux variations de la température de l'eau.

Enfin, l'hypothèse d'un rôle de la photopériode dans la détermination de la période de reproduction n'est pas retenue par Ebisawa (1990). En Nouvelle-Calédonie, les périodes où les jours sont les plus courts (juin-juillet), ne correspondent pas aux périodes de reproduction trouvées par Loubens. Il semble donc que seules les variations annuelles de température déterminent les périodes de reproduction de *L. nebulosus*.

4-3/ Remarques sur les proportions d'individus matures

Le pourcentage d'individus matures n'est jamais égal ou même proche de 100%, durant les périodes de reproduction. Ce résultat se retrouve aussi dans les études de Loubens (1980), Kuo (1986) et Ebisawa(1990). Plusieurs hypothèses peuvent être retenues.

La période de reproduction peut être étalée sur une longue période, comme l'indique Nzioka (Ebisawa, op. cit.), et être de ce fait peu marquée, les poissons se reproduisant à plusieurs reprises dans ce laps de temps, comme le signale Ebisawa (1990).

Deuxième raison, nous avons trouvé que les *L. nebulosus* mâles, sur le point de se reproduire, se nourrissaient très peu, et de ce fait un biais d'échantillonnage peut ainsi être introduit et conduire à une sous-estimation du pourcentage de poissons à un stade sexuel avancé et sur le point de se reproduire.

Enfin, Loubens (1986) avance l'idée d'un comportement migratoire des poissons en phase de reproduction, dans des zones non échantillonnées, conduisant aussi à une sous-estimation de leur nombre.

5/ Analyse des contenus stomacaux

Cette analyse a été réalisée en plusieurs étapes. Tout d'abord en considérant les éventuelles causes de variations du régime alimentaire des *L. nebulosus* d'Uvea, selon les paramètres biologiques, et la répartition des poissons, puis en comparant le régime global avec ceux décrits dans d'autres régions.

Enfin, les relations avec le benthos sont étudiées d'après les cartes de répartition des organismes dans le lagon.

5-1/ Le régime alimentaire des *L. nebulosus* d'Uvea

5-1-1/ Description générale

Les *L. nebulosus* ont un régime carnivore varié, dans la mesure où les proies retrouvées dans les estomacs peuvent être assez diverses, même pour un individu donné. Il est assez fréquent de trouver des contenus d'appareils digestifs comprenant des taxa de proies aussi diverses que des poissons, oursins ou crabes, ou des bivalves (qui sont quasiment toujours présents dans le cas du lagon d'Uvea).

Il n'y a pas de différences très nettes ou brutales dans le régime alimentaire, selon la taille, ou tout autre paramètre. Par exemple, un groupe de proies qui serait présent pour certaines classes de poissons, et non dans d'autres (à l'exception des poissons, mais le faible nombre de *L. nebulosus* en ayant mangé ne permet pas de conclure). Les variations existantes sont progressives, et concernent surtout l'augmentation de la diversité des proies, avec la taille et la maturité sexuelle. Toutefois, si l'effet observé est le même, il semble que les causes soient elles, différentes.

5-1-2/ Paramètres biologiques influençant le régime

Avec l'augmentation de taille, les *L. nebulosus* ont accès à des aires de nutrition plus importantes, et donc à plus d'espèces de proies, comme nous le verrons lors de l'étude du benthos. En effet, ils peuvent se déplacer plus rapidement et plus longtemps, et ont moins à craindre les prédateurs que les poissons de petites tailles. Ils sont par ailleurs, davantage capables de saisir des proies plus mobiles, comme les crabes ou les poissons, et de briser les coquilles de gastéropodes ou celles des pagures. De ce fait, l'éventail de proies possibles est beaucoup plus large, et peut expliquer cette plus grande diversité des espèces retrouvées dans les appareils digestifs, et la diminution de l'importance des bivalves.

La période de reproduction semble aussi influencer le comportement alimentaire des poissons, puisque ceux-ci ont une nourriture moins variée (nombre d'occurrences plus faible en moyenne), que les poissons immatures. De plus, la proportion de poissons ayant un contenu stomacal vide est beaucoup plus grande chez les *L. nebulosus* sur le point de se reproduire (stade sexuel 5). La différence de taille peut être une des causes, mais elle n'est vraisemblablement pas la seule. En effet, les campagnes de pêche n'ont pas toutes eu lieu durant la période de reproduction, et nous avons vu que même durant cette époque, le pourcentage d'animaux matures était très loin d'être égal à 100%. A noter que le maximum de diversité se trouve chez les poissons de stade sexuel 3, en cours de

maturation, et qui de ce fait ont des besoins énergétiques accrus, et semblent moins sélectionner les proies, ou avoir un comportement de recherche de nourriture plus important.

5-2/ Comparaison avec d'autres résultats

La diversité du régime alimentaire se retrouve dans les différentes études publiées pour d'autres régions (tableaux 29 et 30).

Tableau 29 : régime alimentaire des *Lethrinus nebulosus* de différentes régions, en pourcentage du volume.

Dans le cas du lagon d'Uvea, les "-" signifient que le groupe de proie est présent, mais la valeur du pourcentage est inférieure à 0,5%.

1 : Kulbicki (données non publiées); 2 : Walker (1975).

Type de proie	Lagon sud-ouest (1)	Uvea	Queensland (2)
Mollusques	46,7	56,6	24,9
Bivalves	15,1	49,5	16,1
Gastéropodes	31,6	7,1	8,8
Autres	-	-	-
Crustacés	24,4	9,2	6,6
Crabes	-	8,5	6,6
Squilles	-	-	-
Bernard l'hermitte	-	0,5	-
Crevettes	-	-	-
Autres	-	-	0,3
Echinodermes	12,7	2,1	18,5
Oursins	10,8	2,1	10,5
Dollard	1,9	-	7,4
Autres	-	-	0,6
Vers	3,1	3,5	1,4
Polissons	3,1	2,1	1,8
Divers	1,1	1,4	13,9
Matériel non identifié	-	24,8	31,4
Nombre de poissons pleins	188	886	52

Les valeurs du tableau 30 sont difficilement comparables directement, puisque les chiffres ne représentent pas la même chose. Ce tableau est surtout donné à titre indicatif.

Les types de proies varient peu d'une région à une autre, et on retrouve les mêmes groupes d'espèces. Par contre, leur importance volumique ou en occurrence varient parfois complètement d'une région à une autre. Dans l'exemple du golfe d'Aden, se sont les squilles qui prédominent (*Oratosquilla investigatoris*), et qui représentent 80 % du volume des proies.

La comparaison la plus intéressante est celle avec les *L. nebulosus* du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie, les deux lagons étant géographiquement très proches et donc assez similaires. Nous pouvons donc supposer que les différences de régime alimentaire sont dues au comportement des poissons.

Une première constatation, c'est la part peu importante des bivalves dans le régime des *Lethrinus nebulosus* du lagon sud-ouest, et de ce fait le volume plus grand des autres groupes d'espèces comme les gastéropodes, les crustacés, les vers et les poissons. Par ailleurs, ces deux populations sont très dissemblables quant à leur taille, les poissons étant plus grands en moyenne dans le lagon sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie. Nous avons donc une confirmation de l'influence de la

taille des poissons sur le comportement alimentaire des poissons, et la relation entre la diversité des proies et l'augmentation de taille.

Cette remarque est aussi confirmée par la comparaison avec les individus capturés dans les eaux australiennes, où les poissons sont aussi, globalement plus grands. Les bivalves occupent une part moins importante, au profit des crustacés et des échinodermes notamment.

Tableau 30 : régime alimentaire des *Lethrinus nebulosus* de différentes régions, en pourcentage d'occurrence ou en nombre d'occurrences (g. d'Aden).

Dans le cas du lagon d'Uvea, les "-" signifient que le groupe de proie est présent, mais la valeur du pourcentage est inférieure à 0,5%.

1 : Kulbicki (données non publiées) : pourcentages d'occurrences (ainsi qu'Uvea);

2 : Aldonov et Druzhinin (1979) : nombre d'occurrences;

3 : Walker (1975) : pourcentage de poissons ayant mangé le groupe de proies correspondant.

Type de proie	Lagon sud-ouest (1)	Golfe d'Aden (2)	Uvea	Queensland (3)
Mollusques	42	5	72	71
Bivalves	14	5	60	36,5
Gastéropodes	28		12	34,6
Autres			-	
Crustacés	28	28	9,4	26,9
Crabes	28	7	8	19,2
Squilles		21*	-	
Bernard l'hermitte	-		1	
Crevettes		2	-	
Autres			-	7,7
Echinodermes	14	1	4	36,6
Oursins	12		4	21,2
Dollard				13,5
Autres	2	1	-	1,9
Vers	5	13	3	7,7
Poissons	3	28	1	7,7
Divers	2	8	-	23,1
Matériel non identifié	4	50	10	75,0
Nombre de poissons pleins	264	134	886	52

Notes : - * les squilles représentent 80% du volume des proies en moyenne.

- Parmi les proies classées dans la rubrique "divers", se trouvent des céphalopodes (Queensland, golfe d'Aden) et des algues (lagon sud-ouest).

Il aurait été très intéressant de connaître le régime de la population de *L. nebulosus* des îles Fidji, où les poissons sont en moyenne de taille inférieure, mais il n'existe pas de données disponibles.

Toutefois, les paramètres biologiques ne sont pas les seuls intervenant dans la différence de régime alimentaire, et sur la répartition des poissons dans le lagon, comme l'indiquent les paragraphes suivants.

6/ Incidence de la composition sédimentologique et du benthos d'Uvea sur la répartition des poissons

6-1/ Répartition spatiale des poissons

Les différentes études réalisées sur *L. nebulosus* indiquent que ce poisson se trouve dans des profondeurs comprises entre 0 et 80 mètres, voire plus. Toutefois, les profondeurs où les poissons sont le plus souvent capturés sont comprises entre 0 et 25 mètres.

L'établissement des cartes des stations où les poissons ont été ou non capturés a montré que ceux-ci se répartissaient à la tombée du jour dans la plaine lagonaire, soit la partie centrale du lagon, à quelques exceptions près.

Les données sur la présence des *L. nebulosus* en plongée (Kulbicki, 1992, non publiés), et donc pendant la journée sont assez contradictoires avec les résultats des campagnes de pêche. Les zones où ont été observés les poissons sont pour la plupart des stations où les captures ont été faibles voire nulles. De plus, les observations de poissons montrent que ceux-ci sont présents sur les fonds durs ou détritiques, et dans un nombre limité de stations (figure 30), en-dehors des lieux où ils se nourrissent. Par contre, les observations réalisées sur les stations où les captures ont été importantes montrent que les poissons ne s'y trouvent pas, à quelques exceptions près. Il est difficile de conclure, car si ces observations ne peuvent être considérées comme une preuve de leur absence, les *L. nebulosus* ne sont pas chassés dans le lagon d'Uvea, et de ce fait, ils sont peu craintifs vis-à-vis des plongeurs.

L'étude de la distribution des tailles de poissons observés en plongée permet de distinguer 3 zones différentes de répartition (figure 30) :

- la bordure côtière, composée d'algues et de graviers de petites tailles, où se trouvent les juvéniles;
- la bordure du récif sud (Pléïades) où des poissons de grandes tailles ont été observés;
- plusieurs zones avec des poissons de taille moyenne (maximum d'observations), avec des fonds durs ou meubles.

Les zones où les *L. nebulosus* ont été capturés ne sont pas celles où ils se répartissent durant la journée, et il est très probable que leur aires de distribution diurnes et nocturnes soient différentes. Même si les observations de poissons en plongée ont permis de noter des aires de répartitions diurnes, le nombre de poissons observés est très inférieur à celui des captures. De ce fait, nous pouvons considérer que le lieu où ces poissons se tiennent durant la journée, est inconnu.

6-2/ Répartition selon le sédiment

6-2-1/ Relations avec les études sédimentologiques

Ces résultats s'appuient sur les travaux de Chevillon (1992), sur l'atoll d'Uvea. Trois types de cartes ont été retenues pour essayer de relier la présence des poissons ou à leur régime à la composition du sédiment. Ces trois cartes permettent de visualiser les différentes zones du lagon selon la taille du sédiment, son tri et l'épaisseur.

La carte de la distribution de la taille moyenne du sédiment (figure 31) indique que les poissons ont été principalement capturés dans des zones où le sable est de taille moyenne, et peu, voire pas du tout dans les zones de graviers ou de débris coralliens.

La carte de triage du sédiment (figure 31) montre que les zones de capture sont celles où le sédiment est assez bien trié. Toutefois, la bande cotière échappe à cette règle.

Enfin, la cartographie du lagon selon l'épaisseur du sédiment (figure 32) indique une préférence des poissons pour les zones où le sédiment est d'épaisseur moyenne.

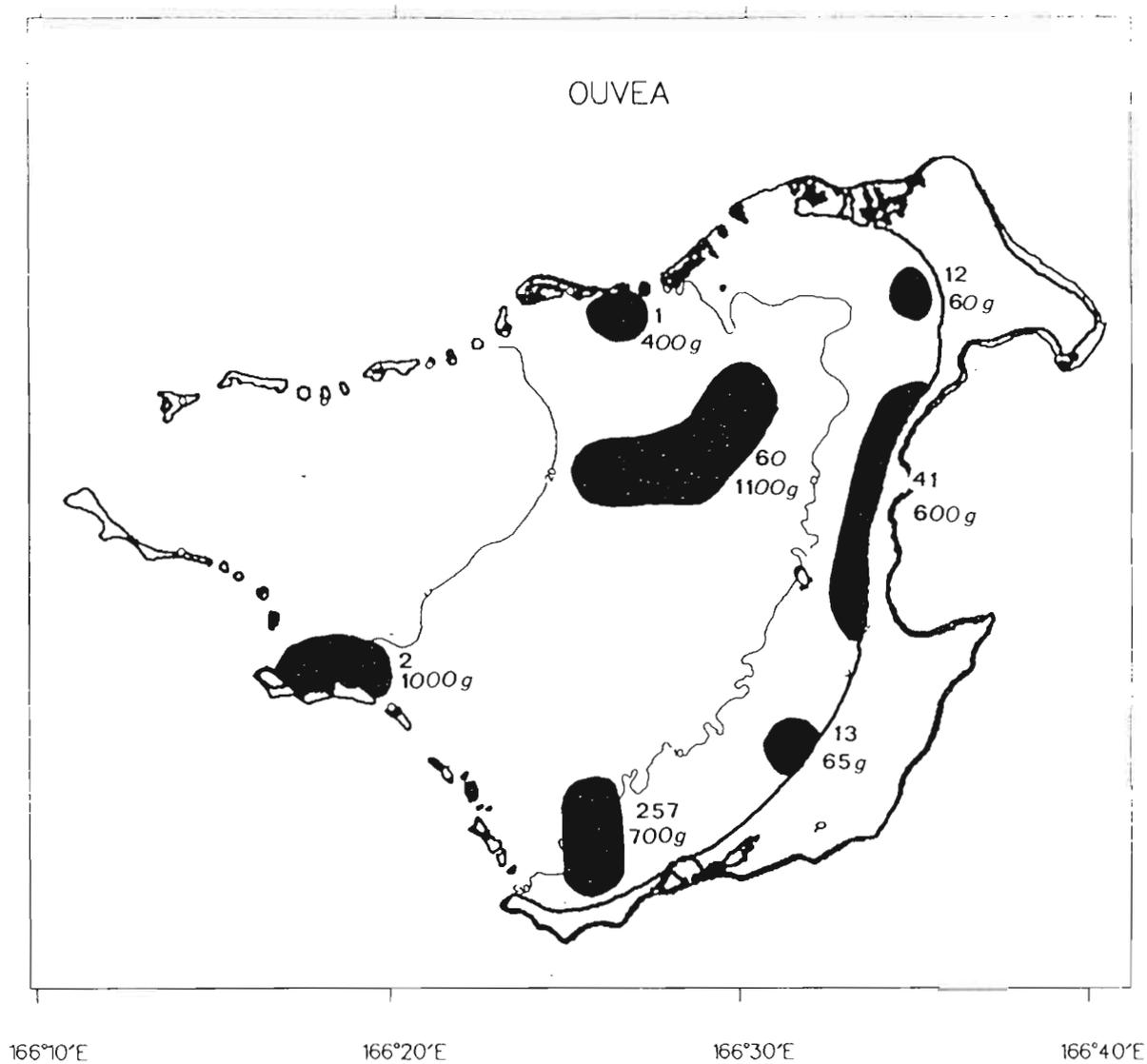


Figure 30 : observations de *L. nebulosus* en plongée, dans le lagon d'Uvea.

Chiffre du haut : nombre d'individus; chiffre du bas : poids moyen.

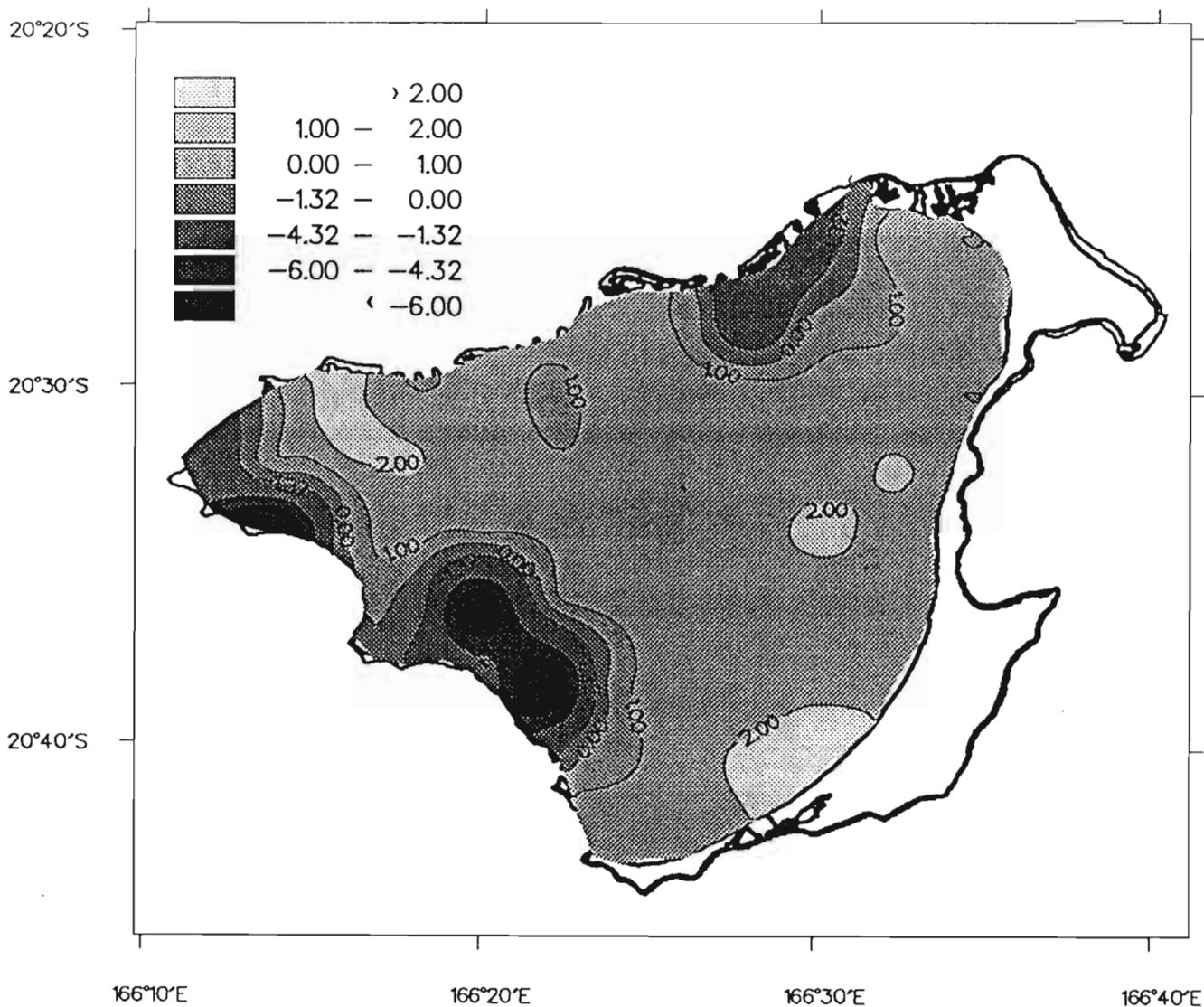


Figure 31 : distribution des sédiments du lagon d'Uvea, selon leur taille moyenne, d'après Chevillon (1992).

Limites et nomenclature selon Weydert (1971) :

- > 2.00 : sable très fin
- 1.00 - 2.00 : sable fin
- 0.00 - 1.00 : sable moyen
- 1.32 - 0.00 : sable grossier
- 4.32 - - 1.32 : gravier
- 6.00 - - 4.32 : galet
- < - 6.00 : bloc

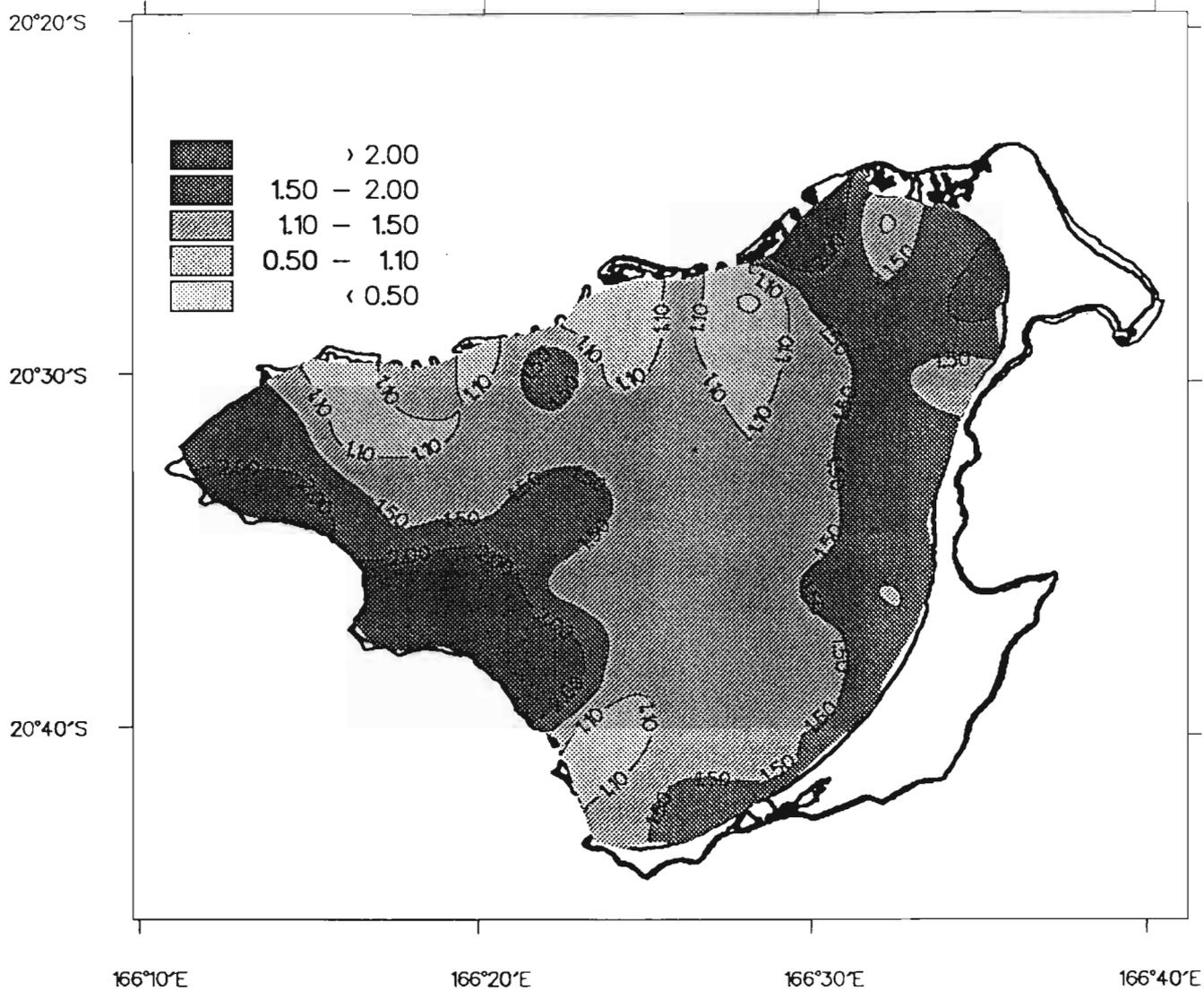


Figure 32: triage du sédiment du lagon d'Uvea , d'après Chevillon (1992).

Limites et nomenclature d'après Weydert (1971) :

- 2.00 : très mal trié
- 1.50 - 2.00 : mal trié
- 1.10 - 1.50 : bien trié
- 0.50 - 1.10 : très bien trié
- < 0.50 : extrêmement bien trié.

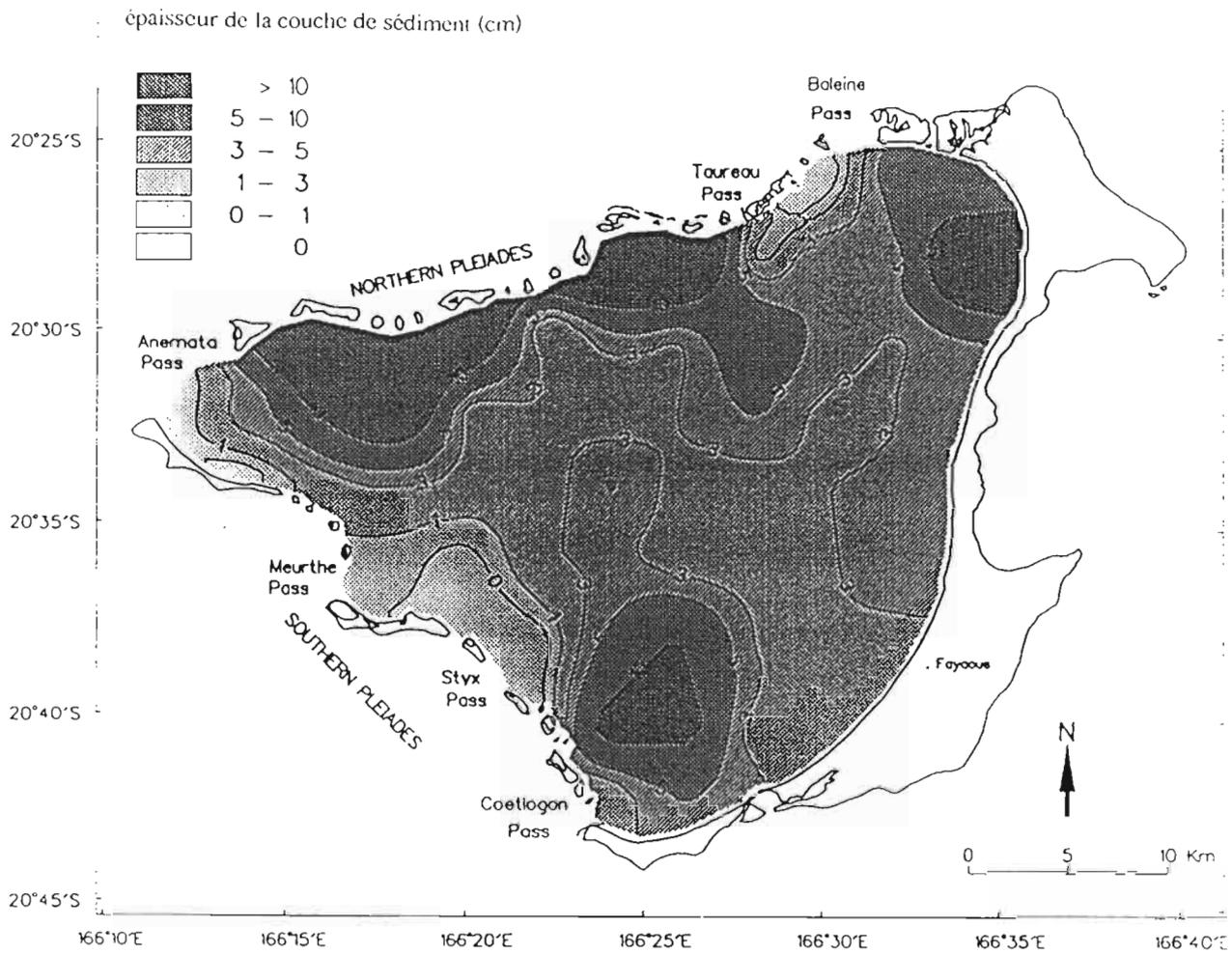


Figure 33 : épaisseur de la couche de sédiments du lagon d'Uvea, d'après Chevillon (1992).

6-2-2/ Conclusions

Les poissons se nourrissent dans les zones centrales du lagon, dans ce que nous pouvons définir comme étant la plaine lagonaire.

Il est en fait plus facile de caractériser les zones où les poissons se nourrissent peu ou pas du tout. Ces parties du lagon sont celles où le sédiment est très peu trié, et de grande taille (débris coralliens) et d'épaisseur nulle ou supérieure à 10 cm. Ces zones sont généralement celles autour des récifs, ou en bordure de la plage. Il est probable que l'accès des proies est plus difficile dans les sédiments grossiers, sans compter, comme le montre la suite, que la quantité de benthos y est plus faible que dans les sédiments fins.

Il convient de séparer les poissons de petites et de grandes tailles. Les premiers (taille inférieure à 350 mm) se nourrissent principalement dans la plaine lagonaire, avec des profondeurs inférieures à 15 mètres, comme l'indiquent les cartes de répartition des captures selon les effectifs et le poids moyen. Par contre, les poissons de grandes tailles (taille supérieure à 350 mm) vont chercher leur nourriture dans une zone plus étendue, à savoir dans l'ensemble de la plaine lagonaire profonde, et à proximité des barrières récifales.

6-3/ Répartition du taux de remplissage des estomacs

Cette carte (figure 19) indique deux zones où les poissons ont mangé avant d'être capturés. Celle située à l'extrémité nord de la bande côtière étant peu significative, le nombre d'individus capturés y étant très faible (figure 16). Par contre la partie du lagon où la majorité des poissons capturés avaient un estomac plein (figure 19), correspond aussi à la zone où les CPUE en effectif sont maximales. Cette décroissance concentrique de la proportion d'estomacs pleins est assez remarquable, et plusieurs hypothèses peuvent être formulées.

Les zones où les poissons ont peu ou pas mangés sont celles autour de la plaine lagonaire, où les poissons se nourrissent préférentiellement. Les zones de fonds durs, offrant peu de nourriture aux poissons (cf étude du benthos), sont soit vides de poissons, soit ceux qui y ont été capturés avaient souvent un contenu stomacal vide. L'absence de proies dans les estomacs peut alors être due au fait que les poissons avant d'être capturés n'ont pas eu le temps de se nourrir.

Une deuxième hypothèse est que ces poissons qui ne se sont pas nourris, sont sur le point de se reproduire. Nous avons vu que les *L. nebulosus* mâle de stade sexuel 5, ne se nourrissent plus. Les zones où ces poissons ont été capturés seraient alors des zones de reproduction. Il est difficile de conclure à la validité de cette hypothèse, puisque d'une part ces poissons se nourrissent peu, l'estimation de leur nombre est faussée, et d'autre part, il aurait fallu pour trancher, effectuer les captures uniquement en période de reproduction.

L'hypothèse la plus probable est que ces poissons n'ont pas eu le temps de se nourrir, et qu'ils étaient en quête de proies. En effet, la proportion d'appareils digestifs vides est corrélée avec la taille des individus, et nous avons aussi montré, que seuls les poissons de grandes tailles avaient été capturés loin de la bande côtière. Ces mêmes poissons ont donc un comportement migratoire lors de la recherche de nourriture, et se déplacent à la tombée de la nuit vers les eaux profondes du lagon pour se nourrir. Nous verrons dans l'étude suivante, que ce comportement serait aussi la raison pour laquelle ces poissons ont un régime alimentaire plus varié, que ceux de petites tailles.

6-4/ Corrélations entre les contenus stomacaux et la composition du benthos

6-4-1/ Etablissement des cartes de répartition du benthos

Cette étude est basée sur les travaux de Clavier et *al.* (1992). Ces données ont été utilisées pour le calcul des corrélations entre les contenus stomacaux des poissons, puis pour l'établissement de cartes descriptives du benthos.

Les groupes d'espèces considérés ont été les bivalves, les gastéropodes, les crustacés et les vers, les autres taxa n'étant pas en nombre suffisant (cas des échinodermes), ou leur répartition n'étant pas connue (cas des poissons).

Plusieurs paramètres ont été considérés pour la réalisation des cartes :

- la biomasse totale des proies potentielles en poids (g.);
- le nombre de taxa (ou d'espèces) de proies, afin d'avoir une idée de la diversité des proies;
- l'effectif du benthos à savoir le nombre d'individus prélevés sur le benthos, soit toutes espèces confondues, soit par groupe d'espèces.
- le nombre d'espèces par groupe de proies prélevés par stations.

Deux types de cartes ont été réalisées. Une première série selon l'analyse dichotomique, portant sur l'ensemble des proies, puis une deuxième série ne tenant compte que d'un seul groupe d'espèce de proie.

6-4-2/ Répartition dichotomique des stations benthos

Ces classements ont été établis en considérant les effectifs et le nombre d'espèces d'organismes benthiques.

Une analyse hiérarchique des stations de benthos suivant la composition spécifique (figure 34a) permet de distinguer deux groupes. Une carte de répartition des stations suivant ces deux groupes (figure 34b) montre une ceinture de stations autour des récifs. Ces stations correspondent aux stations les plus pauvres en espèces et sont également celles où ont été pêchés le moins de *L. nebulosus*. En revanche, on ne peut pas mettre en parallèle cette répartition des stations de benthos avec celle effectuée de façon similaire pour les contenus stomacaux (figures 20b et 22).

Une deuxième analyse hiérarchique (figure 35b) des stations de benthos suivant les effectifs (figure 35b) indique l'existence de 4 groupes dont la répartition spatiale est donnée par la figure. Un seul groupe (●) couvre une zone géographique distincte qui correspond à la zone la plus profonde, ainsi qu'aux régions près des passes où les fonds de dalle sont importants. Il n'y a pas de superposition de ces groupes de stations benthos avec ceux dérivés de l'analyse hiérarchique sur les contenus d'appareils digestifs.

6-4-3/ Etude des cartes, comparaison avec les cartes des captures

6-4-3-1/ Biomasse totale

La partie du lagon la plus riche en biomasse benthique (figure 36), d'après les campagnes d'échantillonnages, est celle de la plaine lagonaire à proximité de la plage, dans des eaux de profondeur inférieures à 15 mètres. Il est intéressant de noter que le maximum de captures de poissons de poids inférieur à 1 kg (figure 15), en effectif (figure 13), aussi bien pour toutes les espèces que pour les *L. nebulosus* (figures 16 et 17) a été réalisée dans cette partie du lagon. Par

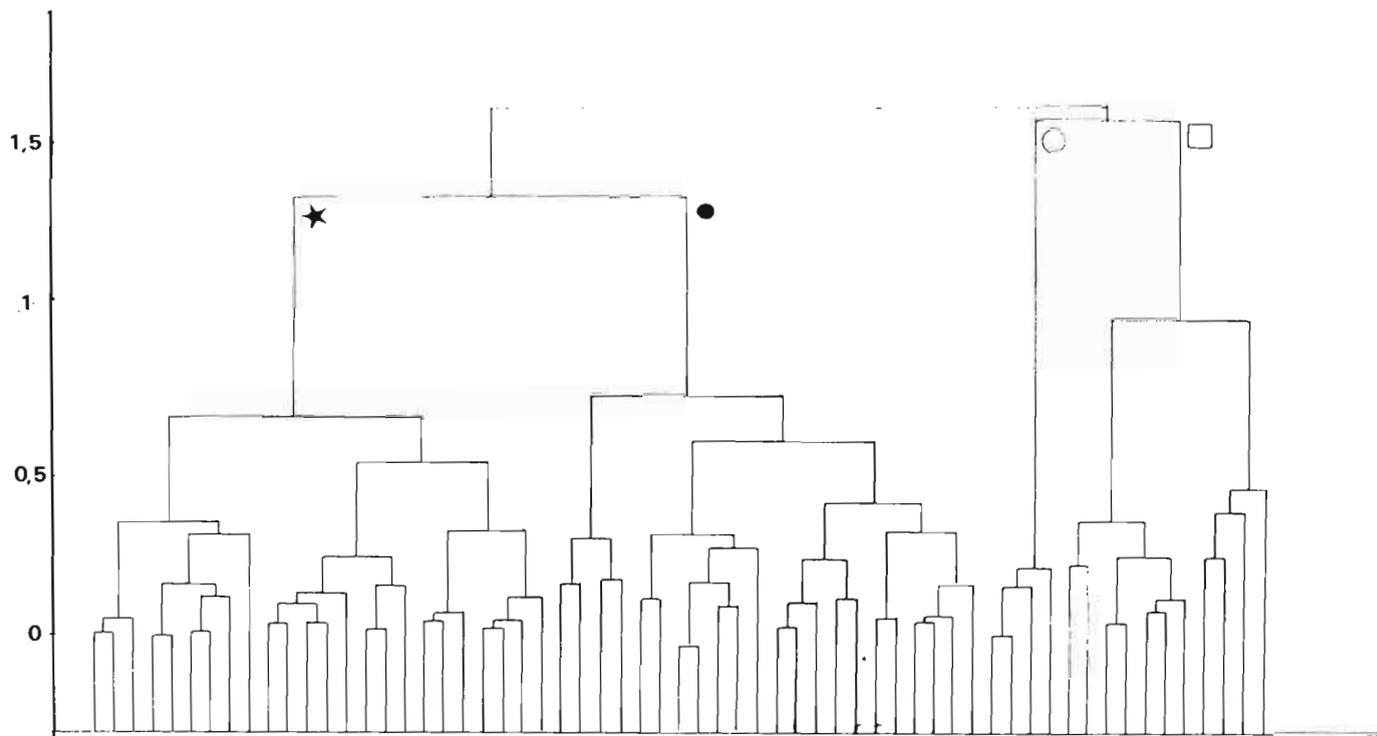


Figure 34 : répartition des stations selon la composition spécifique du benthos,
a : classement hiérarchique des stations.

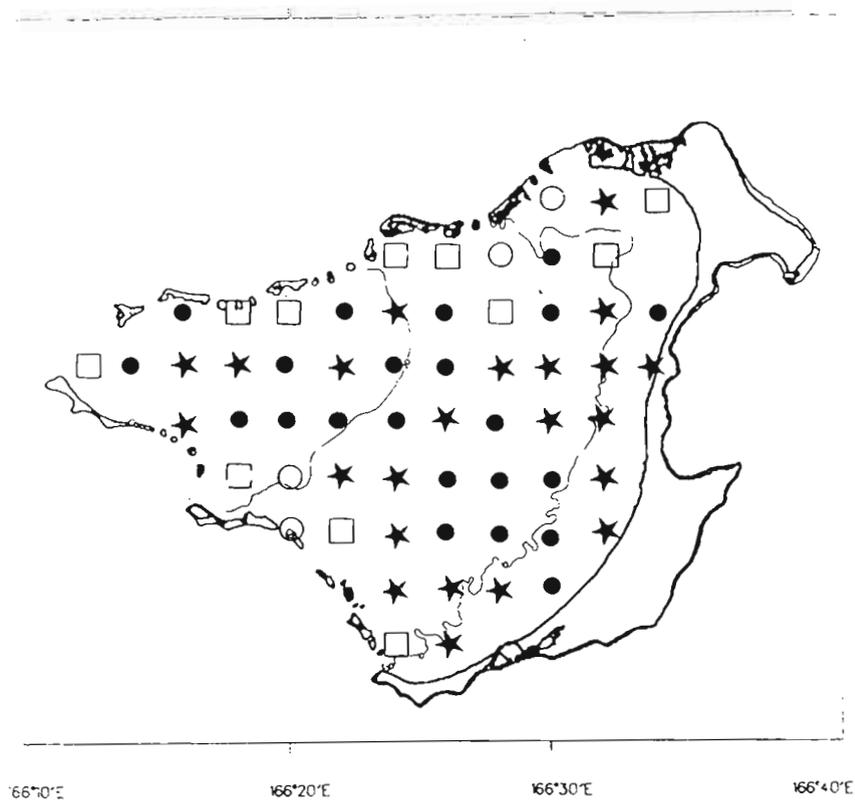


Figure 34: répartition des stations selon la composition spécifique du benthos,
b : carte des regroupements de stations.

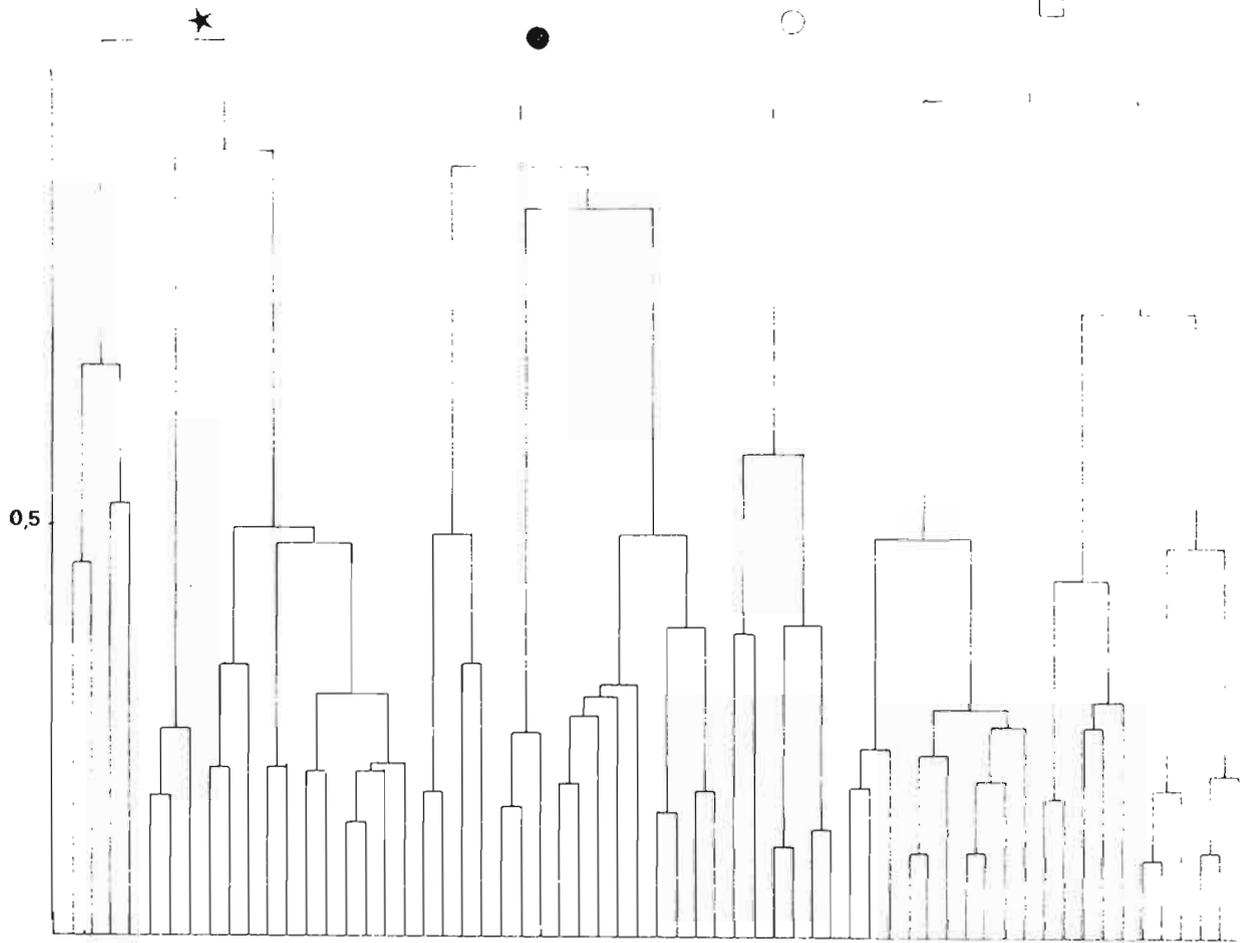


Figure 35 : répartition des stations selon les effectifs d'espèces dans le benthos,
 a : classement hiérarchique des stations.

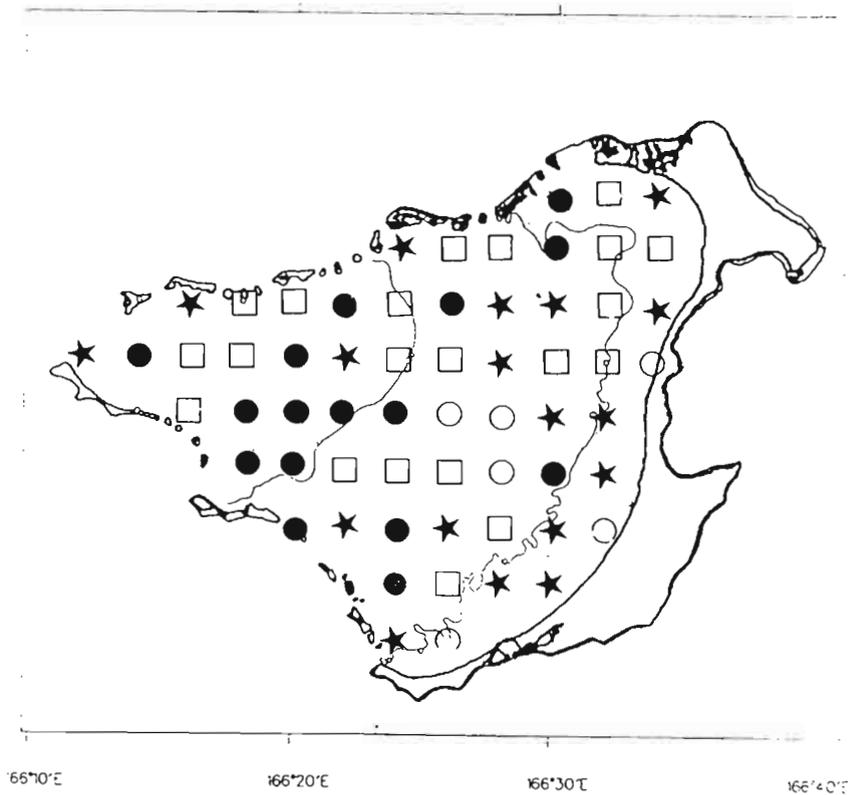


Figure 35 : répartition des stations selon les effectifs d'espèces dans le benthos,
 b : carte des regroupements de stations.

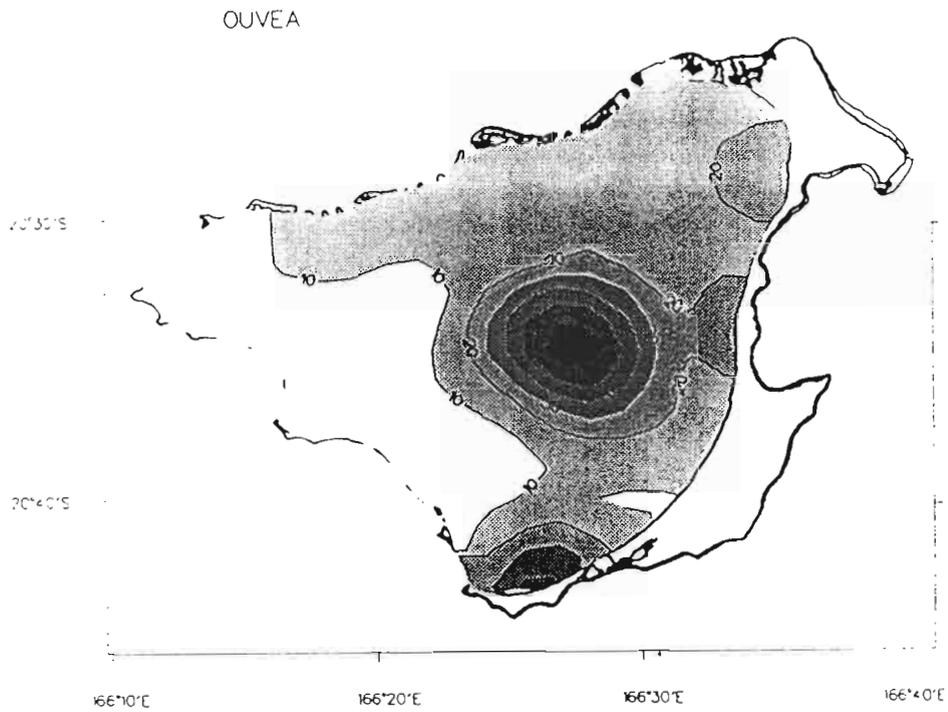


Figure 36 : biomasse par unités de surface dans le lagon d'Uvea, d'après Clavier et al. (1992).

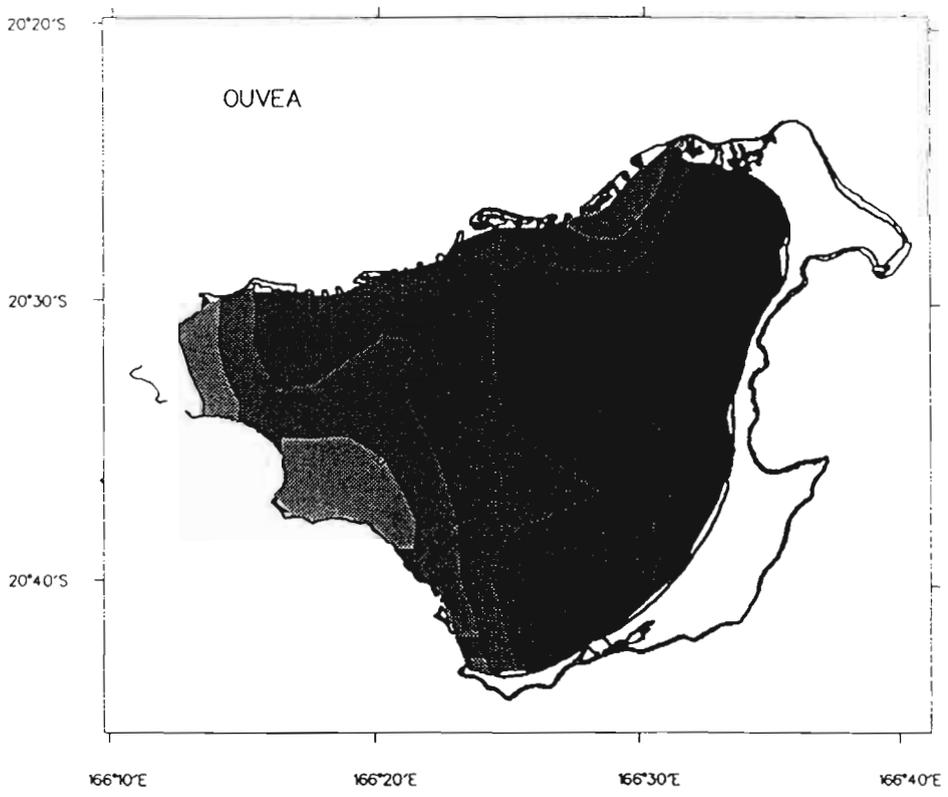


Figure 37 : nombre d'espèces dans le benthos d'Uvea, d'après Clavier et al. (1992).

contre, les CPUE en poids ne suivent pas cette distribution (figure 18). Il convient de noter que les méthodes d'échantillonnage du benthos capturent mal les espèces mobiles, comme les crabes, or ces dernières sont les proies préférées des poissons de grande taille.

La répartition des captures des poissons montrent que les maxima de pêche de *L. nebulosus* de petites tailles (inférieure à 350 mm) ont été réalisées dans les zones où la biomasse du benthos est la plus grande. En effet, la carte de répartition des captures selon le poids moyen et celle selon les effectifs coïncident entre elles pour les maxima. Cette zone où les C.P.U.E. en effectif sont les plus fortes est la même que celle où la biomasse de benthos est la plus importante. De plus, la zone récifale du nord du lagon, où quelques individus ont été capturés, est plus riche que celle située au sud du lagon, à l'exception de la bordure avec la plage.

6-4-3-2/ Diversité du benthos

La diversité du benthos (nombre d'espèces différentes) (figure 37) est surtout importante dans les zones proches de la plage, et de profondeur inférieure à 10-15 mètres, où les bivalves et les gastéropodes sont les plus nombreux. L'importance des captures de *Lethrinus nebulosus* ne semble pas dépendre du nombre d'espèces dans le benthos (ce qui est peu surprenant), quelle que soit la taille des poissons. Ces poissons privilégieraient donc l'abondance, plutôt que la diversité de la nourriture.

6-4-3-3/ Les bivalves

La répartition des bivalves dans le benthos (figures 38 a,b) varie selon la profondeur, plus celle-ci augmente et plus le nombre d'espèces et l'effectif de bivalves diminuent. Cette diminution se fait de manière concentrique, à partir de Fayaoue. Ils sont par contre totalement absents des récifs au sud de l'atoll, ainsi qu'à l'extrémité ouest du lagon.

Les zones de capture des poissons correspondent assez bien avec les parties du lagon où se trouvent des bivalves, dans la mesure où la profondeur est suffisante. Les bivalves se répartissant surtout dans les eaux peu profondes. Il est possible que les *L. nebulosus* de taille insuffisante pour avoir été capturés à la ligne à main se situent dans cette zone. Néanmoins, il s'agit uniquement d'une présomption, basée sur le fait que les bivalves sont nombreux à cet endroit, et que dans cette partie du lagon ont été capturés en moyenne des poissons de poids faibles. Il est intéressant de noter que les zones récifales situées au nord comportent des bivalves et que les captures de poissons y ont été plus importantes (de manière relative) que dans les récifs situés au sud de l'atoll. De plus, la zone où les poissons de poids inférieur à 1 kg, ont été capturés en grand nombre, correspond à celle où les bivalves sont les plus nombreux, en espèces et en effectif, et nous avons vu, dans les études précédentes, que les bivalves étaient la composante la plus importante du régime alimentaire des poissons de petite taille.

Il est donc possible de conclure, d'autant plus que les calculs de corrélations entre contenus d'appareils digestifs et composition du benthos en bivalves étaient significatifs, que les *L. nebulosus* de taille inférieure à 350 mm, ou de poids inférieur à 1 kg se nourrissent principalement dans la plaine lagonaire, de bivalves, les autres poissons, plus grands se nourrissant dans des zones plus profondes.

Une étude sur la sélection des proies par les *L. nebulosus* a été réalisée par G.P. Jones et *al.* (1991). La comparaison du nombre de mollusques de 10 espèces, dans le benthos et les contenus stomacaux indique que les poissons sélectionnent certaines espèces (présentes dans les estomacs en grand nombre), au détriment d'autres, présentes dans le benthos, mais peu retrouvés dans les estomacs. Par ailleurs, pour deux espèces de mollusques, G.P. Jones et *al.* (1991), ont montré que *Lethrinus nebulosus* sélectionnerait ces proies selon leur taille.

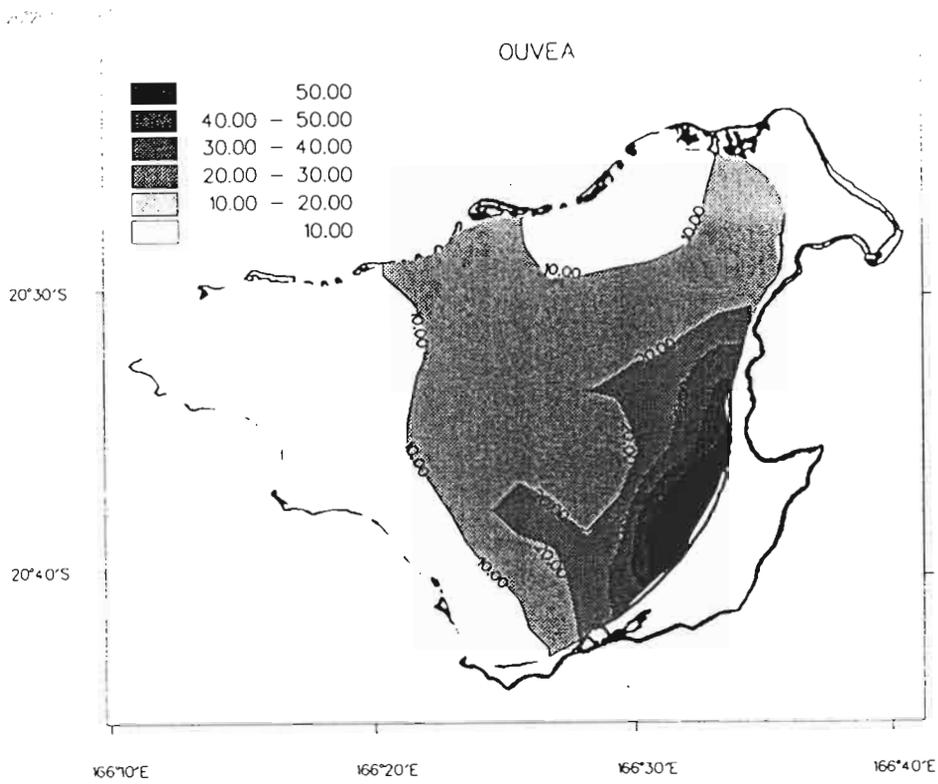


Figure 38 : importance des bivalves dans le benthos du lagon d'Uvea, d'après Clavier et *al.* (1992), a : effectifs.

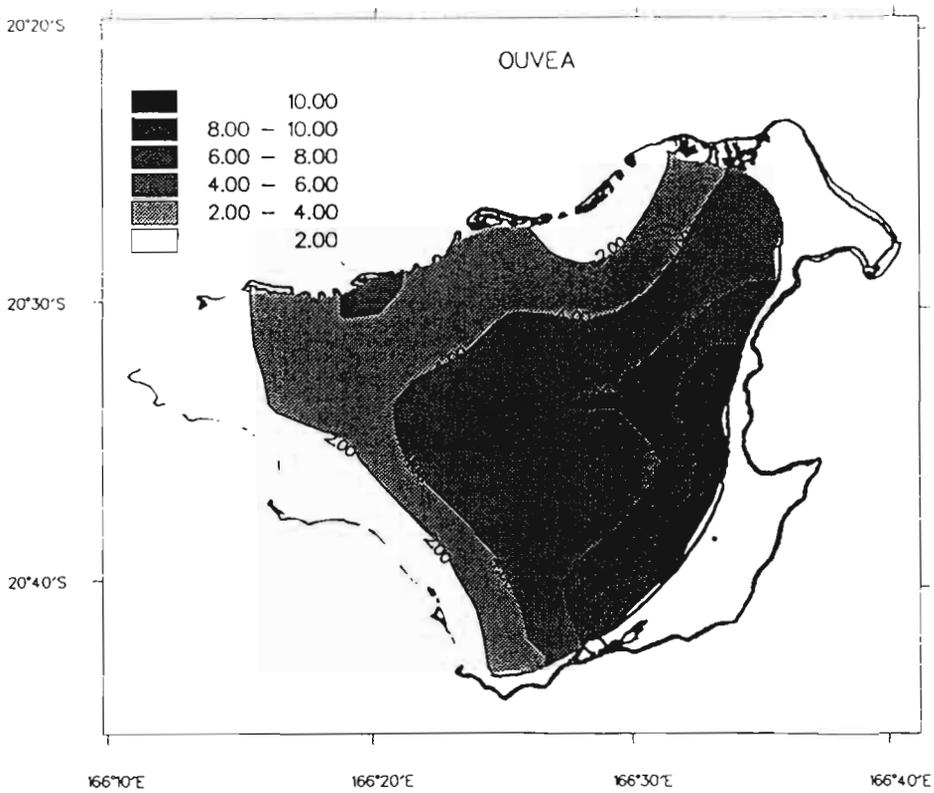


Figure 38 : importance des bivalves dans le benthos du lagon d'Uvea, d'après Clavier et *al.* (1992), b : nombre d'espèces

Toutefois cette étude est citée à titre indicatif, puisque ayant portée sur 5 poissons, pour l'étude des contenus stomacaux, et sur 8 échantillons de benthos, pour la composition en mollusques, soit 0.8 m².

Ces résultats sont similaires à ceux obtenus pour le lagon d'Uvea, où les *L. nebulosus* mangent peu de gastéropodes, pourtant présents en grande quantité dans le benthos dans les zones où ils se nourrissent.

6-4-3-4/ Les gastéropodes

Deux zones du lagon contiennent beaucoup de gastéropodes, bien que leur répartition soit beaucoup plus homogène que celle des bivalves, puisqu'on les retrouve dans l'ensemble du lagon (figures 39 a,b). La plaine lagonaire au centre du lagon, et l'extrémité sud, présentent les principales concentrations, les effectifs diminuant progressivement autour. Ces deux zones correspondent à celle où la biomasse du benthos est la plus importante. Cette coïncidence peut s'expliquer par le fait que les gastéropodes sont des organismes de poids supérieur à celui des autres animaux composant le benthos, et composent la fraction principale du benthos du lagon d'Uvea.

On remarque que les cartes de répartition des bivalves dans les estomacs (figures 23 a,b), et celles du benthos (figure 38 a,b) ont en commun un gradient est-ouest, les concentrations les plus fortes étant dans les petits fonds. Il est possible de conclure que ces poissons sélectionnent cette proie. En effet, comme le montre les figures 39a et 39b, les gastéropodes situés dans les mêmes zones, et en plus grandes concentrations, sont 4 fois moins importants que les bivalves dans les appareils digestifs.

6-4-3-5/ Les crustacés

Les crustacés ont une répartition semblable à celles décrites précédemment, à savoir qu'il existe deux zones où leur effectif est important (figures 40 a,b). Cette correspondance de leur distribution notamment avec celle des gastéropodes, peut s'expliquer en partie par le fait que les pagures ont été comptés parmi les crustacés, et que ceux-ci peuvent avoir une répartition proche de celle des gastéropodes.

La répartition des crustacés est assez homogène, puisqu'on les retrouve dans l'ensemble du lagon. De plus, cette répartition peut être légèrement faussé par le fait que les grands individus (comme les crabes) ou d'autres assez mobiles, aient pu échapper aux collectes d'échantillons.

Il ne semble pas exister de relation directe entre la distribution des crustacés dans le benthos, et la répartition des poissons, selon les captures, ou le contenu de leurs appareils digestifs.

6-4-3-6/ Les vers

Les figures 41a et 41b montrent que les vers sont surtout présent dans la partie nord-est du lagon, et dans la zone centrale de la plage de l'atoll. Les cartes de répartition des vers dans le lagon, et celles des poissons selon la présence et l'importance (figures 26 a,b) de vers dans les contenus d'appareils digestifs correspondent sur une bande située au niveau des passes au nord du lagon.

Les *L. nebulosus* de petite taille viennent se nourrir sur la bordure de la plage (figure 17), et peuvent difficilement avaler des proies de grande taille comme les vers, ce qui peut expliquer que les vers soient globalement absents des contenus stomacaux pour les poissons capturés dans cette zone. Par contre, bien que moins nombreux au nord du lagon dans le benthos (figures 41 a,b), ils peuvent représenter un volume important des proies (15%) des *L. nebulosus* capturés dans cette zone (et qui sont de grandes tailles, d'après la figure 19).

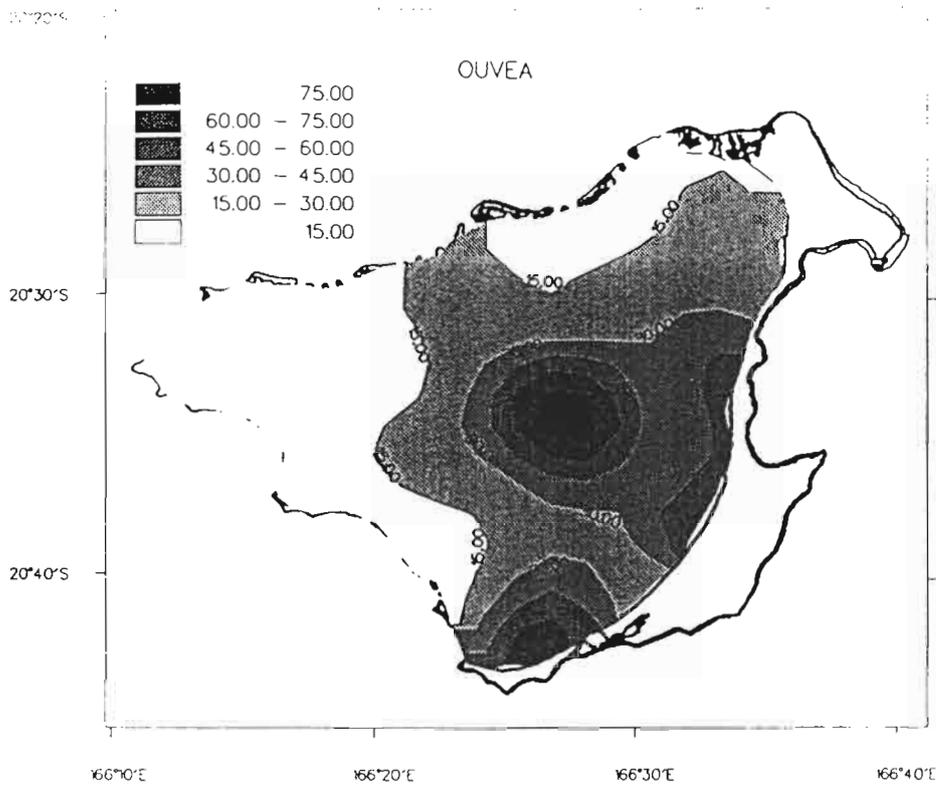


Figure 39 : importance des gastéropodes dans le benthos du lagon d'Uvea, d'après Clavier et *al.* (1992), a : effectifs.

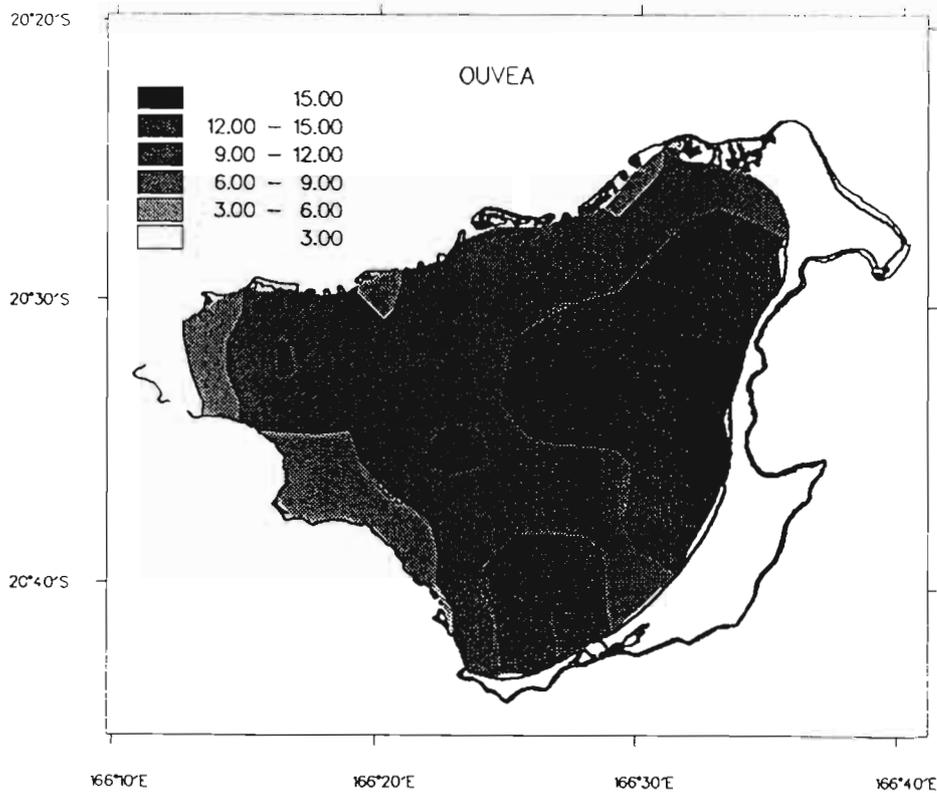


Figure 39: importance des gastéropodes dans le benthos du lagon d'Uvea, d'après Clavier et *al.* (1992), b : nombre d'espèces.

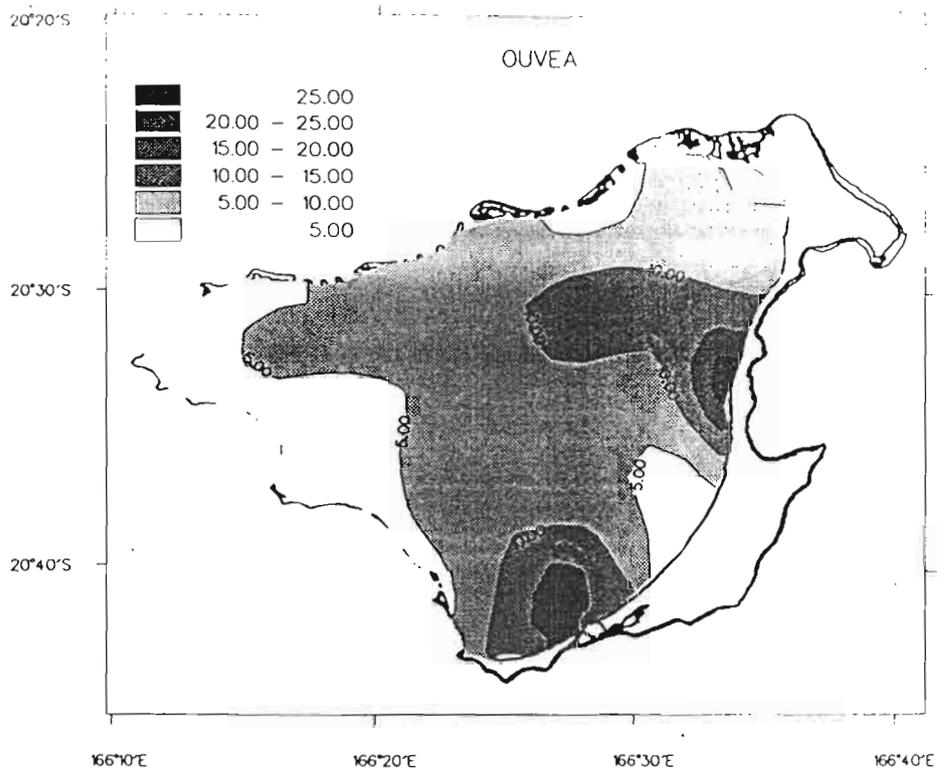


Figure 40 : importance des crustacés dans le benthos du lagon d'Uvea, d'après Clavier *et al.* (1992), a : effectifs.

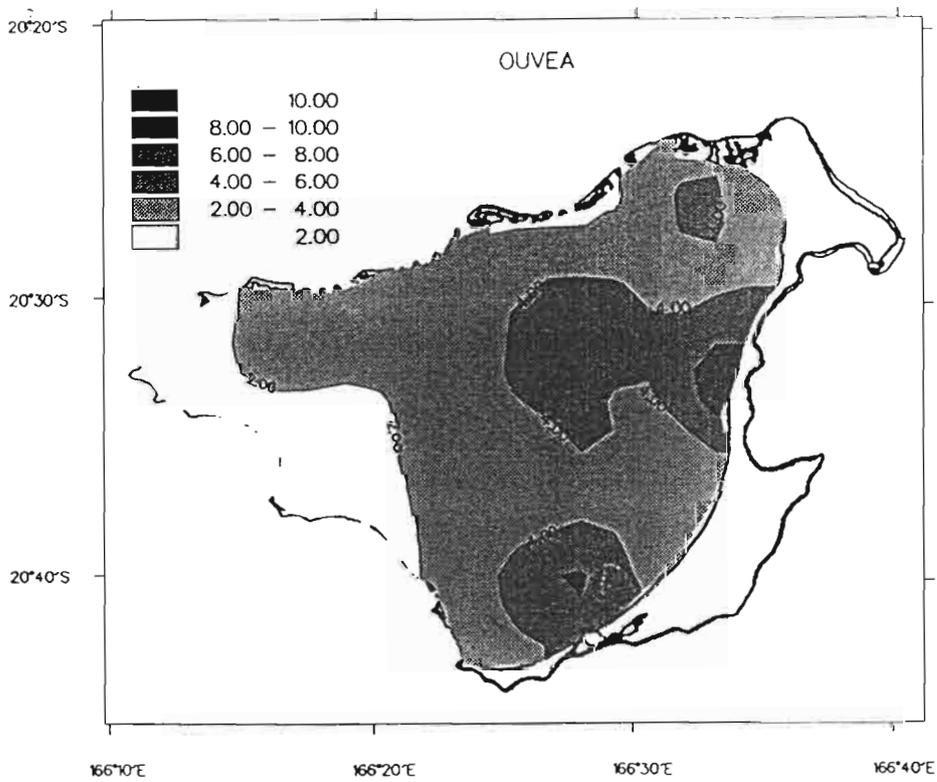


Figure 40 : importance des crustacés dans le benthos du lagon d'Uvea, d'après Clavier *et al.* (1992), b : nombre d'espèces.

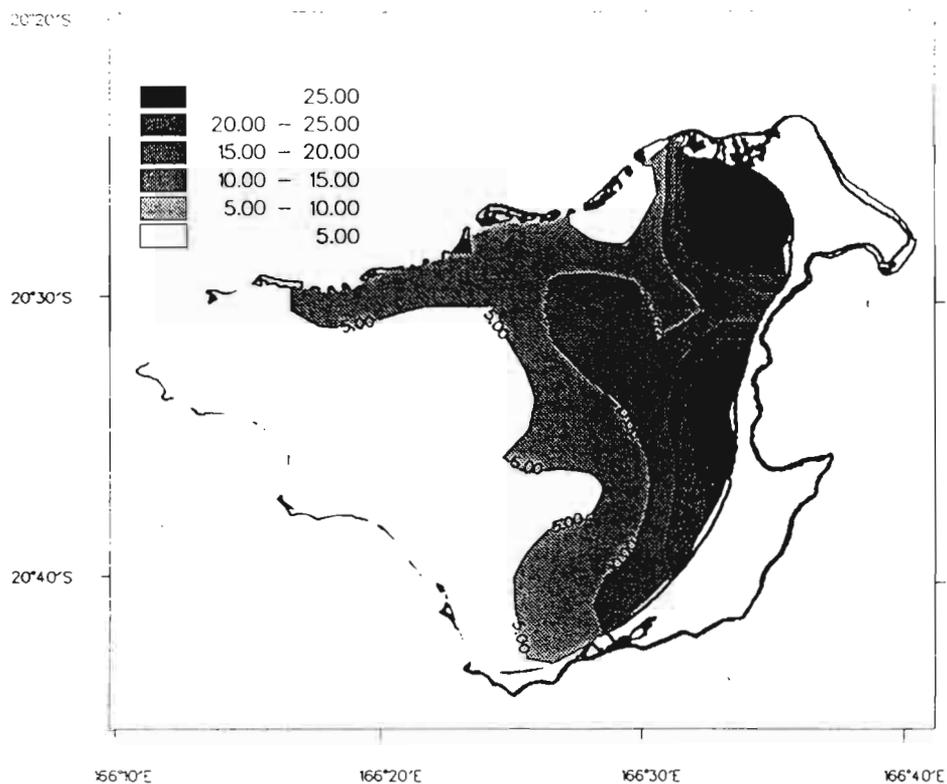


Figure 41 : importance des vers dans le benthos du lagon d'Uvea, d'après Clavier *et al.* (1992), a : effectifs.

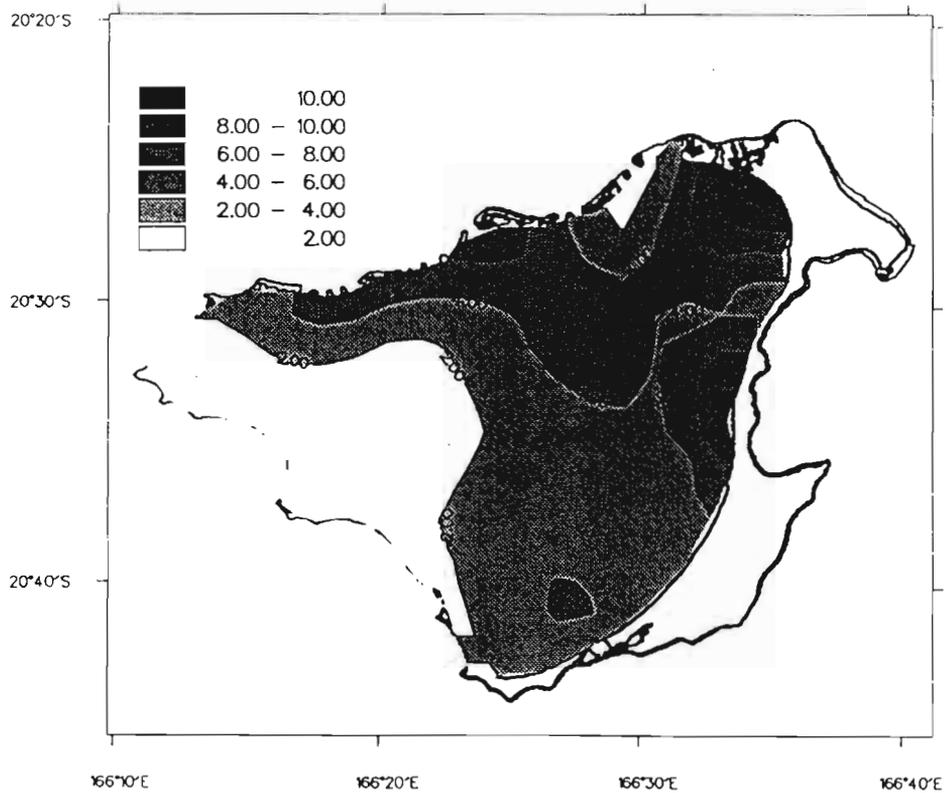


Figure 41 : importance des vers dans le benthos du lagon d'Uvea, d'après Clavier *et al.* (1992), b : nombre d'espèces.

6-4-3-7/ Comparaisons avec les cartes sédimentologiques

Ces comparaisons donnent des résultats très logiques, à savoir que les bivalves se trouvent dans les zones où l'épaisseur de sédiment est supérieure à 1 cm. La quantité totale de biomasse par unité de surface est importante dans une zone où les fonds ont une épaisseur en sédiment supérieure à trois cm, et où la granulométrie indique des fonds comportant des particules moyennement triées et de petites tailles. Aucune relation précise entre la composition du sédiment et l'importance en bivalves, ou autres groupes de proies n'a été mise en évidence. Les autres groupes de proies ayant une répartition beaucoup plus homogène et plus large dans le lagon.

Les *L. nebulosus* de petites tailles se nourrissant surtout de bivalves, recherchent leur proie principalement dans cette partie du lagon, où le sédiment est d'une épaisseur supérieure à 3 cm, et trié. Ces *L. nebulosus* sélectionnent de plus les bivalves parmi les mollusques, la répartition du benthos ayant montré que cette partie du lagon était la plus riche en gastéropodes.

Par contre, les poissons de plus grandes tailles recherchent leur nourriture dans différentes parties du lagon (selon les paramètres sédimentologiques), mais peu dans les zones de fonds durs, apparemment pauvres en benthos.

6-5/ Conclusions

Les zones où les effectifs de *L. nebulosus* capturés sont grands coïncident bien avec les parties du lagon où la biomasse du benthos est la plus importante, et qui peut être définie comme appartenant à la plaine lagonaire par ses caractéristiques sédimentologiques. Cette zone contient dans le benthos des effectifs en gastéropodes qui sont à leur maximum.

Cette partie du lagon est surtout occupée par les *L. nebulosus* de petites tailles (inférieures à 350 mm), ainsi que par certaines autres espèces de poissons (maximum de captures en effectif, toutes espèces confondues).

Les poissons de tailles supérieures ont une répartition plus homogène dans le lagon. Ce résultat est assez logique, puisque ces poissons ont un régime alimentaire où la proportion de bivalves diminue au fur et à mesure que leur taille augmente, au profit des gastéropodes et des crustacés. Le maximum de gastéropodes en eaux peu profondes peut expliquer que on y trouve des poissons de grandes tailles (plus capable de les avaler ou de briser leur coquille).

6-6/ Incidences sur le comportement alimentaire et la répartition des *L. nebulosus*

Nous pouvons déduire de ces études que les *L. nebulosus* de petites tailles (inférieures à 350 mm) sont beaucoup plus inféodés que les grands individus à la plaine lagonaire et à la distribution de la biomasse benthique. Les poissons de petites tailles se répartissent dans une zone assez précise lors de leur recherche de nourriture, et restent dans des profondeurs inférieures à 10-15 mètres, peut-être pour éviter les prédateurs. D'autre part, il est intéressant de noter que ces poissons n'ont pas été observés, ou très peu, dans cette zone durant la journée. Bien que les gastéropodes soient en grand nombre dans cette partie du lagon, ils ne représentent pas une part importante des contenus d'appareils digestifs, sans doute parce que les *L. nebulosus* ne peuvent briser les coquilles, ou simplement les avaler.

Les poissons de grandes tailles ont eux une répartition, et un régime alimentaire plus hétérogènes. L'importance des groupes de proies comme les gastéropodes et les crustacés augmentant avec la taille. De plus, leur répartition dans le lagon est beaucoup plus générale, et les *L. nebulosus* se nourrissent même dans les parties du lagon proches des récifs. Il est possible

que ces poissons aient une migration quotidienne, des lieux où ils se trouvent durant la journée, vers ceux de prise de nourriture. En effet, les observations en plongée n'ont pas permis de les voir dans la plaine lagonaire, ou très peu. Etant peu craintifs du fait de l'absence de chasseurs sous-marins, il est vraisemblable que ces poissons séjournent dans d'autres parties du lagon que celles où ils se nourrissent, durant la journée.

Cette hypothèse d'une migration quotidienne est aussi retenue pour expliquer les variations de proportion d'individus ayant des contenus d'appareils digestifs pleins ou vides. Cette proportion est très corrélée avec la taille et la profondeur, les poissons de grandes tailles ayant plus souvent un contenu stomacal vide. Il semble donc que les grands *Lethrinus nebulosus*, plus capables de se nourrir que les petits (vitesse de nage supérieure, plus grande capacité à saisir des proies et à les briser ou les avaler) effectuent des déplacements plus importants pour se nourrir, et s'éloignent de la plaine lagonaire.

CONCLUSION

La présente étude a apporté des précisions sur la biologie générale de *Lethrinus nebulosus*, et plus particulièrement sur son régime alimentaire

La distribution des poissons selon les classes de taille, à savoir que 75% des individus ont une longueur à la fourche comprise entre 300 et 450 mm, indique que cette population a une taille moyenne globale inférieure à celle du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie par exemple, (les relations taille-poids pouvant elles, être considérées comme identiques). De même, la taille de première maturité est très inférieure à celles obtenues pour la Grande-Terre. Ces deux résultats laissent supposer que les caractéristiques de croissance des *L. nebulosus* d'Uvea sont différentes de celle de la Grande-Terre. Par ailleurs, les variations du sexe-ratio, les femelles étant majoritaires dans les dernières classes de taille, (résultats opposés à ceux obtenus en Australie), confirment d'autres études montrant que ces dernières avaient une croissance supérieure aux mâles, l'hypothèse que cette espèce soit hermaphrodite ayant été rejetée.

Ces différences de caractères ont conduit à supposer que cette population de *L. nebulosus* pouvait être isolée génétiquement de celle de la Grande-Terre, idée plausible en raison de l'improbabilité d'échanges réguliers de masse d'eau entre les deux lagons. Cette hypothèse nécessiterait toutefois une comparaison des gènes, afin d'être confirmée.

La connaissance de ce stock est encore incomplète. La reproduction de ces poissons est mal connue. Les lieux de ponte, la biologie des larves et des juvéniles ainsi que les périodes de reproduction sont encore à déterminer. De plus, la distribution des poissons dans le lagon durant la journée, hormis le fait qu'ils se répartissent en bancs sexués, est très peu connue. Des études de marquages soniques des *L. nebulosus* devraient être entreprises prochainement.

L'étude des contenus des appareils digestifs a permis de connaître le régime alimentaire des *Lethrinus nebulosus* d'Uvea. Les bivalves sont les proies principales de ces poissons, surtout pour ceux de petites tailles, les individus de grandes tailles diversifiant plus leur régime, en mangeant en proportion plus forte, des gastéropodes, des crustacés (crabes, pagures principalement), des vers et des poissons. La taille et le stade sexuel sont les seuls paramètres de variation du régime alimentaire mis en évidence. Cette étude du comportement alimentaire a été conduite d'une part d'après les résultats de l'analyse des appareils digestifs, mais aussi en comparant avec la répartition et la composition du benthos et du sédiment du lagon d'Uvea.

Les résultats de ces travaux suggèrent un phénomène de migration quotidienne des poissons, à la tombée du jour, vers les lieux de prises de nourriture, différente selon la taille des individus.

L'exploitation des *L. nebulosus* à Uvea est encore assez faible, et la pression exercée sur cette espèce n'est en aucune mesure susceptible de menacer le stock. Toutefois, les connaissances sur cette espèce sont encore insuffisantes pour pouvoir modéliser et prédire l'évolution de cette population si la pêche devait s'accroître. Les valeurs de mortalité naturelle, les courbes de croissance mais aussi le recrutement n'étant pas connus. De plus, la taille inférieure de ces poissons, par rapport à ceux de la Grande-Terre peut aussi être un facteur limitant, du rendement entre autre (l'isolement géographique de l'atoll rendant d'ailleurs peu probable un éventuel développement de cette pêche).

BIBLIOGRAPHIE

- ALDONOV V.K. & DRUZHININ A.D., 1979. Some Data on Scavengers (Family Lethrinidae) from the Gulf of Aden Region. Journal of ichthyologie 18 (4) : 527-535.
- BADDAR M.K., 1987. A preliminary study of the population dynamics of a Sheiry, the starry pigface bream, *Lethrinus nebulosus*. Kuwait Bulletin of Marine Science 9: 215-220.
- BAILLON N., 1990. Otolithométrie en milieu tropical. Application à trois espèces du lagon de Nouvelle-Calédonie. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille II, 363 p.
- BAL D.V. & RAO K.V., 1987. Marine Fisheries Tata Mc Graw Hill Publisher Company New Delhi : 470 p.
- BOUCHON-NAVARO Y., 1986. Partitioning of food and space resources by chaetodontid fishes on coral reefs. Journal of the Exploitation of Marine Biological Ecology 103 : 21-40.
- CAILLIET G. & ANTRIM B.S., 1978. Trophic spectrum analysis of fishes in Elkor Slough and nearby waters. In S.J. Lipovsky and C.A. Simenstad (ed), Gutshop 78 Fish food habits studies. Proceeding 2nd Pacific Northwest Technical Workshop. University of Washington Sea Grant Publication WSG-WO-71-1 : 118-128.
- CHEVILLON C. Présentation du lagon d'Uvea. in Proceeding of the Seventh International Coral Reef Symposium Guam.
- CHEVILLON C., CLAVIER J. et GARRIGUE C., 1982. Preliminary Data on the Sediments of the Uvea Lagoon, New-Caledonia, in Proceeding of the Seventh International Coral Reef Symposium Guam.
- CHRISTENSEN V. & PAULY D., 1990. The ECOPATH II model. Iclarm contribution 654 : 10 p.
- CLAVIER J., GARRIGUE C., BARGIBANT G., DI MATTEO A., HAMEL P., KULBICKI M. et URBAIN R., 1992. Etude quantitative du benthos dans le lagon d'Uvea. Liste taxonomique, densités et biomasses du macrobenthos, ATP, pigments photosynthétiques et matière organique dans le sédiment. Rapport Scientifiques et Techniques Sciences de la Mer, Biologie Marine, ORSTOM, 64 : 72 p.
- DALZELL P., (manuscript). Some aspects of the growth, mortality and exploitation of the Kawago, *Lethrinus nebulosus* (Pisces : Lethrinidae) from southern Fijian waters. Fisheries Laboratory, Dept. of Primary Industry, Papua, New Guinea.
- DALZELL P., SHARMA S. & MATH G., 1992. Estimation of exploitation rates in a multispecies Emperor (Pisces : Lethrinidae) fishery in Fiji, based on Length-frequency data. Ministry of Primary Industry, Fisheries division, Suva, Fiji. Papers on Fisheries Science from the Pacific Islands South Pacific Commission, Nouméa, New-Caledonia : 43-49.
- DARNELL R.M., 1961. Trophic spectrum of an estuarine community based on studies of Lake Pontchartrain, Louisiana Ecology 42 : 553-568.
- DARNELL R.M., 1970. The evolution and the ecosystem. American Zoology 10 : 9-15.
- EBISAWA A., 1990. Reproductive Biology of *Lethrinus nebulosus* (Pisces : Lethrinidae) around the Okinawa Waters. Nippon Suisan Gakkaishi 56 (12) : 1941-1954.
- FIJI FISHERIES DIVISION, 1986. Annual report. Ministry of Primary Industries, SUVA, 17 p.
- FISHER W. & BIANCHI G., 1984. FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Indian Ocean; (Fishing area 51). Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Vol. 1-6.

- GALZIN R., 1975. Ecologie des poissons récifaux de Polynésie Française. Thèse Science, Université de Montpellier France : 195 p.
- GOWDA H.H., JOSEPH P.S. & JOSEPH M.M., 1988. Feeding ecology of the indian sandwhiting *Sillago sihama* (Forsskal) inhabiting the Nethravati - Gurpur estuary. In : Joseph M.M. (ed), Proceeding of the 1st Industrial Fisheries Forum Association Fisheries Society, Indian Branch, Mangalore : 263-266.
- GRANT E.M., 1978. Guide to fishes. Department of Harbours and Marine, Brisbane, Queensland. Wilke printer, Queensland, 768 p.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., 1979. Ichtyofaune des récifs coralliens du Tuléar (Madagascar), écologie et relations trophiques. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille II, 258 p.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., 1981. Trophic relationships of reef fishes in Tulear (Madagascar), Oceanologica acta 4 (3) : 365-374.
- HATCHER B.G. 1982. Grazing in coral reef ecosystems in Barnes J.D. (ed). Perspectives in coral reefs pp. 164-179.
- HIATT R.W. & STRASBURG D.W., 1960. Ecological relationships of the fish fauna on coral reefs of the Marshall islands. Ecological Monographs 30 (1) : 65-127.
- JONES R.S., 1968. Ecological relationships in Hawaiian and Johnston Island Acanthuridae (surgeonfishes). Micronesica 4 (2) : 309-361.
- JONES G.P., FERRELL D.S. & SALE P.F., 1991. Fish predation and its impact on the invertebrates of coral reefs and adjacent sediment. in The Ecology of Fishes on Coral Reefs, Acad. Press (N.Y.) : 754 p.
- KULBICKI M., DOHERTY P., RANDALL J.E., BARGIBANT G., MENOUE J.L., MOU THAM G. and TIRARD P., 1990. La campagne CORAIL 1 du N.O. CORIOLIS aux îles Chesterfield (du 15 août au 4 septembre 1988): données préliminaires sur les peuplements ichthyologiques. Rapports scientifiques et techniques, Sciences de la mer, ORSTOM Noumea 57 : 88 p.
- KULBICKI M., PARRISH J., THOLLOT P., WANTIEZ L. (in prep.) Main food types of lagoon fishes from New Caledonia, 50 p.
- KUTHALINGHAM M.D.K., 1965. On some growth stages and food of *Arothron stellatus*. Indian Journal Fisheries 20 (1) : 240-243.
- KUO C.L. & LEE S.S., 1986. Suitability and Reliability of Characters for Age-determination of Porgies, *Lethrinus nebulosus* (Forsskal), in Waters of Australia. Journal of the fisheries Society of Taiwan 13 (1) : 1-10.
- KUO C.L. & LEE S.S., 1986. Age and Growth of Common Porgy, *Lethrinus nebulosus* (Forsskal), in Shelf Waters of northern Australia. Journal of Fisheries Biology 13 (2) : 22-31.
- KUO C.L., 1987. The study of Fishery Biology on Porgies, *Lethrinus nebulosus* (Forsskal), in Waters of Australia. Acta Oceanographica Taiwanica 19 : 125-131.
- LONGHURST A.R. & PAULY D., 1988. Ecology of tropical reefs Acad. Press Inc. N.Y. : 228-250
- LOUBENS G., 1977. Quelques données préliminaires sur la biologie de *Lethrinus nebulosus* (Bec de cane), Ninteenth Regional Technical Meeting on Fisheries, South Pacifique Commission, Nouméa, New-Caledonia, WP 11, 2p.
- LOUBENS G., 1978. Biologie de quelques espèces de poissons du lagon Néo-Calédonien, I. Détermination de l'âge (otolithométrie). Cahier de l'ORSTOM, série Océanographique 16 (3-4) : 263-284.

- LOUBENS G., 1980. Biologie de quelques espèces de poissons du lagon Néo-Calédonien, II. Séxualité et reproduction. Cahier de l'Indo-Pacifique 2 (1) : 41-72.
- LOUBENS G., 1980. Biologie de quelques espèces de poissons du lagon Néo-Calédonien, III. Croissance. Cahier de l'Indo-Pacifique 2 (2) : 101-153.
- LOWE & Mc CONNELL R.H., 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Ashton P.S., Hubbell S.P., Sanzen D.H., Raven P.H. and Thomlinson P.B. (eds). Cambridge University Press, 382 p.
- MACIOLEK J.A., 1981. Consumer trophic relations in a tropical insular estuary. Bulletin Marine of Science 31 (3) : 702-711.
- MILTON D.A. et al., 1990. Diet and prey selection of six species of tuna bait fish in three coral reef lagoons in the Salomon Island. *Journal of Fish Biology*, 37 : 205-224.
- MONTGOMMERY et al., 1989. Feeding ecology of surgeon fishes (*Acanthuridae*) in the Northern Red Sea with particular reference to *Acanthurus nigrofuscus*. *Journal Exp. Marine Biological Ecology*, 132 : 179-207.
- NORRIS J.N. & PARRISH J.D., 1988. Predator pray relationships among fishes in pristine coral reef communities. Proceeding of the 6th International Coral Reef Congress 2 : 107-113.
- ODUM W.E. & HEALD E.J., 1975. The detritus based food web of an estuarine mangrove community in L.E. Cronin (ed). Estuarine research, vol. 1 : Chemistry, biology and the estuarine system. Academic Press N.Y. : 265-286.
- PARRISH J.D. et al., 1985. The trophic relationships that structure reef communities. Proceeding 5th International Coral Reef Congress Tahiti 85 4 : 73-78.
- PARRISH J.D. et al., 1986. Piscivory in a coral reef community. In C.A. Simenstad and G.M. Caillet Contemporary studies in fish feeding. Dr Junk Publisher Dordrecht Nederland : 285-297.
- PARRISH J.D., 1987. Characteristics of fish communities on corals reefs and in potentially interacting shallow habitats in tropical oceans of the world. UNESCO Report in Marine Sciences 46, : 171-218.
- PARRISH J.D., 1989. Fish communities of interacting shallow-water habitats in tropical oceanic regions. Marine Ecology Progress Series 58 : 143-160.
- Mc PHERSON G.R., QUIRE L.S., O'BRIEN J. & GOEDEN G.B., 1985. Great Barrier Reef demersal fish research. Seventeenth Regional Technical Meeting on Fisheries South Pacific Commission, Nouméa, New-Caledonia, 21 p.
- POLOVINA J.J., 1984. Model of a coral reef ecosystem. I. The ECOPATH model and its application to the Frigate Schoals. Coral Reef 3 : 1-11.
- SADOVY Y. et SHAPIRO D. Y., 1987. Criteria for the Diagnosis of Hermaphroditism in Fishes. *Copeia*, 1 : 136-156.
- SHAO K.T. & KUO S.R., 1989. Feeding ecology of the damselfishes from the southern part of Taiwan, Third Indo-Pacific Fisheries Conference Wellington New-Zealand, 27 nov.-2 dec 1989.
- SHUBNIKOV D.A., 1977. A coastal-estuarine community of fishes of the north Indian Ocean and the ecological relationships of its components. Journal Ichtyologique 17 (5) : 693-709.
- TALBOT F.H. & GOLDMAN B., 1987. Coral reefs as biotopes : vertebrates-fish. A preliminary report on the diversity and feeding relationships of the reefs fishes of One Tree Island, Great Barrier Reef system. Proceeding Symposium on Corals and Coral Reefs, Marine Biological Association of India, Cochin India dec 72 : 425-443.

- THAM A.K., 1950. The food and feeding relationships of the fishes of Singapore Straits. Colonial Office Fisheries Publication of London 1 (1) : 35 p.
- TOOR H.S., 1964. Biology and fishery of the pig-face bream, *Lethrinus lentjan* Lacépède. I. Food and feeding habits. Industrial Journal Fisheries 11 (2) : 559-580.
- TORIYAMA M., 1958. On diurnal rhythm in the feeding activity of *Saurida undosquamis* and *Upeneus bensas*. Report of Nankai Region Fish Research Laboratory 9 : 84-90.
- WALKER M.H., 1975. Aspects of the biology of the Emperor fishes, family Lethrinidae, in North Queensland Barrier Reef waters. B.S.C., James Cook University of North-Queensland, Townsville, Australia, 242 p.
- WILLIAMS D.McB. & RUSS G.R., 1991. Review of Data on Fishes of Commercial and recreational Fishing Interest on the Great Barrier Reef, A.I.M.S. and Department of Marine Biology, 1 : 116 p.
- 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. Marine Ecological Progress Service 10 : 239-250.
- WHITFIELD A.K., 1980. A quantitative study of the trophic relationships within the fish community of the Mhlanga estuary, South Africa. Estuarine Coastal Marine Science 10 : 417-435.
- YOUNG P.C. & MARTIN R.B., 1982. Evidence for protogynous hermaphroditism in some Lethrinids fishes. Journal of Fish Biology 21 : 475-484.

