

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE
AGRONOMIQUE
de
RENNES**

THESE de DOCTORAT

SPECIALITE : HALIEUTIQUE

**Productivité halieutique en poissons de Tikehau
(atoll des Tuamotu, Polynésie française).
Etude de la pêche artisanale
et dynamique des espèces.**

par

Eric MORIZE

Soutenue devant le Jury :

M J.C. LE GUEN	(ORSTOM/ENSAR)	Président
Mme M. HARMELIN-VIVIEN	(CNRS)	Rapporteur
MM J. CHABANNE	(ORSTOM)	Rapporteur
M F. CONAND	(ORSTOM)	Examineur
M A. INTES	(ORSTOM)	Examineur
M C DENIEL	(UBO)	Examineur
M R. GALZIN	(CNRS)	Examineur

Remerciements

Ce travail n'aurait jamais pu se réaliser sans la confiance que m'a apportée Monsieur INTES, responsable du programme ATOLL en Polynésie française. Je l'en remercie vivement.

Sur le terrain, Benoit CALLART m'a toujours aidé avec la bonne humeur. Le "Fiu" tahitien ne l'a que rarement affecté. Sans lui bon nombre des données traitées ici n'auraient pu être récoltées. Merci.

Je remercie également Monsieur CONAND qui m'a accueilli au centre ORSTOM de BREST et qui a bien voulu faire les indispensables relectures de ce manuscrit. Sans lui bien des phrases seraient restées incompréhensibles.

Monsieur LE GUEN a aussi contribué de façon importante à la réalisation de ce manuscrit par la pertinence de ses remarques.

Enfin je dois aussi beaucoup à toute l'équipe du programme ATOLL et à Monsieur CHABANNE, le seul véritable habitué que je pouvais toujours contacter à Tahiti.

À Tikehau bien sûr ma gratitude va à la famille NATUA qui m'a accepté non seulement autour du bateau pour faire mes mesures mais aussi autour de leur table. Je n'oublierai jamais non plus que c'est Teroro qui est venu me chercher sur mon "motu" avant le cyclone ORAMA. Quelle traversée du lagon agitée...!

Merci aussi à Madame HARMELIN-VIVIEN, Monsieur GALZIN et Monsieur DENIEL qui ont bien voulu juger mon travail.

Enfin Mademoiselle JOUBERT de L'ORSTOM de Brest a pris sur ses vacances pour venir mettre une dernière main à ce papier. Qu'elle en soit remerciée.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

CHAPITRE I : PRESENTATION DU MILIEU

I - DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DE L'ATOLL DE TIKEHAU	17
1 - La pente externe	
2 - La crête algale	
3 - Le platier externe	
4 - L'ilot émergé : motu	
5 - Le platier interne	
6 - Le lagon	
7 - Passe et hoa	
8 - Conclusion	
II - LE CLIMAT	24
III - L'HYDROLOGIE	26
IV - LA POPULATION	29
V - L'ENVIRONNEMENT BIOTIQUE	30
1 - La pente externe	
2 - Les platiers	
3 - Le lagon	
4 - La passe	
5 - Les hoa	
VI - LE PEUPLEMENT ICHTYOLOGIQUE DU LAGON	34
1 - Méthodologie d'étude	
1-1 - Les comptages en plongée	
1-2 - Les empoisonnements à la roténone	
1-3 - Les captures	
2 - Les résultats	
2-1 - Composition spécifique et structure trophique de l'ichthyofaune	
2-2 - Schéma général de la distribution spatiale	
2-3 - L'organisation du peuplement autour des pinacles coralliens	
2-4 - Répartition des poissons dans le lagon	
2-4-1 - Densités	
2-4-2 - Biomasses	
2-4-3 - Structure démographique	

3 - Conclusion	
VII - CONCLUSION	46
 CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA PECHERIE	
I - INTRODUCTION	51
II - DESCRIPTION DE LA PECHERIE	51
1 - Les pêcheurs	
2 - Les pièges à poissons	
3 - Le prélèvement dans les pièges	
III - LES FAMILLES ET ESPECES CAPTUREES	60
IV - LA PRODUCTION	72
1 - La production totale	
1-1 - Les variations interannuelles	
1-2 - Les variations intraannuelles	
1-3 - Les variations par parc et pose du filet	
2 - La production des principales espèces	
2-1 - <i>Lethrinus miniatus</i>	
2-2 - <i>Lutjanus gibbus</i>	
2-3 - <i>Caranx melampygus</i>	
2-4 - <i>Selar crumenophthalmus</i>	
2-5 - <i>Epinephelus microdon</i>	
2-6 - <i>Lutjanus fulvus</i>	
2-7 - <i>Naso brevirostris</i>	
2-8 - <i>Mulloidichthys sp.</i>	
2-9 - <i>Albula vulpes</i>	
2-10 - <i>Upeneus vittatus</i>	
2-11 - <i>Sphyraena forsteri</i>	
2-12 - <i>Acanthurus xanthopterus</i>	
2-13 - <i>Myripristis sp.</i>	
2-14 - <i>Decapterus pinnulatus</i>	
3 - La répartition annuelle des captures par famille	
4 - La composition trophique des captures	
V - DISCUSSION ET CONCLUSION	104

CHAPITRE III : BIOLOGIE DES ESPECES EXPLOITEES

I - INTRODUCTION	111
II - METHODOLOGIE	111
1 - La reproduction	
1-1 - Le sex-ratio	
1-2 - Le rapport gonado-somatique	
2 - La taille à la première reproduction	
3 - La croissance	
3-1 - Généralités	
3-2 - Le modèle choisi	
3-3 - La technique "marquage-recapture"	
3-4 - L'étude des structures calcifiées	
3-5 - L'analyse des structures de taille	
3-6 - Le traitement des données	
3-7 - La croissance pondérale	
4 - La mortalité naturelle	
III - LES RESULTATS	123
1 - La reproduction	123
1-1 - <i>Lethrinus miniatus</i>	
1-2 - <i>Lutjanus gibbus</i>	
1-3 - <i>Caranx melampygus</i>	
1-4 - <i>Epinephelus microdon</i>	
1-5 - <i>Lutjanus fulvus</i>	
1-6 - <i>Naso brevirostris</i>	
1-7 - <i>Acanthurus xanthopterus</i>	
1-8 - Discussion et conclusion	
2 - La taille à la première reproduction	144
3 - La croissance	145
3-1 - <i>Lethrinus miniatus</i>	
3-2 - <i>Lutjanus gibbus</i>	
3-3 - <i>Caranx melampygus</i>	
3-4 - <i>Epinephelus microdon</i>	
3-5 - <i>Lutjanus fulvus</i>	
3-6 - <i>Naso brevirostris</i>	
3-7 - <i>Acanthurus xanthopterus</i>	
3-8 - Discussion	
4 - La mortalité naturelle	176

CHAPITRE IV : DYNAMIQUE DES ESPECES ETUDIEES

I - INTRODUCTION	181
II - LE CALCUL DES TAUX D'EXPLOITATION	181
1 - Méthodologie	
1-1 - La méthode des courbes des captures	
1-2 - L'analyse des cohortes	
2 - Résultats	
2-1 - Les courbes des captures	
2-2 - L'analyse des cohortes de JONES	
3 - Conclusion	
III - EFFETS D'UNE MODIFICATION DE LA PECHERIE	191
1 - La taille à la première capture	
2 - L'effort de pêche	
2-1 - Calcul du rendement par recrue	
2-2 - Résultats	
2-2-1 - <i>Lethrinus miniatus</i>	
2-2-2 - <i>Lutjanus gibbus</i>	
2-2-3 - <i>Caranx melampygus</i>	
2-2-4 - <i>Epinephelus microdon</i>	
2-2-5 - <i>Lutjanus fulvus</i>	
2-2-6 - <i>Acanthurus xanthopterus</i>	
3 - Conclusion	
IV - LA BIOMASSE FECONDE PAR RECRUE	201
1 - Principe des calculs	
2 - Résultats	
3 - Conclusion	
CONCLUSION GENERALE	205

INTRODUCTION

Les milieux récifaux de Polynésie Française, depuis leur découverte par WALLIS en 1767, ont éveillé la curiosité de la communauté scientifique mondiale. Un demi siècle plus tard s'élaboraient les premières théories géomorphologiques expliquant la genèse des îles hautes et des atolls (DARWIN, 1842). Il aura fallu attendre encore plus d'un demi siècle pour que la biologie des coraux commencent à être comprise (DAVIS, 1928). Aujourd'hui encore il reste un vaste champ d'études pour de nombreuses équipes afin d'expliquer et de modéliser le fonctionnement de ces récifs. La dernière hypothèse de l'endo-upwelling (ROUGERIE et WAUTHY, 1986, 1988 et 1990) semble de plus en plus se confirmer comme l'un des phénomènes majeurs qui serait à l'origine de la formation des récifs.

1971 ¹⁹⁷¹ marqua le début d'une intensification des recherches sur le terrain avec la création à Mooréa d'une station régie par le Muséum d'Histoire Naturelle et l'Ecole Pratique des Hautes Etudes. Les études qui y sont menées depuis sont focalisées essentiellement sur la richesse et la productivité des écosystèmes récifaux et lagunaires. Elles ont permis la publication de nombreux travaux dans des domaines très variés allant de la volcanologie et de la géologie récifale à l'ichtyologie. Dans cette dernière discipline de nombreuses publications peuvent être citées telles notamment celles de PLESSIS (1972), JAUBERT *et al.* (1976), GALZIN (1977, 1979 et 1985), BOUCHON-NAVARO (1981), HARMELIN VIVIEN et BOUCHON-NAVARO (1983) et HARMELIN-VIVIEN (1985).

L'ORSTOM participait, de Nouméa, à certaines expéditions dans les îles pour des missions de soutien. Ce n'est qu'en 1982 que fut décidée la mise en place d'un vaste programme à l'ORSTOM Tahiti. La finalité de ce programme était une étude intégrée d'un lagon d'atoll de façon à en modéliser son fonctionnement, de la production primaire à l'exploitation commerciale des différentes espèces halieutiques. Ce programme ATOLL était structuré en huit opérations.

- ENVAT : Environnement lagonnaire.
- MOPAT : Matière organique particulaire
- PROBAT : Production benthique
- BENTAT : Etude du benthos
- NACRAT : Biologie et dynamique des populations de l'huître perlière (*Pinctada margaritifera*).
- HABAT : Habitats lagunaires et évaluation des dégâts dus aux cyclones.
- SOCAT : Socio-économie de la pêche artisanale.

- **HALIAT** : Biologie et dynamique des principales espèces de poissons exploitées des milieux lagunaires.

Cette dernière opération sera l'objet de notre propos ici.

Aucune étude de la dynamique de population des poissons récifaux de valeur commerciale n'avait été réalisée alors. Sur le territoire de la Polynésie française l'Etablissement pour la Valorisation des Activités Aquacoles et Maritimes (EVAAM) et le Service de la Mer et de l'Aquaculture (SMA) s'occupaient plus de développement, de techniques de pêche et de récolte des statistiques que de recherche sur les ressources halieutiques dans les atolls. Seul GALZIN (1977) avait étudié la dynamique d'un poisson, *Pomacentrus nigricans*, à Moorea. Par contre les évaluations des biomasses présentes dans les lagons avaient déjà fait l'objet de plusieurs études dont celles de HARMELIN-VIVIEN (1979) à Madagascar et elles étaient toutes réalisées à partir de l'observation directe et comptage en plongée. Cependant bien des espèces commerciales échappent à cette méthode d'investigation et il fallait donc utiliser des moyens plus classiques. L'existence d'une pêcherie facile à étudier allait permettre de disposer des échantillons nécessaires à la réalisation des études appropriées.

Dans ces régions tropicales aux nombreuses petites îles dispersées sur des milliers de kilomètres carrés, l'éloignement des pêcheries et leur instabilité n'ont jamais facilité leur études. En Polynésie Française le développement de Tahiti a vu se mettre en place dès le début des années 1960, dans les atolls les plus proches, quelques pêcheries artisanales bien structurées et pérennes.

Tikehau est l'un de ces atolls. Sa proximité de Tahiti et ses liaisons régulières par avion et par bateau à partir de Papeete en faisait la cible de choix pour la mise en place de notre étude.

La concentration de sa pêcherie sur une famille et sa localisation restreinte aux abords immédiats de la passe permettaient de faciliter les prises d'échantillons. Son importance (5 à 14% de la production des atolls polynésiens) en faisait une pêcherie représentative.

par conséquent

Enfin après un excellent contact établi lors d'une mission d'évaluation de la faisabilité des recherches, deux opérations y furent menées :

- Le suivi des débarquements et l'échantillonnage des captures. Cette action a débuté dès la fin 1982 mais a été interrompue une année à la suite des cyclones.

- Estimation des principaux paramètres pour l'étude de la dynamique des populations d'espèces cibles : La croissance et la mortalité.

Le présent travail fera la synthèse des travaux réalisés au cours des six années d'études et essaiera de montrer les richesses halieutiques en poissons d'un atoll avec ses atouts et ses faiblesses. Il a été divisé en quatre chapitres, à savoir :

◆ Chapitre I : Présentation du milieu

Il nous donne une idée de l'environnement de la pêcherie de Tikehau que ce soit le milieu corallien, le lagon et ses composantes et enfin l'environnement climatique et humain. L'étude du peuplement ichtique du lagon est esquissée. Une liste des espèces de poissons rencontrées dans le lagon est donnée. Cette liste relate les espèces capturées par la pêcherie. L'étude de la variabilité des peuplements dans l'espace et dans le temps est abordée.

◆ Chapitre II : Présentation de la pêcherie

L'étude détaillée de la pêcherie sera faite ici avec le suivi et les variations spatio-temporelles des prises totales. Les prises des quatorze espèces les plus représentées dans les captures seront analysées avec plus de détails. Il s'agit de *Lethrinus miniatus*, *Lutjanus gibbus*, *Caranx melampygus*, *Selar crumenophthalmus*, *Epinephelus microdon*, *Lutjanus fulvus*, *Naso brevirostris*, *Mulloïdichthys spp.*, *Albula vulpes*, *Upeneus vittatus*, *Sphyræna forsteri*, *Acanthurus xanthopterus*, *Myripristis spp.* et *Decapterus pinnulatus*.

◆ Chapitre III : Biologie des espèces exploitées

Après un bref rappel des méthodes utilisées pour les différentes études envisagées, ce chapitre permet, entre autres, d'évaluer les différents paramètres utilisés pour une modélisation de la dynamique des espèces : la croissance et la mortalité. Pour chaque espèce, si possible, plusieurs techniques d'étude sont mises en oeuvre.

Une étude du sex-ratio dans les captures et de la reproduction est réalisée au préalable et sert à l'étude des structures de taille.

♦ Chapitre IV : Dynamique des espèces étudiées

Dans un premier temps le taux d'exploitation des espèces étudiées est calculé par deux techniques différentes. Ensuite la variation du rendement par recrue et de la biomasse féconde par recrue en fonction d'une intensification de l'effort de pêche est appréciée. Les résultats permettent non seulement de donner un diagnostic sur l'état de la pêcherie mais d'en envisager un aménagement.

Enfin une **conclusion générale** amène à faire quelques recommandations concrètes pour l'aménagement de l'exploitation de l'atoll de Tikehau. Dans une perspective plus large de la gestion des stocks de poissons des atolls de l'archipel des Tuamotu seront proposées de nouvelles actions de recherche.

CHAPITRE I
PRESENTATION DU MILIEU

I - DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DE L'ATOLL DE TIKEHAU

II - LE CLIMAT

III - L'HYDROLOGIE

IV - LA POPULATION

V - L'ENVIRONNEMENT BIOTIQUE

VI - LE PEUPLEMENT ICHTYOLOGIQUE DU LAGON

VII - CONCLUSION

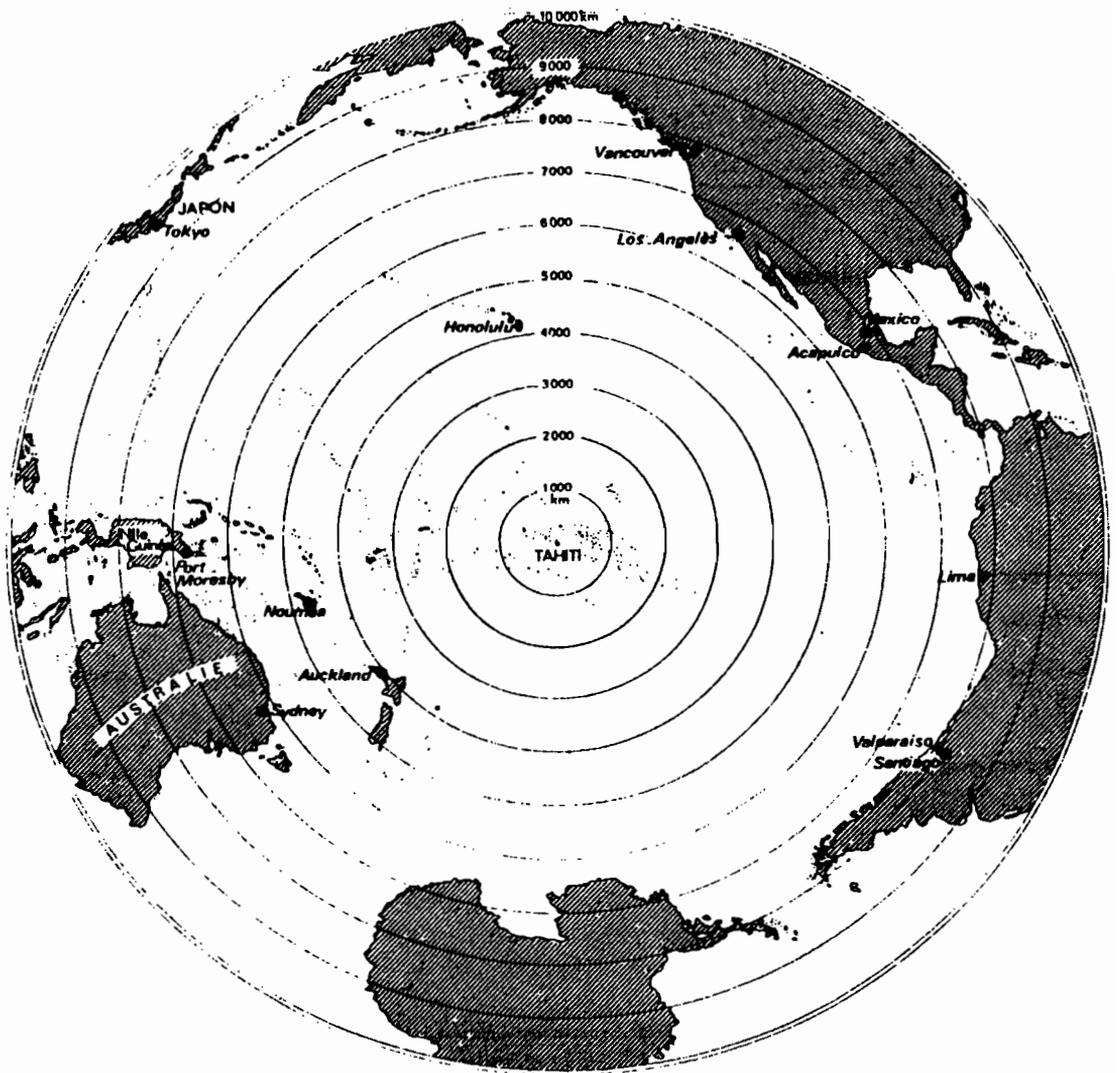


Figure 1 : Situation géographique de la Polynésie française (d'après la carte du Service Hydrographique de la Marine, S.H. 151, Paris, 1963)

En Polynésie française on peut distinguer deux grands types de milieux coralliens, celui des îles hautes et celui des atolls. Notre propos intéressera seulement le deuxième type et plus particulièrement un atoll de l'archipel des Tuamotu : Tikehau.

La première personne qui identifie cet atoll, le 25 avril 1816, est Otto von Kotzebue commandant du "Rurick" mais le nom de Tikehau ne sera donné que plus tard.

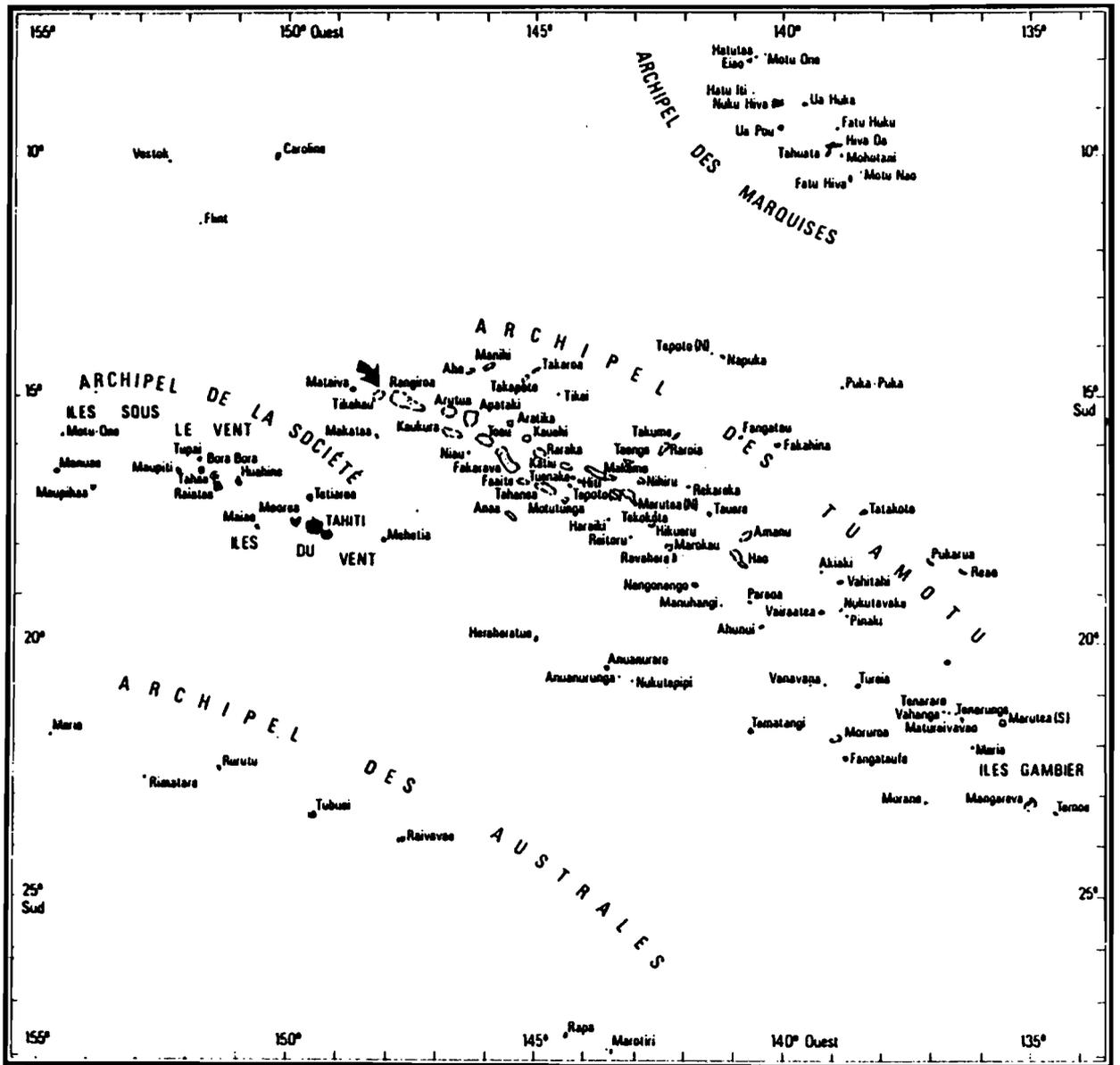
Tikehau se trouve en plein coeur de l'océan Pacifique (figure 1), centré à 15° de latitude sud et 148°10 de longitude ouest. Cet atoll est situé au nord-ouest de l'archipel des Tuamotu, à 360 km au nord/nord-est de Tahiti (figure 2). Les deux îles les plus proches sont Mataiva et Rangiroa, respectivement à environ 30 miles à l'ouest et 10 miles à l'est, et la profondeur de l'océan entre ces îles dépasse 800 mètres. L'eau océanique superficielle baignant Tikehau est pauvre en éléments nutritifs (azote et phosphore sous quelques formes que ce soient) comme le montre le tableau 1 (CHARPY, 1984). On trouve en effet en mg par m³ environ 2 et 1,5 fois plus d'azote et de phosphore dans le lagon que dans l'océan environnant. *Ci n'est pas dans le tableau 1*

Tableau 1 : Moyenne des concentrations en azote et en phosphore (mg par m³) du lagon et des eaux océaniques superficielles baignant Tikehau (d'après CHARPY, 1984).

PARAMETRES	LAGON	OCEAN
NO ₂ + NO ₃	1,5	1
NH ₄	29	11
PO ₄	5	5
Phosphore organique détritique	12	9
Azote organique détritique	18	16
Phosphore organique particulaire	3,6	1,4
Azote organique particulaire	26	12

I - DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DE L'ATOLL DE TIKEHAU

Avec 400 km² de superficie Tikehau est un atoll de forme ovale (figure 3) et son plus grand diamètre, orienté nord-ouest sud-est, est de 28 km. Sa profondeur moyenne a été estimée à 24 m (LENHART, 1987). Dans la suite de ce chapitre une description très rapide de la morphologie d'un atoll sera donnée avec les caractéristiques de celui de Tikehau. Il reprend les différentes unités morphologiques matérialisées sur la figure 4 en partant de l'océan pour aller dans le lagon.



© J.C. J. GASTON TAITI. 825/03 86

Figure 2 : Situation de l'atoll de Tikehau dans la Polynésie française

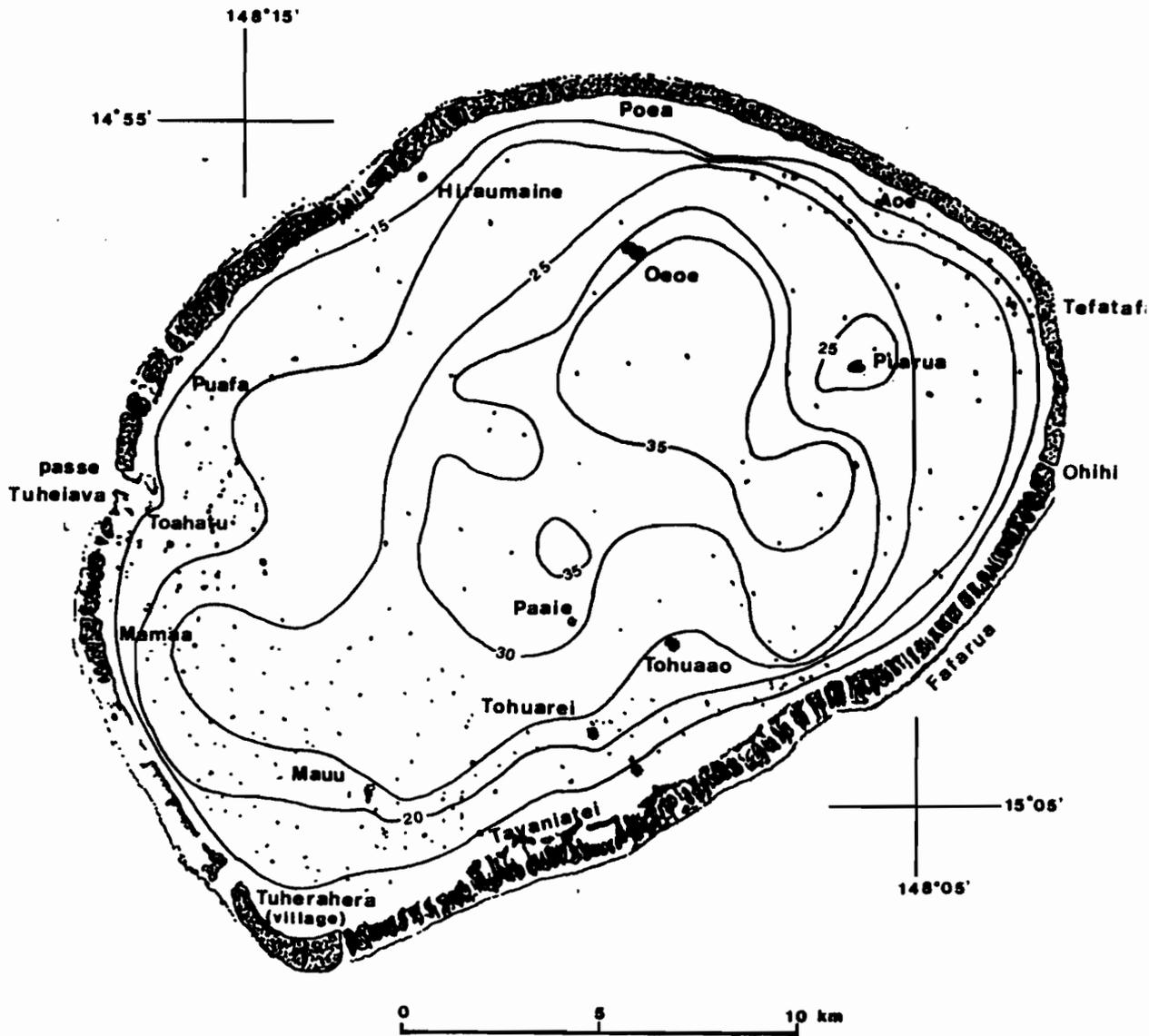


Figure 3 : Description morphologique de l'atoll de Tikehau (position des pinacles coralliens et bathymétrie)

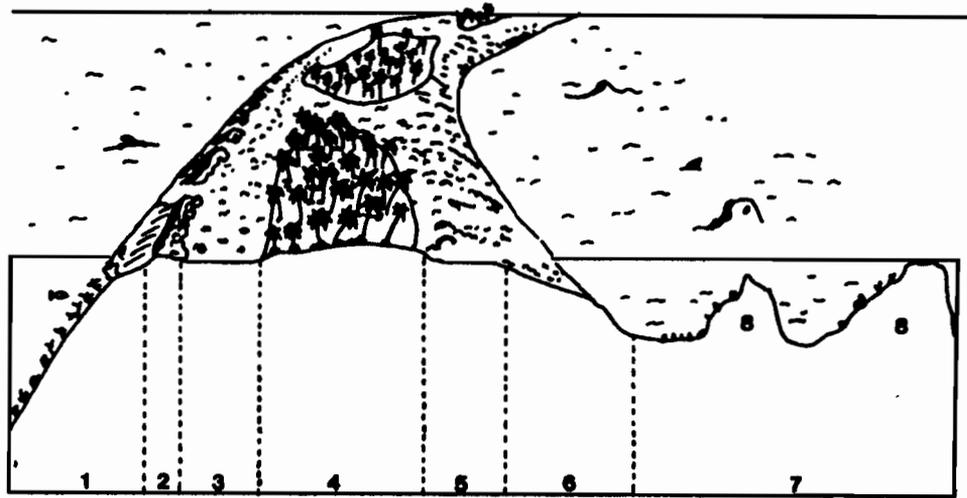


Figure 4 : Coupe d'un atoll (d'après O. CAYET) :

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| 1 : la pente externe | 5 : le platier interne |
| 2 : la crête algale | 6 : la pente du lagon |
| 3 : le platier externe | 7 : le lagon |
| 4 : l'îlot émergé : motu | 8 : Les pinacles coralliens |

1 - La pente externe

Elle correspond à la "*partie antérieure toujours immergée du récif, de déclivité variable vers le large*" (BATTISTINI et al., 1975).

La pente externe est divisée en trois zones bien marquées à Tikehau :



- La plate forme récifale, située entre 0 et 10 mètres de profondeur présente deux aspects assez homogènes, tout autour de l'atoll, se succédant bathymétriquement :

La plate forme rainurée

Des sillons et éperons, s'individualisant à partir de la crête algale, la parcourent transversalement. Les éperons, de faible déclivité, ont une largeur moyenne de 8 à 12m. et alternent avec des sillons de 2 à 3 m de large à parois sub-verticales. Ces sillons peuvent parfois se prolonger sur le platier en de vastes cuvettes.

La plate forme non rainurée

La plate forme rainurée se poursuit en pente douce en perdant ses éperons et sillons jusqu'à environ 10 m. Au delà on discerne deux zones :

- La rupture de pente entre 10 et 25 m. NEWELL (1956) et CHEVALIER *et al.* (1969) l'assimilent à un système éperons-sillons ancien car sa surface est irrégulière et parsemée de dépressions orientées dans le sens de la pente, mais sans continuité avec les sillons supérieurs.
- La pente externe profonde, au delà de 25 m, a une forte déclivité. Plusieurs horizons peuvent y être distingués : supérieur situé entre 25 et 35 m, moyen entre 35 m et 65 m et inférieur au delà.

2 - La crête algale

A Tikehau les crêtes algales sont assez peu développées en comparaison de celles d'autres atolls. C'est dans le secteur est, exposé au vent dominant, qu'elle est la plus développée avec environ 30 à 40 m de large. Elle émerge alors bien à marée basse et les éperons vus plus haut s'y prolongent profondément. Ils sont nombreux et étroits. Sous le vent, à l'ouest, elle dépasse à peine 15 m de large et reste presque toujours immergée et les éperons peu nombreux sont larges et se prolongent aussi jusqu'au platier récifal externe.

3 - Le platier externe

La largeur de ce platier est très variable suivant sa situation autour de l'atoll. De 25 m environ au nord est, il passe à 180 m au sud ouest. Il n'est guère immergé que de 10 à 50 cm et peut parfois, lorsque le niveau de l'océan est exceptionnellement bas, être complètement émergé. Il est baigné directement par les eaux du large apportées par la houle. Il est recouvert vers l'intérieur d'une couche sableuse plus ou moins épaisse.

4 - L'ilôt émergé : motu

Faisant suite à ce platier externe se trouve souvent une partie émergée colonisée par la végétation. Elle peut atteindre plusieurs mètres de haut. C'est là que sont installés les villages et l'essentiel des activités humaines. Ces motu sont petits et nombreux, entrecoupés de chenaux ou "hoa", dans la partie sud ouest et nord est de l'atoll. Dans l'est par contre il existe un grand motu assez bas de plusieurs kilomètres de long où se concentre le principal de l'activité du coprah. Le village (Teava) est installé au sud ouest

sur un autre grand motu où se trouve la piste pour les avions.

5 - Le platier interne

Il existe la même différence entre les platiers internes du lagon qu'entre les platiers externes suivant la position par rapport au vent dominant. Ici les parties exposées sont situées à l'ouest, aussi c'est là qu'il sera le plus développé. A l'est le platier interne n'existe pratiquement pas et est remplacé par un fond sableux de déclivité douce.

6 - Le lagon

Le fond du lagon est une vaste zone sédimentaire parsemée de pinacles coralliens. Le pinnacle corallien est "un édifice corallien beaucoup plus haut que large, à parois subverticales, atteignant ou non la surface" (BATTISTINI et *al.*, 1985). La pente sous le vent dominant de ces pinacles est douce et couverte de débris sédimentaires grossiers. Ces pinacles sont beaucoup plus nombreux et développés dans la partie ouest du lagon où ils rendent la navigation difficile (figure 3). Sept pinacles sont suffisamment émergés pour supporter une certaine végétation. Ces derniers sont situés dans la partie au vent de l'atoll, la plus calme. La profondeur maximale, au centre est, est de 36 m. La déclivité générale de la pente sur les bords du lagon est forte mais plus marquée dans le secteur est. Le fond lui-même est composé de sédiments plus ou moins fins suivant la profondeur. Ces sédiments sont composés entre autres d'articles de *Halimeda* et de Foraminifères comme les Miliolidae. Les débris coquilliers ne sont par contre jamais abondants.

7 - Passe et hoa

Les hoa et les passes sont des discontinuités morphologiques perpendiculaires à la couronne récifale qui permettent les échanges entre l'océan et le lagon. A Tikehau les hoa ne sont pas répartis uniformément sur toute la couronne récifale. Ils sont absents dans tout l'est nord-est de l'atoll alors qu'ils sont particulièrement nombreux au sud sud-est. Leur largeur est très variable, de 50 à 500 m, et leur fond plus important du côté lagon, de 1 à 2 m contre quelques dizaines de centimètres. Ils sont soumis à la fois à une forte érosion et à une forte sédimentation. On les classe suivant la facilité qu'a l'eau océanique à rejoindre le lagon par les hoa. On parle alors de hoa fonctionnels si l'eau circule bien et de hoa non fonctionnels si la circulation est entravée par des remparts de toutes sortes. Au cours du temps, l'efficacité des hoa peut changer.

La passe est un accident majeur dans la continuité de la couronne récifale. Elle permet les échanges avec l'océan dans les deux sens. A Tikehau elle est unique et large d'environ 200 m. Son seuil ne dépasse pas 4 m, ce qui lui donne une section carrée de 1000 m² environ.

De part et d'autre la pente est douce jusqu'à 6 - 12 m. Elle est bordée de chaque côté par des dépôts détritiques grossiers alors que le fond est dépourvu de tout sédiment.

8 - Conclusion

La couronne récifale n'est pas homogène tout autour de l'atoll comme le montre la figure 5. Elle est plus haute et plus large dans le secteur sud. Le soulèvement de l'atoll par l'effet de charge du complexe volcanique de Tahiti-Moorea-Mehetia (LAMBECK, 1981) explique cette plus grande élévation dans le sud. L'hydrologie, la sédimentologie et l'effet des vents dominants expliquent sans doute les autres hétérogénéités.

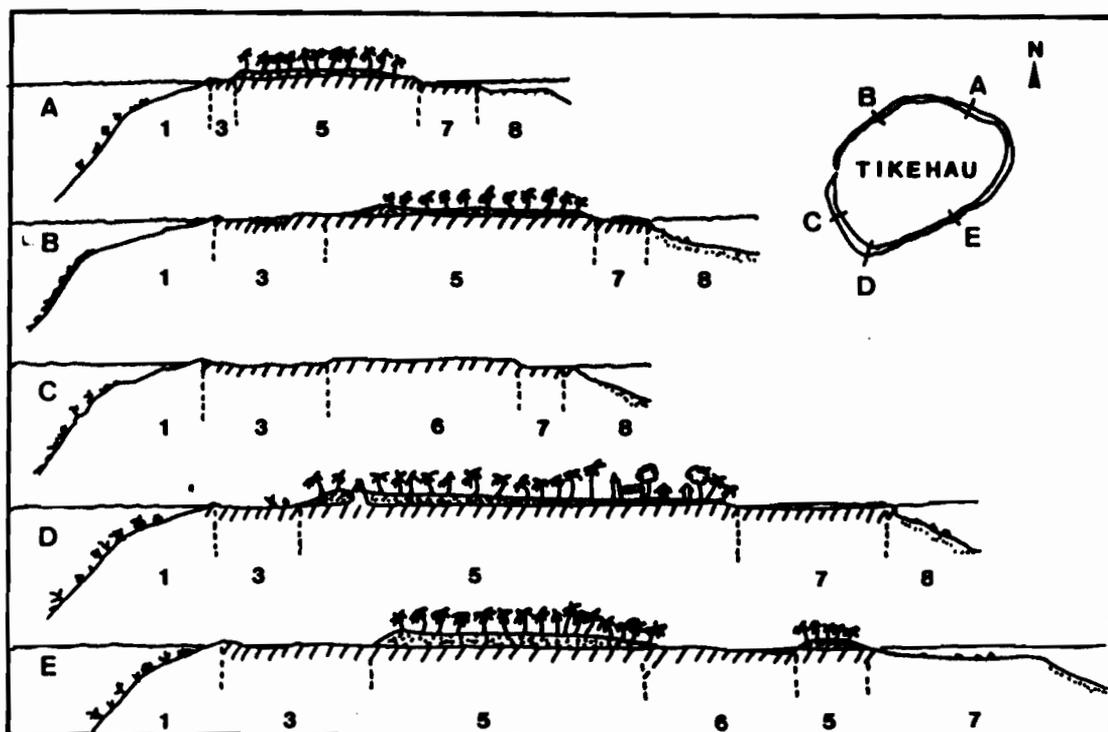


Figure 5 : Importance relative des différentes zones morphologiques le long de cinq radiales sur la couronne récifale de Tikehau (d'après HARMELIN-VIVIEN, 1985)

II - LE CLIMAT

La station météorologique dont les données sont analysées ici est basée à Rangiroa. Situé en zone intertropicale, Tikehau est caractérisé par une assez forte homogénéité des températures de l'air tout au long de l'année comme le montre la figure 6. La moyenne se trouve à 26°5 C avec un minimum de 25°5 C en août et un maximum de 27°5 C en mars. Les températures minimum et maximum absolues sont de 18° C et 32° C.

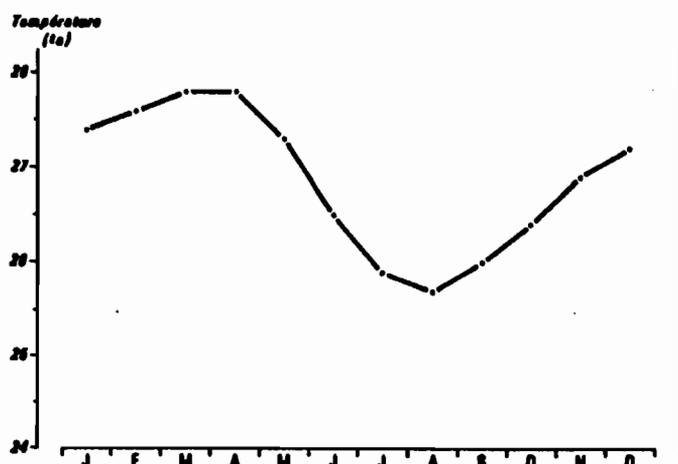


Figure 6 : Température moyenne de l'air sous abri à Rangiroa (de 1972 à 1985 - Source : Météorologie Nationale de Tahiti Faaa) d'après CAILLART, 1988

Les alizés soufflent presque en permanence de secteur est avec une composante nord en été austral et une composante sud en hiver (figure 7). Ils sont en général bien soutenus mais dépassent rarement 6 Beaufort. Le vent de sud est "mara'amu" apporte la sécheresse alors que celui du nord "toerau" amène la pluie et parfois des coups de vent, conséquences de cyclones qui passent au large ouest en été. Ces cyclones peuvent intéresser directement les Tuamotu et Tikehau n'a pas été épargné ces dernières années puisqu'il a été ravagé par Orama, Reva et Veena en février, mars et avril 1983. Même si ce ne sont pas des phénomènes fréquents, ces cyclones marquent les atolls pour de nombreuses années que ce soit la vie marine ou terrestre. On a ainsi montré qu'à Tikehau les communautés récifales de la pente externe avaient été détruites à 80% après le passage de Veena (LABOUE, 1985). Quant aux conséquences humaines elles sont très nombreuses, ne serait-ce que par les aides distribuées par la France pour reconstruire les maisons, les bateaux et les parcs à poissons.

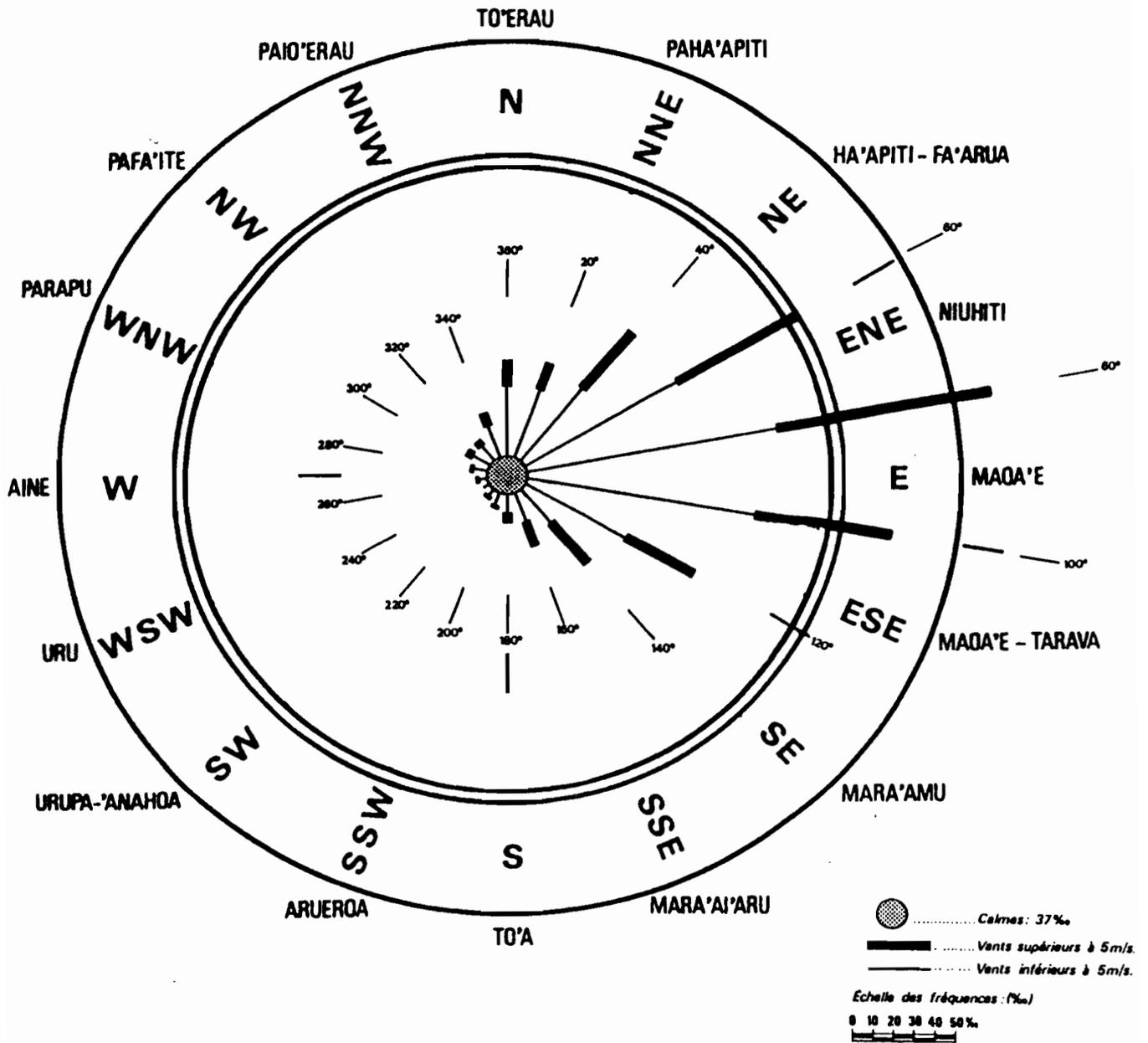


Figure 7 : Répartition des directions et noms des différents vents au sol à Rangiroa (moyenne sur la période 1972-1985 - Source : Météorologie Nationale de Tahiti Faaa) d'après CAILLART, 1988

Toutes les précipitations se font sous forme de pluie et souvent elles sont violentes. La répartition des précipitations est donnée par la figure 8. Il existe deux saisons : la saison des pluies de novembre à février et une saison sèche de mai à octobre avec un minimum en août (75 mm de pluie). Janvier est le mois le plus pluvieux avec 230 mm de pluie. Les précipitations sont parfois assez abondantes pour entraîner, par temps calme, une forte dessalure des eaux de surface.

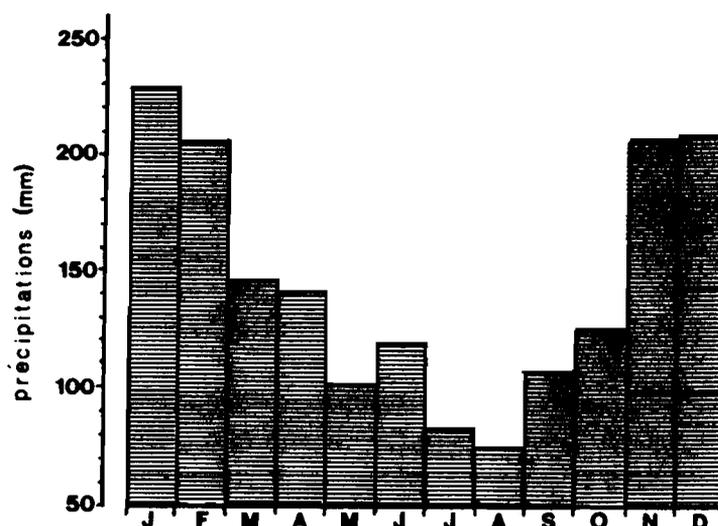


Figure 8 : Hauteurs mensuelles moyennes des précipitations à Rangiroa (de 1972 à 1985 - Source : Météorologie Nationale de Tahiti Faaa) d'après CAILLART, 1988

III - L'HYDROLOGIE

- Les déplacements des masses d'eau

Ce sont les vents qui déterminent les déplacements de la masse d'eau dans le lagon par effet direct sur la couche d'eau superficielle et par l'effet des houles engendrées à l'extérieur. En général l'eau océanique, transportée par les déferlantes sur le récif extérieur, entre dans le lagon par les hoa et sort par la passe (figure 9). Le temps moyen de résidence de cette eau dans le lagon est d'environ 170 jours (LENHARDT, 1988). La houle du vent vient de façon générale de l'est. Il existe pendant l'hiver austral une houle de sud sud-ouest et pendant l'été austral une houle de secteur nord. Suivant la direction des trains de houle et leur force, la circulation de l'eau est plus ou moins rapide. Seule la passe sert à l'évacuation de cette eau lagonnaire.

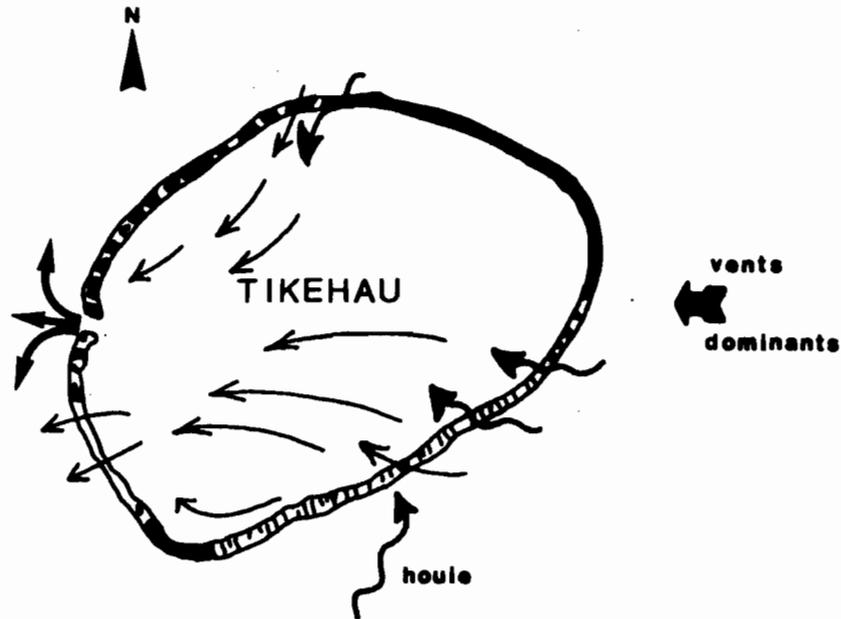


Figure 9 : Circulation générale superficielle de l'eau du lagon de Tikehau

- Les variations du niveau de l'eau

La figure 10 montre la variation du niveau de l'eau du lagon en octobre 1985. Celle-ci dépend de plusieurs facteurs dont les plus importants sont la marée océanique et les houles de l'océan extérieur. La marée océanique est régulière et faible. Son amplitude de vives eaux est de 3,5 cm (LENHARDT, 1988). Sa période est semi-diurne. La houle de l'océan extérieur crée des ensachages, montées du niveau de l'eau lagonnaire dues au fait que le lagon se remplit plus vite par les hoa qu'il ne se vide par la passe. Ils sont irréguliers et dépendent en premier lieu de la force de tempêtes souvent très lointaines. Les élévations du lagon peuvent alors aller jusqu'à 0,70 cm et durer plusieurs jours. Pendant les ensachages il n'existe dans la passe qu'un courant sortant. Le courant n'est alternatif que lorsque l'océan est calme et que les hoa ne sont guère actifs. Sa période se rapproche alors de celle de la marée océanique.

- L'agitation de l'eau lagonnaire

Aucune étude de mesure des vagues dans le lagon n'a été réalisée. On peut cependant dire que, par forts alizés d'est et de sud-est surtout, l'eau du lagon est très agitée. surtout dans la partie sous le vent de l'atoll et donc de la passe. Par courant sortant cette agitation est atténuée mais, par courant rentrant, elle peut être très importante. Le mascaret qui en résulte peut être si violent qu'il détériore les pièges construits dans la passe.

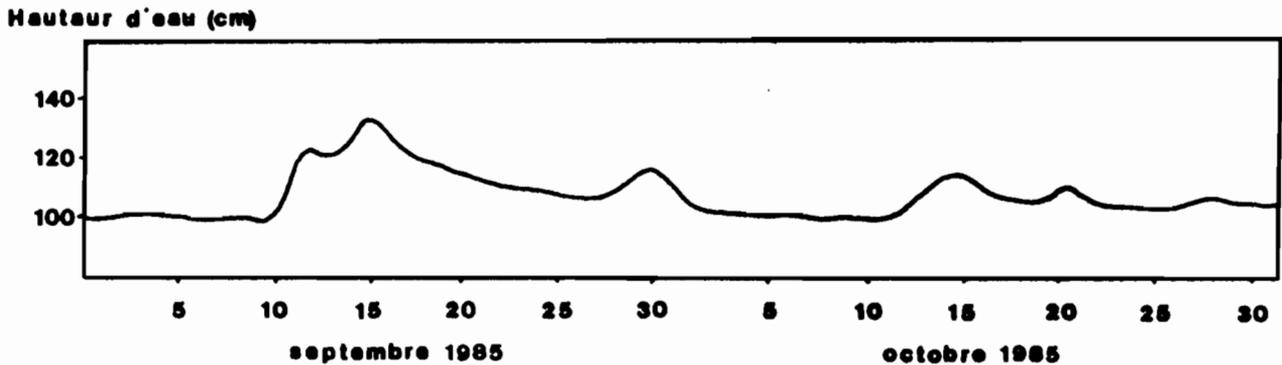


Figure 10 : Variation du niveau du lagon de Tikehau au quai du village pendant les mois de septembre et octobre 1985

- La température de l'eau lagonaire

La figure 11 montre la variation de la température du lagon de Tikehau. Elle atteint sa valeur minimale en juillet-août avec 26° C et sa valeur maximale en février-mars avec 30° C. Les températures extrêmes sont en deçà des températures extrêmes de l'eau du large. Pendant les saisons intermédiaires il n'y a pas de différence entre les températures des eaux du large et celles des eaux lagunaires. La stratification thermique des eaux est peu marquée.

- La salinité

La salinité des eaux de surface du lagon est variable dans le temps et dépend surtout des précipitations à Tikehau. Lorsque celles-ci sont très abondantes, il y a une dessalure en surface qui peut être bien marquée et durer quelques jours. CHARPY (1984) a trouvé que cette dessalure avait atteint 0,5 ‰ en mars 1983 (figure 11). En dehors de ces périodes de fortes pluies, la salinité est d'environ 36,35 ‰, soit la même à l'intérieur qu'à l'extérieur du lagon.

La clarté des eaux lagunaires

La clarté de l'eau conditionne directement la transmission de la lumière vers le fond du lagon et donc la production phytoplanctonique et phytobenthique. Comparées à d'autres lagons comme celui de Takapoto, les eaux de Tikehau sont très turbides. Cette turbidité dépend beaucoup de l'agitation des eaux, donc du vent instantané. Le pourcentage de transmission de la lumière à 15 m à l'extérieur du récif a été estimé à 97% alors que dans le lagon il n'était que de 79% (CHARPY, 1985).

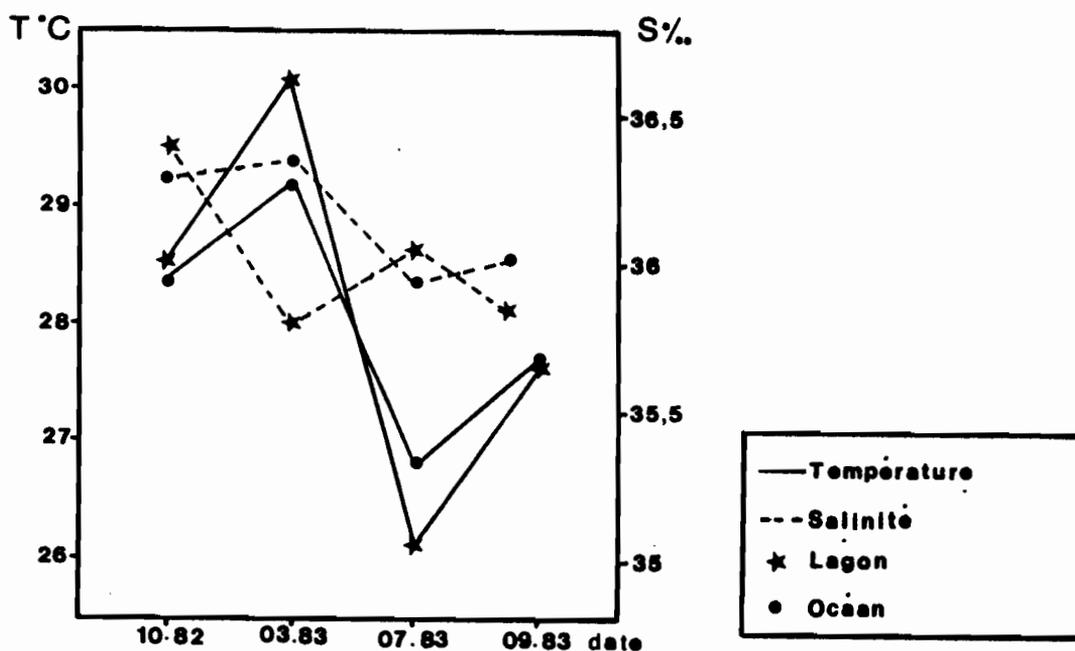


Figure 11 : Températures et salinités de l'eau du lagon de Tikehau sur la période d'octobre 1982 à septembre 1983

IV - LA POPULATION

Les études démographiques sont difficile à réaliser à cause de la mobilité de la population. Le recensement de 1983 donnait pour Tikehau 279 habitants (tableau 2).

Tableau 2 : Répartition de la population de Tikehau par sexe et par groupe d'âge en 1983
(d'après SODTER, 1985)

GRUPE D'AGE	MASCULIN	FEMININ	ENSEMBLE
0-9	39	41	80
10-19	36	31	67
20-29	25	23	48
30-39	7	7	14
40-49	16	14	30
50-59	11	10	21
60-69	11	4	15
70-79	2	1	3
80-89	0	0	0
90 +	1	0	1
TOTAL	148	131	279

C'est une population jeune. 52,7% de la population a moins de 20 ans. Le déficit est surtout sensible dans la tranche d'âge des 30-40 ans. Il n'y a guère de différence hommes-femmes si ce n'est un léger surplus d'hommes. Avant les cyclones de 1983 il existait trois motu habités en permanence. Le premier se trouve à l'est de l'atoll. Il est peu large mais très long. Les maisons y étaient dispersées et une piste permettait d'y circuler en voiture. Ce petit village avait comme activité principale la récolte du coprah. Il a été complètement détruit par les cyclones, l'océan le recouvrant en grande partie. Le deuxième est le motu du sud-ouest. C'est là que se trouvent l'aéroport, la mairie, la poste, l'école, les différentes églises et le quai d'accostage. Le troisième, le village des pêcheurs, est localisé juste sur le premier motu au nord de la passe. Deux familles de pêcheurs y habitent en permanence avec leurs travailleurs, soit environ une quinzaine de personnes dont la plupart sont des hommes. La seule activité de ce village est la pêche, c'est à dire la fabrication et la réparation des parcs à poissons, la surveillance des captures, le prélèvement dans les parcs et le conditionnement des poissons avant leur chargement sur le bateau collecteur.

L'activité économique de Tikehau qui occupe le plus de travailleurs reste la récolte du coprah. Elle assure en général pour l'atoll un revenu plus important que le poisson mais ceci dépend des années. Ce revenu est régulier chaque mois mais c'est un travail pénible qui n'attire plus beaucoup de jeunes. Les produits de la pêche sont par contre d'une grande valeur commerciale mais les possibilités de développement restent limitées. Les habitants de cet atoll ont de plus en plus tendance à rejoindre Tahiti où tout autre endroit pour travailler. Par exemple beaucoup de jeunes se sont installés, au milieu des années 1980, à Marutea dans les élevages d'huîtres perlières. Donc, malgré son isolement, Tikehau est un atoll en mutation permanente et le passage des derniers cyclones, suivie de l'aide de la France, a accéléré encore cette évolution. Ceci crée des situations de conflit avivées par une relative misère des habitants.

V - L'ENVIRONNEMENT BIOTIQUE

1 - La pente externe

Dans toute la partie externe de l'atoll de Tikehau les études réalisées ont intéressé seulement les communautés benthiques (coralliennes et algues) et ichtyologiques. Dans la partie supérieure (0 à 4 m) les algues sont très nombreuses. Les algues calcaires dominent mais elles sont souvent associées à des algues vertes des genres *Halimeda* et *Caulerpa* et localement à l'algue rouge *Dascya*. D'autres bioconstructeurs tels les Scléroractiniaires ont

un taux de recouvrement de 5 à 25%. Un peu plus profondément (4 à 10 m) les Madréporaires dominent, les premiers Fungidae apparaissent et la diversité spécifique générale augmente.

De 10 à 25 m la couverture madréporique s'étend encore pour atteindre 60% environ. A partir de 15 m *Porites* domine de plus en plus suivi de *Pocillopora eydousi*, *Favia stelligera* et *Favia rotumana*. Les algues calcaires encrustantes disparaissent petit à petit mais localement elles peuvent encore être abondantes. Plus profond la pente devient très forte. Des horizons peuvent être distingués suivant les proportions relatives des espèces photophiles et hémisciaphiles.

A Tikehau c'est surtout la pauvreté en Spongiaires, Gorgoniaires, en Antipathaires et grands Hydraires qui différencie cette pente externe de celle de nombreux récifs de l'Indo-Pacifique. Dans toute cette partie l'ichtyofaune est abondante et comprend de nombreuses familles dont, entre autres, des Carcharinidae, des Scaridae, des Carangidae, des Acanthuridae, des Serranidae, des Labridae, des Balistidae et des Chaetodontidae. Le peuplement ichtique atteint son maximum d'abondance entre 10 et 25 m. Suivant les saisons on peut trouver des bancs très importants de poissons tels les Lethrinidae, Scaridae ou Acanthuridae. HARMELIN-VIVIEN (1984) a étudié quelques familles d'herbivores sur une radiale près de la passe. Elle a ainsi montré qu'il existait des variations qualitatives dans la distribution des poissons le long de la pente externe. Par exemple la proportion des gros Scaridae mâles passent de 35% à 70% environ du haut vers le bas. Les gros poissons adultes de Scaridae et d'Acanthuridae représentent en moyenne 96% de l'abondance.

2 - Les platiers

La crête algale est construite par des algues calcaires des genres *Porolithon* et *Chevaliericrusta*. C'est une zone battue qui peut découvrir. Le taux de recouvrement en corail est inférieur à 10%. On y trouve par contre trois échinodermes caractéristiques, *Heterocentrus mamillatus*, *Colobocentrotus pedifer* et *Actinopyga mauritiana*. Les mollusques sont nombreux, tels les *Turbo setosus* ou *Patella flexuosa*. Polychètes et Crustacées abondent. Sur le platier externe les bioconstructeurs sont rares alors que les polychètes et mollusques dominent. Sur le platier interne les madréporaires couvrent environ 25% de la partie la plus côtière. L'ichtyofaune de cette zone est pauvre et peu variée. La nuit surtout on trouve de nombreux Muraenidae et des Serranidae (*Epinephelus hexagonatus*) que les Paumotu chassent avec des "coupe-coupes". Les juvéniles de *Carcharinus melanopterus* sont parfois abondants. Quelques gros Scaridae y sont aussi observés à certaines saisons et sont alors capturés avec de petits filets.

nombreux
en
abondance?

3 - Le lagon

- Le phytoplancton

Le phytoplancton du lagon de Tikehau est étudié par l'ORSTOM depuis qu'a commencé le programme ATOLL en 1982. La taille des cellules chlorophylliennes est très petite puisque on peut trouver de 47 à 100% de la biomasse de celles-ci à la taille inférieure à 5 μm , avec une moyenne de 78% (CHARPY, 1984). Les cellules phytoplanctoniques sont associées à des particules détritiques. La répartition de la chlorophylle dans le lagon est homogène par rapport à la surface mais on note un net enrichissement dès que l'on s'approche du fond. Ceci peut être dû au phytobenthos. Malgré un fort ensoleillement en surface il n'y a pas de photoinhibition de l'activité phytoplanctonique. Par contre seulement 15% de l'énergie lumineuse de surface arrive à 25 m. En intégrant tous ces paramètres, CHARPY (1985) estime la production phytoplanctonique à 440 mg de carbone par m^2 de lagon et par jour. Le phytoplancton a une productivité très grande par rapport à sa biomasse qui est faible (0,14 mg/m^3 , estimée en chlorophylle a).

- Le phytobenthos

La production moyenne du phytobenthos (250 mg de carbone/ m^2 /jour) équivaut à 57% de la production phytoplanctonique (CHARPY-ROUBAUD, 1988). Elle l'emporte sur la production phytoplanctonique jusqu'à une profondeur de 10 m. La profondeur d'annulation du bilan photosynthétique est d'environ 39 m. La biomasse des microphytes dans les premiers millimètres de sédiment est en moyenne de 9,6 mg/m^2 . La production primaire totale peut donc être estimée à 176 tonnes de carbone par jour pour le phytoplancton et à 100 tonnes de carbone par jour pour le phytobenthos. La consommation du zooplancton > 35 μm a été estimée à 125 tonnes de carbone par jour, ce qui représente 30% de la production du phytoplancton. Dans ces chiffres la respiration du phytoplancton et la consommation du zooplancton > 35 μm n'ont pas été pris en compte.

- Le zooplancton

Le zooplancton du lagon de Tikehau a été étudié au cours de plusieurs missions. La production du zooplancton (compris entre 200 μm et 2000 μm) varie de 164 mg de carbone/ m^2 /jour en avril 1985 à 331 mg de carbone/ m^2 /jour en avril 1986 (LE BORGNE et al., 1989). Les rapports de production sur la biomasse sont voisins de 1. Les copépodes, les larves, les ptéropodes et les chaetognathes composent le zooplancton. Les larves de poissons sont en quantité négligeable dans tous les prélèvements. Il arrive en plus qu'il y ait des explosions zooplanctoniques par moment (par exemple des biomasses importantes de *Thalia democratica* avec un P/B d'environ 8 sont apparues en avril 1985).

En plus de ces explosions ponctuelles il semble qu'il y ait une variation journalière avec une migration verticale du zooplancton la nuit. RENON (1977) trouve une concentration en zooplancton à la surface du lagon de Takapoto dix fois supérieure la nuit que le jour. De façon générale les variations temporelles sont fortes comme le montrent les rapports de la variance sur la moyenne : = 3,9 en avril 1985 et 2,09 en avril 1986 pour le mésozooplancton (500-2000 μm) = 3,21 pour le microzooplancton (35-200 μm) en avril 1986.

- Les communautés benthiques et ichtiques

La communauté ichtique fera l'objet d'une étude plus poussée dans la suite. Quant à la communauté benthique on peut la séparer en deux parties en fonction du biotope : les fonds sédimentaires et les fonds durs matérialisés surtout par les pinacles. Sur les fonds sédimentaires on trouve des holothuries comme *Halodeima atra*. Les nombreux tumuli présents laissent présager l'existence d'une faune endosédimentaire profonde (callianasses et entéropneustes). Sur quelques débris s'installent des *Halimeda* et *Caulerpa*. Des cyanophycées recouvrent le sable plus fin. Entre 15 et 25 m se développent des tâches réduites d'herbier à *Halophila ovalis*. L'ichthyofaune est pauvre en général. Des Gobiidae y font leur terrier et des bancs de Mullidae et Lethrinidae les parcourent. Les pinacles accueillent par contre une vie intense, conditionnée par l'hydrodynamisme local. Au vent les *Porites lutea* et *Millepora platyphylla* dominent alors que sous le vent on trouve *Acropora variabilis*. Plus profondément sur les détritiques grossiers se fixent des *Halimeda* et *Caulerpa*. Les poissons y sont toujours abondants de jour comme de nuit avec une répartition différente au vent et sous le vent.

4 - La passe

La passe est constamment soumise à de forts courants pouvant dépasser cinq noeuds. Aucune formation corallienne branchue ne s'y trouve. Par contre des échines bioconstruites s'orientent parallèlement au grand axe et supportent un riche peuplement corallien dont des *Pocillopora*. Le taux de recouvrement atteint 80 % sur les échines. On y trouve peu d'invertébrés mais les poissons peuvent y être abondants, la passe étant pour eux le moyen privilégié de communication entre l'océan et le lagon.

5 - Les hoa

Les hoa, comme la passe, sont pauvres en formations coralliennes. Certains filtreurs, comme les ascidies, y sont très abondants. L'ichthyofaune est également pauvre. On trouve quelques Scaridae et plusieurs autres familles mais jamais en grande abondance.

VI - LE PEUPEMENT ICHTYOLOGIQUE DU LAGON

C'est RANDALL (1985) qui a donné la liste la plus complète des espèces présentes en Polynésie française. Il trouve 800 espèces réparties sur 101 familles. Dans l'archipel des Tuamotu et celui des Gambiers la liste qu'il donne ne comprend plus que 348 espèces. C'est la famille des Labridae qui comporte le plus d'espèces avec pour la Polynésie et les Tuamotu respectivement 67 et 40 espèces. Ensuite l'ordre de classement des familles diffère en fonction de la zone considérée. Dans les Tuamotu les familles les mieux représentées sont les Pomacentridae, les Serranidae, les Chaetodontidae, les Gobiidae et les Muraenidae contenant respectivement 30, 23, 23, 19 et 18 espèces. Viennent ensuite les autres familles dont certaines ne comportent qu'une seule espèce. En ce qui concerne Tikehau proprement dit, le peuplement n'avait jamais été spécialement étudié avant nos recherches.

Les études du peuplement des poissons du lagon de Tikehau ont débuté dès la mise en place du programme ATOLL. Plusieurs méthodes ont été utilisées pour recenser les espèces présentes et analyser leur répartition dans le lagon. Malheureusement aucune étude systématique n'a été réalisée pour connaître la variation temporelle de ce peuplement. Nous ne donnerons donc sur cette variation que les indications recueillies grâce à notre expérience personnelle et aux données de la pêche. Les résultats présentés ici n'intéressent que la répartition spatiale du peuplement.

1 - Méthodologie d'étude

Pour étudier le peuplement du lagon de Tikehau, des observations de comptages en plongée, d'empoisonnements à la roténone et des captures ont été utilisées.

1-1 - Les comptages en plongée

Cette méthode, mise au point dans les années 1970 et régulièrement améliorée depuis (GBRMPA, 1978 ; BARANS et BORTONE 1983 ; HARMELIN-VIVIEN et *al.*, 1985) a été largement utilisée dans le monde entier et spécialement dans les milieux coralliens, d'accès difficile pour d'autres techniques d'échantillonnage. En Polynésie française BOUCHON-NAVARO (1981, 1983, 1986), GALZIN (1979, 1987 a et b) et HARMELIN-VIVIEN (1984) ont utilisé les comptages en plongée dans leur études sur Moorea, Mataiva et Tikehau. Lors de notre étude les espèces à compter étaient réparties selon les plongeurs de façon à éviter qu'un plongeur ne soit débordé par le nombre d'espèces à noter en même temps. Les espèces appartenant aux familles des Acanthuridae, Scaridae et Chaetodontidae étaient comptées par un plongeur, les espèces

des autres familles étaient comptées par un autre plongeur. Les comptages avaient lieu sur des quadrats représentés par un couloir théorique de 5 m de large et le long d'une corde de 50 m de long. Les profondeurs de comptage ont été arbitrairement choisies pour chaque station à 0 m, - 5 m et - 15 m et parfois modifiées en fonction de la configuration des fonds. Les stations ont été réparties dans le lagon de façon à ce que chacune des quatre parties du lagon, délimitée par deux lignes croisées passant par son centre, reçoive deux stations, l'une près du bord et l'autre vers le centre (figure 12).

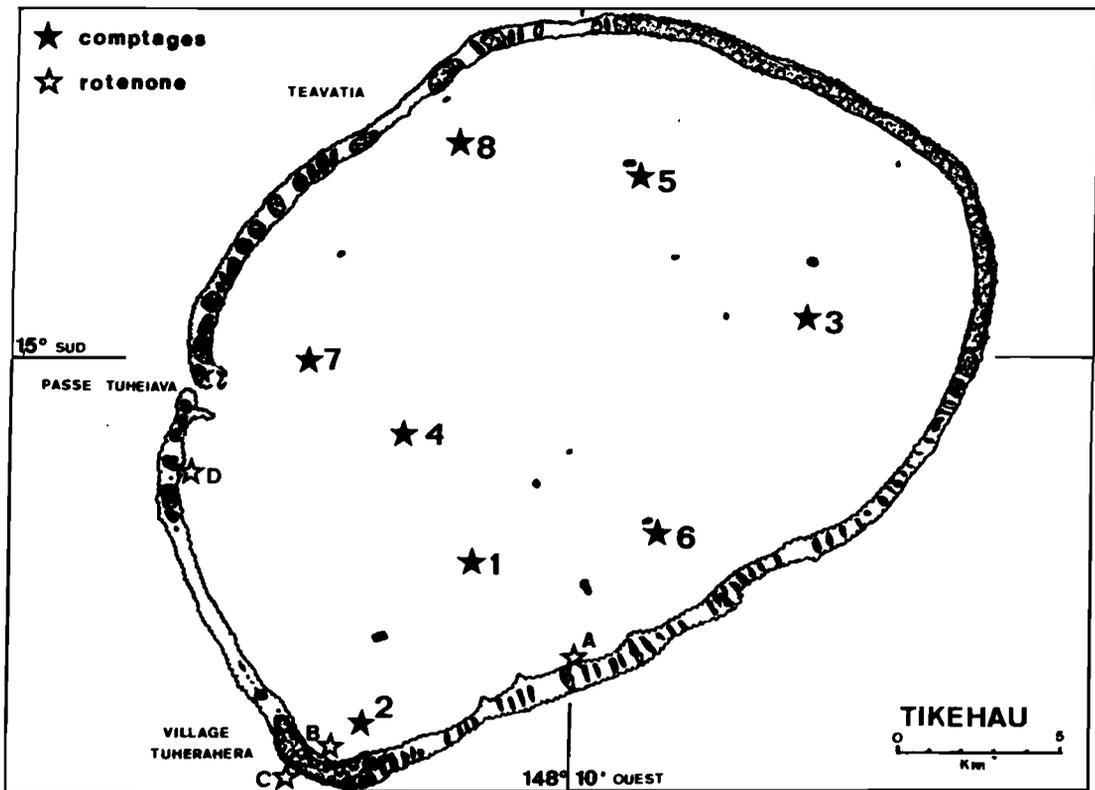


Figure 12 : Localisation des stations dans le lagon de Tikehau pour étudier le peuplement ichthyologique

- ★ Comptage en plongée
- ☆ Empoisonnement à la roténone

1-2 - Les empoisonnements à la roténone

L'empoisonnement à la roténone est aussi une méthode d'échantillonnage très utilisée dans les milieux coralliens. GALZIN (1985) l'a largement employée à Moorea avec succès. La roténone a un effet de vasoconstriction sur les capillaires branchiaux, ce qui empêche les poissons d'utiliser l'oxygène dissous dans l'eau. L'avantage de cette technique est qu'elle permet d'avoir accès aux espèces qui se trouvent hors de la vue et entre autres à celles qui sont dans les anfractuosités du corail. Les pélagiques y échappent malheureusement. La roténone est mélangée, avec un produit détergent, dans un solide sac de plastique, à de l'eau de mer puis, en plongée, libérée dans la zone au courant de celle à échantillonner. Les poissons sont ensuite récupérés au fur et à mesure qu'il était possible de les capturer pour être ensuite identifiés au laboratoire. Ils étaient alors pesés et mesurés (longueur totale et longueur standard). La répartition des stations où ont été effectués les empoisonnements, a été faite de façon à échantillonner au mieux les stations de comptage et les lieux peu accessibles à ces comptages (figure 12).

1-3 - Les captures

Lors du conditionnement des captures, nous verrons plus loin que les poissons sont ramenés à terre. Ils sont alors à la disposition des chercheurs pour toutes les analyses.

2 - Les résultats

La liste la plus complète possible des espèces présentes à un moment quelconque dans le lagon sera donnée. Ensuite la répartition des différentes espèces sera analysée en traitant les données des comptages en plongée.

2-1 - Composition spécifique et structure trophique de l'ichtyofaune

La liste des espèces et familles répertoriées dans le lagon de Tikehau à partir de l'étude de la pêcherie, des comptages en plongée et des empoisonnements à la roténone est donnée dans l'annexe I. Cette liste n'est pas exhaustive, de nombreuses autres espèces n'ayant pu être identifiées sur place. 49 familles comprenant 198 espèces ont été notées. Toutes ces espèces ont été vues au moins une fois dans le lagon. En nombre d'espèces, la famille des Labridae est la mieux représentée, suivie des Acanthuridae, des Scaridae et des Gobiidae avec respectivement 21, 17, 13 et 11 espèces. Les Muraenidae, les Holocentridae et Apogonidae comportent 10 espèces chacune. Vingt familles ne sont représentées seulement que par une seule espèce. Onze familles n'apparaissent que dans les prélèvements à la roténone : Congridae, Ophichthidae, Atherinidae, Synodontidae, Antennariidae, Ophidiidae, Syngnathidae, Kuhliidae, Blenniidae, Callionymidae et Bothidae. Quatorze familles ne sont vues que dans la pêcherie : Ginglymostomatidae,

Sphyrnidae, Myliobatidae, Mobulidae, Albulidae, Chanidae, Priacanthidae, Mugilidae, Sphyaenidae, Caesionidae, Khyphosidae, Ephippididae, Scombridae et Diodontidae. Quelques familles enfin n'ont été notées que pendant les comptages en plongée : Fistulariidae, Echeneidae et Zanclidae. En général les espèces rencontrées en plongée sont les mêmes que celles capturées dans les parcs exceptées les grandes espèces pélagiques et celles qui vivent préférentiellement à l'extérieur du lagon. La structure trophique de l'ichtyofaune rencontrée à Tikehau est donnée dans le tableau 3. Les espèces possédant un régime carnivore sont les mieux représentées avec environ 70% alors que les 30% restant sont à peu près également répartis entre les omnivores et les herbivores.

à l'extérieur du lagon
les espèces qui

Tableau 3 : Structure trophique globale de l'ichtyofaune du lagon de Tikehau (% en nombre d'espèces), d'après MORIZE *et al.*, 1990

	Comptages en plongée	Prélèvements à la roténone	Total
Piscivores	8,3	10,2	9,4
nocturnes	11,5	20,4	18,7
Carnivores			
diurnes	20,8	22,2	20,6
Planctonophages			
nocturnes	4,2	12,0	8,8
diurnes	5,2	1,9	3,1
Brouteurs d'invertébrés sessiles	14,6	9,3	9,4
Omnivores	8,3	18,5	13,7
Herbivores	27,1	5,5	16,3

2-2 - Schéma général de la distribution spatiale

La répartition des espèces de poissons dans le lagon n'est pas uniforme et présente des variations autant dans l'espace que dans le temps. GALZIN (1987 a et b) a déjà montré ces variations en Polynésie française. Ne seront analysés dans la suite de cette étude que les résultats des comptages en plongée, ceux des prélèvements à la roténone étant difficile à comparer entre eux. Seize familles ont été observées en moyenne par pinacle (écart type = 2) avec un minimum de 11 familles autour du pinacle 4 et un maximum de 20 autour du pinacle 6 (tableau 4). Sur les 22 familles observées au total, la moitié est présente partout. Trois familles manquent sur un seul pinacle : Lutjanidae, Gobiidae et Balistidae. Certaines ne sont rencontrées que par hasard parce que les espèces sont très pélagiques (Carcharinidae) ou cryptiques (Muraenidae et Apogonidae). En conclusion il semble qu'il

Il y a une grande uniformité dans la répartition des familles observables en plongée.

Tableau 4 : Présence (1) et absence (0) des familles de poissons observés pendant les comptages autour des pinacles échantillonnés dans le lagon de Tikehau (d'après MORIZE *et al.*, 1990)

PINACLES FAMILLES	nombre d'espèces	1	2	3	4	5	6	7	8
Carcharhinidae	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Muraenidae	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Holocentridae	7	1	1	1	1	1	1	1	1
Fistulariidae	1	0	0	0	0	1	1	0	0
Serranidae	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Apogonidae	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Echeneidae	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Carangidae	2	1	0	1	0	1	1	0	1
Lutjanidae	3	1	1	1	1	1	1	1	0
Lethrinidae	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Mullidae	6	1	1	1	1	1	1	1	1
Chaetodontidae	7	1	1	1	1	1	1	1	1
Pomacanthidae	2	1	1	0	0	0	0	1	1
Pomacentridae	5	1	1	1	1	1	1	1	1
Labridae	14	1	1	1	1	1	1	1	1
Scaridae	10	1	1	1	1	1	1	1	1
Gobiidae	3	1	1	1	0	1	1	1	1
Zanclidae	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Acanthuridae	14	1	1	1	1	1	1	1	1
Balistidae	3	1	1	1	0	1	1	1	1
Ostraciidae	2	0	1	1	0	1	1	1	1
Tetraodontidae	3	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL	93	16	16	17	11	17	20	17	16

Au niveau spécifique la même conclusion ressort des analyses : une grande uniformité dans la répartition des espèces. En moyenne 47 espèces sont observées autour des pinacles (tableau 5). Les espèces ubiquistes sont au nombre de 18 alors que 26 ne sont observées qu'en un seul site.

Tableau 5 : Présence (1) et absence (0) des espèces de poissons comptés autour des différents pinacles échantillonnés dans le lagon de Tikehau d'après MORIZE et al., 1990

Pinacles espèce	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Carcharhinus melanopterus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Gymnothorax javanicus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Myripristis murdjan</i>	0	0	0	1	0	1	1	1
<i>Myripristis violacea</i>	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Myripristis kuntee</i>	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Myripristis species</i>	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>Neoniphon opercularis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Neoniphon sammara</i>	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Sargocentron spiniferum</i>	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Fistularia commersonii</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Cephalopholis argus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Epinephelus merra</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Epinephelus microdon</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Echeneis naucrates</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Carangoides orthogrammus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caranx melampygus</i>	1	0	1	0	1	1	0	1
<i>Lutjanus fulvus</i>	1	1	1	1	0	0	1	0
<i>Lutjanus gibbus</i>	1	1	1	0	1	1	1	0
<i>Lutjanus monostigmus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Lethrinus miniatus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Gnathodentex aurolineatus</i>	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Monotaxis grandoculis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Mulloides flavolineatus</i>	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Mulloides vanicolensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Parupeneus barberinus</i>	1	1	1	0	0	1	1	1
<i>Parupeneus bifasciatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Parupeneus multifasciatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Parupeneus porphyreus</i>	1	0	1	1	0	0	0	0
<i>Chaetodon auriga</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Chaetodon citrinellus</i>	0	1	0	0	0	0	1	1
<i>Chaetodon ephippium</i>	1	0	1	1	1	1	1	0
<i>Chaetodon lunula</i>	0	0	1	1	0	1	1	1
<i>Chaetodon trifasciatus</i>	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Chaetodon ulietensis</i>	1	1	0	1	0	1	1	1
<i>Henicocus monoceros</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Centropyge flavissimus</i>	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Pygoplites diacanthus</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Chromis viridis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Dascyllus aruanus</i>	0	1	1	0	0	1	1	1
<i>Pomacentrus pavo</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Stegastes nigricans</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Cheilinus chlorourus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cheilinus trilobatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Cheilinus undulatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Coris gaimard</i>	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Epibulus insidiator</i>	1	0	1	1	1	1	1	1

Tableau 5 (suite) : Présence (1) et absence (0) des espèces de poissons comptés autour des différents pinacles échantillonnés dans le lagon de Tikehau d'après MORIZE et al., 1990

Pinacles Especie	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Gomphosus varius</i>	0	0	0	0	1	0	1	1
<i>Halichoeres hortulanus</i>	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>Halichoeres trimaculatus</i>	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Labroides dimidiatus</i>	1	0	1	1	0	1	1	1
<i>Novaculichthys taeniourus</i>	0	0	1	0	1	1	0	0
<i>Stethojulis bandanensis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Thalassoma amblycephalum</i>	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Thalassoma harwicke</i>	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>Thalassoma quiquevittatum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Cetoscarus bicolor</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hipposcarus longiceps</i>	1	0	0	0	0	1	0	1
<i>Scarus altipinnis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scarus forsteri</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Scarus frenatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scarus ghobban</i>	1	1	1	1	1	0	0	1
<i>Scarus gibbus</i>	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Scarus globiceps</i>	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Scarus niger</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Scarus oviceps</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scarus psittacus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Scarus schlegeli</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Scarus sordidus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Amblygobius phalaena</i>	0	1	0	0	1	1	1	1
<i>Asteropteryx ensiferus</i>	0	1	1	0	1	1	1	1
<i>Ptereleotris evides</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Zanclus cornutus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Acanthurus glaucopareius</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Acanthurus mata</i>	0	0	0	1	1	0	1	1
<i>Acanthurus nigricauda</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Acanthurus triostegus</i>	0	1	0	0	0	0	1	1
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ctenochaetus striatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Naso annulatus</i>	1	0	0	0	1	1	0	0
<i>Naso brevirostris</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Naso hexacanthus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Naso lituratus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Naso unicornis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Naso vlamingii</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Zebrasoma scopas</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Zebrasoma veliferum</i>	1	0	1	1	0	1	1	1
<i>Balistapus undulatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Balistoides viridescens</i>	1	0	1	0	1	1	1	0
<i>Rhinecanthus aculeatus</i>	1	1	0	0	1	1	1	1
<i>Ostracion cubicus</i>	0	1	1	0	0	1	1	1
<i>Ostracion meleagris</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Canthigaster bennetti</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Canthigaster solandri</i>	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Canthigaster valentini</i>	0	0	0	0	0	1	0	0
TOTAL	45	39	41	43	47	63	53	47

En conclusion, d'après les observations faites en plongée, il semble bien qu'il n'y ait qu'un seul et même peuplement autour des pinacles du lagon pour la période étudiée (octobre-novembre 1987). On retrouve les mêmes familles et les mêmes espèces quelque soit la position des formations coralliennes échantillonnées.

2-3 - L'organisation du peuplement autour des pinacles coralliens

Les pinacles coralliens sont les structures lagunaires où se retrouvent la plupart des poissons. Ceux-ci ne sont pas dispersés au hasard autour du pinnacle comme l'indique le tableau 6.

Tableau 6 : Densités (nombre d'individus/5m²) et biomasses (g/5m²) du peuplement au vent et sous le vent des pinacles étudiés, d'après MORIZE et *al.*, 1990

Station	Profondeur en mètre	Densité		Biomasse	
		Au vent	Sous le vent	Au vent	Sous le vent
Toutes espèces confondues					
2	13	9,6	5,2	55,3	117,2
6	5	21,5	23,4	439,1	127,2
	15	23,3	7,7	631,2	41,3
Moyenne		18,1	12,1	375,2	95,2
Scaridae, Acanthuridae et Chaetodontidae					
1	6	3,1	1,7	1038,2	82,5
	15	1,6	1,3	20,7	294,7
2	13	1,0	0,8	18,2	13,5
6	5	6,3	4,2	191,8	32,5
	15	1,8	0,5	105,2	2,9
Moyenne		3,4	2,1	274,8	85,2

Les densités et biomasses moyennes, toutes espèces confondues, sont respectivement 1,5 et 4 fois plus fortes au vent que sous le vent. Cependant si l'on étudie cette même répartition au niveau des familles, il existe de nombreuses variantes à cette organisation générale.

C'est ainsi que pour les familles des Acanthuridae, des Scaridae, des Pomacentridae, des Serranidae, des Chaetodontidae, des Lethrinidae et des Labridae, nous avons des densités (nombre de poissons rencontrés par 5 m²) respectivement de 2,2 ; 1,2 ; 2,3 ; 1,4 ; 2 ; 3 et

1 fois plus fortes au vent que sous le vent. Les biomasses des familles Acanthuridae, Scaridae, Pomacentridae, Serranidae et Lethrinidae observées par 5 m² sont 3,2 ; 1,3 ; 3,3 ; 5,6 et 7,2 fois plus fortes au vent que sous le vent. Pour les analyses ultérieures ne seront prises en compte que les données recueillies sous le vent des pinacles de façon à éliminer ces variations locales.

2-4 - Répartition des poissons dans le lagon

2-4-1 - Densités

Les densités, exprimées en nombre de poissons par 5m², sont comprises entre 5,1 et 63,7 (tableau 7). Il n'a pas été mis en évidence de différence entre les densités rencontrées à -5 m et celles rencontrées à -10 m de profondeur. Par contre, toutes profondeurs confondues, les densités moyennes au vent de l'atoll sont plus fortes (station n°5) que celles sous le vent (station n°2) (figure 13).

2-4-2 - Biomasses

Pour le calcul des biomasses seuls les résultats concernant les 31 espèces recensées dans le tableau 8 ont été étudiés puisque les relations taille-poids pour les autres espèces manquaient. Le tableau 7 résume les résultats obtenus. Les biomasses globales, comprises entre 41,3g/5m² (station 6 à -15m) et 1718,3g/5m² (station 3 à -5 m), sont très variables. Pour les stations n°1, 4 et 7 les biomasses sont supérieures à -15 m qu'à -5 m alors qu'ailleurs elles sont inférieures.

2-4-3 - Structure démographique

C'est la séparation de chaque espèce de poissons en trois tailles qui a permis d'étudier la variation de la composition en classes d'âge du peuplement dans le lagon. Par espèce trois grandes classes d'âge ont été définies, à savoir :

Petits = individus juvéniles.

Moyens = individus en pleine croissance.

gros = individus âgés.

La figure 14 donne l'image de la répartition des différentes classes d'âge par station et profondeur. De façon générale la classe des individus de taille moyenne est la mieux représentée dans toutes les stations alors que les juvéniles sont les moins abondants.

Tableau 7 : Nombres et biomasses des poissons observés par mètre linéaire de comptage (5m²), par station et profondeur, d'après MORIZE et al., 1990

Station	profondeur	Densité : nombre de poissons par m ²	Biomasse en gramme par 5 m ²
1	6	16,4	555,4
	15	14,7	853,5
2	5	5,1	219,9
	13	5,2	117,2
3	5	18,9	1718,3
	12	29,8	476,3
4	5	9,7	257,5
	15	12,9	1269,9
5	3	63,7	362,5
	10	30,6	206,1
6	5	23,4	127,2
	15	7,7	41,3
7	5	12,0	540,9
	15	18,1	1156,7
8	5	16,2	804,6
	12	8,2	53,3

Ces derniers représentent de 2% (station n°4 à -5 m) à 30% (station n°4 à -15 m) des animaux observés autour d'un pinacle (tableau n°10). Ces individus juvéniles sont mieux représentés à -15m qu'à -5m. Ils sont aussi plus nombreux en face et à proximité des chenaux de la couronne récifale. Les poissons âgés sont plus nombreux dans la partie ouest et sud-ouest du lagon.

Si on restreint cette étude aux familles des Scaridae, Acanthuridae et Chaetodontidae, l'hétérogénéité spatiale de la distribution des trois classes de taille définies plus haut s'accroît. Dans le tableau 8 la proportion des juvéniles est très variable puisqu'elle passe de 0% à 85% suivant les stations. Celles situées près de la passe (7, 4 et 1) sont pauvres en juvéniles alors que celles situées en face des chenaux actifs (6 et 8) présentent respectivement 70% à 50% de juvéniles. Les juvéniles sont aussi plus nombreux à -15m qu'à -5m. Les individus âgés sont plus abondants dans les secteurs ouest et sud-ouest du lagon.

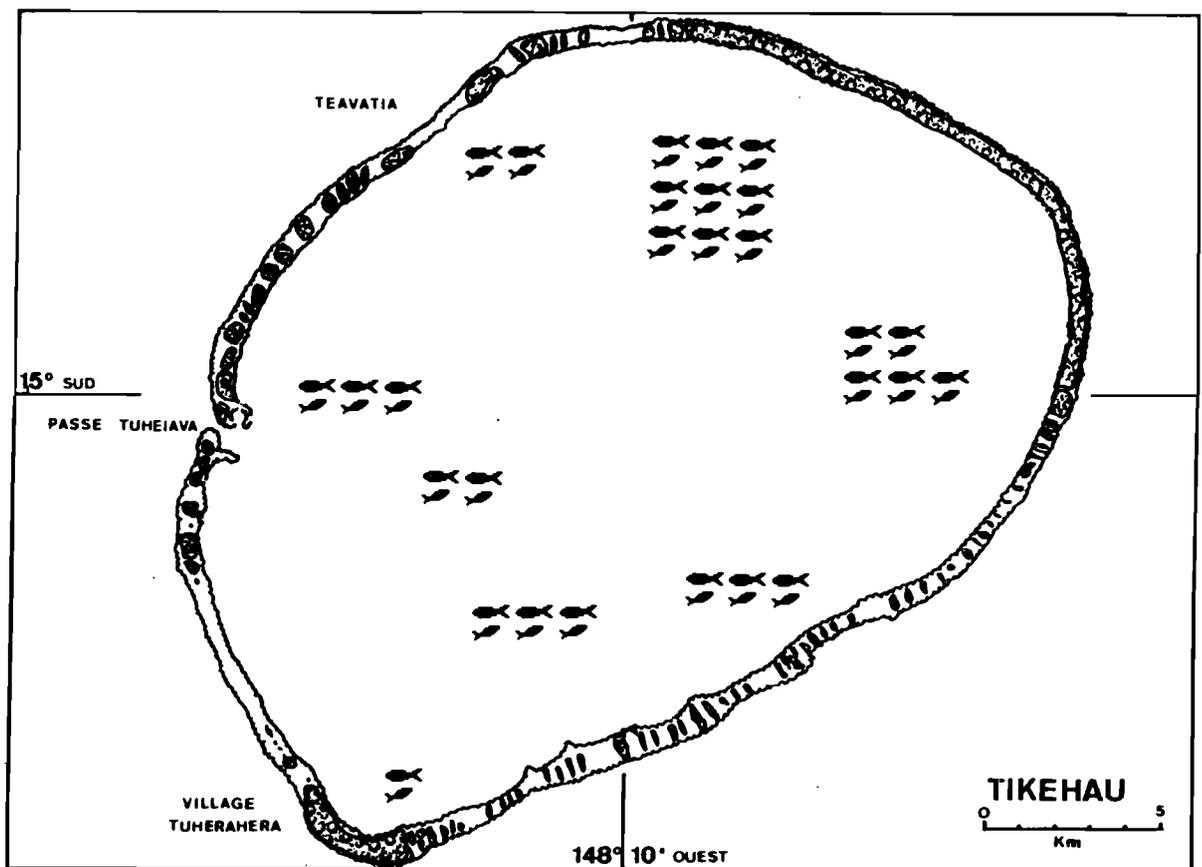


Figure 13 : Schématisation des densités moyennes de poissons dans le lagon de Tikehau

2 poissons = 5 individus/5 m²

Tableau 8 : Nombre d'individus par classe de taille par station et profondeur en fonction des familles, d'après MORIZE et al., 1990

Station	Profondeur en m	Acanthuridae, Scaridae, Chaetodontidae			Autres familles		
		petit	moyen	gros	petit	moyen	gros
1	6	0	50	35	53	651	30
	15	0	15	49	71	113	479
2	5	20	0	48	8	70	56
	13	23	2	16	9	200	13
3	5	60	67	132	67	389	230
	12	73	43	52	61	1091	169
4	5	0	59	85	10	152	173
	15	45	32	110	152	248	60
5	5	96	22	78	93	1777	1121
	15	7	18	35	120	1122	231
6	5	124	34	53	18	649	297
	15	35	7	0	28	242	88
7	5	18	55	79	4	292	157
	15	30	95	49	27	597	105
8	5	44	176	91	24	288	190
	15	83	12	3	47	293	130

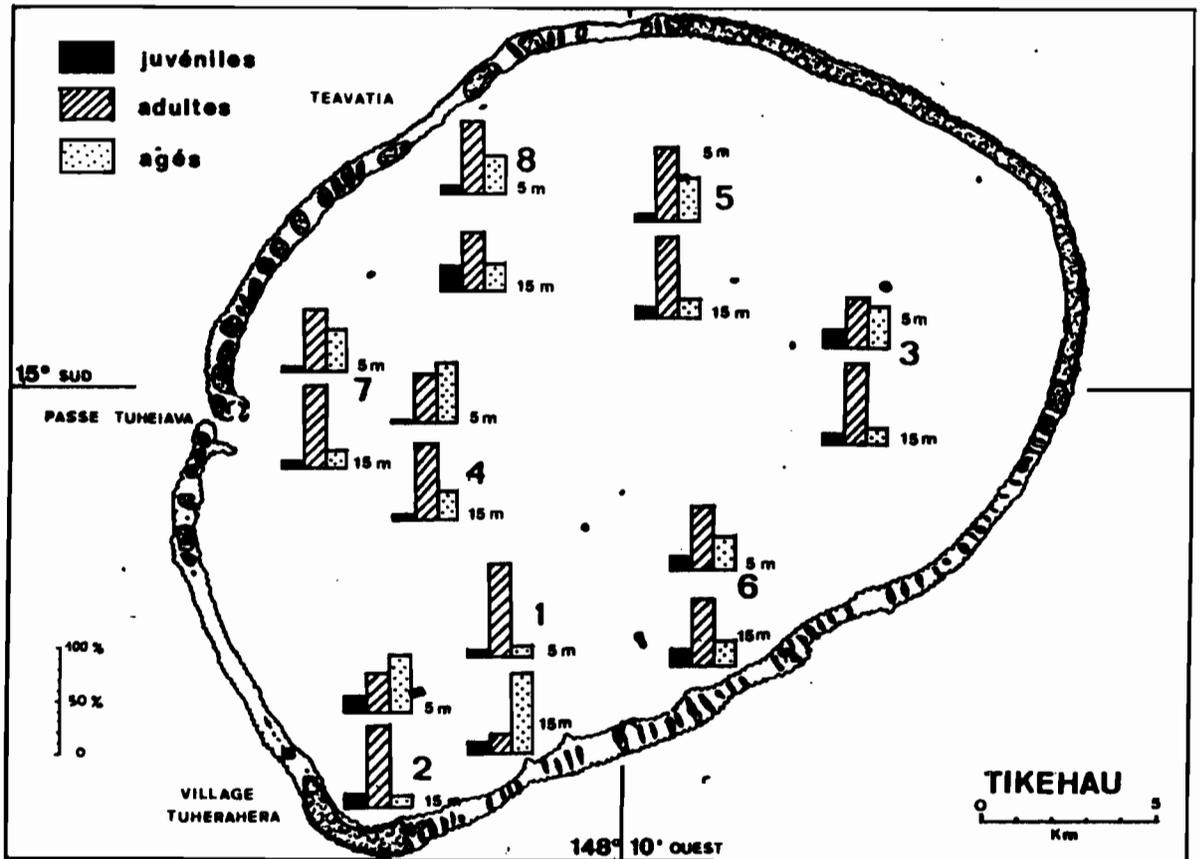


Figure 14 : Importances relatives, en pourcentages de l'abondance totale, des différentes classes d'âge du peuplement ichthyologique du lagon de Tikehau, en fonction de la profondeur et de la position des pinacles, d'après MORIZE et al., 1990

3 - Conclusion

Même si toutes les espèces n'ont pas pu être échantillonnées par les comptages en plongée et notamment les espèces nocturnes, nous pouvons dresser les grandes caractéristiques du peuplement ichthyologique du lagon de Tikehau pour la période considérée sans oublier qu'il peut exister une variation temporelle (MUNRO et WILLIAMS, 1985 ; GALZIN, 1987 b).

Au niveau des pinacles existe une forte hétérogénéité. La zone située au vent est toujours la plus riche quels que soient les critères de comparaison utilisés : densités et biomasses ou familles et espèces. On peut trouver une explication à cette richesse différentielle en l'associant au taux de recouvrement en corail vivant comme BELL et GALZIN (1984) l'ont montré à Mataiva. Si on suit HOBSON et CHESS (1978) ou HAMMER et al.

(1988), ce serait la stratégie de prise de nourriture des planctonophages qui expliquerait cette hétérogénéité. L'eau lagonaire, poussée par le vent, apporterait la nourriture au devant de laquelle se dirigeraient les poissons. Le fait qu'il y ait des différences dans la répartition des poissons non seulement en fonction des vents dominants mais aussi en fonction des vents momentanés conforte cette explication.

A part cette hétérogénéité locale il existe un seul et même peuplement dans le lagon, aucune variation n'apparaissant, que l'on considère le critère de la profondeur ou de la position des pinacles. Ceci tendrait à montrer que le lagon forme un seul et unique biotope. Par contre ce peuplement n'est pas structuré de façon homogène quand on considère le critère de l'âge des poissons. Les animaux les plus âgés ont tendance à se trouver vers l'ouest et vers la passe alors que les animaux les plus jeunes se trouvent plutôt en face des chenaux fonctionnels. A quoi peut être due cette hétérogénéité structurelle à cette période de l'année? Il semble bien que l'explication vienne de la stratégie de reproduction des espèces qui sont capturées dans les pièges à poissons de la passe. Les adultes venant se reproduire dans la passe (BROSSE, 1974 ; CAILLART, 1988), il est normal de retrouver les poissons âgés dans ce secteur. Par contre pour expliquer la présence en grand nombre des animaux juvéniles près des chenaux par où se font les échanges avec l'océan, dans le sens océan-lagon, on ne peut que faire l'hypothèse suivante : les juvéniles de ces espèces rentreraient, après une période larvaire plus ou moins longue passée à l'extérieur du récif, par les chenaux et se disperseraient ensuite dans le lagon de pinnacle en pinnacle.

VII - CONCLUSION

L'environnement morphologique du lagon de l'atoll de Tikehau a permis de distinguer plusieurs unités dont la passe et les hoas qui sont fréquentées par les poissons surtout comme lieu de passage.

Les variations hydroclimatiques sont faibles et essentiellement marquées par la saison des pluies pendant laquelle les vents peuvent venir de l'ouest.

La production primaire dans le lagon est très nettement supérieure à celle trouvée dans l'océan voisin. Les variations spatio-temporelles de cette production primaire sont peu marquées.

La communauté ichthyologique comprend de nombreuses espèces dont l'agencement est fortement corrélé à la présence des fonds coralliens. SMITH et TYLER (1972) et JOHANNES (1978) ont déjà noté le rôle important du nombre d'abris offerts par les

à part
pas de min
homogénéité
pas min
Johannes

fonds durs dans la mise en place des communautés de poissons de récif. Les substrats durs concentrent aussi la nourriture disponible telle que les poissons-proies, les algues et les invertébrés (HOBSON, 1973 ; LUCKHURST et LUCKHURST, 1978 ; ROBERTS et ORMOND, 1987). La connaissance de la répartition des surfaces des fonds durs et des fonds meubles est donc primordiale pour connaître le déterminisme de l'installation de la communauté des poissons dans un atoll.

CHAPITRE II
PRESENTATION DE LA PECHERIE

I - INTRODUCTION

II - DESCRIPTION DE LA PECHERIE

III - LES FAMILLES ET ESPECES CAPTUREES

IV - LA PRODUCTION

V - DISCUSSION ET CONCLUSION

I - INTRODUCTION

Depuis leur peuplement par les populations polynésiennes les atolls sont exploités dans le cadre d'une économie de subsistance. Aujourd'hui encore les poissons y restent la source privilégiée de protéine. La configuration géomorphologique des fonds ne favorise guère l'exploitation de masse mais plutôt une pêche artisanale, soit familiale, soit communautaire. En effet, comme nous l'avons vu, les fonds sont trop accidentés pour permettre l'emploi d'engins de capture tels que les chaluts et autres filets maillants. A Tikehau c'est après les cyclones du début du siècle que s'est développée la pêche actuelle, basée essentiellement sur les pièges à poissons. Cette technique de pêche est très utilisée depuis longtemps dans tout le Pacifique. Elle est en effet signalée par de nombreux auteurs dans les différentes îles et ECHINARD (1959) donne une description détaillée des pièges de plusieurs atolls. Cette technique se rapproche aussi d'ailleurs des madragues trouvées en méditerranée. La pêche au fusil intéresse quelques espèces peu mobiles telles que *Epinephelus microdon* ou *Scarus gibbus* tandis que les captures de la pêche à la ligne concernent les carnivores comme *Epinephelus microdon*, *Lethrinus miniatus* ou *Lutjanus gibbus*. Nous nous intéresserons ici seulement aux prélèvements des pièges à poissons.

II - DESCRIPTION DE LA PECHERIE.

1 - Les pêcheurs

Il existait au début des années 1980 deux grandes familles de pêcheurs qui se sont installées à Tikehau à la fin des années 1920 (BLANCHET et *al.*, 1985). Ces familles, originaires de Maupiti à 500 km dans l'ouest de Tikehau, sont venues dans un premier temps travailler à l'exploitation, alors florissante, des phosphates de Makatea. Ne possédant guère de terrain pour récolter le coprah et profitant de la demande en poissons de cette même exploitation, ils se sont installés à Tikehau, atoll tout proche et ont exercé l'activité de pêche comme cela se pratiquait partout dans les Tuamotu. Il n'existait jusqu'alors aucune organisation de la commercialisation de la production. Les pièges étaient situés près des habitations et les poissons étaient consommés sur place. Traditionnellement les emplacements où se trouvaient les pièges étaient réservés au pêcheur ou groupe de pêcheurs qui, le premier, les avait exploités. Ceci a permis l'attribution à certaines familles des zones les plus riches et, dès que la notion de rentabilité est apparue, la spécialisation des habitants dans une activité, pêche ou coprah. La commercialisation s'est donc faite au tout début vers Makatea. Le poisson était

transporté, sans moyen de conservation, à bord de petites embarcations. Aujourd'hui une famille reste surtout très active et possède la quasi totalité des parcs de la passe. Les travailleurs sont pour la plupart des jeunes, membres ou proches de la famille. Le chef de la pêcherie qui a toute autorité sur les travailleurs, était à peine âgé de 40 ans au début de cette étude. La moyenne d'âge des autres ouvriers est d'une vingtaine d'années. Ce sont exclusivement des hommes. Les filles s'occupent des repas et de la maison. Elles ne participent jamais aux travaux en mer mais aident dès qu'il y a du travail à terre comme le conditionnement du poisson.

2 - Les pièges à poissons

Les premiers pièges à poissons signalés par DUPERREY en 1827 étaient construits avec les matériaux trouvés localement, c'est à dire le corail et un arbuste réputé imputrescible, le "Kahaia" (*Guettarda speciosa* L.). On trouvait ces pièges dans les zones de passage des poissons mais ils ne pouvaient guère dépasser un mètre de hauteur. Ils avaient et gardent aujourd'hui des formes variées en fonction de leur emplacement et de la topographie. BLANCHET et al. (1985) décrivent bien les différents types de pièges. Depuis les années 1960, l'introduction de matériaux modernes comme le grillage et les poteaux en fer ont permis d'étendre les zones accessibles à ces pièges. La figure 15 représente un piège typique existant actuellement à Tikehau. Les dimensions des bras collecteurs "rauroa", des chambres de capture "aia" et des viviers "tipua" varient évidemment en fonction de l'emplacement où se trouve le piège. Dans les zones à forts courants les poteaux en fer et en bois sont plus nombreux et étayés par de solides fils électriques de récupération. MORIZE (1984, 1985) et CAILLART (1988) expliquent comment les poissons sont capturés. Les poissons suivent les bras collecteurs "rauroa" et entrent dans la chambre de capture "aia" d'où ils seront chassés dans le vivier "tipua". Chaque jour, matin et soir, les pêcheurs passent vérifier l'état des pièges et chassent les animaux des "aia" aux "tipua". Les poissons peuvent ensuite rester dans ce vivier pendant plusieurs jours jusqu'à l'arrivée du bateau collecteur. Les animaux ne peuvent guère être stockés ainsi plus de trois semaines. Après les pertes deviennent importantes et les poissons, n'étant pas nourris, perdent leur valeur organoleptique et donc commerciale.

La technique de construction des parcs a déjà été donnée par BROSSE (1974) et CAILLART (1988). Nous n'en rappellerons que les grandes lignes. Une fois le site choisi, il faut le débarrasser des blocs de coraux trop importants. Ensuite on commence par planter les poteaux en fer ou en bois à l'aide d'une barre à mine. C'est sans doute le travail le plus pénible qui demande le plus de force et d'endurance. D'une part les barres à mine et les marteaux servant à les enfoncer dans les infractuosités du corail sont lourds. D'autre part le travail a lieu sous l'eau et, en ce qui concerne la passe, dans un fort

courant. Par plus de deux mètres d'eau les pêcheurs utilisent un nargilé : un compresseur à essence, fixé à une bouée couronne en surface, envoie l'air sous pression dans deux tuyaux jusqu'à 10 mètres de profondeur. De plus en plus les bouteilles de plongée remplacent ce matériel. Le grillage est fixé à l'aide de fil de cuivre de récupération sur les poteaux mis en place. Ceci confère une forte rigidité aux pièges. Dans les endroits situés sur la trajectoire des courants et mascarets les plus forts, des haubans viennent renforcer le tout. Après leur construction, les pièges doivent être constamment surveillés et entretenus. Les pêcheurs y passent le matin et le soir, font les réparations nécessaires et tuent les espèces indésirables qui sont piégées comme les requins et les murènes. Enfin l'usure normale demande de changer au moins tous les six à huit mois le grillage. Les poteaux de fer ou de kahia peuvent résister plusieurs années.

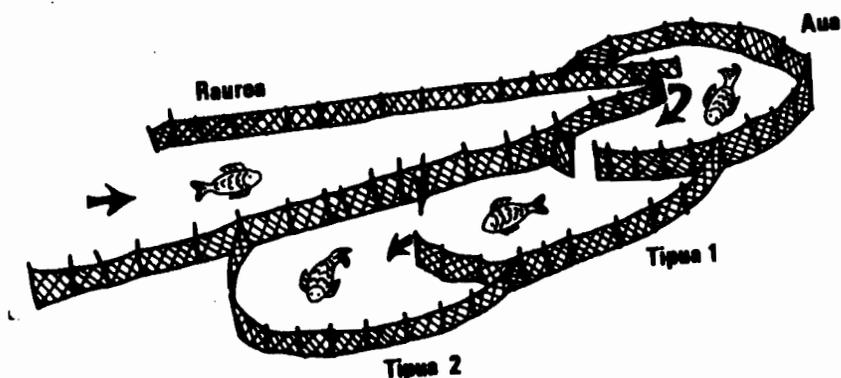


Figure 15 : Schéma d'un piège type de la passe de Tikehau (d'après MORIZE, 1985)

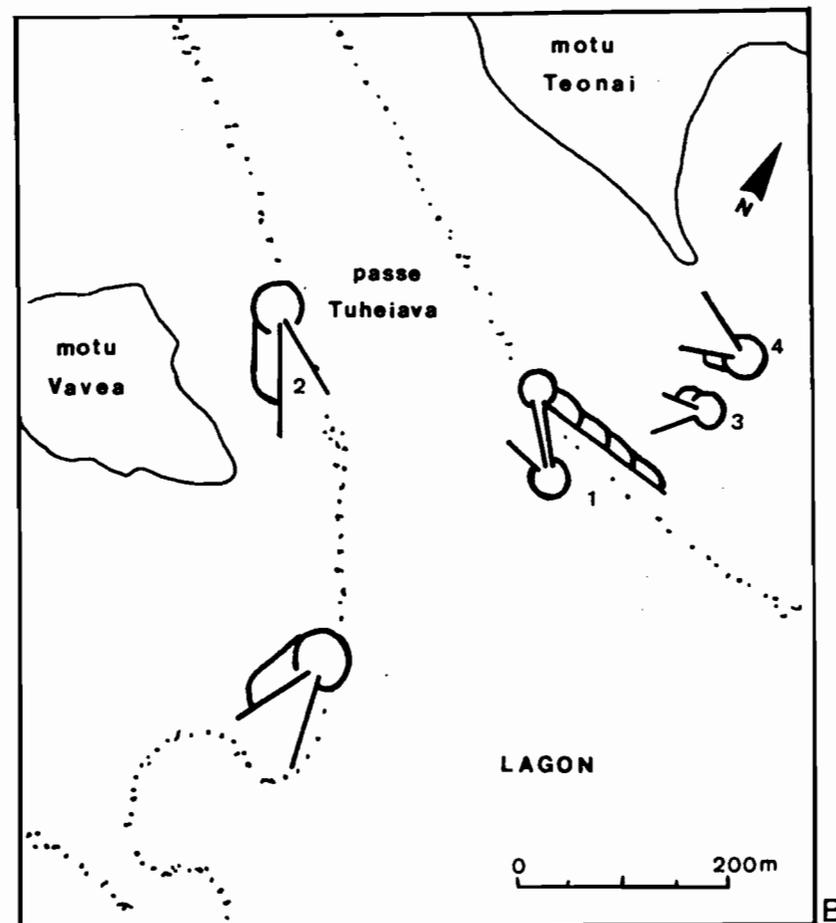
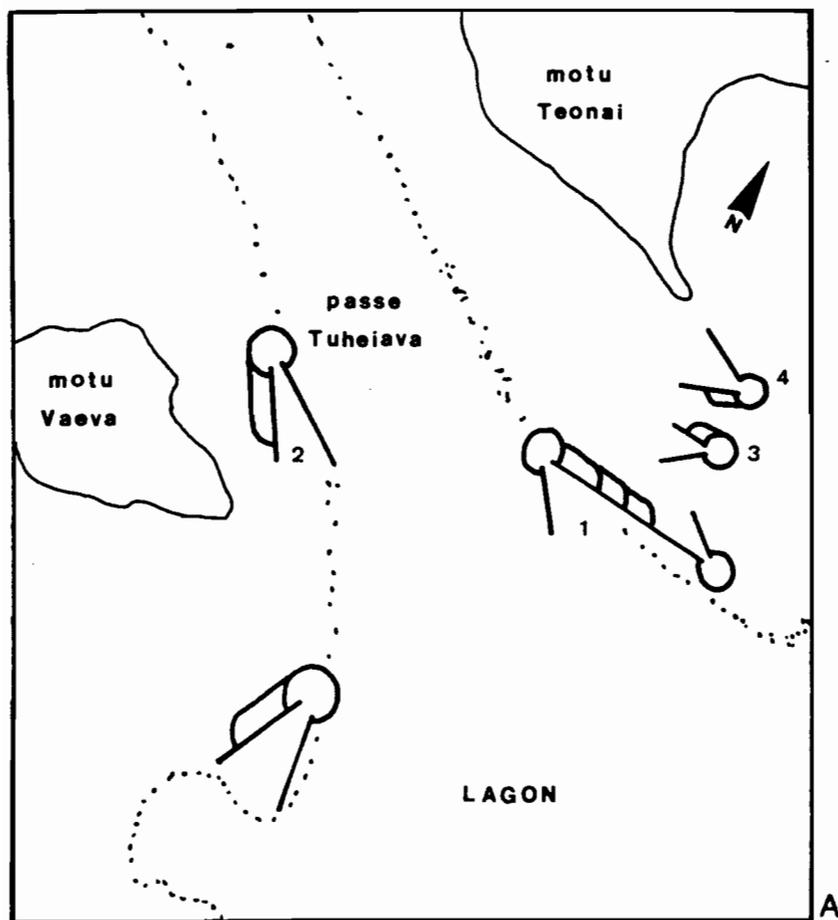


Figure 16 : Configuration des pièges à poissons dans la passe de Tikehau

A) avant le cyclone

B) après le cyclone

La figure 16 donne la configuration des pièges à poissons de la passe à deux époques différentes. En effet leur emplacement et leur forme peuvent changer rapidement en fonction de multiples facteurs, humains ou climatiques tels les cyclones. L'introduction des matériaux nouveaux vus plus haut a permis d'étendre la construction des pièges vers le milieu de la passe. Les poissons eux-mêmes, semble-t-il, changeraient leur trajectoire de migration en fonction de la localisation des pièges. Les pêcheurs doivent donc s'adapter en permanence. Aux pièges fixes de la passe vient s'ajouter de temps en temps un filet (figure 17) tendu dans un premier temps de façon à allonger un des bras du parc le plus médiant (1) et dans un second temps de façon à barrer complètement la passe (2). En fait les pièges sont tous différents les uns des autres non seulement par leur configuration mais aussi par les espèces qu'ils capturent. La production des 4 pièges principaux dont voici une description sommaire que l'on pourra retrouver chez BLANCHET *et al* (1985), a été suivie en détail .

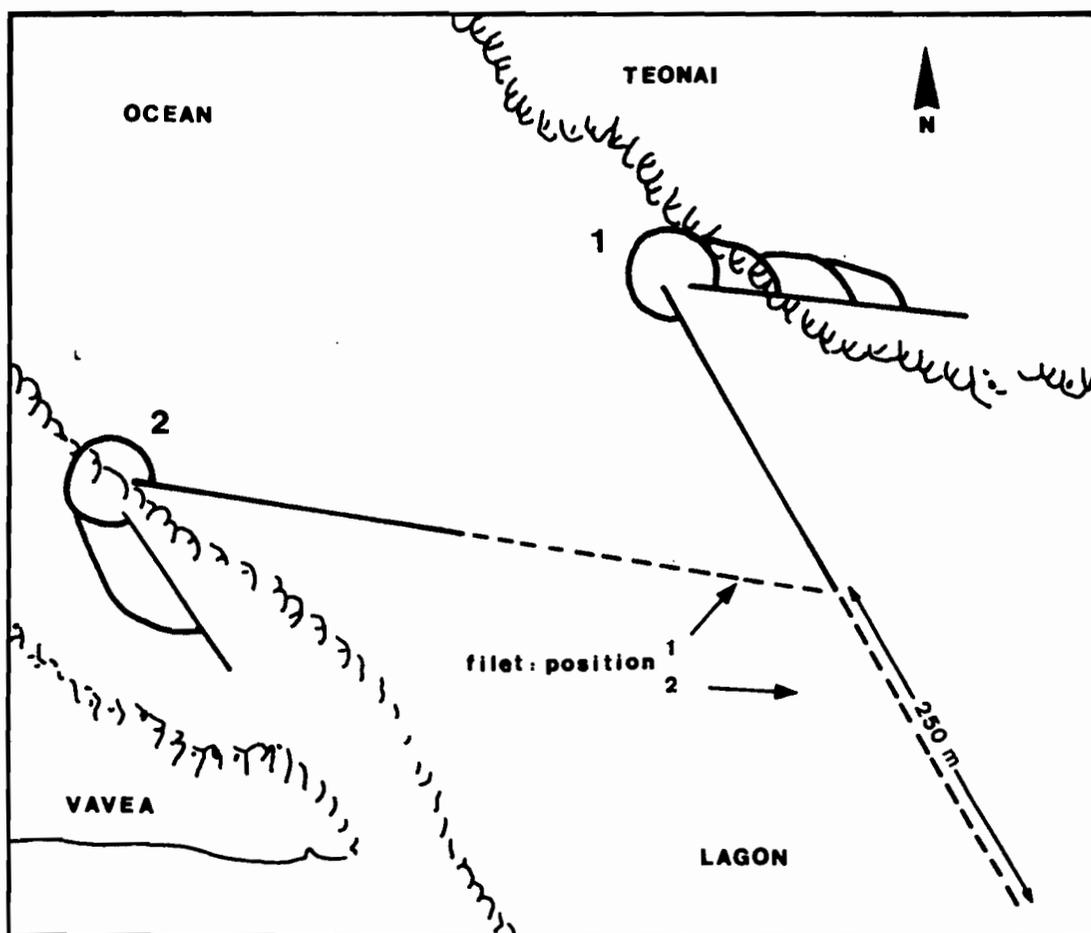
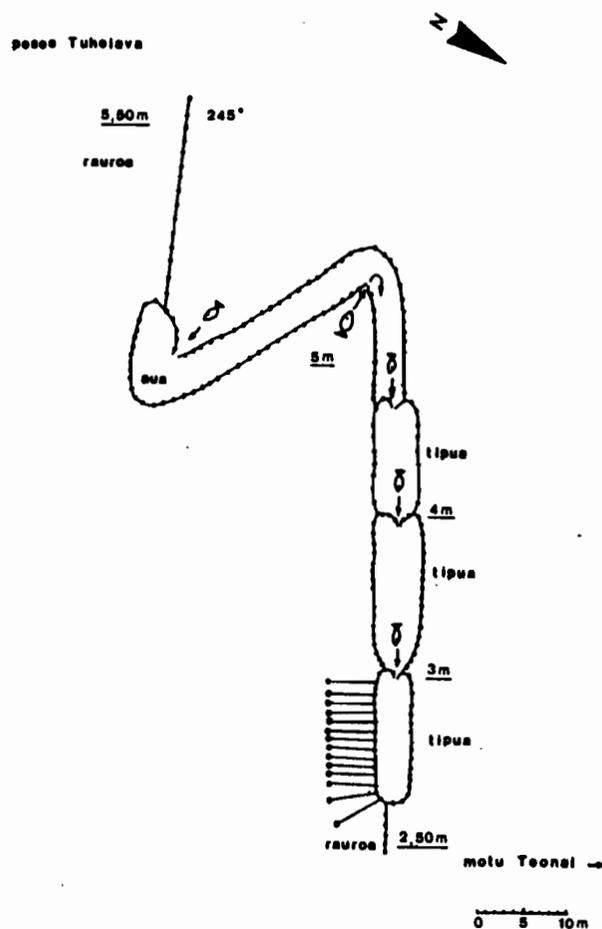


Figure 17 : Les deux positions du filet dans la passe de Tikehau

- Le piège n°1 (figure 18)

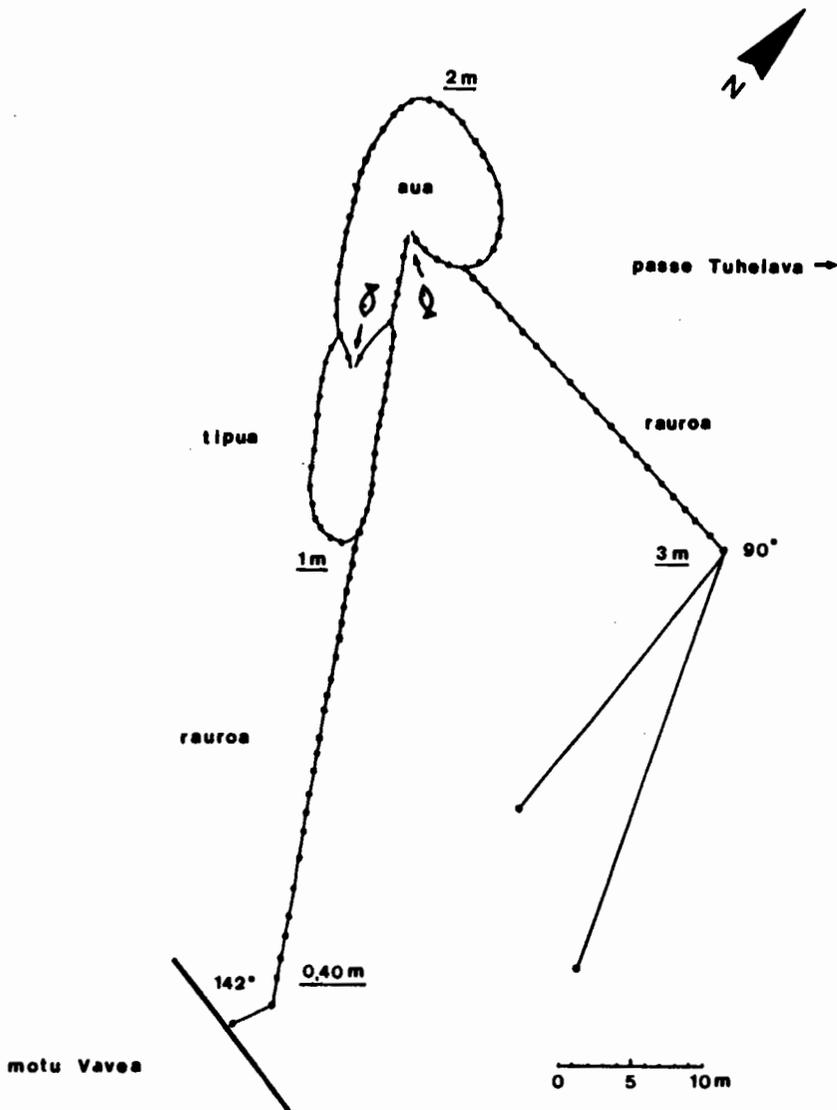
C'est le plus grand piège trouvé dans la passe. C'est aussi celui qui se trouve dans la partie la plus médiane et la plus profonde, subissant donc les contraintes les plus fortes que ce soit au niveau des courants ou des houles. La profondeur où il est situé va de 2,5 m à 5,5 m. On dénombre trois "tipua" et de nombreux haubans pour soutenir les poteaux. Par courant rentrant la zone la plus médiane de ce piège est juste à la limite du mascaret et par courant sortant la pression créée par le courant sur les "rauroa" est très forte. S'il arrive un fort courant sortant alors que le "tipua" est plein de poissons, les parois peuvent être couchées et le piège détruit. Pour empêcher cette destruction il faut alors relâcher les animaux piégés. La construction de ce piège demande plusieurs mois de travail. En effet le courant ne permet pas d'y travailler de longues journées. C'est le parc le plus productif comme nous le verrons plus loin et il demande donc une attention particulière. Le même "aua" sert aussi bien pour capturer les poissons à leur sortie qu'à leur entrée dans le lagon. Il est de grandes dimensions : la plus grande paroi fait plus de 50 m de longueur. Au début des années 1980, quand le temps le permettait, le "rauroa" sud pouvait être prolongé par un filet de près de 100 m ce qui augmentait d'autant l'efficacité du piège. Aujourd'hui ce même filet prolonge parfois le "rauroa" ouest jusqu'au piège n°2 et barre ainsi complètement la passe (figure 17).



- Le piège n°2 (figure 19)

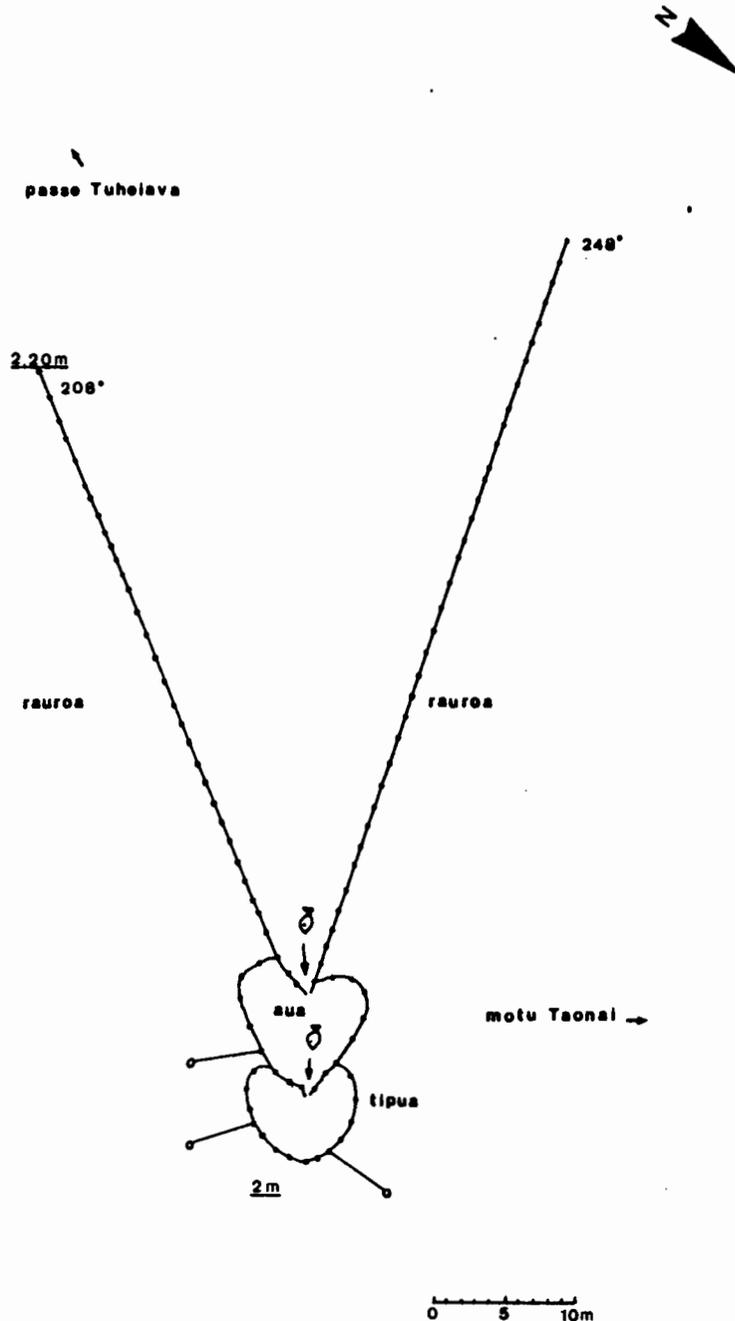
Ce piège est presque le vis à vis du n°1 par rapport au milieu de la passe. Cependant il se trouve dans une zone moins profonde (3 m au maximum). En fait il est situé juste en bordure du seuil de la passe. Ses dimensions sont également plus modestes puisque le plus grand "rauroa" ne mesure qu'une trentaine de mètres. Il n'y a qu'un "tipua".

Ce piège subit l'assaut des houles et il demeure le plus exposé aux contraintes climatiques, houles et mascaret, avec le piège n°1. Ne possédant qu'une entrée donnant sur le lagon, les poissons ne sont capturés qu'à leur sortie. Lorsque le filet est mis (figure 17), le "rauroa" nord se prolonge sur toute la largeur de la passe et tous les animaux empruntant le milieu de la passe pour sortir, se trouvent piégés dans son "aia".



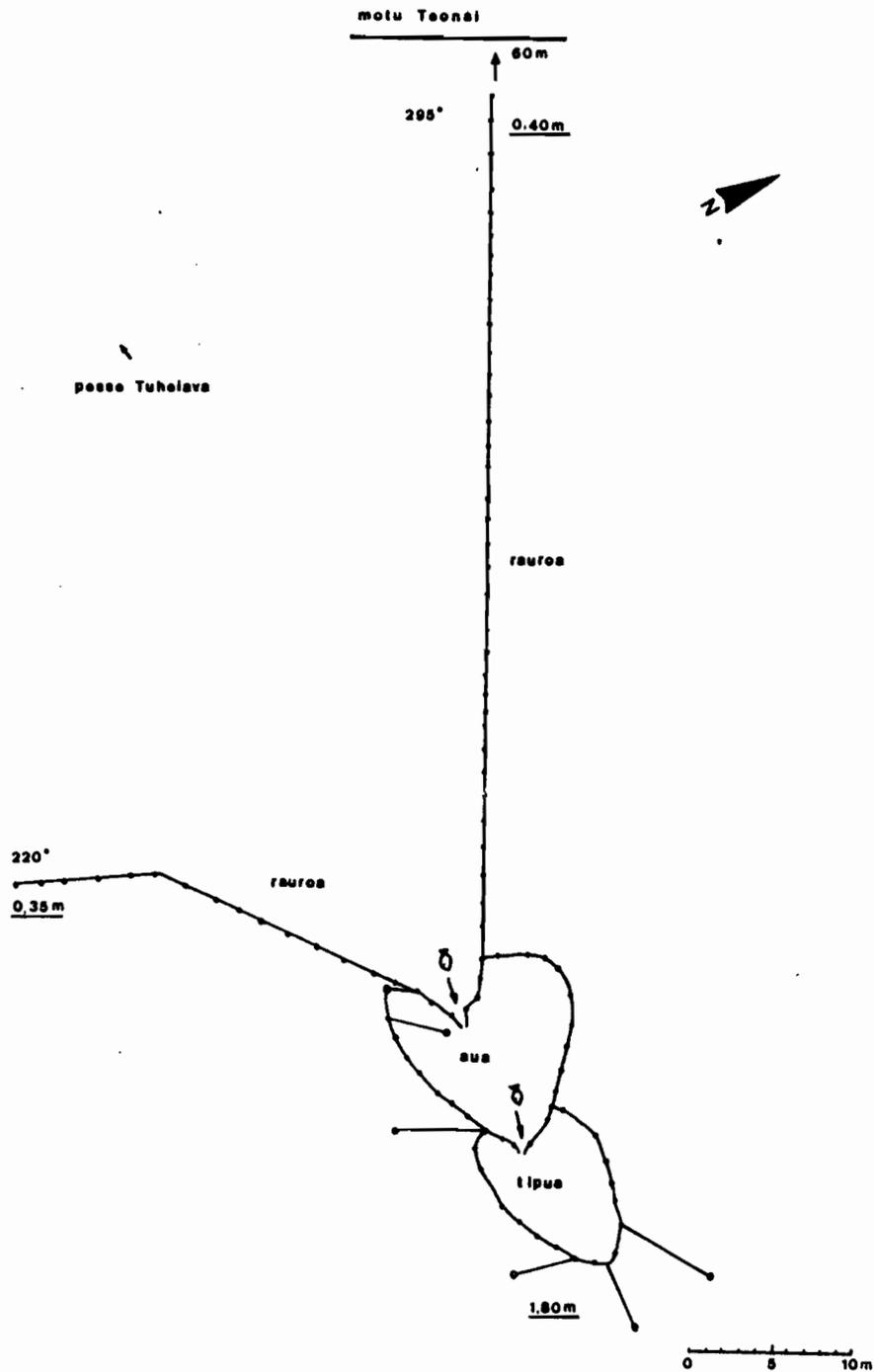
- Le piège n°3 (figure 20)

Le piège n°3 se trouve juste dans le prolongement du piège n°1 dans une zone beaucoup moins profonde. Les poteaux servant à fixer le grillage sont tous en "kahia". Le courant peut encore être violent dans cette zone mais les houles n'y arrivent que très atténuées. Il capture les animaux lorsqu'ils entrent dans le lagon. Un petit "tipua" unique prolonge directement le "aia" comme l'indique la figure.



- Le piège n°4 (figure 21)

C'est le piège situé le plus au nord. Il est protégé des courants et des houles. Tous les poteaux sont en "kahia". La profondeur ne dépasse pas 2 m. Le "aua" a la même disposition que celui du piège n°3. Il est également de dimension restreinte. Il capture aussi les poissons quand ils rentrent dans le lagon.



3 - Le prélèvement dans les pièges

MORIZE (1984, 1985) et CAILLART (1988) décrivent ce prélèvement. Lorsque le bateau collecteur se présente les pêcheurs se rendent avec leur bateau à fond plat sur la zone des parcs et s'amarrent à l'un des poteaux de façon à placer toute la longueur du bateau contre le grillage. Deux hommes sautent dans le "aia" et, à l'aide d'un filet, entourent les animaux piégés. Ils donnent ensuite les extrémités du filet aux hommes restés dans le bateau qui n'ont plus qu'à le hisser à bord. Les poissons tombent dans le fond du bateau et le filet est rejeté dans le "aia" pour une opération du même genre. Ce petit bateau peut charger environ 1500 kg de poisson. Ils les transportent ensuite à la côte où femmes et pêcheurs les conditionneront avant de les embarquer sur le bateau collecteur. Les différents "aia" sont vidés au fur et à mesure tant que le bateau collecteur peut en charger. Le conditionnement sert à préparer les animaux avant leur mise en glace. Les poissons ne sont pas vidés mais simplement enfilés sur des ficelles de 1 m environ de longueur. Chaque ficelle comporte autant de poissons qu'il est nécessaire pour obtenir un poids d'environ 3,5 kg. Par la chaleur tropicale cette opération doit durer un minimum de temps et se dérouler à l'abri du soleil. Un petit hangar, construit spécialement sur l'eau, abrite les personnes qui se placent autour du bateau. Moins d'une heure après leur capture des "aia" les poissons sont glacés. La proportion de glace par rapport aux poissons peut varier en fonction des espèces et a tendance à diminuer en cas de pénurie pour les espèces les moins cotées sur le marché de Papeete. La quantité de glace chargée à Tahiti peut même devenir le facteur limitant du chargement de la goélette. La pêche proprement dite ne dure en général qu'une journée, rarement deux si la production est importante ou si le courant est trop fort. En cas de fort courant dans le "tipua" il arrive que l'on soit obligé de "casser" le courant en fixant, en amont du "tipua" pêché, des feuilles de cocotier tressées.

III - LES FAMILLES ET ESPECES CAPTUREES

Dans le reste de cette étude nous allons analyser la production de la période allant du 1^{er} juillet 1983 au 31 juin 1987. Comme dans l'étude réalisée par CAILLART (1988) et pour les mêmes raisons, l'année de pêche de référence ira du 1^{er} juillet de l'année au 31 juin de l'année suivante. MORIZE (1984, 1985), MORIZE et CAILLART (1986, 1987, 1988), CAILLART (1988), CAILLART et MORIZE (1986, 1987) ont déjà longuement fait l'inventaire des familles et espèces capturées dans les pièges. Les listes qu'ils mentionnent ne sont pas exhaustives mais tiennent compte uniquement des espèces les plus importantes. Le tableau 9 récapitule les données.

pourquoi?

Tableau 9 : Liste des principales espèces capturées dans les pièges de la passe de Tikehau (noms vernaculaires et scientifiques) et importance des familles en % des espèces totales (d'après MORIZE, 1985)

FAMILLES Espèces	Importance en %	Nom français	Nom tahitien
HOLOCENTRIDAE	4		
<i>Holocentrus spinifer</i>		Soldat armé	Apai
<i>Myripristis species</i>		rouget	Iihi
PRIACANTIDAE	2		
<i>Priacanthus cruentatus</i>		Priacanthé sanglant	Maere (Kopa)
SPHYRAENIDAE	2		
<i>Sphyaena forsteri</i>		Grande bécune	Tiatao (Tiaene)
SIGANIDAE	2		
<i>Siganus argenteus</i>		Poisson lapin tacheté	Marava
SERRANIDAE	4		
<i>Epinephelus merra</i>		Loche rayon de miel	Tarao maraurau
<i>Epinephelus microdon</i>		Loche marbrée	Hapuu
CARANGIDAE	18		
<i>Alectis indicus</i>		Carangue échevelée	Tapatai
<i>Carangoides orthogrammus</i>		Carangue tachetée	Pahuru pata (Honae)
<i>Caranx ignobilis</i>		Carangue à grosse tête	Uruati
<i>Carans melampygus</i>		Carangue bleue	Paaihere
<i>Caranx species</i>		Carangue	Varea
<i>Decapterus pinnulatus</i>		Carangue maquereau	Operu
<i>Elagatis bipinnulatus</i>		Carangue arc en ciel	Roeroe
<i>Scomberoides lysan</i>		Carangue leurre	Rai
<i>Selar crumenophthalmus</i>		Chinchard	Orare
LUTJANIDAE	6		
<i>Aprion virescens</i>		Poisson job	Utu (Tarefa)
<i>Lutjanus fulvus</i>		perche à bords jaunes	Toau
<i>Lutjanus gibbus</i>		Perche pagaie	Taca
MULLIDAE	10		
<i>Mulloidichthys auriflamma</i>		Surmulet oriflamme	Tauo (Taire)
<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>		Surmulet	Vete
<i>Mulloidichthys vanicolensis</i>		Surmulet	Vete
<i>Parupeneus barberinus</i>		Barbillon rayé	Ahuru tore
<i>Upeneus vittatus</i>		Poisson chèvre	Faia (Raoa)
MUGILIDAE	6		
<i>Crenimugil crenilabis</i>		Mulet	Tehu (Anae)
<i>Mugil cephalus</i>		Mulet cabot	Anae
<i>Mugil vaiagensis</i>		Mulet carrelé	Nape (Mopiro)

Tableau 9 (suite) : Liste des principales espèces capturées dans les pièges de la passe de Tikehau (noms vernaculaires et scientifiques) et importance des familles en % des espèces totales (d'après MORIZE, 1985)

FAMILLES Espèces	Importance en %	Nom français	Nom tahitien
CHANIDAE <i>Chanos chanos</i>	2	Poisson lait	Ava (Pati)
ALBULIDAE <i>Albula vulpes</i>	2	Poisson os	Ioio
KUHLIIDAE <i>Kuhlia marginata</i>	2	Poisson pavillon	Patia (Ahore)
LETHRINIDAE <i>Lethrinus mahsena</i> <i>Lethrinus miniatus</i> <i>Monotaxis grandoculis</i>	6	Tamouré Bec de cane Daurade tropicale	Tamure Oeo uturoa Mu
CHAETODONTIDAE <i>Chaetodon species</i>	2	Papillon	Paraharaha
ZANCLIDAE <i>Zanclus species</i>	2	Cocher	Paraha tore
LABRIDAE <i>Cheilinus undulatus</i>	2	Napoléon	Mara
SCARIDAE <i>Scarus chlorodon</i> <i>Scarus ghobban</i> <i>Scarus gibbus</i> <i>Scarus species</i>	10	Perroquet océan Perroquet crème Perroquet grand bleu Perroquet	Uhu opara ninamu Uhu kukina Uhu Raepuu (Manea) Eufu
ACANTHURIDAE <i>Acanthurus bleekeri</i> <i>Acanthurus xanthopterus</i> <i>Ctenochaetus striatus</i> <i>Naso brevirostris</i> <i>Naso hexacanthus</i> <i>Naso lituratus</i> <i>Naso unicornis</i> <i>Naso vlamingi</i>	16	Poisson docteur strié Poisson docteur à nageoires jaunes Chirurgien noir Nason à rostre court Nason noir Naso à éperons oranges Nason brun Nason zébré	Tiamu Parai (Avai) Maito Tahiti Ume kuripo Ume tarei Ume Karaua
BALISTIDAE <i>Balistoides veridescens</i>	2	Baliste à tête jaune	Oiri pao
KYPHOSIDAE <i>Kyphosus cinerascens</i>	2	Saupe grise	Nanue

La liste des espèces capturées est encore plus importante, de nombreux poissons n'étant pas mis sur le marché, à cause de la ciguatera entre autres. La famille des Carangidae est la famille la mieux représentée avec 9 espèces sur les 11 présentes dans l'archipel des Tuamotu. Ensuite on trouve les Acanthuridae avec 8 espèces sur 27 présentes. Viennent alors les Mullidae et les Scaridae avec 5 et 4 espèces chacune sur respectivement 9 et 16 espèces présentes dans les Tuamotu. Certaines familles, très bien représentées dans le milieu corallien, ne le sont guère dans la pêche. Ainsi la famille des Labridae qui comprend 40 espèces dans les Tuamotu n'est représentée dans la pêche que par une seule espèce, *Cheilinus undulatus*. D'autres familles ne sont représentées par aucune espèce comme les Pomacentridae.

La présentation succincte des familles et espèces qui est faite ici s'inspire, en plus de nos propres observations sur le terrain, de FOURMANOIR et LABOUTE (1976), BAGNIS *et al.* (1981), RANDALL (1985) et CAILLART (1988). La description des espèces qui seront étudiées dans la suite est affinée. Les longueurs citées sont toutes des longueurs à la fourche.

CLASSE DES OSTEICHTHYENS

- Ordre des ELOPIFORMES

- Famille des ALBULIDAE

Albula glossodonta (Forsskäl, 1775) - "Ioio"-

Ce poisson est capturé dans les pièges de la passe mais aussi en grande quantité dans un autre piège temporaire situé à Teavatia, au nord est de l'atoll. Quand il rentre dans les pièges, c'est toujours en bancs importants et les prises sont alors presque monospécifiques. C'est un poisson aux écailles dorées. Il est très apprécié mais seulement des connaisseurs. Il faut en effet savoir le manger car il est plein d'arêtes. C'est pourquoi quelques fois les gens le préfèrent cuit au citron même si toute sa saveur ressort mieux lorsqu'il est grillé. Longueur moyenne 40 cm.

- Famille des CHANIDAE

Chanos chanos (Forsskäl, 1775) - "Pati"-

Le Chanos chanos est surtout connu par les essais d'aquaculture réalisés dans l'atoll voisin de Tikehau, Rangiroa. Les jeunes peuvent en effet servir d'appât pour la pêche aux thons. En pêche sous-marine on rencontre souvent ces poissons en pleine eau. Par temps calme ils nagent juste en dessous de la surface. Craintif, il reste toujours à bonne distance du chasseur. Sa chair n'est pas ferme et se déchire lorsqu'il est piqué par la flèche. Longueur moyenne 40 cm.

- **Ordre des BERYCIFORMES**

Familles des HOLOCENTRIDAE

Sargocentron spiniferum (Forsskäl, 1775) - "Apai"-

Cette espèce vivant le jour dans les anfractuosités du corail et des roches, est nocturne. Les captures sont peu nombreuses dans les pièges. Les tahitiens qui l'apprécient beaucoup, grillée, la pêche à la ligne ou au fusil. Au moment de la reproduction on peut observer quelques poissons en groupe et en pleine eau, peu farouches, dans la passe. Les écailles sont coupantes et de fortes épines prolongent les opercules. Longueur moyenne 25 cm.

Myripristis sp. - "Iihi"-

Ces poissons ont les mêmes moeurs que l'espèce précédente et sont tout autant appréciés des Paumotu. Quatre espèces, mentionnées par MORIZE et *al.* (1990), se retrouvent dans la pêcherie mais jamais en grande quantité. Longueur moyenne 15 cm.

- **Ordre des PERCIFORMES**

- Famille des SERRANIDAE

Les poissons de la famille des Serranidae se retrouvent dans presque toutes les mers et océans des régions chaudes mais ne sont pas inféodés aux récifs coralliens. On en trouve en effet en mer Méditerranée, dans les océans Atlantique, Indien et Pacifique. En Polynésie française cette famille est bien représentée puisque RANDALL (1985) et GALZIN (1985) en dénombrent respectivement 48 espèces sur 800 espèces recensées et 19 espèces sur 490. Pour le seul atoll de Tikehau nous en avons inventorié 7 sur 170 espèces au total en 1987 au cours de comptages en plongée et d'empoisonnements à la roténone. Dans les captures nous observons 4 espèces dont seulement une régulièrement : *Epinephelus microdon*. Toutes les espèces de cette famille se capturent facilement à la ligne ou au fusil.

Epinephelus merra (Bloch, 1793) - "Tarao"

C'est le plus petit des Serranidae capturés dans les pièges. Il ressemble beaucoup à *Epinephelus tauvina* mais en plus petit. Des tâches plus ou moins rondes couvrent un corps de couleur marron clair. Longueur moyenne 25 cm.

Epinephelus microdon (Bleeker, 1856) - "Hapuu"-

Cette espèce est presque strictement lagonnaire lorsqu'elle est adulte. Nous ne l'avons jamais rencontrée dans un lagon d'île haute bien qu'elle y soit signalée. Elle ressemble au mérrou de méditerranée mais n'atteint jamais une taille plus grande que 55 cm, soit

environ 3,5 kg. Dans la pêcherie sa taille la plus courante est située entre 20 et 50 cm. C'est une espèce protogyne. Elle habite les fonds rocheux et se déplace surtout la nuit. Habituellement sédentaire, au moment de la reproduction on la retrouve en concentration de plusieurs milliers d'individus dans la zone de la passe. En plus des pièges, elle peut facilement être capturée à la ligne et au fusil. A Tikehau cette espèce n'est jamais empoisonnée mais elle l'est dans des atolls voisins. C'est une des principales espèces capturées par la pêcherie. Longueur moyenne 35 cm.

- Famille des KUHLIIDAE

Kuhlia marginata (Cuvier, 1829) - "Ahore"-

Longueur moyenne 25 cm.

- Famille des PRIACANTHIDAE

Priacanthus cruentatus (Lacépède, 1801) - "Kopa"-

Espèce nocturne, elle est de couleur rouille avec des écailles très petites. Elle rentre en bancs assez importants dans les pièges. On la rencontre dans le lagon et sur la pente externe jusqu'à 80 m de profondeur. Longueur moyenne 20 cm.

- Famille des MUGILIDAE

Crenimugil crenilabis (Forsskäl, 1775) - "Anae"-

Liza vaigiensis (Quoy et Gaimard, 1825) - "Mopiro"-

Ces deux espèces diffèrent peu l'une de l'autre. On les trouve dans le lagon, sous la surface, en bancs plus ou moins importants. Quand elles rentrent dans les parcs, c'est toujours en grande quantité. Elles peuvent parfois sauter hors de l'eau lorsqu'elles fuient leurs prédateurs. Longueur moyenne 15 cm.

- Famille des SPHYRAENIDAE

Sphyraena forsteri (Cuvier, 1829) - "Tiaene"-

C'est la seule espèce de cette famille qui ne présente aucun danger d'empoisonnement à Tikehau. Elle vit en général en dehors du lagon. Elle est rarement capturée mais toujours en bancs importants. Lorsqu'elle se trouve dans les pièges, on l'en prélève souvent à l'aide d'un harpon "patia". En effet avec ses dents très coupantes, elle coupe le filet utilisé normalement pour la capture. Longueur moyenne 40 cm.

- Famille des CARANGIDAE

Les Carangidae comprennent de nombreuses espèces dont 19 ont été recensées par RANDALL (1985) en Polynésie française. Au niveau de la systématique cette famille est

très difficile à étudier car les caractères morphologiques des différentes espèces peuvent se ressembler très fortement. Ce sont tous des animaux recherchés par les plongeurs sous-marins aussi bien pour leur qualité organoleptique que pour la sportivité de leur capture.

Alectis ciliaris (Bloch, 1787) -"Tapatai"-

Dans cette famille c'est l'espèce la plus facile à reconnaître avec ses épines dorsales particulièrement longues et sa forme aplatie. Elle n'est jamais capturée en grande quantité. La nuit, lorsque l'on chasse dans la passe, on peut la voir endormie en pleine eau et la capturer à la main. Longueur moyenne 60 cm.

Carangoides orthogrammus (Jordan and Gilbert, 1881) -"Honae"-

Relativement petite, cette carangue est très brillante et paraît lisse. Quelques tâches jaunes sont remarquées sur ses flancs. Elle se trouve en bancs limités dans le lagon et à l'extérieur. Longueur moyenne 20 cm.

Caranx ignobilis (Forsskäl, 1775) -"Uruati"-

C'est la plus grosse carangue capturée à Tikehau. Elle peut atteindre des poids de plus de 30 kg. On la capture rarement mais jamais en un seul exemplaire. Elle n'est pas toujours très prisée des tahitiens, sans doute à cause de sa grosseur mais sûrement parce qu'elle peut être toxique. Elle est attirée par la lumière et, la nuit, lorsque les pêcheurs chassent les poissons avec des lampes, elles les suivent et vont jusqu'à rentrer dans les pièges avec eux.

Caranx melampygus (Cuvier, 1833) -"Paaihere"-

C'est l'une des espèces les plus abondantes dans les captures des pièges. Elle est caractérisée par des taches bleues sur le corps et les bordures nettement bleues de ses nageoires dorsales et caudales. On la trouve aussi bien dans le lagon que sur le récif extérieur seule mais plutôt par groupes de deux ou quelques spécimens. Elles sont curieuses et viennent souvent voir le chasseur sous-marin, ce qui en fait une proie relativement facile. Au moment de la reproduction elle se rassemble en grand nombre. C'est la période où elle est capturée. Des bancs importants rentrent alors dans les pièges. Cette espèce peut être fortement parasitée au point qu'elle en devient immangeable. Longueur moyenne 30 cm.

Caranx sexfasciatus (Quoy et Gaimard, 1825) -"Varea"-

Cette carangue ressemble à "Paaihere" dans son comportement. Elle en diffère par sa couleur, sans nuance bleue, et sa taille, un peu plus grande dans les captures. La période de pêche est la même. Il semble que ces deux espèces occupent la même niche

écologique. Longueur moyenne 35 cm.

Decapterus macarellus (Valenciennes, 1833) -"Operu"-

Par moment des bancs très importants de cette espèce parcourent le lagon suivis de grosses carangues. Bien que souvent abondante dans les captures, elle n'est pas souvent commercialisée. Elle est en effet très fragile et "tourne" après quelques heures d'exondation. Elle n'est commercialisée que par manque d'autres espèces et à des prix très bas. Fraîche, elle est par contre très prisée, surtout crue ou cuite dans du citron ou, à défaut, du vinaigre. Elle peut servir aussi d'appât pour attirer d'autres espèces, *Lutjanus gibbus* par exemple. On remplit alors des sacs de ces poissons morts que l'on dispose à l'entrée intérieure des pièges. Longueur moyenne 18 cm.

Elagatis bipinnulata (Quoy et Gaimard, 1825) -"Roeroe"-

Ce poisson, rare dans les captures, est si apprécié des tahitiens qu'ils l'appellent le "saumon des Tuamotu". Il vit à l'extérieur du récif et ne rentre que rarement dans le lagon en bancs importants de poissons de la même taille. C'est à ce moment là qu'ils se font capturer, en été austral. Longueur moyenne 35 cm.

Scomberoides lysan (Forsskäl, 1775) -"Rai"-

Vivant aussi bien dans le lagon qu'à l'extérieur, cette espèce peut faire, à la suite, de nombreux sauts hors de l'eau sans doute lorsqu'elle est poursuivie par un prédateur. Il arrive même qu'elle retombe, lors d'un de ces sauts, sur le bateau. On ne la rencontre jamais en bancs très nombreux sauf au moment de la reproduction. Elle rentre alors significativement dans les captures. Longueur moyenne 25 cm.

Selar crumenophthalmus (Bloch, 1793) -"Orare"-

C'est le chinchard des Tuamotu. Ce poisson est apprécié cru et grillé. Il est très abondant dans les captures et se trouve en bancs très importants dans le lagon. Les jeunes animaux de la même espèce portent un autre nom tahitien : "Ature". Longueur moyenne 18 cm.

- Famille des LUTJANIDAE

C'est la famille la mieux représentée pondéralement dans les captures certaines années. RANDALL (1985) a dénombré 13 espèces en Polynésie française. Dans la pêcherie trois espèces sont régulièrement capturées. Les espèces de cette famille sont toujours susceptibles d'être toxiques.

Aprion virescens (Valenciennes, 1830) -"Tarefa"-

Ce poisson, appelé "poisson job" en français, est surtout visible à l'extérieur de la passe. On le trouve alors en petite concentration par une dizaine de mètres de fond sur le tombant extérieur où on peut le tirer en chasse sous-marine. Sa chair est aussi très appréciée des Paumotu mais il peut être toxique. Il faut surtout se méfier des gros spécimens. Longueur moyenne 30 cm.

Lutjanus fulvus (Bloch et Schneider, 1801) -"Toau"-

C'est l'une des espèces que l'on rencontre le plus souvent dans le lagon. Dans la zone intérieure du lagon, située juste au sud de la passe, elle se rassemble en bancs de plusieurs milliers d'individus au moment de la reproduction. Elle migre ensuite dans la passe en longeant le bord sud. C'est là qu'elle se fait capturer en grande quantité. On la capture aussi à la ligne. Cette espèce est très facile à reconnaître dans l'eau avec les lobes de sa queue liserés de noir et des tâches jaunes au bord de ses nageoires pectorales. Elle résiste bien aux manipulations comme le marquage. Longueur moyenne 23 cm.

Lutjanus gibbus (Forsskäl, 1775) -"Taea"-

Cette espèce ressemble beaucoup, de forme générale, à la précédente. Elle se trouve aussi bien dans le lagon qu'à l'extérieur du récif. Au moment de la reproduction elle se concentre en bancs. On la capture, en plus des parcs, à la ligne et au fusil, surtout tard le soir ou tôt le matin. Le piège qui la capture le plus est le piège n°1, situé au milieu de la passe, dans les eaux les plus profondes. Les gros individus peuvent être toxiques. Longueur moyenne 29 cm.

- Famille des LETHRINIDAE

Avec seulement 6 espèces dans le territoire de la Polynésie française (RANDALL, 1985), cette famille est peu représentée qualitativement. Par contre l'espèce trouvée principalement dans les captures des pièges en fait partie : *Lethrinus miniatus*. Dans les atolls on trouve régulièrement trois espèces de cette famille.

Lethrinus mahsena (Forsskäl, 1775) -"Tamure"-

Cette espèce est répandue dans tous les archipels de la Polynésie française. Contrairement à d'autres atolls, à Tikehau elle est peu abondante. Elle se capture de nuit, à la ligne, au moment des pleines lunes. Elle se rassemble alors en bancs à l'intérieur du lagon comme dans l'atoll de Toau où l'on peut alors faire de véritables pêches miraculeuses. Les individus âgés peuvent être toxiques comme d'ailleurs tous ceux de la même famille. Longueur moyenne 35 cm.

Lethrinus miniatus (Schneider, 1801) - "Oeo uturoa"-

C'est l'espèce la mieux représentée en poids dans les captures. Elle est caractérisée par une bouche qui se termine par une protubérance rétractile ressemblant à un bec de canard par sa forme et sa couleur. Sa livrée peut aller du blanc couleur sable au gris tacheté de blanc. Cette espèce est fragile et est sensible aux manipulations comme les marquages. On la trouve aussi bien dans le lagon qu'à l'extérieur où elle peut vivre à des profondeurs de plus de 50 m. Au printemps austral, elle se concentre à l'extérieur de la passe où elle est capturée à la ligne à la tombée de la nuit et au lever du jour. Les captures dans les parcs ont lieu dans le milieu de la passe par le miège n°1 surtout. C'est une espèce très appréciée. Elle peut se préparer de nombreuses façons dont en ragoût, crue, cuite au citron ou au vinaigre. Pour la conserver on peut aussi la saler et la sécher. Longueur moyenne 45 cm.

Monotaxis grandoculis (Forsskäl, 1775) - "Mu"-

A Tikehau cette dorade tropicale n'atteint jamais de grandes dimensions comme des tahitiens rapportent en avoir vues à Tahiti. Ces poissons restent immobiles entre deux eaux, assez éloignés des plongeurs. On les reconnaît aux rayures noires qui parcourent leur corps verticalement. Elle n'entre dans les captures qu'accessoirement. Longueur moyenne 20 cm.

- Famille des MULLIDAE

Mulloides flavolineatus (Lacépède, 1801) - "Vete"-*Mulloides vanicolensis* (Valenciennes, 1831) - "Vete"-

Ces deux espèces sont capturées en grande quantité toute l'année mais ne sont guère appréciées des polynésiens qui les achètent à bas prix. Elles sont pourtant un excellent goût mais ont de nombreuses petites arêtes. La texture de leur chair fait penser aux rougets de France. Longueur moyenne 22 cm.

Parupeneus barberinus (Lacépède, 1801) - "Ahuru tore"-*Parupeneus multifasciatus* (Quoy et Gaimard, 1825) - "Taire"-

Ces poissons se nourrissent en fouillant le sable. Ils se déplacent en groupes peu nombreux et ne sont pas très abondants dans les captures. Longueur moyenne 30 cm.

Upeneus vittatus (Forsskäl, 1775) - "Raoa"-

Capturée surtout pendant l'hiver austral, cette espèce peut être abondante dans les captures. Elle vit sur les fonds sédimentaires du lagon. Longueur moyenne 20 cm.

- Famille des KYPHOSIDAE

Kyphosus cinerascens -(Forsskäl, 1775) -"Nanue"-

C'est un poisson gras d'un gris terne qui rentre rarement dans les parcs. Il est excellent grillé. Longueur moyenne 20 cm.

- Famille des CHAETODONTIDAE

Plusieurs espèces de cette famille peuvent rentrer dans la pêcherie, mais jamais en grande quantité. Ceux sont toujours des petites espèces que l'on grille.

- Famille des LABRIDAE

Cheilinus undulatus (Ruppell, 1835) -"Mara"-

C'est l'un des poissons les plus admirables que l'on puisse observer dans l'eau. Les prises sont rares dans les parcs. Il est réputé pour ses qualités organoleptiques mais aussi pour son éventuelle toxicité. A Tikehau il y a des zones où il est plus toxique que d'autres. On le fait souvent en beignets. Les petits spécimens sont gardés pour le "fafaru" (poisson frais mis à tremper dans du jus de poisson fermenté). Certains poissons font plusieurs dizaines de kilogrammes.

- Famille des SCARIDAE

Les espèces de cette famille sont identifiables à leur bec de perroquet. Elles sont difficiles à identifier surtout après avoir été capturées dans les parcs car elles perdent leur couleur et la livrée des mâles et des femelles est souvent différente. On ne citera donc que les espèces principales. Toutes ces espèces ne rentrent qu'en petite quantité dans les captures avec un maximum de prise durant l'été austral. En tahitien on les dénomme sous le terme général de Uhu (prononcer eufu).

Hipposcarus longiceps (Valenciennes, 1839)

Scarus ghobban (Forsskäl, 1775)

Scarus Gibbus (Rüppel, 1828) -"Manea"-

Le "manea" est le plus grand des Scaridae capturés. Les animaux âgés ont une véritable bosse au dessus de leur tête. Ils peuvent atteindre plusieurs kilogrammes et sont spécialement appréciés cuits dans du citron. Au printemps austral ils se rassemblent en bancs de plusieurs dizaines d'individus à l'extérieur de la passe et peuvent alors être capturés au fusil. On peut aussi le capturer au filet dans les failles profondes du platier externe. Longueur moyenne 30 cm.

- Famille des ZANCLIDAE

Zanclus cornutus (Linné, 1758) - "Paraha tore"-

- Famille des ACANTHURIDAE

C'est une famille importante et bien représentée dans tous les écosystèmes coralliens. En Polynésie française 31 espèces sont rencontrées régulièrement dont seulement 8 sont commercialisées à Tikehau.

Acanthurus bleekeri (Günther, 1861) - "Tiamu"-

On trouve ce poisson dispersé autour des pinacles du lagon, jamais isolé mais en bancs de quelques individus. Son corps est parcouru de stries plus ou moins claires dans le sens longitudinal. Il ne rentre qu'exceptionnellement dans les captures. Longueur moyenne 25 cm.

Acanthurus xanthopterus (Valenciennes, 1835) - "Parai"-

Le plus gros des Acanthuridae capturés, il est aussi le plus dangereux avec ses scapels rétractiles situés à la base de la queue. Il évolue en pleine eau à l'extérieur et autour des pinacles du lagon. En période de reproduction il se rassemble en bancs à l'extérieur de la passe et se fait alors capturer dans le parc le plus médian. Alors qu'il est rarement présent dans les captures, on peut capturer plusieurs centaines d'individus en une seule nuit, entre novembre et février. Longueur moyenne 40 cm.

Ctenochaetus striatus (Quoy et Gaimard, 1825) - "Maito"-

Ce poisson est peu recherché à Tikehau bien que très répandu. Il rentre rarement en grosse quantité dans les parcs. Longueur moyenne 20 cm.

Naso brevirostris (Valenciennes, 1835) - "Tatihi"-

Le "tatihi" a été longuement décrit par CAILLART (1988). C'est l'espèce de cette famille la plus répandue dans le lagon. On la trouve autour des pinacles où elle semble être sédentaire pendant au moins une partie de l'année. Les bancs comprennent environ une centaine d'individus. Il existe un dimorphisme sexuel marqué dans l'aspect général et la croissance. Longueur moyenne 25 cm.

Naso hexacanthus (Bleeker, 1855) - "Ume kuripo"-

Il a à peu près les mêmes mœurs que l'espèce précédente. Il n'entre dans les captures que de façon accessoire. Longueur moyenne 25 cm.

Naso lituratus (Bloch et Schneider, 1801) -"Ume tarei"-

C'est une petite espèce que l'on trouve régulièrement dans les captures en quantité très faible. Elle est caractérisée par une tâche rouge orangée à la base de la queue. Elle est appréciée des tahitiens, grillée, surtout avant sa reproduction car elle est alors plus grasse. Longueur moyenne 15 cm.

Naso unicornis (Forsskäl, 1775) -"Ume"-

C'est l'espèce la plus répandue dans la Polynésie française et sans doute la plus connue. A Tikehau elle est peu représentée dans les captures. On la rencontre rarement dans le lagon et toujours en petite quantité. C'est une proie de choix pour les pêcheurs sous-marins. Certains specimens atteignent plus de 50 cm mais leur longueur moyenne n'est que de 30 cm.

Naso vlamingii (Valenciennes, 1835) -"Karaua"-

Lorsqu'il est bien gras, c'est l'un des poissons les plus délicieux. Il faut alors le griller. Il vit en banc de plusieurs dizaines d'individus. Longueur moyenne 25 cm.

- Famille des SIGANIDAE

Siganus argenteus (Quoy et Gaimard, 1825) -"Marava"-

Evitez toutes piqûres par les épines des nageoires dorsales et pelviennes de ce poisson sinon il y a de fort risque d'invalidité pendant plusieurs jours...

- Ordre des TETRAODONTIFORMES

- Famille des BALISTIDAE

Balistoides viridescens (Bloch et Schneider, 1801) -"Oiri pao"-

C'est le seul baliste qui rentre dans les captures. On le rencontre dans le lagon et à l'extérieur du récif. Pendant la période de reproduction, il se rassemble au nord de la passe dans le lagon. Il devient alors presque agressif si on se rapproche trop près de son territoire comme s'il le défendait. Les tahitiens connaissent bien sa toxicité mais cela ne les empêchent pas de prendre le risque de le consommer tant ils aiment sa chair grillée sur feu de bois et mélangée à la graisse de son foie.

IV - LA PRODUCTION

Dans ce chapitre nous commencerons par mentionner les caractéristiques générales des captures déjà détaillées par CAILLART (1988). Ensuite nous donnerons une description plus poussée de la production des quatorze principales espèces dont certaines seront étudiées plus en détail ultérieurement. Les données analysées sont celles de la production

mensuelle brute du pêcheur principal. Les captures commerciales des autres pêcheurs sont négligeables (moins de 20 % de celles étudiées). Les données de débarquements ont été prises au moment du conditionnement et de la vente. La production, ventilée par espèces, est notée sur le terrain en "paquets", "ficelles" ou "filoches" comme l'ont déjà expliqué MORIZE (1984) et CAILLART (1988). La correspondance paquet-poids, variable en fonction des espèces, est donnée dans le tableau 10. Toutes les productions ultérieures seront données en poids.

1 - La production totale

Par commodité et puisque nous nous trouvons dans l'hémisphère sud les années de référence iront du 1^{er} juillet au 30 juin de l'année suivante. Etant donné qu'il n'y a eu aucun changement notable dans la configuration des pièges ni dans le soin que leur a apporté les pêcheurs pendant la période étudiée, l'effort de pêche est le même chaque jour. Le rapport des captures en poids sur le nombre de jours écoulés entre deux prélèvements successifs pourrait être choisi comme CPUE. Cependant il persiste une source d'erreur si le parc n'est pas vidé entièrement. Sur de longues périodes ces erreurs s'estompent, aussi nous a-il semblé préférable de prendre comme unité d'effort le mois. Les CPUE deviennent les productions mensuelles qui sont analysées ici.

Tableau 10 : Correspondance paquet-poids par espèce

ESPECES	poids de deux paquets	écart type	nombre de données
<i>Lethrinus miniatus</i>	7,2	0,8	220
<i>Lutjanus gibbus</i>	6,9	0,7	30
<i>Caranx melampygus</i>	7,1	1,0	30
<i>Selar crumenophthalmus</i>	5,8	0,5	20
<i>Epinephelus microdon</i>	8,8	0,6	20
<i>Lutjanus fulvus</i>	5,8	0,4	140
<i>Naso brevirostris</i>	6,6	0,5	30
<i>Mulloidichthys sp.</i>	5,8	0,2	60
<i>Albula species</i>	7,0	0,8	30
<i>Upeneus vittatus</i>	5,8	0,3	30
<i>Sphyraena forsteri</i>	7,0	0,6	20
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	7,5	0,5	20
<i>Myripristis sp.</i>	6,0	0,2	50
<i>Decapterus pinnulatus</i>	7,0	0,3	40
Divers	7,0	0,8	50

1-1 - Les variations interannuelles

La production commercialisée de l'atoll de Tikehau a profité, comme celle des autres atolls, du développement de l'île de Tahiti au début des années 1970. Elle est passée très vite par un maximum estimé entre 350 et 400 tonnes, soit plus de 30% de la production des Tuamotu, et, à partir de 1976 environ, a lentement diminué pour se stabiliser depuis plusieurs années aux environs de 200 tonnes. La baisse des captures annuelles peut être due à une diminution de la ressource ou à une diminution de l'effort de pêche. Les pièges à poissons sont, en effet, très vite affectés par le mauvais temps et, après leur destruction, les réparations ne sont pas toujours immédiates. Il est donc difficile d'analyser ces variations sans aucune information sur l'effort de pêche. C'est pourquoi nous n'étudierons que les productions des quatre années allant de 1983-1984 à 1986-1987, période pendant laquelle les mêmes parcs sont restés en place et l'attention que les pêcheurs leur ont portée, n'a guère varié. Avant cette période, les cyclones avaient tout détruit et après 1987, la situation familiale du principal pêcheur a été modifiée.

Tableau 11 : Production des 14 principales espèces et production totale en kilogrammes pour les différentes années

ESPECES	83-84	84-85	85-86	86-87	Total
<i>Lethrinus miniatus</i>	34812	29923	13961	50983	129679
<i>Lutjanus gibbus</i>	8152	11371	24374	24354	68248
<i>Caranx melampygus</i>	24357	21332	10213	11214	67116
<i>Selar crumenophthalmus</i>	8337	14201	17133	16063	55734
<i>Epinephelus microdon</i>	180	810	5183	48902	55075
<i>Lutjanus fulvus</i>	11226	15962	13050	7694	47932
<i>Naso brevirostris</i>	3036	15299	19374	2293	40002
<i>Mulloidichthys sp.</i>	9593	8506	11066	5359	34524
<i>Albula species</i>	12292	7889	6391	5099	31671
<i>Upeneus vittatus</i>	9454	882	6206	1085	17627
<i>Sphyraena forsteri</i>	2835	2835	5085	2954	13709
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	2085	6229	307	1661	10282
<i>Myripristis sp.</i>	2475	1599	2931	1851	8856
<i>Decapterus pinnulatus</i>	0	1424	3580	1582	6586
Divers	15484	15974	16152	26348	73958
Total	144318	154236	155006	207442	661002

Le tableau 11 donne la production totale de cette pêcherie durant ces quatre années. Les variations de la production totale d'une année sur l'autre sont faibles sauf pour la dernière année. Les extrêmes sont 144 tonnes en 1983-1984 et 207 tonnes en 1986-1987, la moyenne étant de 165,5 tonnes. La figure 23 donne les valeurs extrêmes, sur les quatre années de référence, des productions mensuelles. Les deux lignes représentant les maxima et les minima sont toujours très éloignées, ce qui traduit bien de fortes variations interannuelles des productions mensuelles. Les mois les plus variables au cours des années, quant à la production, sont octobre et mars, c'est à dire ceux qui encadrent la saison la plus propice à la pêche.

1-2 - Les variations intraannuelles

Le tableau 12 donne les productions mensuelles pour les quatorze principales espèces en moyennant les captures sur les quatre années étudiées. L'évolution moyenne mensuelle de la production avec les minima et les maxima et l'évolution mensuelle de chacune des quatre années sont représentées par la figure 23.

Tableau 12 : Production moyenne en kilogrammes des 14 principales espèces pour les 4 années de référence

Mois	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06
<i>Lethrinus miniatus</i>	144	565	826	6377	7700	3156	3049	2979	3629	127	2913	952
<i>Lutjanus gibbus</i>	93	56	128	1510	4591	6332	1502	1793	534	108	93	320
<i>Caranx melampygus</i>	108	603	705	2705	4387	3112	2117	943	337	341	744	712
<i>Selar crumenophthalmus</i>	338	3264	1599	2245	787	1116	436	320	790	22	1460	1017
<i>Epinephelus microdon</i>	263	9	0	2	0	16	629	3998	5877	1037	357	506
<i>Lutjanus fulvus</i>	110	1030	496	2040	1625	2611	895	596	1218	9	336	1042
<i>Naso brevirostris</i>	50	222	244	1444	2665	1784	1437	1006	598	251	208	227
<i>Mulloidichtys sp.</i>	170	280	874	1156	1182	1201	741	681	441	262	820	823
<i>Albula vulpes</i>	52	0	0	0	77	2308	1913	569	730	1	910	56
<i>Upeneus vittatus</i>	0	1770	1243	765	470	0	114	0	0	0	0	43
<i>Sphyræna forsteri</i>	93	494	237	184	461	310	550	377	223	91	107	303
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	11	35	65	172	131	230	159	981	196	18	200	369
<i>Myripristis sp.</i>	62	157	64	358	505	231	283	119	42	21	148	274
<i>Decapterus pinnulatus</i>	37	113	52	0	0	22	0	382	30	199	570	240
Divers	473	985	1507	2143	1843	1044	1705	1578	660	1898	2368	3637
Total	2007	9584	8043	21079	27119	23476	15531	16325	15304	4382	11236	11031

22

22
par bien
clair

Le mois le moins productif est juillet et le plus productif novembre avec respectivement 2 tonnes et 27 tonnes capturées en moyenne par an, soit une variation de 1 à 13. Un deuxième mois est particulièrement peu favorable à la capture : avril. Il existe une véritable saison de forte production : octobre, novembre et décembre. En janvier, février et mars les captures se maintiennent à un bon niveau avec un peu plus de 15 tonnes/mois. Mai, juin, août et septembre sont moins favorables. Autour des positions moyennes des saisons de pêche, il y a des variations importantes au cours des années de référence. Par exemple en 1983-1984 la bonne saison est un peu décalée vers les mois de décembre et janvier, alors qu'en 1984-1985 c'est plutôt le mois d'octobre qui est le meilleur. La mauvaise saison est par contre toujours beaucoup mieux localisée dans le temps au cours des années. Il existe encore des variations plus fines liées essentiellement au cycle lunaire. Ces variations ont déjà été montrées entre autres par MORIZE (1984) et CAILLART (1988). Cela n'était pas passé inaperçu non plus des tahitiens qui ont traduit leurs observations sur le fameux calendrier que nous redonnons ici dans le tableau 13.

à démembrer
 Jophane

1-3 - Les variations par parc et pose du filet

bon oui!

Comme le principe même des pièges le laisse présager, les captures sont fonction de leur forme, de leur position et de leur dimension. Les variations sont aussi bien qualitatives que quantitatives, dues essentiellement au comportement migratoire des espèces.

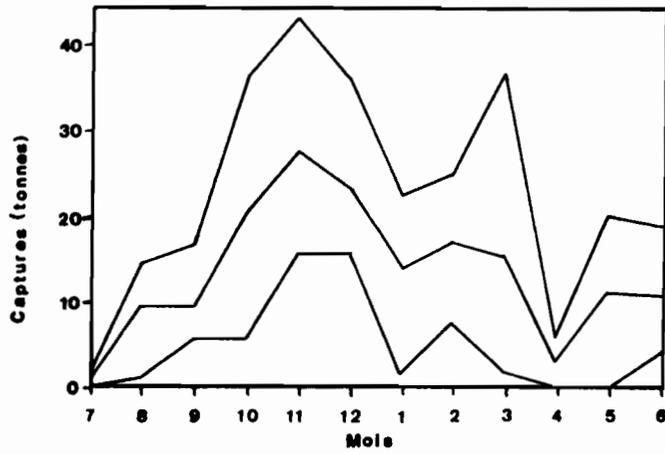
style

De plus la pose du filet en travers de la passe augmente momentanément l'effort de pêche de façon notable. CAILLART (1988) a bien étudié ces variations ainsi que celles dues à la pose du filet. Les principaux résultats seront rappelés ici.

comme moi-même
 primum plus
 ditaili, plus
 de quel manière
 amalyou

- Les espèces les plus pélagiques sont capturées de préférence par le parc n°1 qui est situé dans la partie la plus profonde de la passe. Ce sont notamment *Lethrinus miniatus*, *Lutjanus gibbus* et *Caranx melampygus*. On y trouve aussi une espèce démersale *Epinephelus microdon*. Au niveau quantité le piège n°1 est également le piège le plus productif, ceci étant dû autant à ses dimensions importantes et à sa forme qu'à l'importance des espèces capturées. Les prises de *Lutjanus fulvus* sont surtout réalisées par le piège n°2 et celles des espèces de la famille des Mullidae par les pièges 3 et 4.

- Les captures des parcs n°1 et 2 sont fortement augmentées par la pose du filet. Les espèces capturées sont alors essentiellement *Lethrinus miniatus*, *Lutjanus gibbus* et *Lutjanus fulvus*.



legende

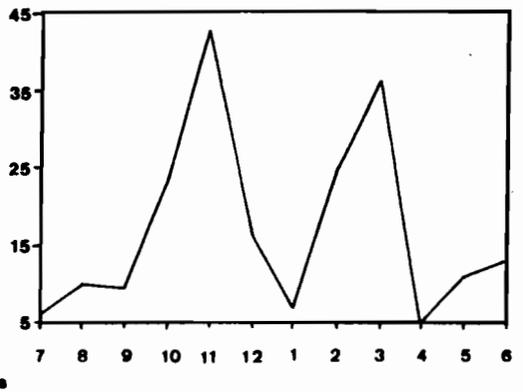
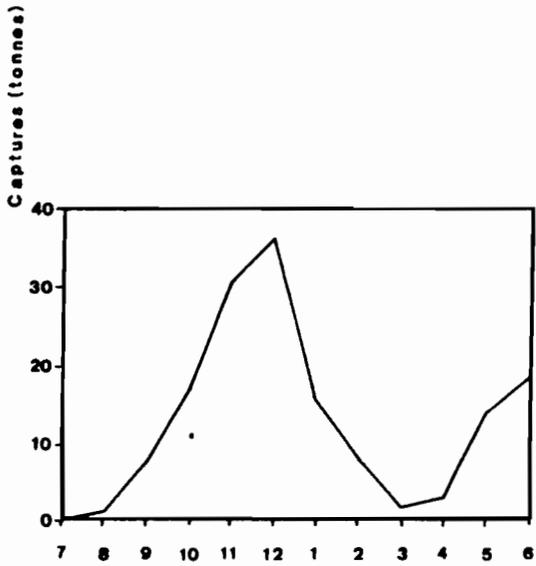
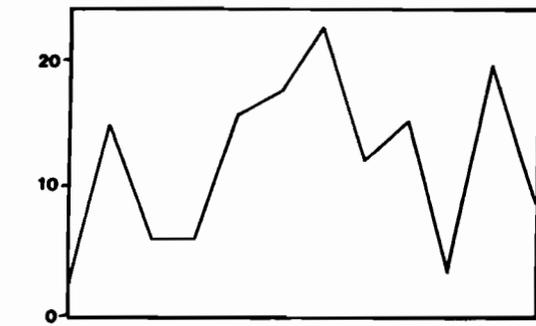


Figure 22 : Captures totales en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

d) année 1985 à 1986

e) année 1986 à 1987

ou a b.c.

Tableau 13 : Calendrier tahitien

*uniquement
pêche lorsque
peut un moment es poissonner*

Jour lunaire	Nom des nuits	Explications
1 Nouvelle lune	Tireo	Nouvelle lune
2	Hirohiti	Lune dévoilée, poisson également
3	Hoata	Lune souriante, poissonneux
4	Hamiama	la lune grandit, poissonneux
5	Erotomiama	Lalune grandit par dedans, poissonneux, langouste
6	Efaaotihamiama	Les deux cornes sont au diamètre, poissonneux
7 Premier quartier	Oreoretahi	1 ^{er} quartier, pas de poisson
8	Efaaotioreore	Nuit de vent du nord, pas de poisson
9	Tamatea	Lune éclairant, poisson au couchant
10	Huna	Le poisson reste invisible
11	Rapu	Ponte à certaines époques, pas de poisson
12	Maharu	Nuit non poissonneuse
13	Hua	Nuit de frai, poissonneux
14 Pleine lune	Maitu	Pleine lune, les femelles fuient
15	Hotu	Excellente nuit pour planter, poissonneux
16	Marai	Ombre comprimante, pas de poisson
17	Turu	Poissons et crabes voisinent
18	Raauhoe	Nuit courte, les revenants rôdent
19	Raauoto	Les semences germent, pas de poisson
20	Raaufaaoti	Les germes sortent de terre, pas de poisson
21 Dernier quartier	Oreoretahipiti	Dernier quartier, nuit sans poisson
22	Erotooreore	Le poisson remonte des profondeurs
23	Efaatiorepiti	Nuit extrêmement poissonneuse
24	Etahitaaroa	Nuit divine et sacrée, pas de poisson
25	Erotaaroa	Pensée spéciale au dieu Taaroa, poissonneux
26	Ehaaotitaaroa	Pensée fuyant Taaroa, pas de poisson
27	Tane	Nuit fructueuse en plein de chose, poissonneux
28	Roonui	Nuit cassée (jusqu'au lendemain, poissonneux

À qui aurait été intéressant d'élaborer un tableau et une analyse des compositions des prises annuelles par rang.

2 - La production des principales espèces

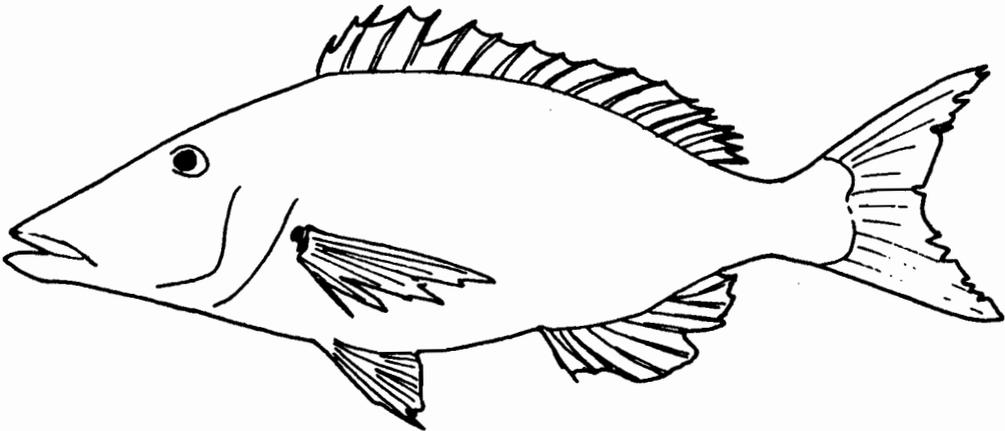
Beaucoup d'espèces rentrent en si faible quantité dans la production qu'elles ne sont pas toujours mentionnées dans les statistiques, sinon sous la rubrique "assortis". Sur les 51 espèces rencontrées régulièrement dans les captures, seules quatorze y entrent de façon significative, à savoir, dans l'ordre d'importance de la production cumulée sur les années 1983/1984 à 1986/1987 (tableau 11) : *Lethrinus miniatus*, *Lutjanus gibbus*, *Caranx melampygus*, *Selar crumenophthalmus*, *Epinephelus microdon*, *Lutjanus fulvus*, *Naso brevirostris*, *Mulloidichthys spp.*, *Albula vulpes*, *Upeneus vittatus*, *Sphyraena forsteri*, *Acanthurus xanthopterus*, *Myripristis spp.* et *Decapterus pinnulatus*. C'est la production de ces espèces qui est étudiée ici, dans leur ordre d'importance établi sur les quatre années. Cet ordre n'est pas régulier d'une année à l'autre. C'est ainsi que, en importance, *Lethrinus miniatus* va de la première place en 1983/84, 1984/85 et 1986/87 à la cinquième place en 1985/86. Ces places vont respectivement de 1 à 8, 2 à 7, 2 à 7, 3 à 6, 2 à 14 et de 3 à 10 pour *Lutjanus gibbus*, *Selar crumenophthalmus*, *Caranx melampygus*, *Lutjanus fulvus*, *Epinephelus microdon* et *Naso brevirostris*. L'importance des autres espèces varie dans des proportions moindres, comme *Sphyraena forsteri*, de la 9^{ème} à la 11^{ème} place.

proportion totale ?

2-1 - *Lethrinus miniatus* (figure 23)

C'est la principale espèce rencontrée dans les captures avec, pendant les années étudiées, une production moyenne annuelle de 32,5 tonnes, oscillant de 14 tonnes en 1985-1986 à 51 tonnes en 1986-1987. D'une année à l'autre les variations sont donc fortes. Nous l'avons vu, c'est l'espèce la plus pélagique qui est capturée en grosse quantité par le parc n°1. C'est aussi l'espèce cible, par excellence, de la pose du filet.

style



figures pour l'année à part
 en clair

Cela ne correspond
 pas au total

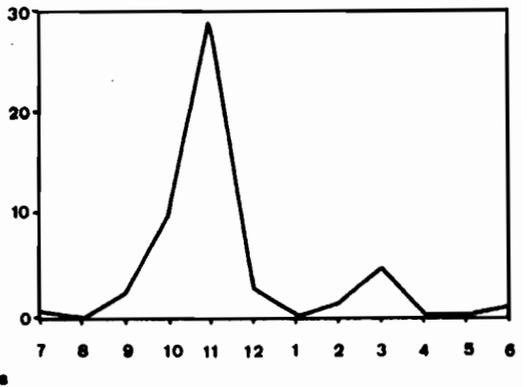
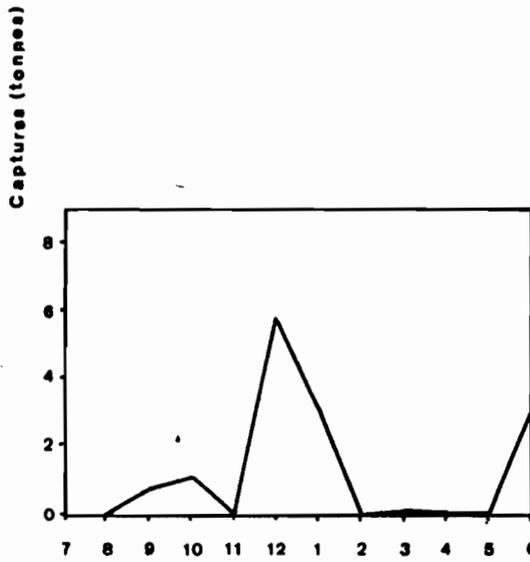
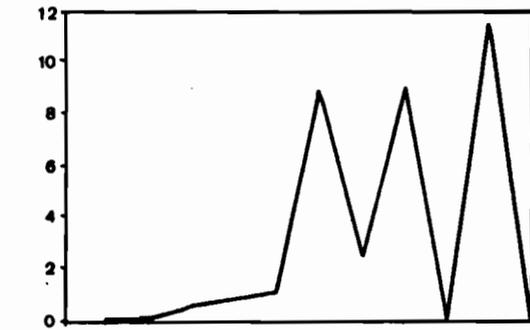
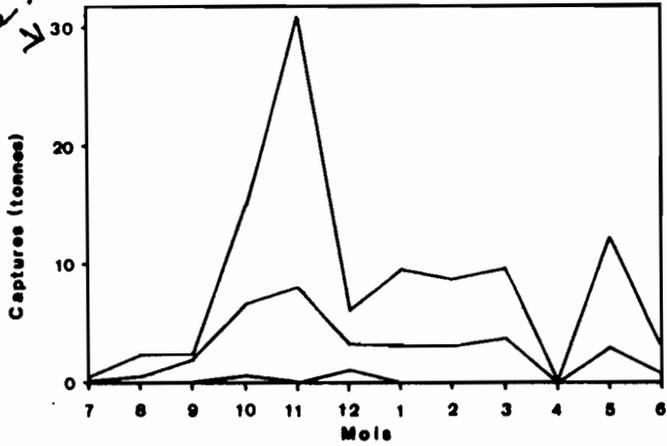


Figure 23 : Captures de *Lethrinus miniatus* en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

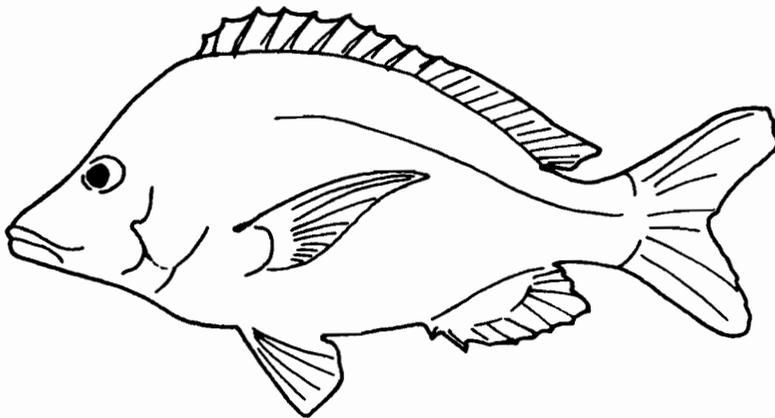
d) année 1985 à 1986

e) année 1986 à 1987

La production cumulée mensuelle, entre juillet 1983 et juin 1987, est donnée dans le tableau 12. Les remarques faites lors de l'étude de la production totale sont très bien adaptées à la production de cette espèce. Une saison de forte production est marquée aux mois d'octobre et novembre avec respectivement en moyenne 6,4 tonnes et 7,7 tonnes alors que les mois de avril et juillet sont très peu productifs avec moins de 0,2 tonne capturée. La variation autour de la production moyenne est très forte pour les mois les plus productifs alors qu'elle est quasi inexistante en avril et juillet. Après le creux de production en avril, il existe parfois une deuxième saison de production relativement forte en mai et juin. De décembre à mars la production est stabilisée en moyenne entre 2,5 et 3,7 tonnes. Cette physionomie générale de l'évolution de la production au cours d'une année n'est pas constante. Certaines années, comme en 1983-1984 ou 1985-1986, la bonne saison de production est décalée vers l'été austral. Novembre reste alors un mois de faible production. En 1984-1985 par contre la saison commence beaucoup plus tôt et c'est au mois d'octobre qu'elle atteint son maximum. De façon générale le suivi mensuel par année montre qu'il y a en fait deux saisons de production, la première, plus importante, au printemps austral, la deuxième en fin d'été ou à l'automne austral.

2-2 - *Lutjanus gibbus* (figure 24)

Avec une production moyenne sur quatre ans de 17,1 tonnes, *Lutjanus gibbus* est par ordre d'importance quantitative la seconde espèce. Des années 1983-1984 à 1986-1987 les captures annuelles ont varié dans un rapport de 1 à 3 (8,2 tonnes en 1983-1984 et 24,4 tonnes en 1985-1986). Comme *Lethrinus miniatus* cette espèce est surtout capturée par le parc n°1 et la pose du filet permet d'en augmenter momentanément les captures. Pour l'attirer dans les pièges, on place parfois à l'entrée du "aua" des poissons de l'espèce *Decapterus pinnulatus* qui, placés dans des sacs de grillage, servent d'appât.



Variations de la production de pêche due de l'effort.
 Variations d'abondance. l'effort est-il de même tous les ans
 tous les mois ?

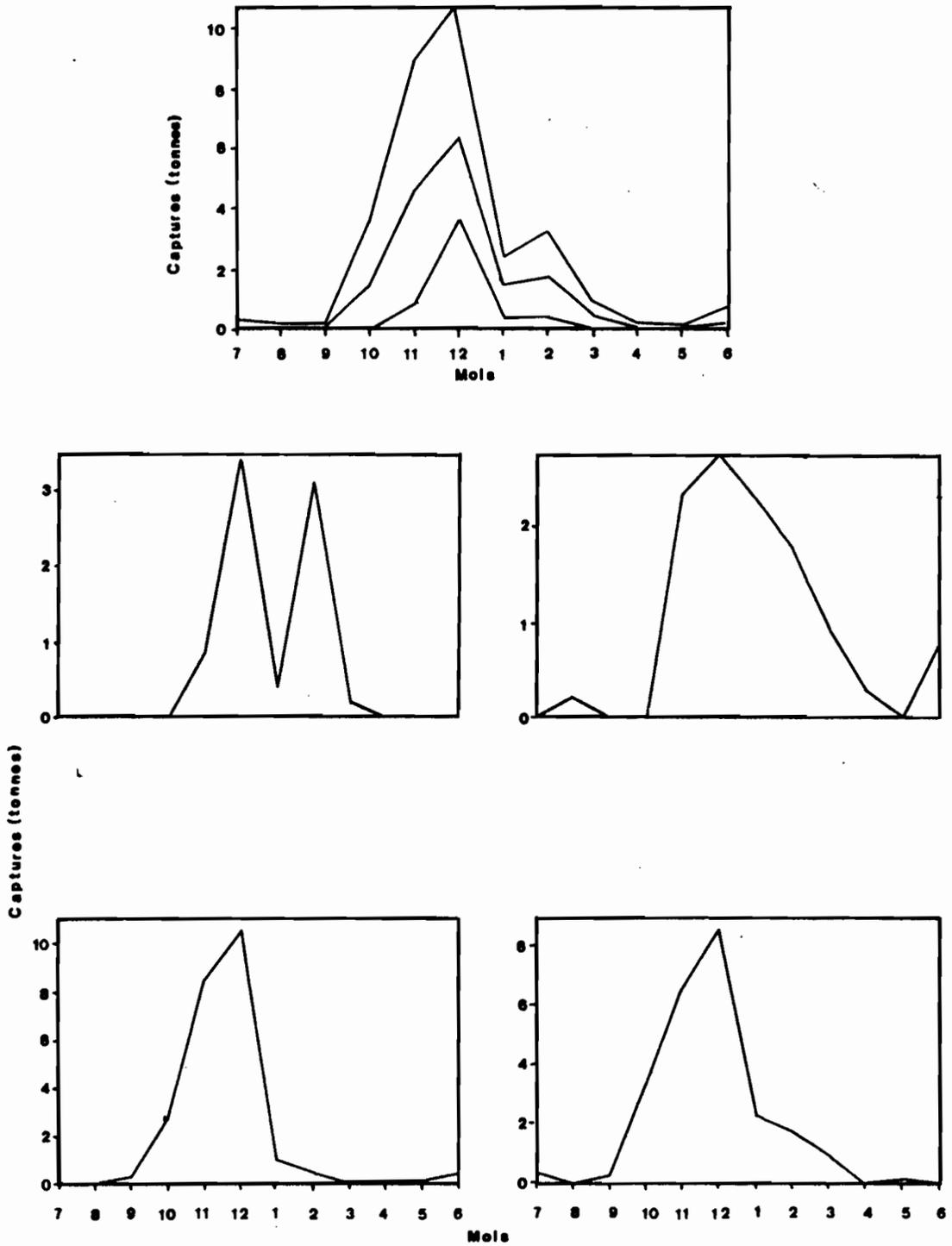


Figure 24 : Captures de *Lutjanus gibbus* en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

d) année 1985 à 1986

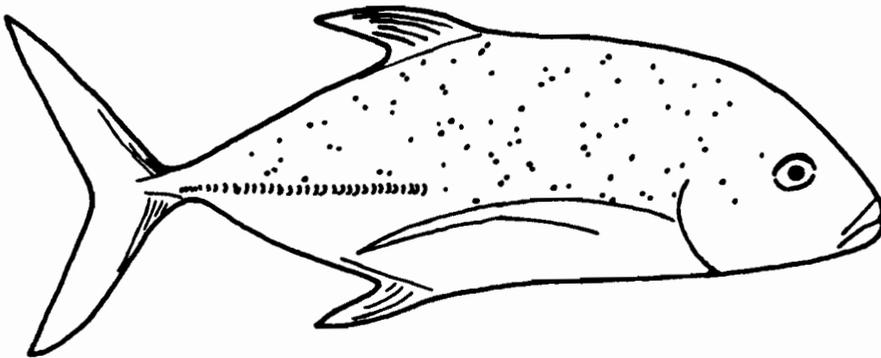
e) année 1986 à 1987

Le tableau 12 et la figure 25 montrent que, en moyenne, la bonne saison pour capturer cette espèce est décalée d'environ un mois par rapport à *Lethrinus miniatus*. Quelle que soit l'année considérée le maximum de production mensuelle est toujours centré sur le mois de décembre dont la prise moyenne est de 6,3 tonnes. On peut quand même déceler une légère variation de l'étalement de la saison. En 1983-1984 et 1984-1985 par exemple les captures mensuelles dépassent 1 tonne pendant respectivement quatre et deux mois. L'écart entre la production mensuelle maximum et minimum évolue dans le même sens que la production moyenne, ce qui signifie que plus le mois est favorable, en moyenne, à la pêche et plus les prises sont variables d'une année à l'autre. En plus du décalage par rapport à *Lethrinus miniatus* la courbe représentant l'évolution des captures mensuelles ne suit pas la même évolution. Par exemple il n'y a toujours qu'une seule saison de production. En dehors de celle-ci la production diminue rapidement en janvier, se maintient quelque peu en février et est pratiquement nulle en juillet et août en tombant aux environs de 0,1 tonne.

2-3 - *Caranx melampygus* (figure 25)

De même importance, en moyenne dans les captures, que *Lutjanus gibbus*, avec une production annuelle moyenne de 16,8 tonnes, cette espèce est capturée dans tous les parcs. Les prises annuelles varient de 10,2 tonnes en 1985-1986 à 24,4 tonnes en 1983-1984 (moyenne=16,8 tonnes et écart type=6,2).

⤵ pourquoi pour cette espèce ?



La courbe de l'évolution de la production mensuelle moyenne montre que cette espèce peut être capturée toute l'année mais surtout du milieu du printemps austral (4,4 tonnes en novembre) jusqu'au début de l'été (2,1 tonnes en janvier) et pendant une seconde petite saison en mai et juin avec des prises de l'ordre de 0,5 tonne/mois. Suivant les années la saison est très courte (1984-1985) ou prolongée (1986-1987).

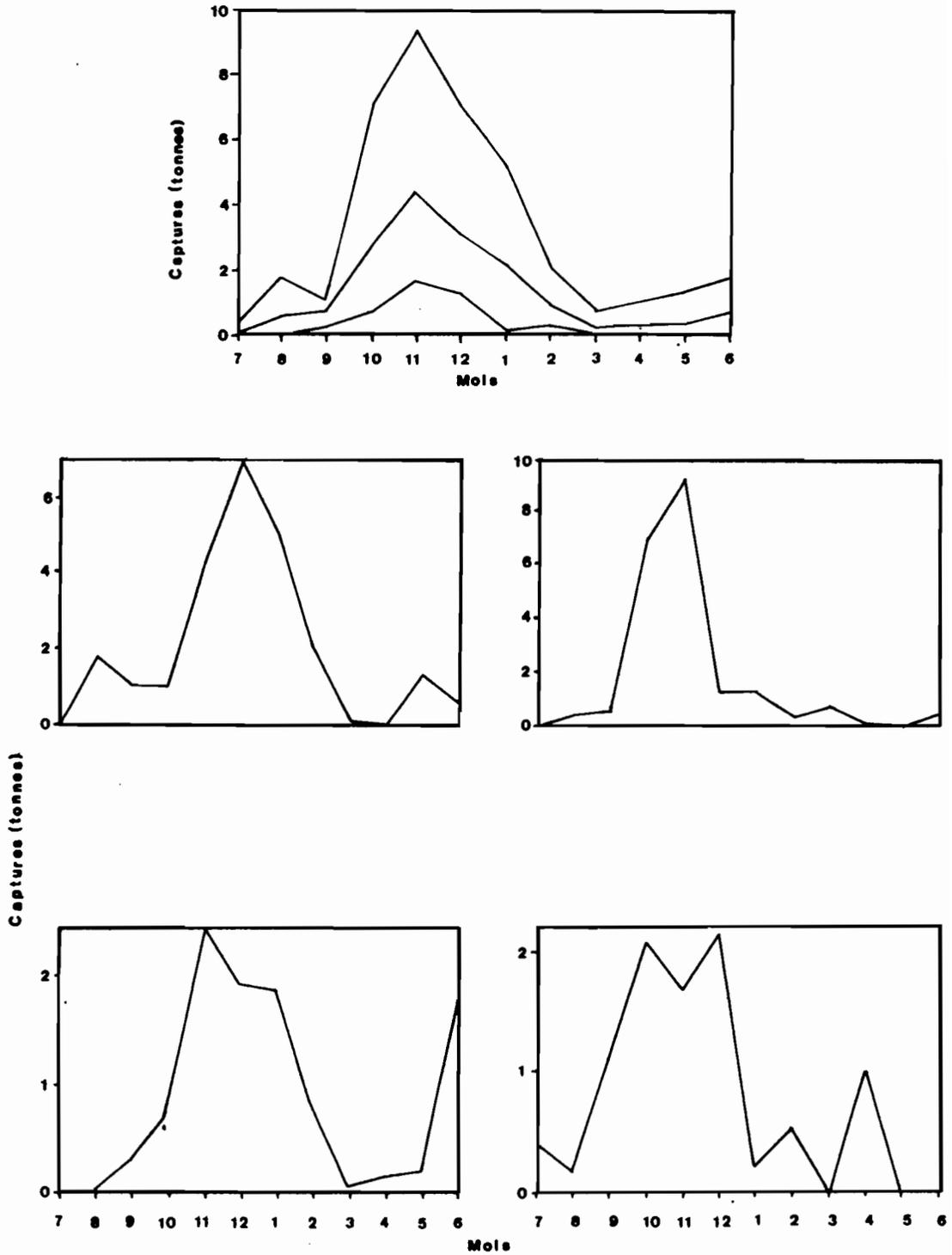


Figure 25 : Captures de *Caranx melampygus* en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

d) année 1985 à 1986

e) année 1986 à 1987

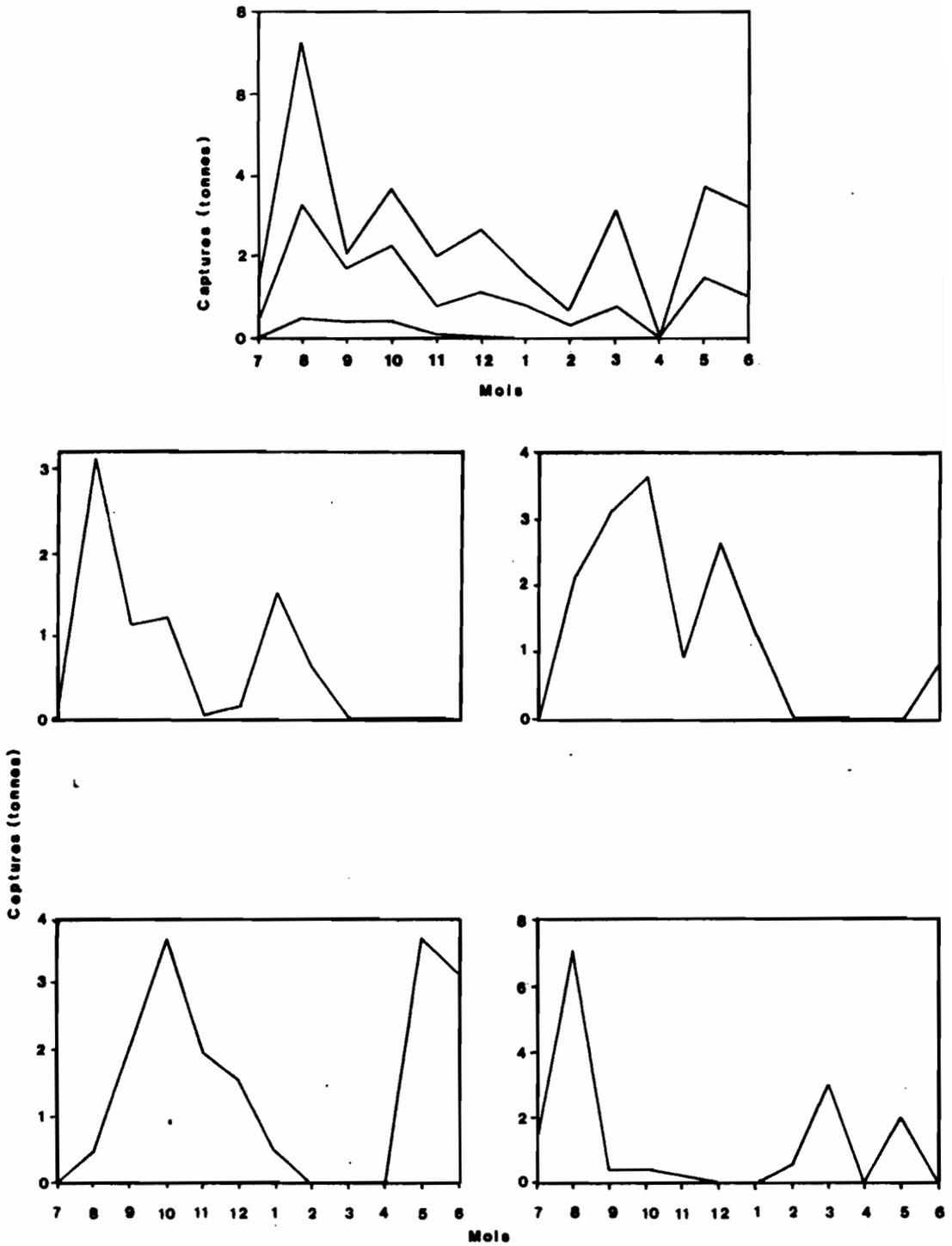


Figure 26 : Captures de *Selar crumenoptalmus* en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

d) année 1985 à 1986

e) année 1986 à 1987

En mars et avril les prises tombent à 0,2 tonne/mois. Ce schéma général de l'évolution annuelle des captures se retrouve bien d'une année à l'autre. Au mois de juin de l'année 1985-1986 cependant la production a été particulièrement forte et a presque atteint celle de décembre. Par contre d'une année à l'autre les fluctuations des productions mensuelles maxima sont fortes. Ainsi en 1984-1985 le meilleur mois la capture est d'environ 9 tonnes et en 1986-1987 d'à peine 2,2 tonnes.

2-4 - *Selar crumenophthalmus* (figure 26)

55,7 tonnes ont été commercialisées des années 1983-1984 à 1986-1987. La production annuelle, de l'ordre de 15 tonnes, varie peu d'une année à l'autre sauf en 1983-1984 où elle tombe à 8,3 tonnes.

Contrairement aux autres espèces dont la production a été étudiée jusqu'à présent, c'est, en moyenne, le mois d'août le plus productif avec une capture d'environ 3,2 tonnes (tableau 12). L'évolution des prises moyennes montre deux saisons favorables. La première débute en août où les prises sont maxima et diminuent ensuite doucement jusqu'en avril. La seconde se situe en mai et juin mais n'atteint jamais l'intensité de la première. Quand on regarde l'évolution de la production mensuelle, année après année, les deux saisons apparaissent bien mais souvent décalées par rapport à la position moyenne signalée plus haut. La production mensuelle la plus forte est d'environ 7 tonnes en août 1986 alors que les productions mensuelles maxima restent voisines de 3,5 tonnes les autres années. Chaque année étudiée dans ce travail il existe au moins deux mois successifs pendant lesquels la production est nulle.

2-5 - *Epinephelus microdon* (figure 27)



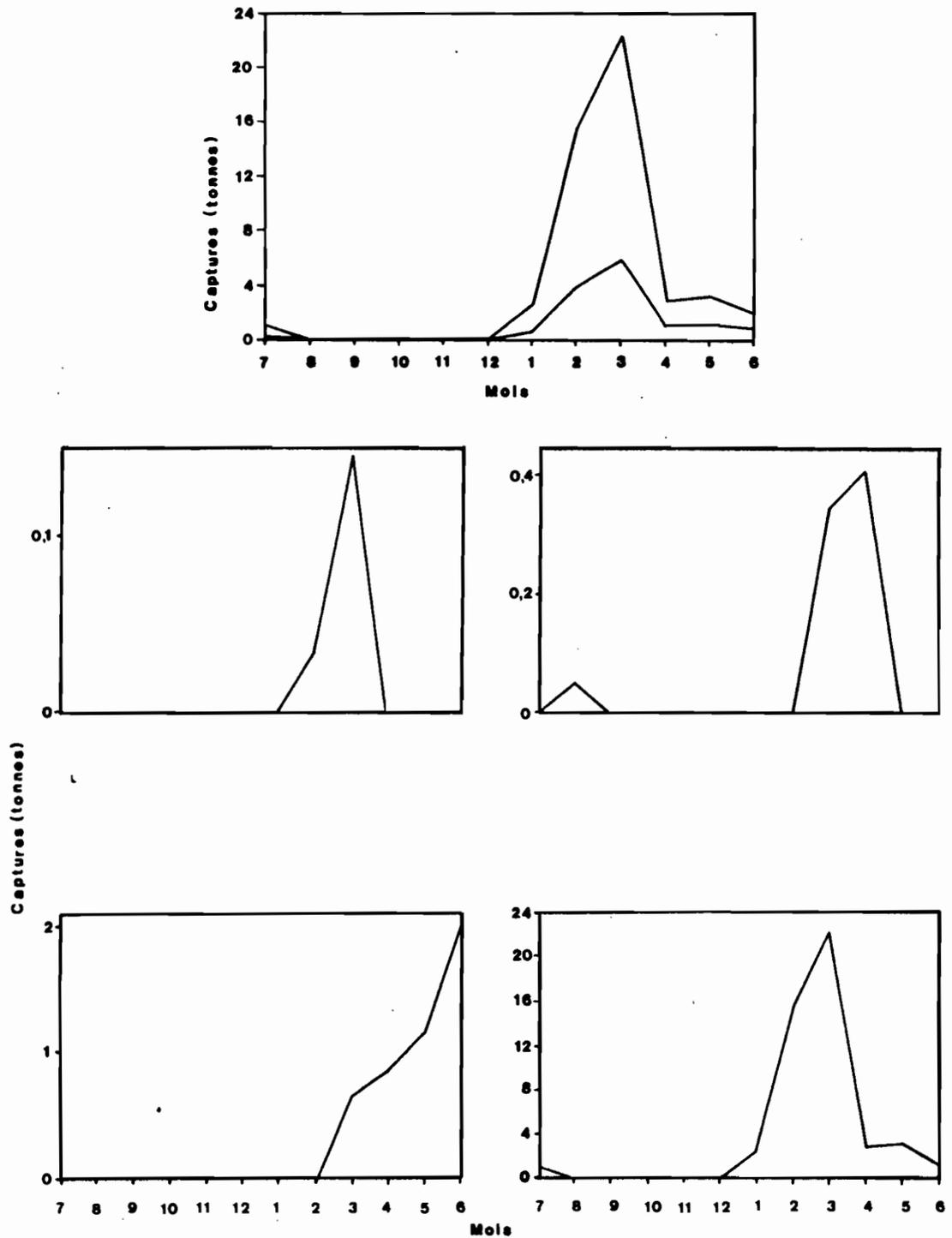


Figure 27 : Captures de *Epinephelus microdon* en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

d) année 1985 à 1986

e) année 1986 à 1987

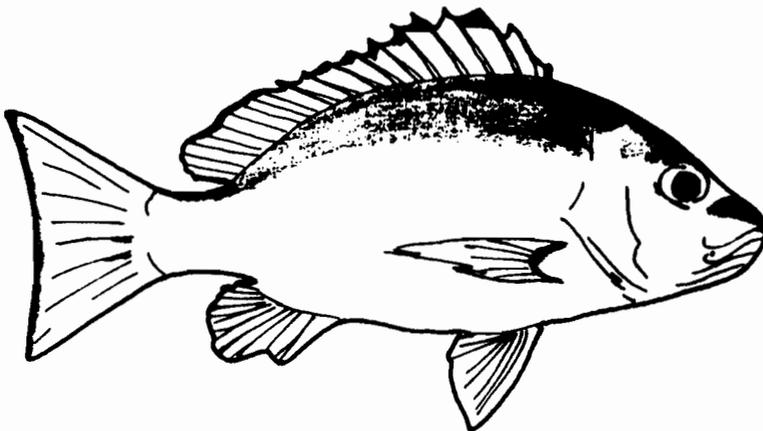
Pour cette espèce, les variations annuelles de la production sont très marquées. On passe en effet à des captures de 0,2 tonne en 1983-1984 à 48,9 tonnes en 1986-1987 (moyenne = 13,8 tonnes, écart type = 24). Cette dernière année était une année si exceptionnelle, en ce qui concerne cette espèce, que les pêcheurs eux-même n'avaient pas vu autant de poissons depuis plus de dix ans.

La saison de production, de janvier à juillet, apparaît nettement sur la courbe donnant l'évolution mensuelle moyenne des captures. En dehors de cette saison l'espèce disparaît presque complètement des prises. Mars est le mois durant lequel les prises sont les plus fortes avec environ 42% de la production moyenne totale (5,8 tonnes, écart type = 11). En 1985-1986 la saison a été décalée vers l'hiver avec un maximum de production en juin. La production mensuelle atteint son maximum en mars 1987 avec 22 tonnes. C'est la CPUE la plus forte toutes espèces confondues. Dans l'ordre d'importance quantitative les prises mensuelles maxima suivantes sont de 2 tonnes et 0,4 tonne respectivement en juin 1986 et avril 1985.

2-6 - *Lutjanus fulvus* (figure 28)

12 tonnes de *Lutjanus fulvus* ont été capturées en moyenne par année sur la période 1983-1984 à 1986-1987. L'année de plus faible production est 1986-1987 avec 7,7 tonnes alors que 18,4 tonnes ont été capturées en 1984-1985. Cette espèce est prise principalement par le piège n°2. Lorsque le filet est placé en travers de la passe comme l'explique MORIZE (1985), c'est l'une des espèces qui est capturée en priorité. En période de reproduction elle se rassemble en effet en bancs importants dans la partie située juste au sud de la passe appelée "aquarium" et c'est à ce moment là que le filet est utilisé.

CAL 9
à l'heure



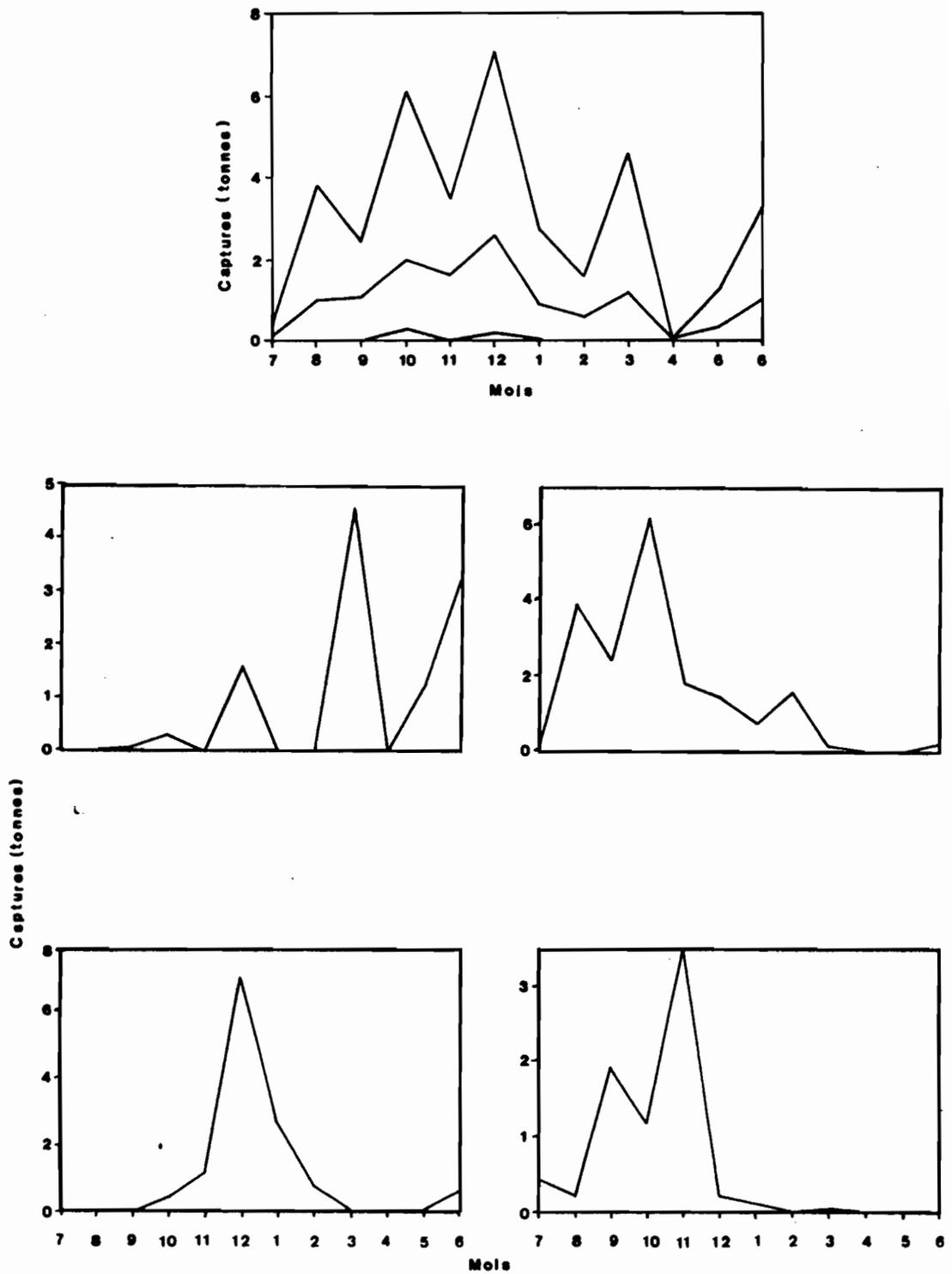


Figure 28 : Captures de *Lutjanus fulvus* en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

d) année 1985 à 1986

e) année 1986 à 1987

Elle migre ensuite dans la passe à la renverse du courant quand celui-ci commence à rentrer. Les captures peuvent alors être très importantes. Ainsi en une seule nuit il en a été capturé plus de 6 tonnes.

Le printemps austral jusqu'au début de l'été est la meilleure saison de capture mais on retrouve cette espèce en petite quantité dans les pièges presque toute l'année. Suivant les années il existe des variations non négligeables comme le montre l'écart entre les courbes représentant les valeurs extrêmes. Ainsi les meilleurs mois peuvent être octobre (saison 1984-1985) ou décembre (1985-1986) ou encore mars (1983-1984). En 1983-1984 il y a un net décalage de la meilleure saison de plusieurs mois et c'est l'automne la bonne saison. Quelle que soit l'année les captures en avril sont insignifiantes.

2-7 - *Naso brevirostris* (figure 29)

Sur les quatre années étudiées, deux années la production a atteint 15 tonnes alors que les deux autres elle est restée en dessous de 3,1 tonnes. La bonne saison dure de octobre à février environ et le meilleur mois pour la pêche est novembre. Après février la production baisse assez fortement. CAILLART (1988) a étudié en détail la production de cette espèce.

2-8 - *Mulloidichthys spp.* (figure 30)

A part l'année de pêche 1986-1987 la production annuelle de cette espèce ne subit pas de grosses variations. La moyenne annuelle est de 8,6 tonnes avec des extrêmes de 11,1 tonnes et 5,4 tonnes respectivement en 1985-1986 et 1986-1987.

Les variations saisonnières, notées sur l'évolution moyenne annuelle des captures sont encore bien marquées. De façon générale cette espèce peut être présente toute l'année dans les captures. On peut cependant mettre en évidence une saison de production optimale entre octobre et décembre d'une part (environ 1,3 tonne) et entre mai et juin d'autre part (0,8 tonne) et une production minimale en mars et avril (0,3 tonne). Certaines années, comme en 1985-1986, ce schéma général de l'évolution de la production apparaît nettement alors qu'en 1983-1984 par exemple l'évolution de la production semble beaucoup plus désordonnée. L'écart entre la courbe représentant les captures mensuelles minima et maxima évolue à peu près dans le même sens que la capture moyenne. Les variations sont d'autant plus importantes que les captures moyennes mensuelles sont fortes. Par exemple en novembre la prise moyenne est de 1,2 tonne et varie de 0,5 à 3,7 tonnes. Tous les pièges peuvent capturer cette espèce mais surtout les pièges n^{os} 3 et 4. Lorsqu'elle rentre dans les pièges peu d'espèces l'accompagnent.

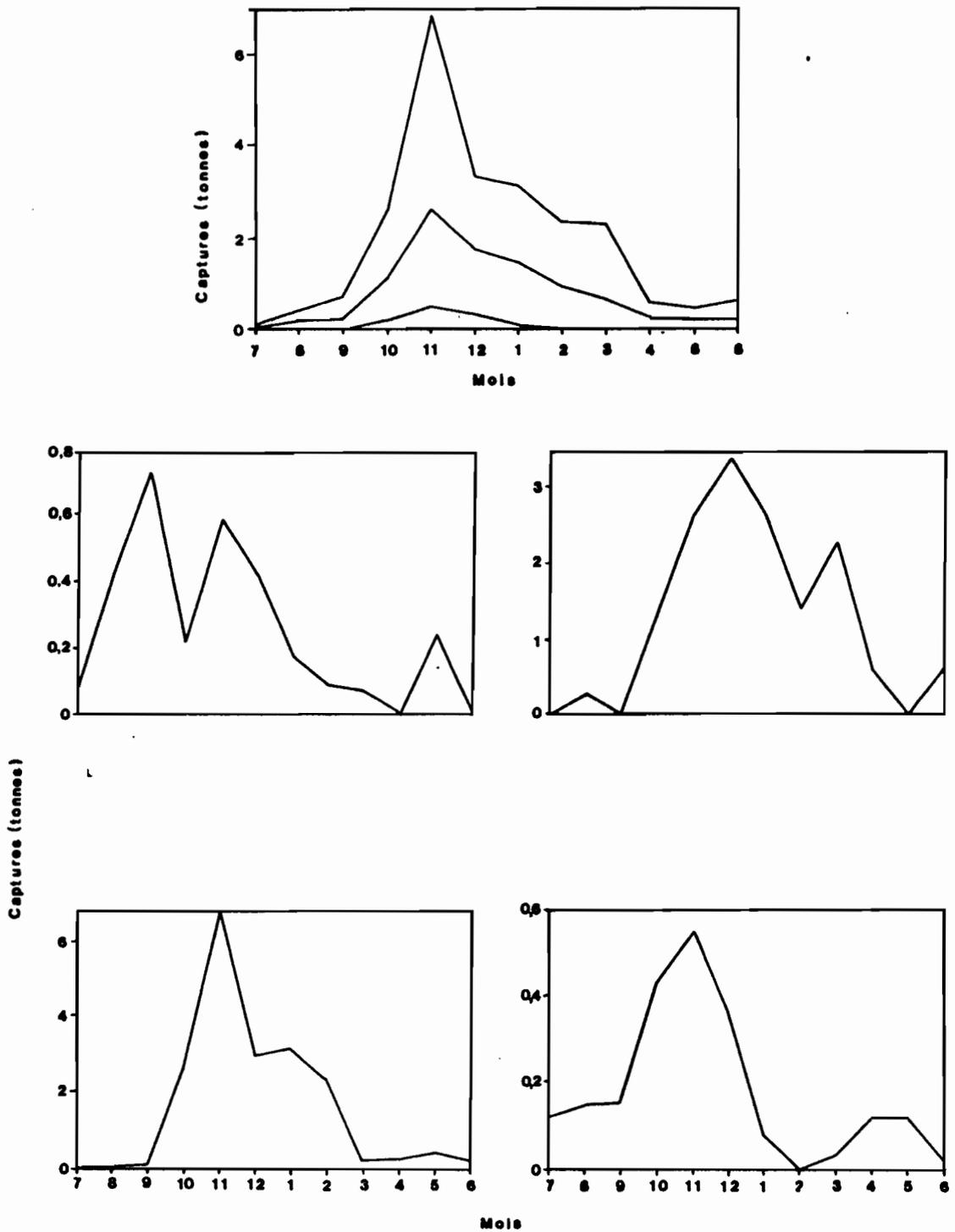


Figure 29 : Captures de *Naso brevirostris* en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

d) année 1985 à 1986

e) année 1986 à 1987

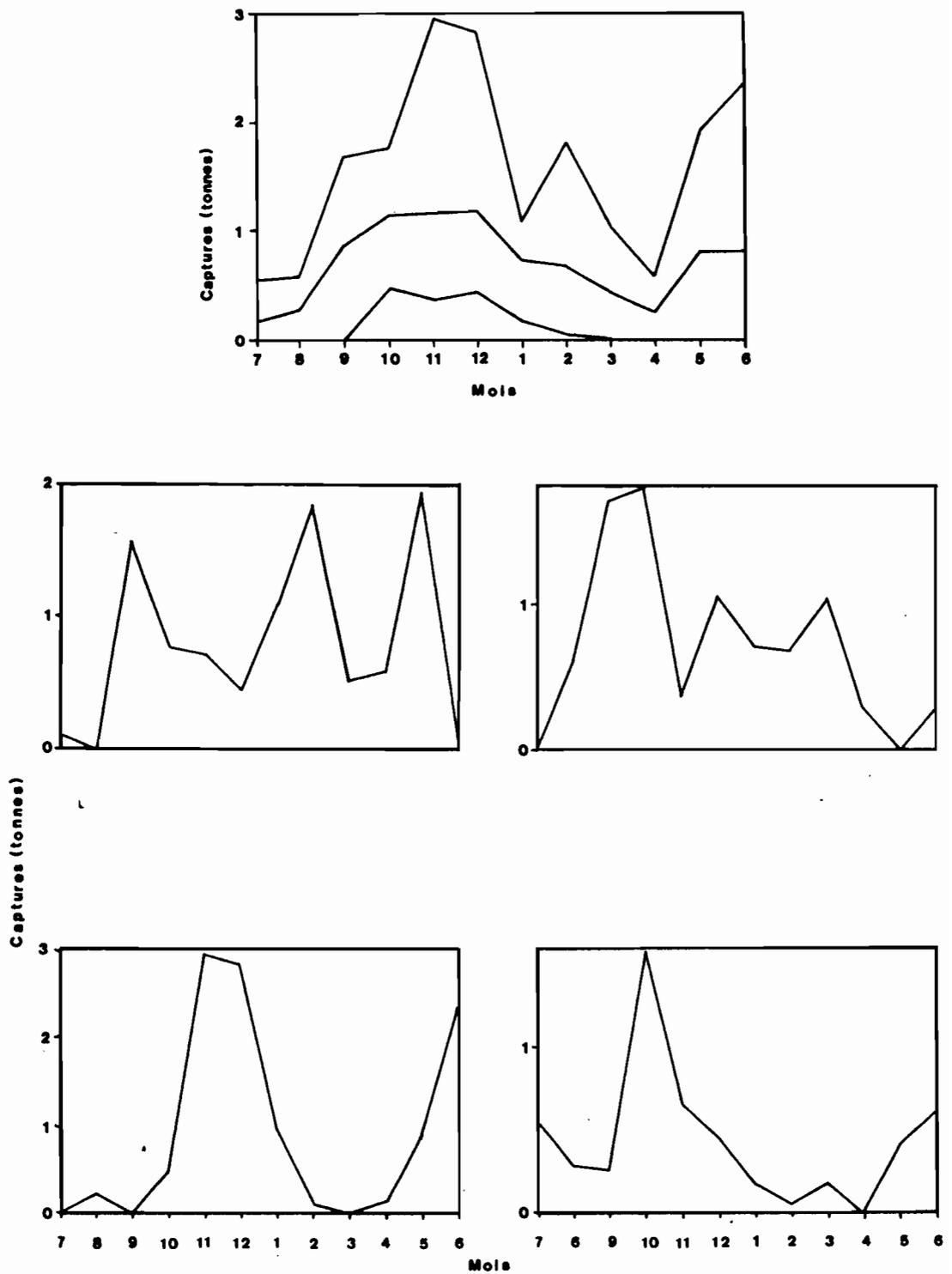


Figure 30 : Captures de *Mulloidichthys sp.* en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

d) année 1985 à 1986

e) année 1986 à 1987

2-9 - *Albula vulpes* (figure 31)

La moyenne des captures sur les quatre années étudiées est de 7,8 tonnes variant de 12,3 tonnes en 1983-1984 à 5,1 tonnes en 1986-1987.

Cette espèce n'est capturée que quelques mois dans l'année. L'évolution de la capture moyenne mensuelle montre une saison étalée de novembre à juillet avec un arrêt en avril. En fait, en prenant les années les unes après les autres, nous voyons que la saison est beaucoup plus courte qu'il ne paraît sur la moyenne. Elle ne dure en fait que quatre mois au maximum. Certaines années la saison de production est bien centrée sur le printemps ou l'été comme en 1983-1984 et 1984-1985. D'autres années elle est décalée vers l'automne comme en 1985-1986 ou en 1986-1987 où le maximum de capture a eu lieu respectivement en mai (3,6 tonnes) et en mars (2,8 tonnes). C'est en décembre 1984 que la production a été la plus forte avec environ 5,0 tonnes.

2-10 - *Upeneus vittatus* (figure 32)

A partir de cette espèce la production est beaucoup moins importante que celle des espèces précédentes. En effet la production moyenne n'est plus que de 4,4 tonnes sur les quatre années. Les variations d'une année à l'autre sont fortes. Ainsi la production passe de 0,9 tonne en 1984-1985 à 9,9 tonnes en 1983-1984. En moyenne, sur les quatre années étudiées, le mois le plus productif est août avec une capture de 1,8 tonne (maximum de 6,4 tonnes et minimum de 0 tonne). Ensuite la production moyenne chute doucement jusqu'au mois de novembre où elle s'annule jusqu'à la fin de l'année. La saison favorable à la production de cette espèce ne varie guère d'une année à l'autre, le maximum variant de août à septembre. C'est donc une espèce intéressante puisque la période des prises maxima correspond aux mois les moins productifs pour la plupart des autres espèces. Elle permet ainsi le maintien d'une certaine activité pendant l'hiver austral.

2-11 - *Sphyraena forsteri* (figure 33)

En moyenne les prises ne correspondent qu'à 2% de la production totale, avec 3,4 tonnes. L'évolution des captures moyennes mensuelles montre que cette espèce peut être présente toute l'année dans les pièges avec un maximum en janvier et un minimum en avril et mai. D'une année à l'autre les captures se font en dents de scie. Cela est surtout marqué durant l'année 1984-1985 où chaque mois favorable est suivi de deux mois très mauvais. Les variations interannuelles sont importantes et, sur les quatre années prises en compte, il ne se dessine pas véritablement de saison bien marquée favorable à la capture de cette espèce.

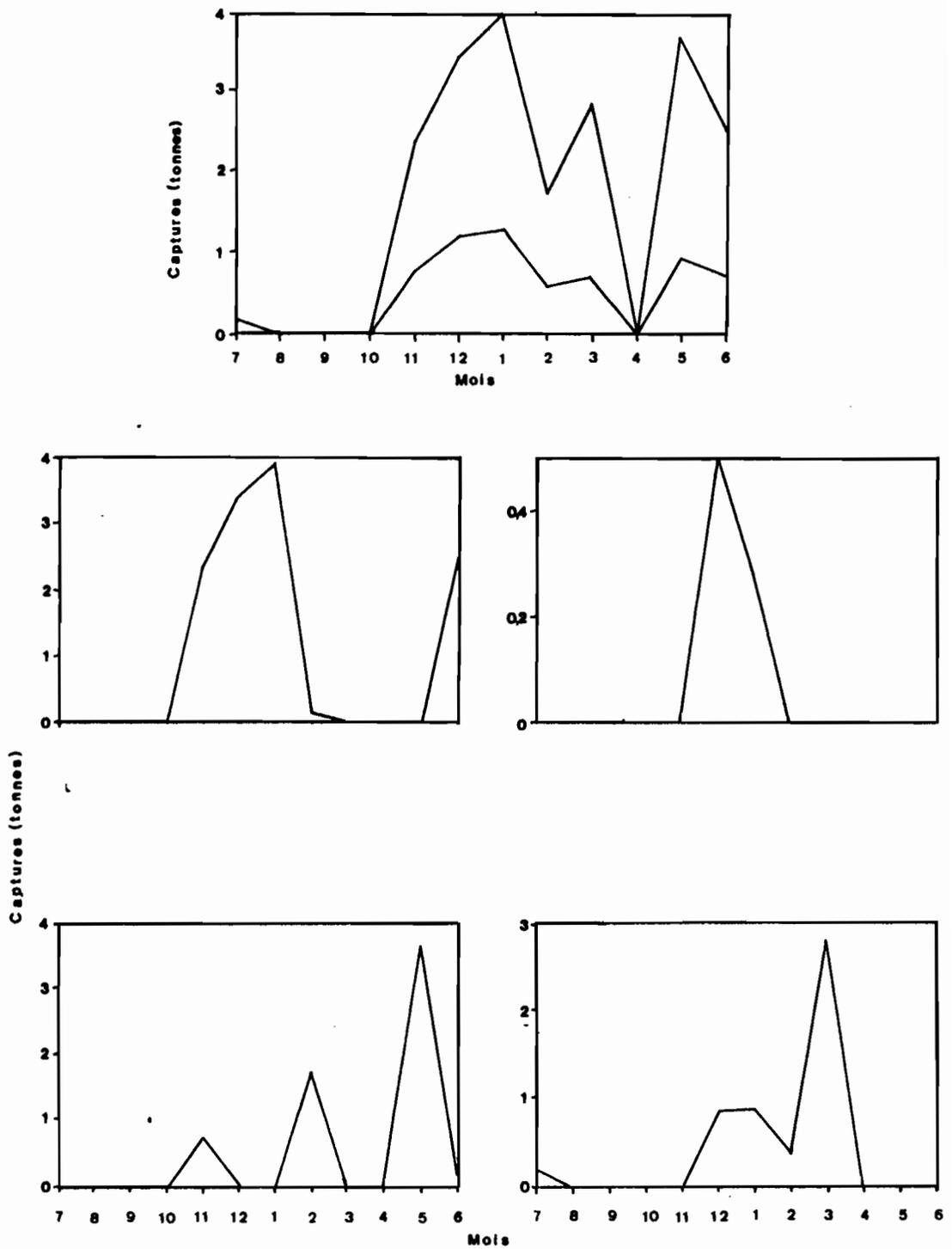


Figure 31 : Captures de *Albula vulpes* en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

d) année 1985 à 1986

e) année 1986 à 1987

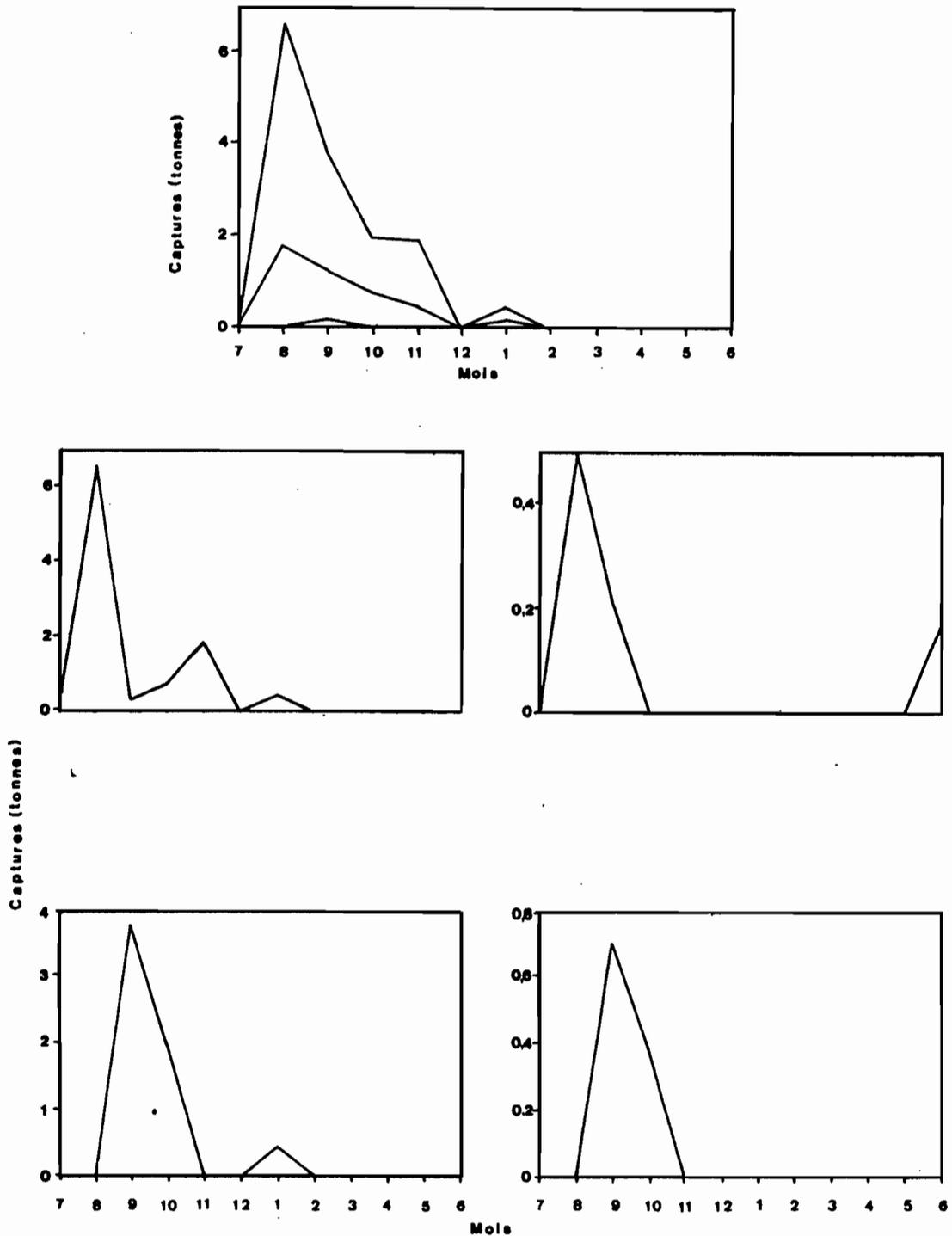


Figure 32 : Captures de *Upeneus vittatus* en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

d) année 1985 à 1986

e) année 1986 à 1987

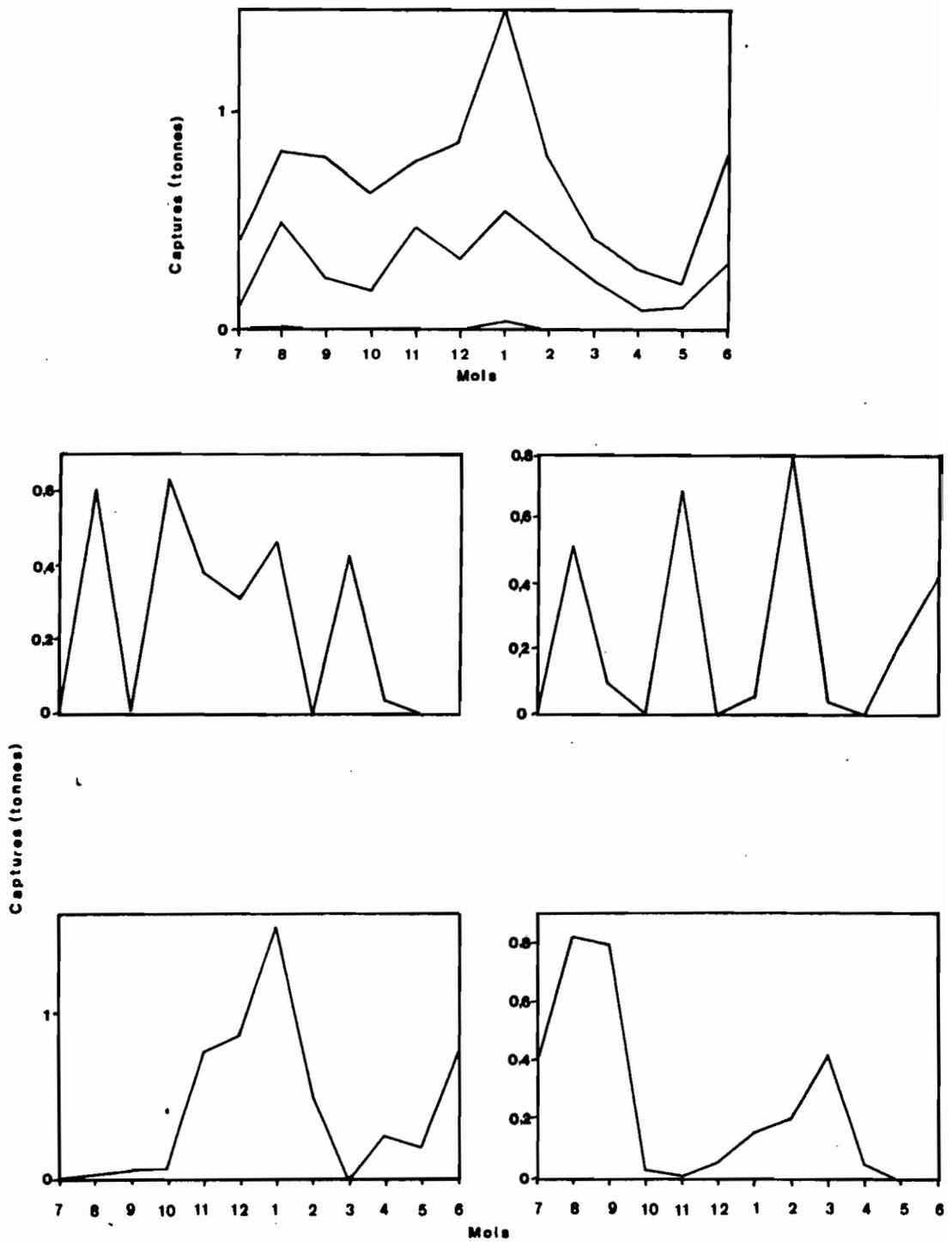


Figure 33 : Captures de *Sphyraena forsteri* en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

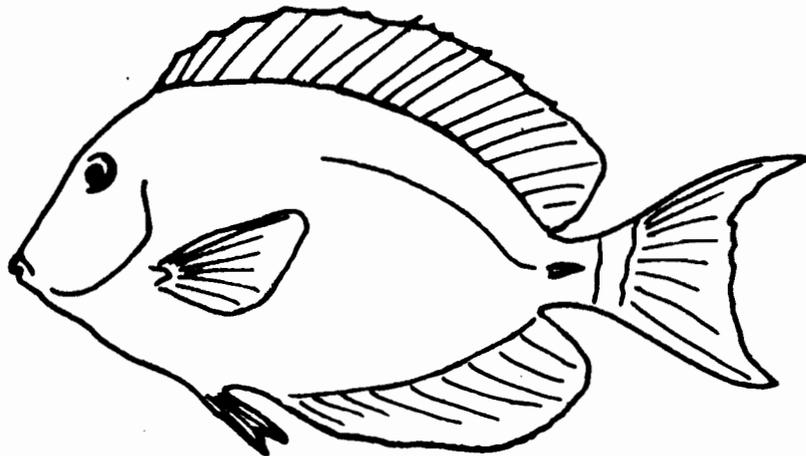
d) année 1985 à 1986

e) année 1986 à 1987

Sur toute la période étudiée le mois le plus productif est janvier 1986 avec environ 1,5 tonne. Quand cette espèce rentre dans les pièges c'est toujours sous forme de bancs importants.

2-12 - *Acanthurus xanthopterus* (figure 34)

La courbe retraçant les captures moyennes sur la période de 1983-1984 à 1986-1987 représente un pic de production en février avec environ 1 tonne (minimum de 0 tonne et maximum de 3,3 tonnes). Après ce pic un deuxième maximum, moins marqué, est visible en juin. D'une année à l'autre l'évolution des captures n'est pas la même. Sur nos années de référence, deux années (1984-1985 et 1986-1987), les prises maxima ont lieu en février et deux autres années (1983-1984 et 1985-1986) c'est en juin. Ces deux dernières années la production totale annuelle est très basse. Sauf en 1986-1987 il n'y a annuellement qu'une saison de production, courte en général mais l'espèce peut, comme en 1984-1985 et 1986-1987, rester présente pendant de nombreux mois dans les captures.



2-13 - *Myripristis spp.* (figure 35)

La prise moyenne annuelle des espèces du genre *Myripristis* est de 2,2 tonnes (écart type = 0,6). Les variations interannuelles sont faibles. Les maximum et minimum de production sont respectivement de 2,9 tonnes en 1985-1986 et 1,6 tonne en 1984-1985. Ces espèces sont retrouvées toute l'année dans les captures en plus ou moins grande quantité. En moyenne c'est le printemps qui est la meilleure saison mais, sur les quatre années étudiées, ce sont les mois de janvier 1984 et de juin 1986 qui ont été les plus productifs. L'évolution de la production est différente d'une année à l'autre .

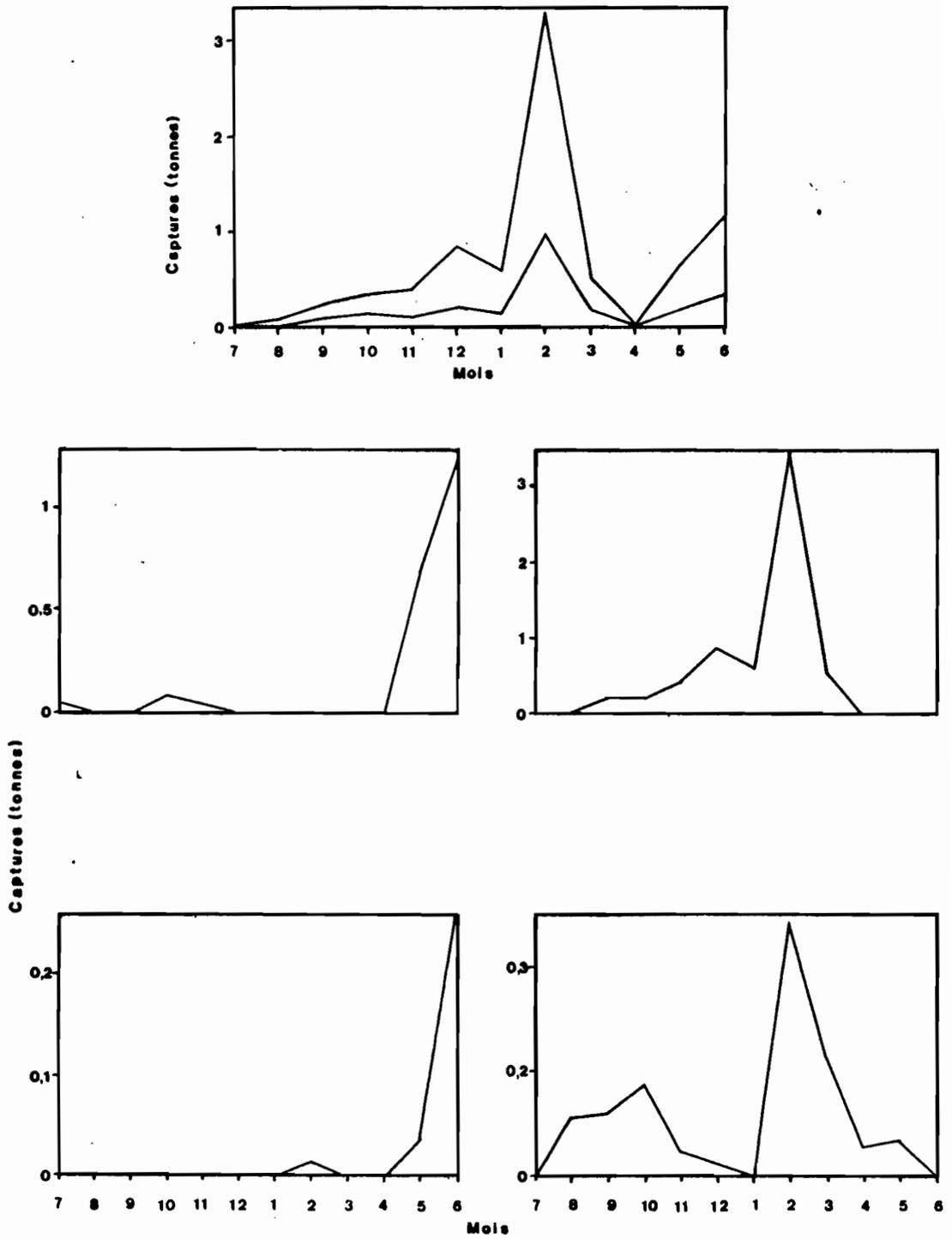


Figure 34 : Captures de *Acanthurus xanthopterus* en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

d) année 1985 à 1986

e) année 1986 à 1987

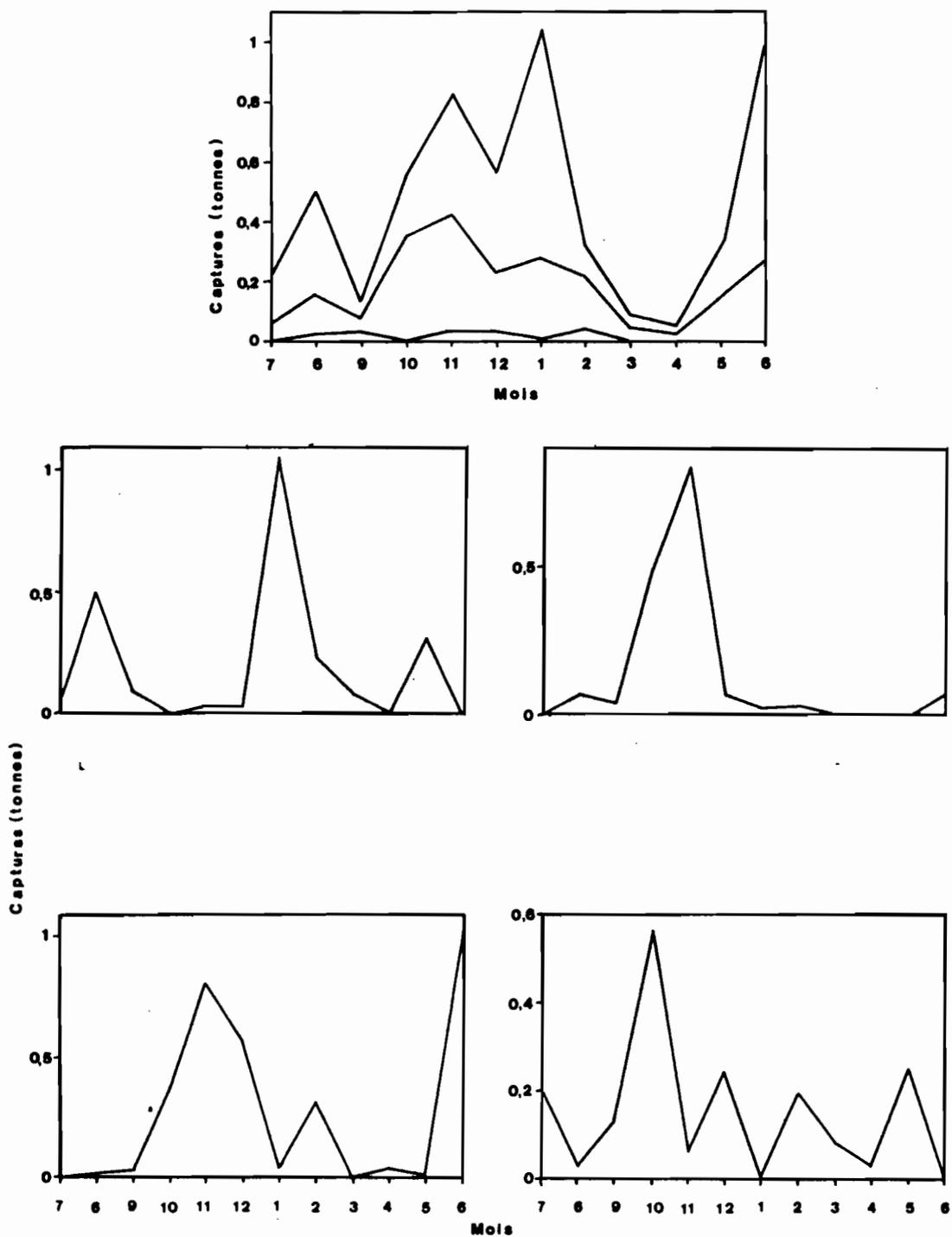


Figure 35 : Captures de *Myripristis* spp. en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

d) année 1985 à 1986

e) année 1986 à 1987

Parfois les prises sont très peu étalées dans le temps comme en 1984-1985, un véritable pic de production apparaît alors. D'autres fois la courbe des prises est en dents de scie, les bons et les mauvais mois se succédant rapidement. La saison la plus défavorable reste quand même toujours centrée aux environs de la fin de l'été et le début de l'automne (mars et avril).

2-14 - *Decapterus pinnulatus* (figure 36)

Avec 1% de la production totale commercialisée sur quatre années cette espèce est la quatorzième en importance. Si on comptabilisait le total des captures des pièges, son ordre d'importance serait certainement bien avancé. Seulement la production n'est pas toujours gardée pour la vente. Une partie est rejetée, ou sert d'appât pour attirer d'autres espèces comme nous l'avons vu, et ne rentre pas dans les statistiques. En effet cette espèce se conserve très mal et les pertes, lors de la commercialisation, sont importantes. C'est une production d'appoint qui n'est commercialisée qu'en cas de pénurie des autres espèces et donc la meilleure saison apparente de production se trouve être l'automne austral, période habituelle de basse production. Les variations annuelles de la production commercialisée sont très fortes et dépendent des débarquements des autres espèces. En fait c'est une espèce qui représente un certain potentiel de développement à condition que sa commercialisation soit maîtrisée.

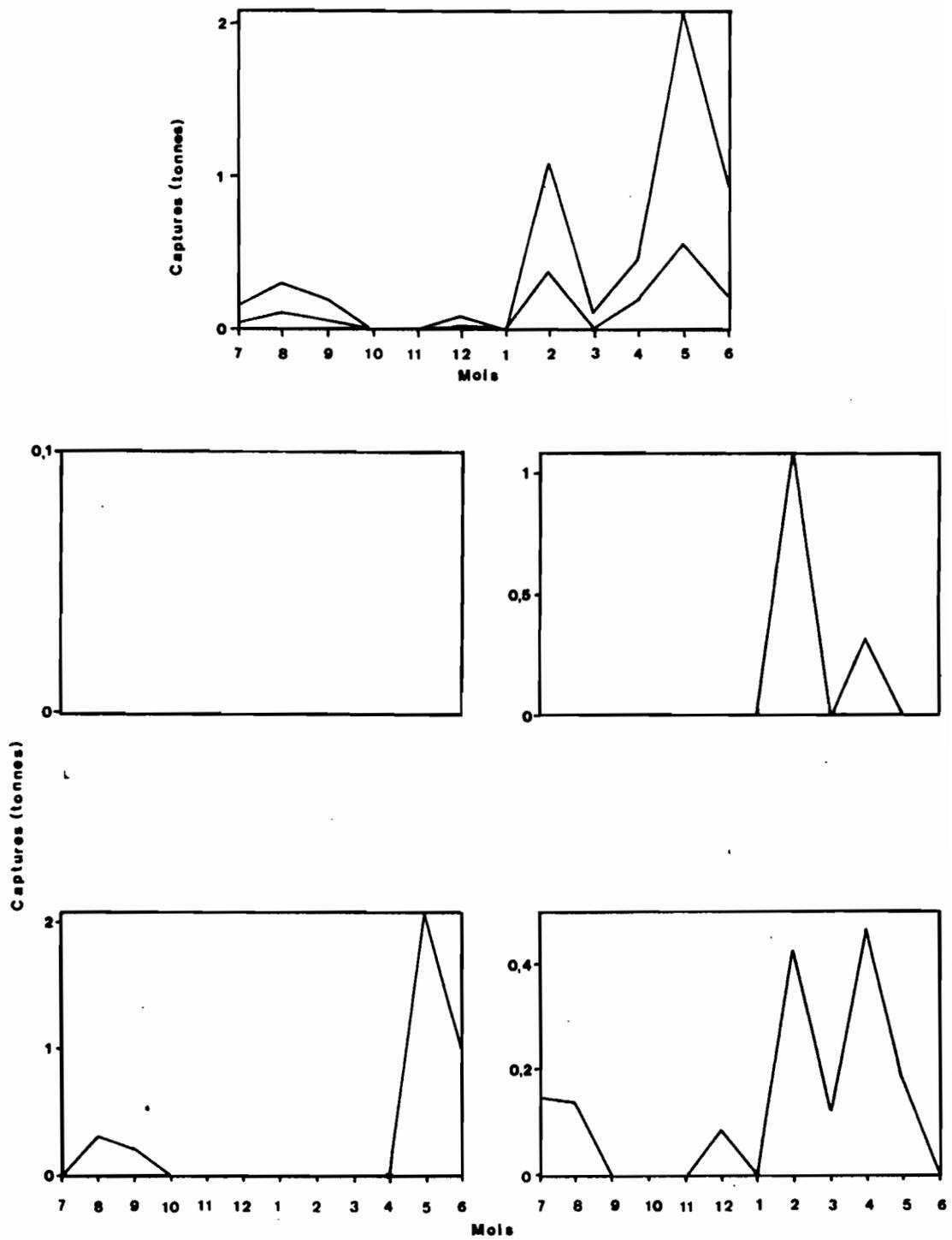


Figure 36 : Captures de *Decapterus pinnulatus* en tonnes

a) années 1983 à 1987

b) année 1983 à 1984

c) année 1984 à 1985

d) année 1985 à 1986

e) année 1986 à 1987

3 - La répartition annuelle des captures par familles

L'étude de la répartition annuelle des captures par famille montre que l'importance relative des différentes familles change d'une année à l'autre. Ainsi sur la figure 37 on peut voir que la famille des Carangidae est bien représentée dans les prises quelle que soit l'année alors que celle des Serranidae, absente en 1983-1984, atteint jusqu'à 11% des prises totales en 1986-1987. C'est la production des familles qui sont représentées par le plus grand nombre d'espèces dans les captures, qui est la plus stable au fil des années. Ainsi la famille des Carangidae est composée de 9 espèces alors que celle des Serranidae de seulement 2 espèces. Ceci semblerait indiquer que les espèces qui sont dans des niches écologiques proches (par exemple de la même famille) peuvent se remplacer. Les diminutions des biomasses de certaines espèces dans le milieu naturel seraient compensées par des augmentations de celles d'espèces proches au niveau écologique. Cette figure 37 fait aussi ressortir la très faible production de la famille des Scaridae. Les espèces de cette famille ne migrent donc jamais en grande quantité dans la passe. Dans d'autres atolls que Tikehau cette famille rentre de façon importante dans les captures de pièges comme par exemple à Kaukura (GALZIN *et al.*, 1989). Dans cet atoll, les pièges sont plutôt situés sur les platiers que semblent fréquenter préférentiellement cette espèce.

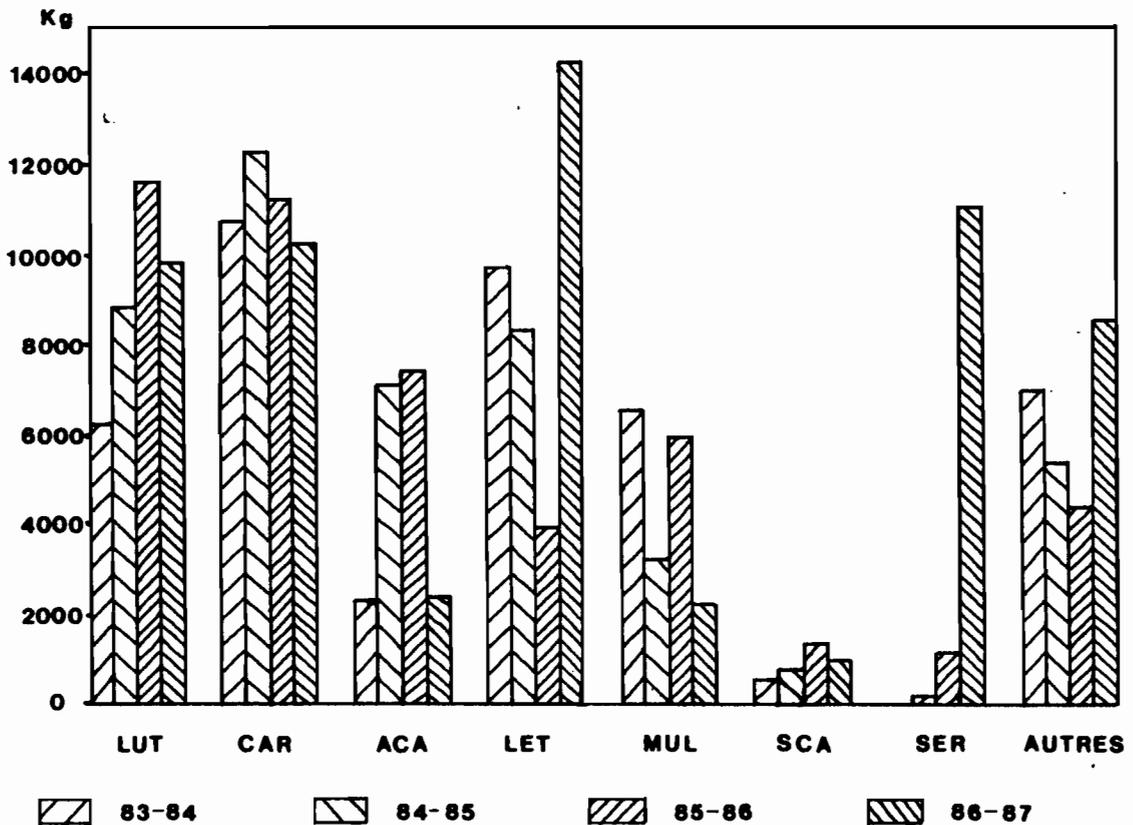


Figure 37 : Répartition des captures annuelles par familles

4 - La composition trophique des captures

La figure 38 où les captures sont regroupées par groupes trophiques suivant la classification donnée par CAILLART (1988), montre que les carnivores sont la composante principale des captures quelle que soit l'année considérée. En effet ils représentent en moyenne 87 % des captures avec des valeurs extrêmes de 82 à 92 %. Les proportions relatives des prises de poissons herbivores et omnivores ne varient guère.

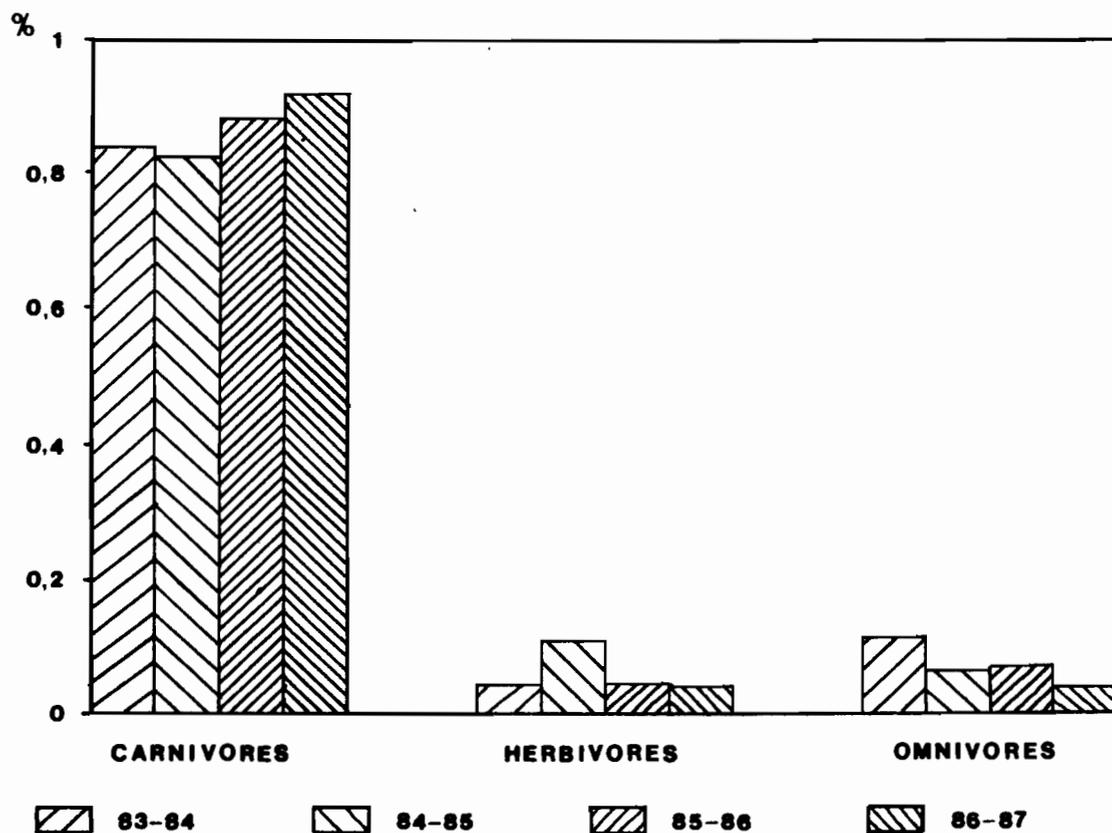


Figure 38 : La composition trophique des captures pour les 4 années étudiées

Cette situation de la distribution des prises des pièges suggère trois réflexions :

- La définition des niveaux trophiques en ces trois classes (carnivores, herbivores et omnivores) ne correspond à aucune réalité au niveau de la chaîne trophique et ne permet pas d'en comprendre le fonctionnement. Il faut donc affiner les études de la chaîne alimentaire des poissons de façon à les replacer dans les niveaux trophiques appropriés,

- Si le régime carnivore comporte vraiment des animaux placés en bout de chaîne alimentaire on peut alors penser que la biomasse en poisson du lagon est mal

9 ?
 fait
 en infants
 comment ?

exploitée. Il reste des biomasses plus importantes mais inexploitées de poissons appartenant à des niveaux trophiques inférieurs à moins que ces niveaux trophiques ne soient occupés par d'autres animaux tels que des invertébrés benthiques,

- Enfin la représentation pyramidale des niveaux trophiques exprimés en biomasse n'est pas adaptée pour représenter la réalité. En fait c'est la production des différents niveaux trophiques qui devrait être utilisée et une biomasse faible ne signifie pas automatiquement une faible production.

V - DISCUSSION ET CONCLUSION

La production des pièges à poissons est, à peu de chose près, constante d'une année à l'autre et intéresse plus de cinquante espèces dont seulement une dizaine de façon régulière et importante : c'est une pêcherie plurispécifique. L'effort de pêche reste constant tout au long de l'année puisque les engins de pêche sont fixés une fois pour toute. Les captures sont donc directement dépendantes du nombre de jours de pêche. C'est pourquoi c'est le poids des captures regroupées par mois qui a été choisi comme CPUE. Ceci permet de diminuer les incertitudes dues au fait que les parcs ne sont pas toujours entièrement vidés à chaque passage de goélette.

L'évolution des captures moyennes, toutes espèces confondues, montre qu'il existe une bonne saison de pêche bien marquée pendant laquelle la CPUE passe par un maximum. Cette période correspond au début de la saison chaude (octobre et novembre). La CPUE remonte parfois juste à la fin de l'été austral (mars) mais n'atteint alors jamais les valeurs observées lors de la première saison favorable aux captures. En étudiant les captures par espèce, on met en évidence pour la plupart d'entre elles des périodes de bonne production très bien isolées dans le temps. Ces périodes correspondent aussi, évidemment, en général à la période chaude mais, pour certaines espèces, elles peuvent être décalées de plusieurs mois. Contrairement à la production totale, les productions spécifiques varient de façon importante d'une année à l'autre. Certaines années la place d'une espèce dans les captures peut augmenter très fortement. Par exemple en 1983-1984 c'est le cas de *Caranx melampygus*, en 1984-1985 de *Lutjanus fulvus*, en 1985-1986 de *Lutjanus gibbus* et *Naso brevirostris* et en 1986-1987 de *Lethrinus miniatus* et *Epinephelus microdon*.

Le fait que la production totale est stable alors que les productions spécifiques sont très fluctuantes à court terme confirme et l'idée de la stabilité des peuplements ichthyologiques (GALZIN, 1985) et celle de l'instabilité des effectifs des populations (SALE, 1980). Ceci semble différer complètement des milieux lagunaires de l'Afrique de l'ouest par exemple

Le fait que la production totale est stable alors que les productions spécifiques sont très fluctuantes à court terme confirme et l'idée de la stabilité des peuplements ichthyologiques (GALZIN, 1985) et celle de l'instabilité des effectifs des populations (SALE, 1980). Ceci semble différer complètement des milieux lagunaires de l'Afrique de l'ouest par exemple

où les fluctuations annuelles des captures sont très importantes (LAE, 1990). Dans les atolls les peuplements de poissons seraient donc résistants aux variations environnementales sans doute parce que celles-ci sont généralement peu marquées comme nous l'avons vu et que, du fait de la diversité spécifique, il y aurait la possibilité de remplacement d'espèces d'une certaine niche écologique par des espèces d'une niche écologique voisine.

Tels qu'ils sont positionnés à Tikehau, les pièges à poissons sont des engins de capture sélectifs. En effet 90 % de la production en poids est constituée de poissons carnivores alors que dans le milieu naturel cette proportion est certainement inférieure à 60 % comme nous l'avons déjà estimée auparavant (MORIZE et al., 1990). Pourquoi une telle sélectivité ? En fait seuls les animaux qui migrent sont capturés. Les carnivores sont sans doute les poissons qui traversent la passe le plus fréquemment. Ces migrations peuvent avoir deux finalités : l'alimentation et la reproduction. En toutes saisons les poissons carnivores effectuent généralement de grands déplacements à la recherche de leur nourriture. Ceci peut expliquer en partie qu'ils soient retrouvés plus fréquemment dans les pièges. D'autre part, à chaque période de production maximum, une simple pression sur les abdomens des poissons fait ressortir les produits génitaux, ce qui laisse supposer une adéquation entre ces périodes de production maximum et les périodes de reproduction maximum. Ceci a déjà été montré par BROSSE (1974) à Rangiroa. De plus de nombreux travaux signalent un peu partout dans les milieux coralliens des fortes concentrations de poissons dans les passes liées à leur activité sexuelle.

On peut citer entre autres ceux de SMITH (1972) à Nassau, WATSON et LEIS (1974) à Hawaï, LUCKURST et LUCKURST (1978) dans les Caraïbes, JOHANNES (1981) et WILLIAMS et SALE (1981) sur la Grande Barrière en Australie et JOHANNES (1988) aux îles Solomon. A Tikehau nous l'avons également remarqué à plusieurs reprises pour *Lethrinus miniatus*, *Lutjanus gibbus*, *Lutjanus fulvus* et *Epinephelus microdon* entre autres. Toutes ces concentrations ont été rencontrées dans la zone de la passe où se trouvent les pièges à poissons. La mortalité par pêche est donc directement liée au nombre de passages des espèces de la passe vers l'océan ou vice-versa. En considérant que cette traversée des animaux se fait sans zone préférentielle et sans phénomène d'évitement, le taux de capture est égal à la proportion de la passe barrée par les parcs. CAILLART (1988) l'a estimée à environ 25 %. On en déduit qu'après un, deux, trois, quatre passages du même stock de poissons par an les taux de capture sont respectivement de 25, 44, 58 et 68 %. Ces valeurs sont certainement surestimées car il est hautement probable que les poissons évitent les zones des parcs en migrant par le milieu de la passe comme les pêcheurs eux-mêmes l'ont remarqué. Ils ont d'ailleurs étendu la construction

à d'ailleurs

10m ou
mains au

des pièges le plus loin possible vers cette zone médiane. Par contre la sélectivité ne s'exerce pas sur la taille. En effet un piège avec un maillage de grillage de 20 mm qui a été mis en place pendant deux années successives, n'a jamais capturé de poissons plus petits que ceux capturés par la pêche. Ceci voudrait dire que les jeunes animaux ne se trouvent pas dans la zone de la passe, ce que nous avons déjà remarqué dans notre étude sur la structure du peuplement en poissons du lagon. La sélectivité du grillage par rapport à la taille des poissons ne peut donc pas s'exercer pour les espèces commercialisées, la largeur des poissons capturés étant toujours nettement supérieure à la plus grande dimension de la maille du grillage (4 cm).

La pêche de Tikehau étudiée ici produit en moyenne depuis plusieurs années environ 200 tonnes de poissons par an. Si on y ajoute les 10 à 20 % des autres pêcheries et l'autoconsommation (50 tonnes ; MORIZE, 1985), la production de l'atoll est alors d'environ 280 tonnes et le rendement en poissons commerciaux de 0,7 tonne/km²/an. La comparaison de ce chiffre avec ceux obtenus pour d'autres pêcheries du même genre est délicate parce que nous ne disposons pas toujours des informations nécessaires. La production couvre parfois les débarquements des poissons mais également ceux des coquillages. La finalité des pêcheries peut être différente d'un atoll à un autre : il y a des pêcheries de subsistance (autoconsommation) et des pêcheries artisanales (commercialisation). De plus les rendements sont exprimés par km² mais la nature des surfaces n'est jamais bien précisée. Or d'après toutes les études réalisées sur les stocks de poissons récifaux il est prouvé que ceux-ci se regroupent préférentiellement autour des fonds durs GALZIN (1977), HARMELIN-VIVIEN (1979), KULBICKI, (1990). Il est donc logique de penser que ce résultat sur les densités des poissons récifaux se retrouve au niveau des rendements exprimés en unité de surface. MUNRO et WILLIAMS (1985) ont justement donné un récapitulatif des rendements des pêcheries récifales dans le monde.

A chaque fois que les surfaces sont constituées en majorité de fonds durs les rendements sont nettement plus forts. Ainsi ALCALA et LUCHAVEZ (1982) et ALCALA (1981) trouvent respectivement des rendements de 5,8 et 20,2 tonnes/km²/an sur des fonds coralliens aux Philippines. On ne citera donc que les pêcheries qui semblent proches de la nôtre. Ainsi dans deux atolls, Ontong Java et Kapingamarangi, BAYLISS-SMITH (*in* MUNRO et WILLIAMS, 1985) et STEVENSON et MARSHALL (1974) trouvent des rendements de 0,6 et 0,7 tonne/km²/an. Ces chiffres correspondent à celui trouvé dans notre étude. Dans ces deux derniers cas les surfaces considérées sont respectivement de 122 et 400 km² et les pêcheries étudiées sont de subsistance. Cette dernière information laisse supposer que l'effort de pêche dans ces atolls est moins important qu'à Tikehau.

Plus proches de Tikehau et placées dans le même environnement scio-économique, les pêcheries des atolls de Kaukura (500 km²) et de Rangiroa (1600 km²) produisent, depuis plusieurs années, environ respectivement 1,0 et 0,2 tonne/km²/an alors que celle de Mataiva (50 km²) produit 1,3 tonne/km²/an. Pour ce dernier atoll la surface contient relativement bien plus de substrat dur que pour les autres, ce qui peut expliquer la forte valeur trouvée. Quant à Kaukura, atoll plus grand que Tikehau, le rendement plus fort peut s'expliquer par le fait que la pêcherie est beaucoup mieux répartie sur le pourtour du lagon avec de nombreux pièges fixes et mobiles.

La composition trophique des captures que nous avons trouvée, amène à penser qu'il existe des stocks de poissons peu exploités : les herbivores et les planctonophages. Cependant biomasse ne veut pas dire production. Il se peut que les stocks de ces poissons peu exploités soit peu importants mais que leur production soit très forte et servent aux animaux situés plus haut dans la chaîne trophique. De plus on ne peut étudier une chaîne trophique sans y inclure la faune benthique car il existe des phénomènes de compétition au niveau prédateur proie qui s'exercent entre la faune benthique et la faune pélagique. En fait peu de travaux ont été publiés sur les relations entre les poissons, la flore et la faune benthique. En région tempérée c'est en Hollande qu'une approche globale a été menée pour la première fois par le Delta Institute dans le cadre de l'étude globale de l'Oosterchelde estuary (COOSEN et *al.*, 1990). En milieu tropical, à notre connaissance, seules des études partielles ont été menées, telles celles de SAMMARCO (1980), ROBERTSON et POLUNIN (1981), LEWIS (1986), HARRIGAN et *al.* (1989), KLUMP et POLUNIN (1990) et KULBICKI (1990). Un atoll tel que Tikehau qui constitue un écosystème isolé se prêterait particulièrement bien à de telles études qui permettraient de valoriser au mieux les données obtenues à partir des captures. Enfin, bien que cela ait été bien démontré pour des pêcheries plurispécifiques des zones tempérées, aucun impact de la pêcherie sur la composition spécifique du peuplement n'a pu être mis en évidence ni par notre étude, ni en reconstituant l'histoire de la pêcherie (GALZIN et *al.*, 1988). Le seul phénomène de ce genre pour les milieux tropicaux a été mis en évidence dans le golfe de Thaïlande (PAULY, 1979) mais c'était une pêcherie de chalut de fond. La structure trophique des captures de la pêcherie de Kaukura est moins déséquilibrée vers les carnivores : les scaridae représentent près de 40 % des captures. Cette différence peut s'expliquer par le contexte historique de la pêcherie mais aussi par la géomorphologie de l'atoll. Elle peut en tous cas aider à comprendre l'état et l'évolution de la pêcherie de Tikehau. Un développement de celle-ci par la mise en place de petits parcs ou de filets temporaires dans les hoas ou sur la couronne récifale, comme cela se faisait auparavant selon les pêcheurs, permettrait sans doute d'augmenter les captures des Scaridae de façon non négligeable.

? ?
à inclure
par classe

composition
variable

En résumé l'analyse de la pêche permet de conclure que :

- Les pièges à poissons, tels qu'ils ont été conçus par les polynésiens, sont remarquablement bien adaptés à l'exploitation des stocks de poissons récifaux des atolls,
- La pêche actuelle de Tikehau ne surexploite pas le stock de poisson pris dans sa totalité,
- Une augmentation de l'effort de pêche devrait de préférence avoir pour cibles des espèces situées plus bas dans la chaîne trophique que les carnivores,
- La mise en place de pièges mobiles ou de filets de façon ponctuelle dans le temps sur la couronne récifale ou dans les hoa semble être la meilleure technique pour la capture de telles espèces.

Conclusion
native

CHAPITRE III
BIOLOGIE DES ESPECES EXPLOITEES

I - INTRODUCTION

II - METHODOLOGIE

III - LES RESULTATS

1-1 - Le sex-ratio

Le sexe des poissons a été déterminé directement sur le terrain pendant le conditionnement du poisson. Une simple pression sur l'abdomen des animaux permettait d'observer la nature des produits génitaux qui s'écoulaient. Les animaux échantillonnés étaient divisés en trois lots : les mâles, les femelles et les indéterminés. Les poissons dont le sexe était impossible à mettre en évidence sur le terrain ont été analysés au laboratoire. Le critère étudié, le sex-ratio, est calculé comme suit :

$$SR = \text{nombre de mâles} / (\text{nombre de femelles} + \text{nombre de mâles})$$

1-2 - Le rapport gonado-somatique

Les poissons dont les gonades ont été analysées ont été prélevés soit au fusil, soit à la ligne, soit dans les pièges. Parfois aussi, un échantillon était acheté directement au débarquement des bateaux ramassant les poissons dans les atolls, sans que l'on en connaisse la provenance exacte. La difficulté d'obtenir des animaux n'a pas permis de disposer d'échantillons très importants, ni de suivre mensuellement l'évolution du RGS, en particulier en hiver austral. Faisant l'hypothèse, déduite des données de débarquement, d'une certaine régularité interannuelle dans les saisons de ponte, les RGS, répartis sur plusieurs années, ont été regroupés par mois et traités comme appartenant à une année moyenne. Le traitement a été réalisé sans distinguer l'origine des échantillons. Les données enregistrées pour chaque animal sont :

- Le poids total frais non éviscéré (au gramme près),
- Le poids des gonades (au gramme près),
- La longueur standard et la longueur à la fourche (au centimètre inférieur).

Le rapport gonado-somatique étudié ici est donné par l'expression suivante :

$$RGS = 100 * P_{\text{gonade}} / P_{\text{total}}$$

Ce rapport permet de mettre en évidence de façon grossière les périodes de reproduction qui correspondent à la chute du RGS. Il en existe du même type pour déterminer les saisons de ponte chez les poissons. Les indices de condition tel par exemple celui défini par FULTON (1911), à savoir $1000 * P_{\text{gonade}} / L^3$, ne nous donnent aucun renseignement supplémentaire aussi, bien qu'ils aient été étudiés, nous ne les mentionnerons pas. Les valeurs moyennes mensuelles du RGS ainsi que les écarts types associés ont été reportés sur les différentes figures pour chaque espèce.

*Tout ?
un peu de
précision.*

*Pas forcément
moi - en variabilité
et certainement fait.*

*pas moi.
pas e l'air.*

2 - La taille à la première reproduction

LOUBENS (1980) a rappelé que la taille à la première maturité peut être différente, et alors plus petite, que la taille à la première reproduction. Les poissons deviendraient matures de façon régulière dans le temps alors que la ponte serait déclenchée par des facteurs environnementaux qui pourraient survenir périodiquement. La taille à la première maturité, dépendant intrinsèquement des espèces, serait donc moins variable que celle à la première reproduction. Malheureusement nous ne disposons pas de données assez nombreuses sur l'état des gonades des jeunes animaux des espèces exploitées pour mener à bien une telle étude. Par contre, les poissons se faisant capturer au cours de leur migration de reproduction, la structure de taille des captures donne de précieux renseignements sur les tailles des poissons en reproduction. Pour des études sur la fécondité, ces données sont directement utilisables. On définit une taille à la première reproduction, notée Lpr, comme suit :

C'est en fait la taille à la première reproduction qui est la plus importante pour la fécondité.

La taille, arrondie au centimètre inférieur, pour laquelle les fréquences cumulées atteignent 50% du nombre total de poissons de longueur égale ou inférieure à la longueur où l'effectif est maximal dans les captures.

hum!

Les longueurs mesurées sont les longueurs à la fourche des poissons issus des pièges. Dans la mesure du possible les sexes ont été séparés.

3 - La croissance

3-1 - Généralités

L'étude de la croissance des poissons dans le milieu naturel pose certains problèmes qu'aucune méthode ne permet de résoudre rapidement : trois grandes méthodes peuvent être distinguées :

- le marquage-recapture,
- le comptage de stries périodiques sur les pièces dures,
- l'analyse des structures de taille.

Compte tenu des difficultés rencontrées dans l'utilisation de chacune d'entre elles, il est préférable d'en utiliser plusieurs par espèce étudiée chaque fois que cela est possible.

3-2 - Le modèle choisi

Plusieurs modèles mathématiques sont utilisés pour exprimer la croissance. Nous avons choisi la courbe de Von Bertalanffy qui est la plus employée pour la phase exploitée des poissons. CAILLART *et al.* (1986), MORIZE et CAILLART (1987) (voir annexes 2 et 3) et CAILLART (1988) ont déjà montré qu'elle donnait des résultats acceptables pour les poissons de Tikehau (Polynésie française). L'équation de croissance s'écrit :

$$L(t) = L_{\infty} (1 - \exp(-K(t-t_0)))$$

où : $L(t)$ = Longueur à l'instant t ,

L_{∞} = Longueur théorique à un âge infini,

K = Coefficient de croissance et

midu t_0 = Age théorique où la longueur est nulle.

Les paramètres L_{∞} , K et t_0 de ce modèle sont des paramètres mathématiques sans signification biologique systématique. Ils ne sont utiles que pour calculer des couples longueur-âge et pour modéliser la production. La comparaison des croissances ne peut se faire qu'à travers celle des valeurs calculées des longueurs à différents âges donnés et ce uniquement dans les limites des longueurs utilisées pour calculer les paramètres K , L_{∞} et t_0 .

3-3 - La technique "marquage-recapture"

Pour étudier la croissance dans le milieu naturel le marquage-recapture est une technique bien adaptée. On obtient alors des triplets de données :

- longueur initiale,
- longueur finale,
- temps écoulé entre les deux mesures.

Les conditions idéales que l'on essaie de remplir sont les suivantes :

- les poissons supportent bien la marque,
- les pêches ne traumatisent pas les poissons,
- les recaptures sont assez fréquentes. *nombreuses*

Le marquage de plusieurs espèces avec les moyens dont nous disposons à Tikehau s'est avéré impossible. Sur les poissons pélagiques les marques, de type "Floy tag", se salissaient trop vite et disparaissaient après quelques jours. Seule la croissance

d'*Epinephelus microdon* (MORIZE et CAILLART, 1987) a pu être étudiée ainsi (voir annexe 3). Les poissons ont tous été pêchés à la ligne. Une fois dans le bateau les individus étaient placés dans un récipient rempli d'eau de mer dans laquelle avait été dilué un peu de quinaldine. Ce liquide a pour effet d'endormir les poissons et donc de diminuer les stress dus au marquage. Après quelques minutes dans cette solution les individus sont mesurés (longueur à la fourche au demi centimètre inférieur près), puis marqués d'une marque "Floy tag" avec un pistolet dans les muscles dorsaux juste à la base de la nageoire dorsale. Le poisson est ensuite retrempé dans une autre bassine d'eau de mer pure jusqu'à ce qu'il se réveille. Il est alors remis à l'eau, à l'endroit de la capture. Le poisson doit être bien vif, sinon il devient une proie trop facile pour les requins. Il a parfois été nécessaire de descendre en plongée les poissons marqués parce que, leur vessie natatoire étant gonflée, ils avaient une flottabilité trop forte pour retourner au fond d'eux-mêmes. Les recaptures ont été réalisées durant des pêches commerciales ou expérimentales. Dans le premier cas les poissons étaient mesurés à terre soit par nos soins soit par les pêcheurs eux-mêmes.

3-4 - L'étude des structures calcifiées

La lecture directe de l'âge sur les structures calcifiées du poisson est une méthode d'étude de la croissance très employée en milieu tempéré. On y "lit" des stries qui correspondent aux arrêts ou ralentissements de croissance. Une strie correspond généralement à l'hiver et à chaque strie correspond une année. On obtient bien des couples de données âge-poids ou âge-longueur. En milieu intertropical la croissance reste souvent soutenue durant toute l'année avec des variations beaucoup moins nettes et régulières. Il existe pourtant de nombreuses marques sur les pièces dures des poissons mais la relation entre celles-ci et un quelconque phénomène épisodique régulier est difficile à mettre en évidence. Avec la découverte de PANNELLA (1971, 1974) de microstries sur les otolithes des espèces de poissons des pays tempérés et tropicaux et avec l'hypothèse du dépôt journalier de ces microstries, on a cru que les problèmes étaient résolus pour les poissons tropicaux. Quand les stries que l'on compte sont effectivement journalières on obtient des couples de données longueur-âge. Cependant de nombreux travaux ont montré que cette périodicité n'était pas forcément journalière.

Par exemple TAUBERT et COBLE (1977), BROTHERS (1978), METHOT (1978 *in* WILD et FOREMAN 1980), MARSHALL et PARKER (1982), CAMPANA (1984) et SCHMITT (1984) entre autres ont trouvé des stries subjournalières. METHOT et KRAMER (1979) et BROTHERS (1978) trouvent par contre qu'il faut plus d'une journée pour déposer une strie. Pour les juvéniles il est souvent admis que le dépôt est journalier (LAURS et *al.*, 1985). LE GUEN (1976) a montré que pour les juvéniles de

Pseudotolithus elongatus les stries étaient journalières mais que ce n'était plus le cas pour les poissons matures. CAILLART et MORIZE (1989), en marquant des otolithes de *Epinephelus microdon*, trouvent que le rythme de dépôt des microstries sur les sagittae est de deux jours pour des animaux adultes mis en élevage ouvert (annexe 4). En Nouvelle Calédonie, BAILLON (1990) n'a pas pu mettre en évidence un rythme journalier sur *Lethrinus nebulosus* et *Dascyllus aruanus*.

La périodicité du dépôt de stries est variable non seulement en fonction des espèces mais aussi des classes d'âge. L'apparition des stries est également fonction de la variabilité hydroclimatique. GHENO et POINSARD (1968) ont montré qu'à Pointe Noire au Congo les sardinelles pouvaient avoir 1, 2 ou 3 circuli marqués annuellement sur les écailles en fonction des variations hydrologiques. Enfin un poisson, lors de ses migrations, peut également traverser des biotopes dont les impacts s'inscrivent en mémoire sur les écailles et les otolithes. Le matériel utilisé pour la lecture des otolithes est quelques fois mis en cause. Le pouvoir séparateur limité des microscopes optiques ne permet pas de distinguer toutes les stries (MORALES NIN et RALSTON, 1990). En définitive, à défaut de la connaissance du rythme ou des épisodes de dépôt des microstries, l'estimation des paramètres de croissance à partir de cette méthode est, a priori, sujette à caution.

Il faut donc éviter la conversion automatique des nombres de stries en nombres de jours au moins pour les adultes. Cependant l'âge des poissons juvéniles peut être estimé, l'hypothèse du rythme de dépôt journalier étant généralement admise pour eux.

CAILLART et al. (1986) ont déjà décrit la technique utilisée sur les poissons de Tikehau. Nous en rappellerons les grands principes. Les otolithes prélevés sur les poissons ont été conservés au sec et à l'abri de la lumière. Avant le comptage ils sont inclus dans une résine polyester (0,3 ml de durcisseur pour 100 ml de résine). Les inclusions sont ensuite coupées selon l'axe transversal de la sagitta en passant par le nucleus. La face du bloc de résine sur laquelle se trouve la coupe de l'otolithe est collée avec une colle au cyanocrylate sur une lame de verre. Une coupe fine d'environ 100 µm est ensuite réalisée. La lame mince obtenue est alors légèrement attaquée à l'acide chlorydrique à 10% sous une loupe binoculaire avec un pinceau fin. L'attaque à l'acide permet d'augmenter les contrastes entre les zones organiques et minérales de la sagitta et l'utilisation du pinceau sert à mieux la contrôler. La coupe est ensuite lavée et séchée à grande eau avant la lecture. Toutes les microstries, ou plutôt les doublets "bande claire et bande sombre", sont comptées sous immersion au grossissement 1000, sur les coupes fines en allant du nucleus au bord dorsal ou ventral de la sagitta. Les deux moitiés de la sagitta sont "lues" séparément par deux personnes et le résultat de la première lecture n'est pas connu du deuxième lecteur.

3-5 - L'analyse des structures de taille

A Tikehau les données ont été recueillies au moment du conditionnement des poissons après que les pièges aient été vidés de leur contenu dans plusieurs bateaux de petite dimension. Le conditionnement étant très succinct, il ne fallait pas perdre de temps et souvent la compréhension et l'aide des pêcheurs ont été particulièrement précieuses pour arriver à mesurer rapidement le plus grand nombre de poissons. Une à deux fois par mois les individus capturés ont été sortis du bateau au fur et à mesure qu'ils se présentaient à l'échantillonneur puis mesurés, la fraction capturée représentant le stock exploité au delà de la taille de plein recrutement. Une étude sur l'échantillonnage avait montré auparavant que les poissons étaient répartis au hasard dans le bateau. De fait on n'a trouvé aucune différence significative dans les structures de taille en prenant plusieurs échantillons en entier puis les premières et les secondes moitiés dans l'ordre des mesures. Pour l'étude de la croissance, les animaux échantillonnés n'ont pas été différenciés suivant les sexes par manque de données sauf pour *Naso brevirostris* (CAILLART, 1988).

par échantillonnage
à un certain moment
à un certain moment

??
Pourquoi ne
pas donner
des chiffres
sur la variance

3-6 - Le traitement des données

3-6-1 - La technique du "marquage-recapture"

Dans le cas du marquage l'ajustement des données (L_t , L_{t+dt} , dt) a été réalisé par la méthode de FABENS (1965). Celui-ci écrit l'équation de Von Bertalanffy sous la forme :

$$X = A(1 - B \exp(-Kt)) \quad (1)$$

avec $A = L_\infty$; $B = \exp(Kt_0)$ et $X = L_t$

Dès lors, si on considère que les intervalles de temps dt sont petits compte tenu de la durée de vie des poissons, $R_t = (X_{t+dt} - X_t)/dt$ est approximativement égal à la dérivée de la longueur par rapport au temps à la taille $S_t = (X_t + X_{t+dt})/2$. Cette hypothèse est souvent admise sans aucune vérification par les auteurs bien que cela puisse engendrer des différences significatives dans les résultats comme l'ont montré JOSSE et al. (1979). Dans notre cas cette technique ne sera appliquée que pour *Epinephelus microdon*. Au total 47 triplets de données ont été recueillis et deux traitements ont été appliqués : le premier prend en compte toutes les données et le deuxième seulement les 34 données dont l'intervalle de temps est inférieur à 160 jours, intervalle supposé petit par rapport à la durée de vie de ce poisson (environ une dizaine d'années). Nous verrons plus loin que dans ce cas les résultats des calculs sont peu différents.

$R_t = ?$
 $X_t = ?$
 $S_t = ?$

En dérivant l'équation (1) par rapport au temps on obtient :

$$dX/dt = ABK \exp(-Kt) \text{ soit } dX/dt = K(A-X)$$

Donc pour des intervalles dt petits :

$$R_i = K(A-S_i)$$

Les paramètres K et A sont estimés par la méthode des moindres carrés qui consiste à minimiser l'expression E :

$$E = \sum (R_i - K(A-S_i))^2 \text{ dont la solution optimale est recherchée par itérations.}$$

3-6-2- L'étude des structures calcifiées

Les données obtenues en comptant les stries d'accroissement dites journalières sur les otolithes ont été traitées pour obtenir une estimation de l'âge des jeunes animaux et des adultes. Pour chacune des espèces le plus possible d'animaux de petites longueurs ont été étudiés. L'estimation des paramètres de croissance pour toute la durée de vie d'un poisson suppose l'hypothèse d'une certaine périodicité dans le dépôt de ces microstries. Ne disposant d'aucun renseignement sur cette périodicité dans le milieu naturel, pour faire nos calculs nous l'avons supposée journalière, hypothèse plausible pour les juvéniles mais sujette à caution pour les adultes. Le traitement des données peut être réalisé selon la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961) ou par une simple régression linéaire avec une contrainte sur la longueur infinie. En effet, tirant parti des nombreuses données sur les longueurs des poissons recueillis sur le terrain, nous avons admis que la longueur maximale moyenne (L max) était la taille au delà de laquelle la somme des effectifs non pris en compte est égale à 0,5% des effectifs totaux. L max ainsi estimé est alors assimilé à la longueur théorique L_∞ (FONTANA, 1979). Ceci amène à sous-estimer L max quand les stocks considérés sont soumis à de fortes pressions de pêche depuis plusieurs années. Dans notre cas il semble que cette erreur soit minime car des mesures faites à Toau, atoll très peu exploité, ne donnent pas des longueurs nettement plus grandes que celles obtenues à Tikehau (annexe 5) pour *Lethrinus miniatus* et *Epinephelus microdon*. Pour deux espèces, *Lethrinus miniatus* et *Lutjanus fulvus* CAILLART et al. (1986) ont déjà décrit la méthode de calcul (annexe 2). L_∞ fixé, pour calculer les paramètres K et t_0 , l'équation de Von Bertalanffy est mise sous la forme :

$$t = -(\text{Log } (1-Lt/L_\infty)/K) + t_0$$

La régression linéaire de t contre $\text{Log } (1-Lt/L_\infty)$ donne $-1/K$, pente de la droite, et t_0 , intersection de cette droite avec l'axe des t.

Combinaison de
des chiffres
et années

des chiffres

officieux
à l'annexe

3-6-3- L'analyse des structures de taille

L'utilisation des données de structures de taille se fait suivant plusieurs méthodes que CHEVAILLIER (1990) a passées en revue :

- La première méthode, dite "non intégrée", a été introduite par PETERSEN (1892) qui suit les accroissements des valeurs modales et est limitée à la recherche des filiations temporelles des différents modes trouvés dans les échantillonnages successifs. Il ne faut pas confondre cette méthode avec celle de THOMPSON d'ARCY (1948) qui ne considère qu'une distribution des longueurs polymodale et fait l'hypothèse que les différents modes successifs correspondent à des âges successifs. Le problème de ces méthodes réside surtout dans le fait de décomposer les distributions polymodales en plusieurs groupes unimodaux. Pour cela de nombreuses techniques existent dont celle utilisée par GHENO et LE GUEN (1968) et DAGET et LE GUEN (1975), dite des "maximum successifs", qui ne demande pas l'hypothèse de normalité mais seulement que les distributions soient symétriques par rapport à la valeur moyenne. En supposant que la distribution des longueurs est normale autour de la valeur modale, ABRAMSON (1971) a développé le programme NORMSEP qui a été appliqué ici. Les sous-distributions, assimilées à des cohortes, sont individualisées. Les distributions observées et théoriques sont ensuite comparées par un test CHI^2 . Lorsque les valeurs modales ont été trouvées, deux solutions permettent de les utiliser afin d'estimer la croissance :

a) Soit on recherche la progression de ces modes sur l'axe des longueurs en fonction des dates d'échantillonnage. On obtient alors les mêmes triplets de données que lors de la méthode "marquage-recapture", à savoir : L_t , L_{t+dt} et dt . L'ajustement de ces données à un modèle de Von Bertalanffy permet d'estimer K et L_∞ mais pas t_0 .

b) Soit on cherche à donner un âge aux longueurs modales en fonction des connaissances sur la biologie de l'espèce qui ont été acquises lors d'études annexes. Il faut pouvoir se fixer un mois de naissance dans l'année et avoir un repère, même approximatif, d'un couple longueur-âge. Dans notre cas le mois de naissance peut être estimé à partir des analyses de l'évolution annuelle de la valeur moyenne mensuelle du RGS et de la production des pièges à poissons. Le comptage des microstries a permis de fixer un repère longueur-âge pour la taille à la première reproduction en faisant l'hypothèse, souvent admise, de la périodicité journalière du dépôt des microstries comptées jusqu'à cette taille. L'équation de Von Bertalanffy est ensuite ajustée à ces couples de données longueur-âge par une régression non linéaire.

Cette deuxième solution a été appliquée ici car elle permet d'estimer t_0 et donc de calculer tous les couples longueur-âge. L'ajustement a été réalisé par le programme STATGRAPHICS.

- D'autres méthodes d'analyse des fréquences de taille existent et fournissent directement une estimation des paramètres de croissance. C'est le cas par exemple de celle de PAULY et DAVID (1981) qui ont proposé le programme ELEFAN ou de celle de FOURNIER et *al.* (1989) avec le programme MULTIFAN. FOURNIER et *al.* (1989) ont repris la démarche de SCHNUTE et FOURNIER (1980) et ont recours à une approximation de la fonction de vraisemblance comme fonction objectif et à un critère d'ajustement de type CHI^2 . Cette méthode qui est basée sur une étude statistique rigoureuse, demande que soient admises de nombreuses hypothèses impossible à vérifier dans le cas présent. Son utilisation s'est révélée délicate et les résultats obtenus n'ont été conservés que pour *Acanthurus xanthopterus* parce que c'était la seule méthode applicable pour cette espèce. La variable statistique testée est calculée en partant de la probabilité de trouver un poisson d'une classe d'âge i (π_i) à la longueur j . Faisant l'hypothèse de la distribution normale (de moyenne μ_i et d'écart type σ_i) des longueurs dans chaque classe d'âge, la probabilité que la longueur se trouve dans le $j^{\text{ième}}$ intervalle est de :

$$q_{ij} = \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \int_{x_{j-1/2}}^{x_{j+1/2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu_i}{\sigma_i}\right)^2\right) dx$$

en prenant des intervalles de classe de taille égaux à 1 et x_j la longueur moyenne de cet intervalle. De là, la probabilité d'avoir un poisson d'une longueur j d'un âge i est :

$$f_j = f \sum_{i=1}^M \pi_i q_{ij}$$

avec f le nombre de poissons dans l'échantillon et M le nombre de classes d'âge. Ensuite on calcule une variable statistique associant les f_j observés et les f_j calculés.

En fait, comme l'a fait remarqué CHEVAILLER (1990), quelque soit la méthode d'étude des structures de taille, NORMSEP ou MULTIFAN, des hypothèses statistiques très contraignantes et rarement respectées doivent être vérifiées : les distributions sont supposées résulter de tirages aléatoires simples indépendants et les fréquences relatives par classe de longueur doivent être indépendantes et distribuées normalement. Pour des

poissons, comme les nôtres, dont la saison de ponte dure longtemps, il serait surprenant que l'hypothèse de "normalité" des distribution des longueurs soit parfaite. Il s'agit donc d'une hypothèse fragile : on observe, par exemple, des "effets de compensation" entre les effectifs des classes adjacentes dus à des erreurs de mesure. Les fonctions objectifs proposées sont donc des approximations des fonctions de vraisemblance. Cependant les logiciels NORMSEP et MULTIFAN donnent généralement des estimations satisfaisantes des paramètres de croissance. En revanche, les écarts type des longueurs aux âges et les proportions relatives des différents groupes d'âges dans les distributions sont mal estimées (CHEVAILLER, 1990 ; LE GUEN et MORIZUR, 1989). Dans le cas où on utilise MULTIFAN il est également bon de noter que le coefficient de mortalité totale est estimé par la formule :

$$Z = (K(L_{\infty} - L)) / (L - L_c)$$

Cette formule n'est applicable que si le stock est pleinement recruté à l'âge t_c et si Z reste constant à partir de cet âge. Si le stock n'est pas pleinement recruté à l'âge t_c , il faut remplacer L_c par L_r , longueur correspondant à l'âge moyen de recrutement. Or il est toujours difficile de déterminer directement et avec précision L_c ou L_r .

3-7 - La croissance pondérale

La croissance pondérale a été calculée à partir des coefficients de conversion des longueurs à la fourche en poids que donne le tableau 15. Ils ont été calculés à partir des poissons frais mesurés et pesés au cours du conditionnement à terre.

Tableau 15 : Coefficients utilisés pour transformer les longueurs à la fourche en poids par la formule : $P = A * L_f^B$ avec P en gramme et L_f en centimètre.

Espèces	A (10^{-2})	B
<i>Lethrinus miniatus</i>	2,1	2,8
<i>Lutjanus gibbus</i>	2,1	3,0
<i>Caranx melampygus</i>	4,0	2,8
<i>Epinephelus microdon</i>	0,8	3,2
<i>Lutjanus fulvus</i>	5,5	2,7
<i>Naso brevirostris</i>	2,4	2,8
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	5,9	2,8

Ne donne pas la croissance

calculé à partir de la longueur

4 - La mortalité naturelle

On distingue trois coefficients de mortalité : le coefficient de mortalité totale Z, le coefficient de mortalité par pêche F et le coefficient de mortalité naturelle M. La relation $Z = F + M$ les relie entre eux. Le coefficient de mortalité naturelle M est l'un des paramètres les plus difficiles à estimer pour les stocks de poissons exploités. Les études qui permettent d'en avoir des estimations sont souvent longues et coûteuses et la précision des résultats n'est pas toujours à la mesure des efforts déployés pour les obtenir. Les méthodes sont entachées d'erreurs dues par exemple aux variations du recrutement qui est supposé constant pour les calculs. D'autres méthodes d'estimation existent comme celle de PAULY (1979) ou celle de HOENIG (1984) qui reposent sur les corrélations qu'il peut y avoir entre le coefficient de mortalité naturelle et les paramètres de croissance d'une part et le coefficient de mortalité naturelle et la température ambiante d'autre part.

Selon la formule de Pauly on a :

$$\log M = -0,0066 - 0,279 \log L_{\infty} + 0,6543 \log K + 0,4634 \log T$$

avec les logarithmes décimaux et les longueurs en cm.

Selon la formule de Hoenig on a :

$$\ln M = 1,46 - 1,01 \ln T_{\max}$$

avec les logarithmes népériens.

Si, à cause de leur simplicité, ces modèles présentent de nombreux avantages au niveau du coût, de leur indépendance vis à vis du recrutement et de la représentativité des échantillons, ils présentent à contrario de gros désavantages car leur justification biologique est particulièrement faible. Dans la suite pour chaque espèce nous utiliserons, en première approximation, ces deux formules dont les résultats ne seront considérés que comme indicateurs. Il existe d'autres méthodes d'estimation de M comme celle de GUNDERSON et DYGERT (1988). Dans ce cas la corrélation qui lie le coefficient de mortalité naturelle M au rapport gonado-somatique n'a été faite qu'à partir d'une vingtaine de poissons dont aucun poisson de récif. C'est pourquoi elle n'a pas été retenue ici. Toutes ces formules "pragmatiques" utilisées pour certains poissons dans certains écosystèmes ne peuvent être extrapolées qu'avec de très sérieuses réserves sur leur valeur.

modèle simplifié

Pour *Epinephelus microdon* un échantillonnage de structure de taille a pu être réalisé sur le stock non exploité de l'atoll de Toau (annexe 5). Cette possibilité d'aller échantillonner dans des stocks d'atolls inexploités peut être une des solutions pour connaître la mortalité naturelle. Cependant dans ces atolls les écosystèmes ne se trouvent pas obligatoirement identiques à celui de Tikehau et les mortalités naturelles des espèces peuvent ne pas être comparables. A Toau la décroissance du nombre d'animaux a permis de calculer une valeur du coefficient de mortalité totale, assimilée au coefficient de mortalité naturelle entre les âges 2,5 ans à 3,5 ans environ.

III - LES RESULTATS

1 - La reproduction

1-1 - *Lethrinus miniatus*

Le sex-ratio

Au total 938 poissons ont été sexés dans les captures. Le tableau 16 donne les résultats bruts aux différentes dates de l'échantillonnage. Les variations d'un jour à l'autre sont importantes puisque le sex-ratio passe de 0,64 le 23/12/85 à 0,16 le 14/10/86. En moyenne les mâles sont moins nombreux que les femelles dans les captures, le sex-ratio moyen étant de 0,32.

Tableau 16 : Evolution du sex-ratio de *Lethrinus miniatus* dans les captures effectuées à l'intérieur de la passe.

Dates	nombre de mâles	nombre de femelles	sex-ratio
16/12/85	102	162	0,39
23/12/85	29	16	0,64
22/01/86	15	46	0,25
07/10/86	65	154	0,30
14/10/86	5	27	0,16
11/11/86	47	142	0,25
16/11/86	20	58	0,26
18/11/86	16	34	0,32
TOTAL	299	639	0,32

Sexés ?
→

La figure 39 donne l'évolution de ce sex-ratio en fonction de la longueur. Le sex-ratio est particulièrement bas dans les petites classes de taille. Le nombre de mâles augmente ensuite régulièrement avec la taille des animaux échantillonnés jusqu'à devenir à peu près égal à celui des femelles.

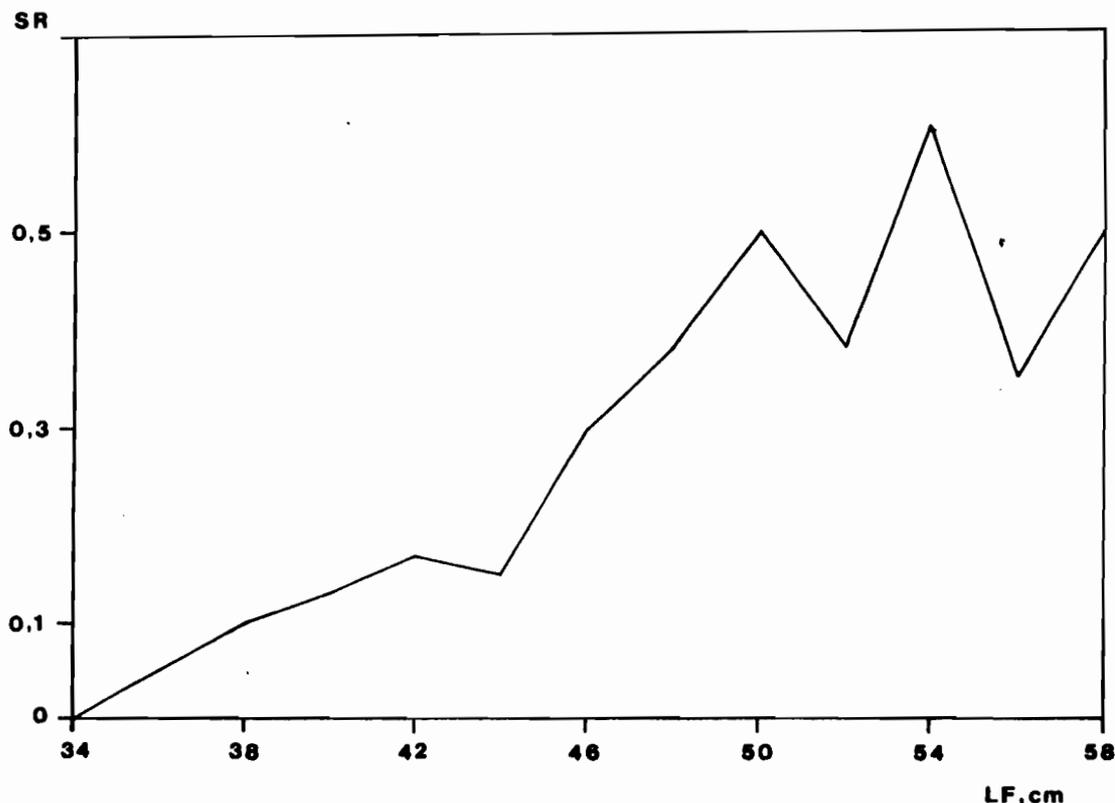


Figure 39 : Evolution du sex-ratio de *Lethrinus miniatus* en fonction de sa longueur

On peut faire plusieurs hypothèses pour expliquer ces différences :

- En admettant un sex-ratio dans la nature de 0,50, c'est à dire autant de mâles que de femelles, il pourrait y avoir une migration de reproduction différentielle pour les mâles et les femelles de cette espèce. Les mâles subiraient une mortalité par pêche moindre que les femelles. Aucun des échantillons réalisés à la pêche à la ligne, dans d'autres lieux que la passe, n'a montré un sex-ratio différent. Cette hypothèse reste donc sans fondement,

- Certaines femelles changeraient de sexe en grandissant. Dans la littérature on trouve quelques articles sur des espèces voisines et certains signalent des changements de sexe au cours de la croissance (YOUNG et MARTIN, 1982). Bien qu'aucune étude n'ait été réalisée dans ce sens à Tikehau, il semble que cette hypothèse soit vérifiée dans le cas de *Lethrinus miniatus*,

- La croissance des mâles serait très différente de celle des femelles. Les longueurs moyennes mesurées sur un lot de 595 poissons capturés, composés de 153 mâles et de 442 femelles, sont de 48,2 cm pour les mâles et 44,5 cm

Mortalité naturelle différentielle

Apparition de mâles ?
Mortalité différentielle

pour les femelles. En moyenne les femelles sont plus petites, mais les tailles les plus grandes trouvées concernent aussi des femelles. Il semble donc difficile d'expliquer ces résultats par une simple différence de croissance en fonction des sexes.

Le rapport gonado-somatique

n.b. pour l'analyse

Pour calculer le rapport gonado-somatique, 96 poissons ont été analysés dont 68 femelles. En mai, juin et juillet aucun échantillonnage n'a pu être réalisé. Par ailleurs l'étude de l'évolution du rapport gonado-somatique n'est pas toujours la méthode idéale pour mettre en évidence les pontes surtout lorsque celles-ci sont étalées dans le temps. Elle permet quand même de déterminer les grandes périodes de reproduction. La figure 40 montre l'évolution par mois du RGS des *Lethrinus miniatus* femelles et mâles. Le RGS moyen garde une valeur relativement élevée au cours du temps avec un minimum en août où il est proche de zéro. Les saisons de ponte, qui ont lieu au moment de la chute du RGS, se situent chez les femelles entre septembre et octobre et entre décembre et janvier. Juste avant la première saison de ponte (septembre-octobre) le RGS moyen est maximal et dépasse la valeur 3. C'est aussi à cette période que l'écart type est le plus grand. Avec les données que nous possédons il est difficile de tirer des conclusions définitives. La reproduction serait étalée sur plusieurs mois et aurait lieu principalement entre septembre et janvier. Les poissons resteraient matures sur une longue période dans l'année et ce serait des variations dans les facteurs environnementaux qui déclencheraient la ponte. Seule une étude détaillée de l'ovogénèse par l'analyse de coupes histologiques des gonades permettrait de donner plus d'informations et d'estimer l'importance des différentes pontes. La figure 23 donnant l'évolution des captures moyennes mensuelles montre que celles-ci sont également plus importantes quand commence la période de reproduction.

ou bien à d'autres moments
des pontes
plus hautes.

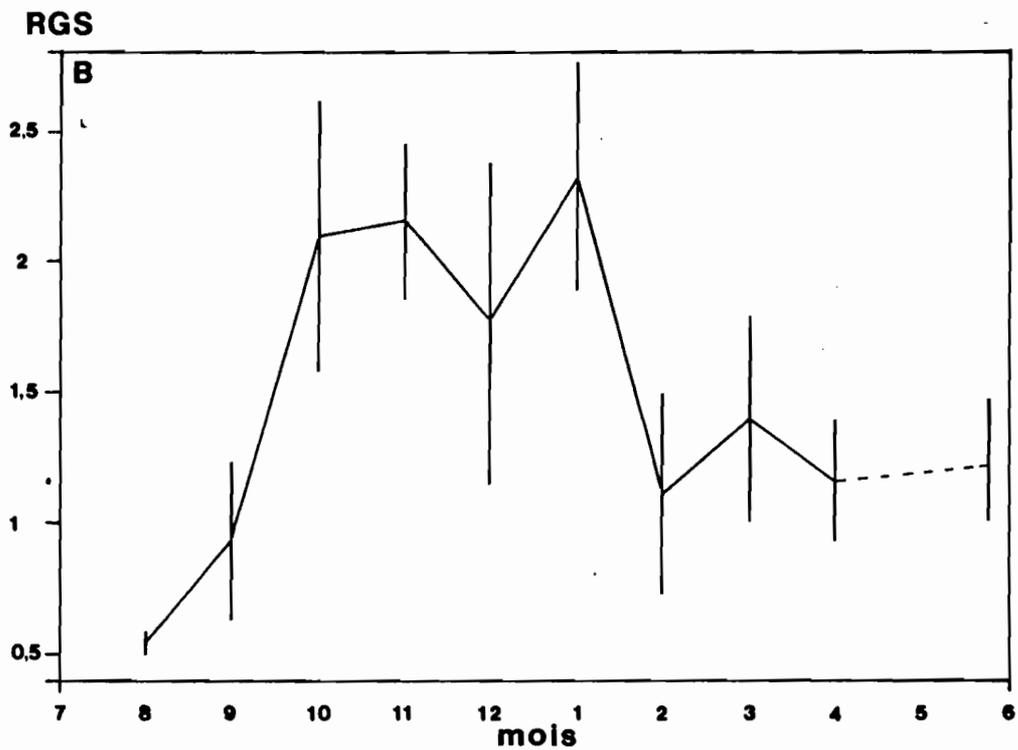
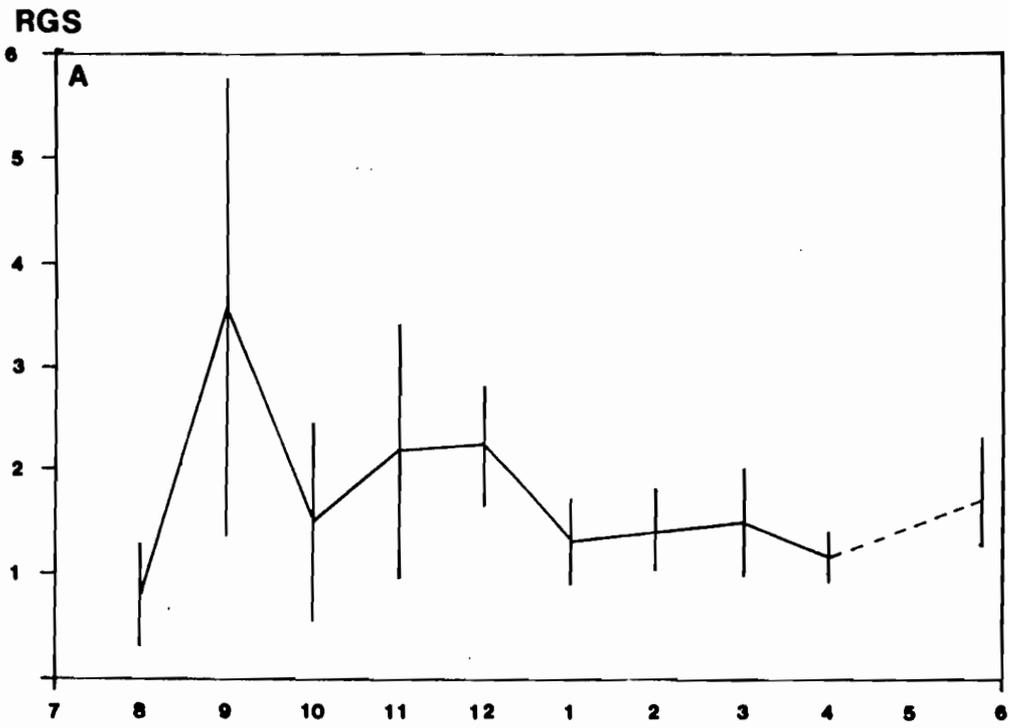


Figure 40 : Evolution de la valeur moyenne mensuelle du RGS de *Lethrinus miniatus* et écart type associé.

A : femelles

B : mâles

1-2 - *Lutjanus gibbus*

style: Pourquoi? Voulez-vous le

Le sex-ratio

Plusieurs *Lutjanus gibbus* ont été sexés au cours des débarquements (tableau 17). Le sex-ratio varie beaucoup en fonction des dates de captures. Au total le sex-ratio est de 0,44. Il n'y a donc pas de grandes différences entre le nombre de mâles et celui des femelles. Le nombre plus faible de mâles pourrait être dû à une migration ou un regroupement des mâles dans un autre secteur du lagon ou à l'extérieur.

En regardant l'évolution de ce sex-ratio en fonction de la taille (figure 41) il apparaît une différence entre les petits et les grands animaux. Les mâles sont nettement moins bien représentés dans les classes de taille inférieures à 26 cm et beaucoup plus nombreux que les femelles au dessus de 28 cm. Entre les longueurs 26 et 28 cm un phénomène particulier se passerait au niveau de la biologie ou du comportement de cette espèce, phénomène qui pourrait s'expliquer soit par une croissance différente selon le sexe, soit par un changement de sexe, soit par des comportements migratoires liés au sexe, soit sans doute par une combinaison de ces différents facteurs.

Tableau 17 : Evolution du sex-ratio de *Lutjanus gibbus* dans les captures effectuées à l'intérieur de la passe.

Dates	nombre de mâles	nombre de femelles	sex-ratio
10/12/85	32	68	0,32
16/12/85	21	58	0,27
23/12/85	17	13	0,57
14/01/86	20	68	0,23
22/01/86	7	25	0,22
07/10/86	89	46	0,66
14/10/86	47	24	0,66
16/11/86	27	29	0,48
18/11/86	133	134	0,50
02/12/86	100	158	0,39
08/12/86	24	35	0,41
TOTAL	517	658	0,44

Tout diffi-
cu %

??
Pourquoi?

Pourquoi?
variance

Le rapport gonado-somatique

Les gonades de 123 *Lutjanus gibbus* (88 femelles et 35 mâles) ont été observées. La figure 42 récapitule les résultats obtenus. Comme pour l'espèce précédente les échantillons manquent en juin, juillet et août. L'évolution du RGS n'est pas du tout la même pour les femelles et pour les mâles. Il y a un décalage dans les maturations des gonades des deux sexes. Encore une fois l'évolution du RGS moyen des femelles ne peut donner à elle seule qu'une indication sur les périodes de ponte. La valeur moyenne du RGS des femelles reste élevée une bonne partie de l'année sauf aux mois d'avril et mai. Son évolution donne deux saisons de ponte : la première aux mois d'octobre et novembre et la seconde en février et mars. L'étude menée ici ne permet pas de déterminer avec précision l'importance de chaque ponte ni la variation interannuelle des saisons de reproduction. De telles analyses demanderaient un suivi sur plusieurs années et une étude histologique des gonades. L'évolution du RGS des mâles ne nous apporte aucune information supplémentaire sur les saisons de reproduction. Le RGS moyen augmente de septembre à janvier et reste stable jusqu'en mars.

En résumé la saison de reproduction commence en octobre et finit vers le mois de mars. La saison de production par les pièges de la passe donnée par la figure 24 est centrée sur les mêmes mois.

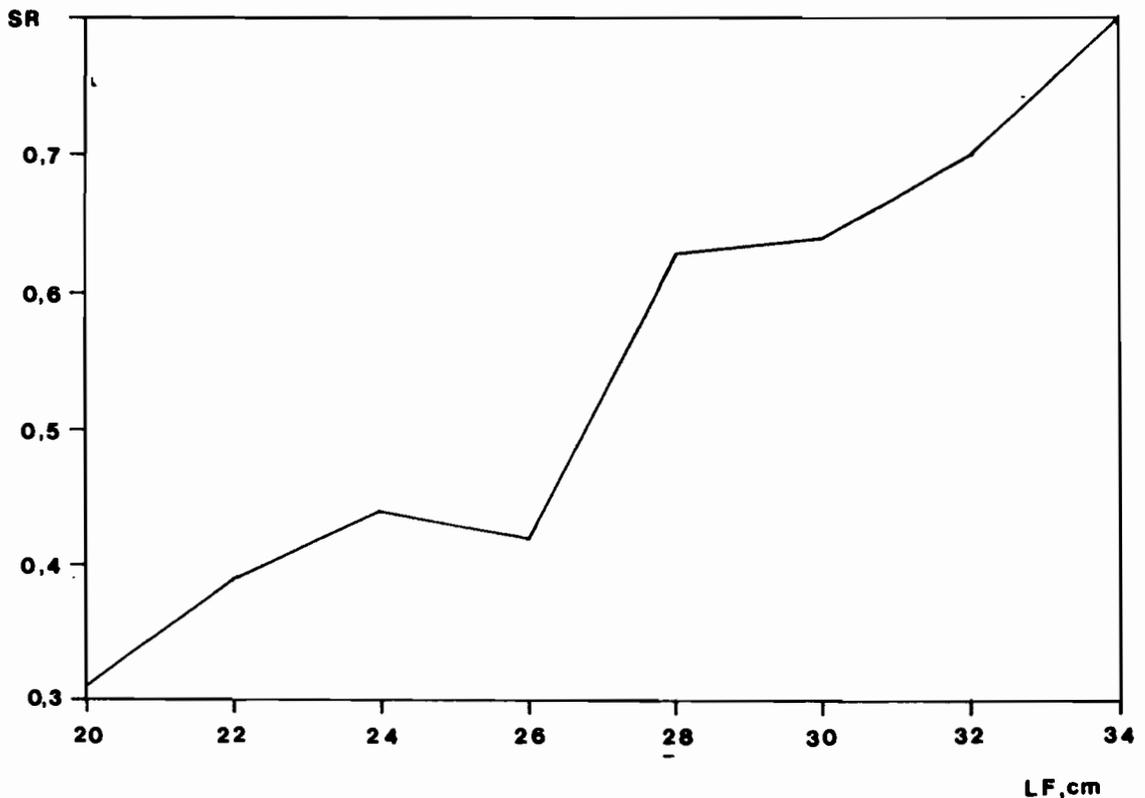


Figure 41 : Evolution du sex-ratio de *Lutjanus gibbus* en fonction de sa longueur

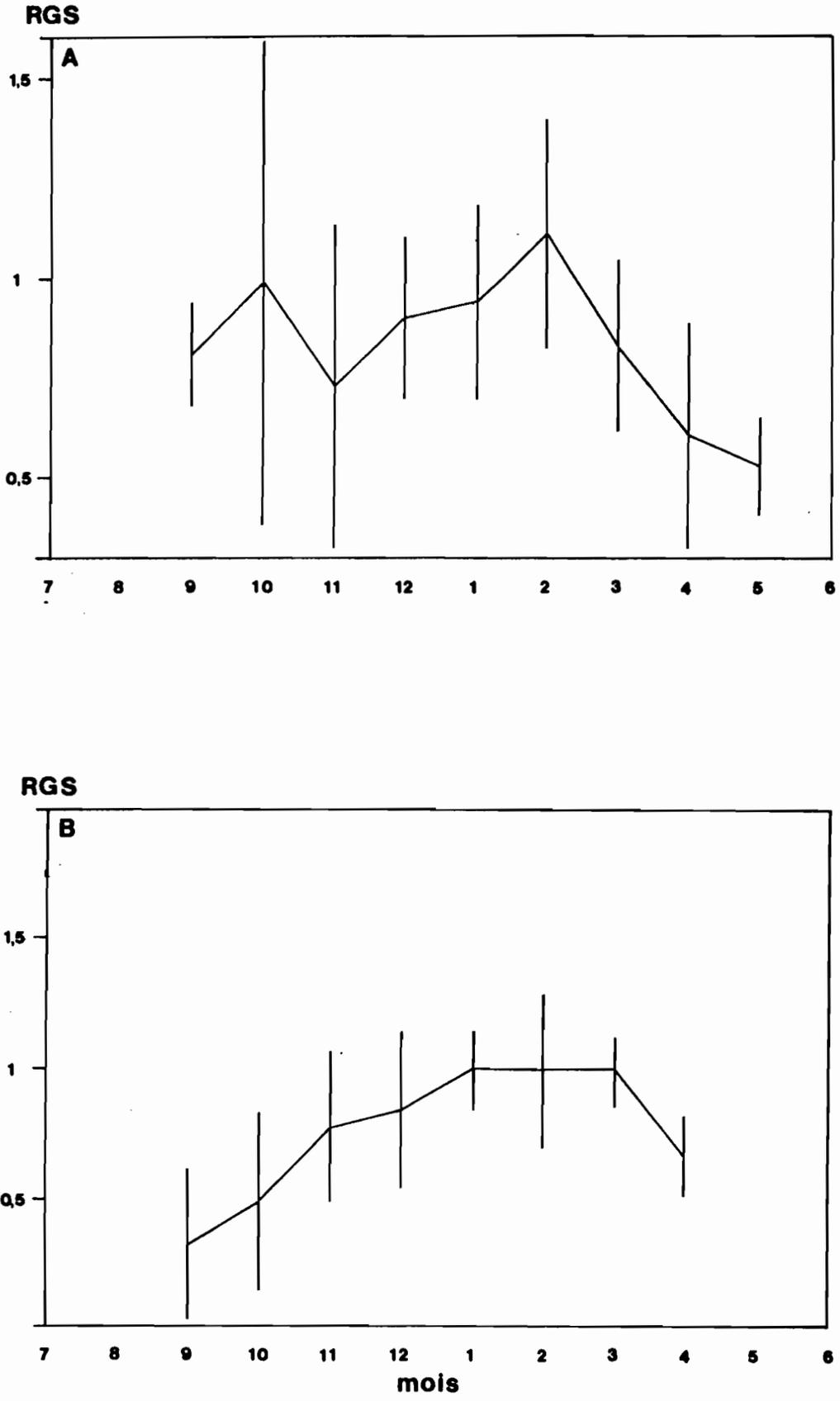


Figure 42 : Evolution de la valeur moyenne mensuelle du RGS de *Lutjanus gibbus* et écart type associé

A : femelles B : mâles

1-3 - *Caranx melampygyus***Le sex-ratio**

Le sex-ratio dans les captures de *Caranx melampygyus* a été calculé à partir de seulement trois échantillons. 402 poissons ont été analysés. Les résultats sont donnés dans le tableau 18.

Tableau 18 : Evolution du sex-ratio de *Caranx melampygyus* dans les captures effectuées à l'intérieur de la passe.

Dates	nombres de mâles	nombre de femelles	sex-ratio
07/10/86	50	53	0,49
14/10/86	24	32	0,43
09/12/86	110	133	0,45
TOTAL	184	218	0,46

Le sex-ratio moyen est de 0,46 c'est à dire que les mâles sont un peu moins nombreux que les femelles. Si on regarde la répartition du sex-ratio en fonction de la taille (figure 43), on voit que celui-ci augmente assez régulièrement avec la longueur, de 24 cm à environ 32 cm, et ensuite il stagne. Au delà de 40 cm, le sex-ratio augmente de nouveau. Ces résultats demanderaient une confirmation avec des données plus nombreuses pour être interprétés fidèlement.

Le rapport gonado-somatique

Le RGS de 101 poissons dont 68 femelles a été calculé. Le mois de juin n'a pas pu être échantillonné. La figure 44 présente les résultats obtenus. Les RGS des mâles et des femelles évoluent de façon synchrone tout au long de l'année. L'analyse de l'évolution du RGS moyen des femelles montrerait qu'il y a trois périodes de reproduction, la première aux mois de juillet-août, la seconde en octobre-novembre et la troisième après février. Les variations du RGS moyen sont bien plus marquées pour cette espèce que pour celles étudiées précédemment, ce qui signifierait que les pontes seraient plus regroupées dans le temps. Ceci est confirmé par les valeurs relativement faibles des écarts types. L'évolution du RGS des mâles n'apporte rien de plus à ces résultats. La courbe représentant l'évolution des captures (figure 25) montre que celles-ci débutent avec la 2^{ème} saison de reproduction et qu'elles sont maximales jusqu'au début de la 3^{ème}.

Bas d'Hydrobiologie ?

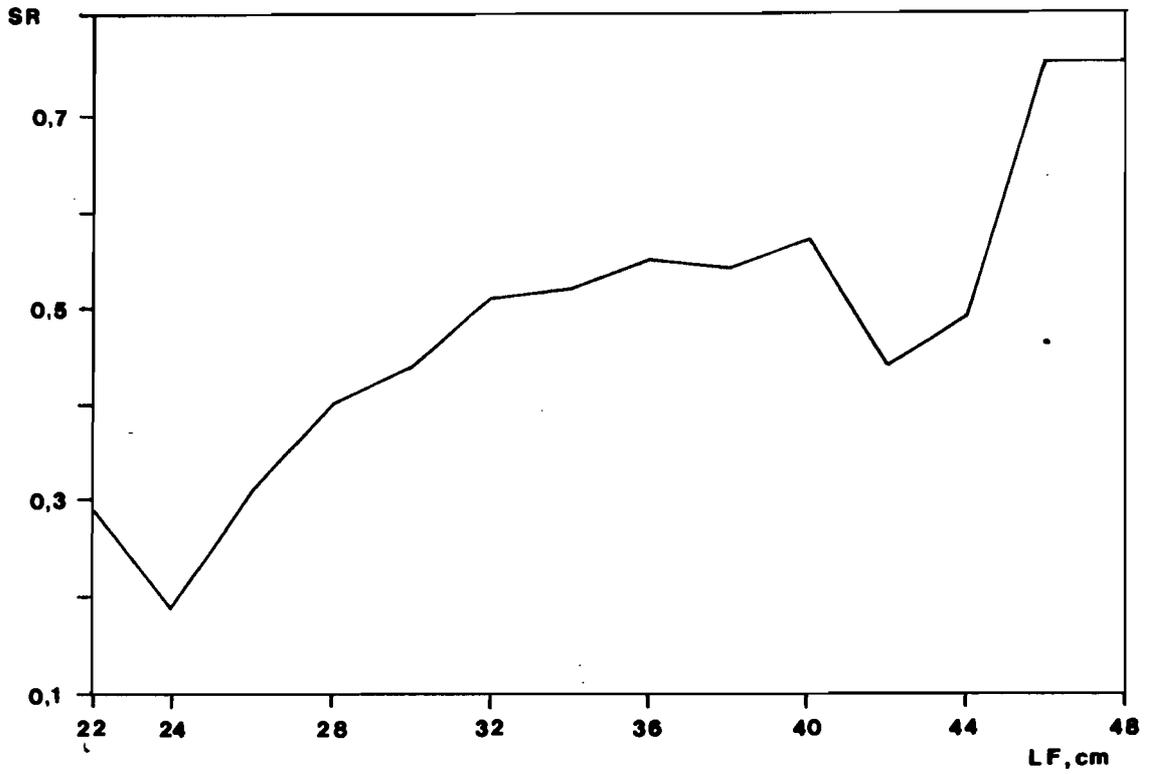
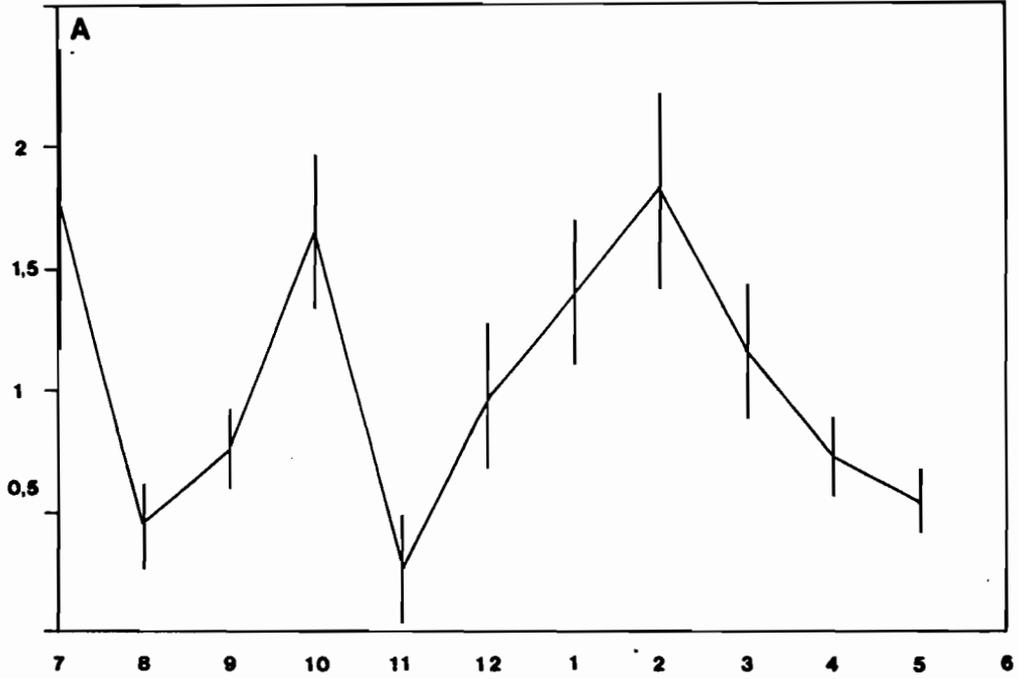


Figure 43 : Evolution du sex-ratio de *Caranx melampygus* en fonction de sa longueur

RGS



RGS

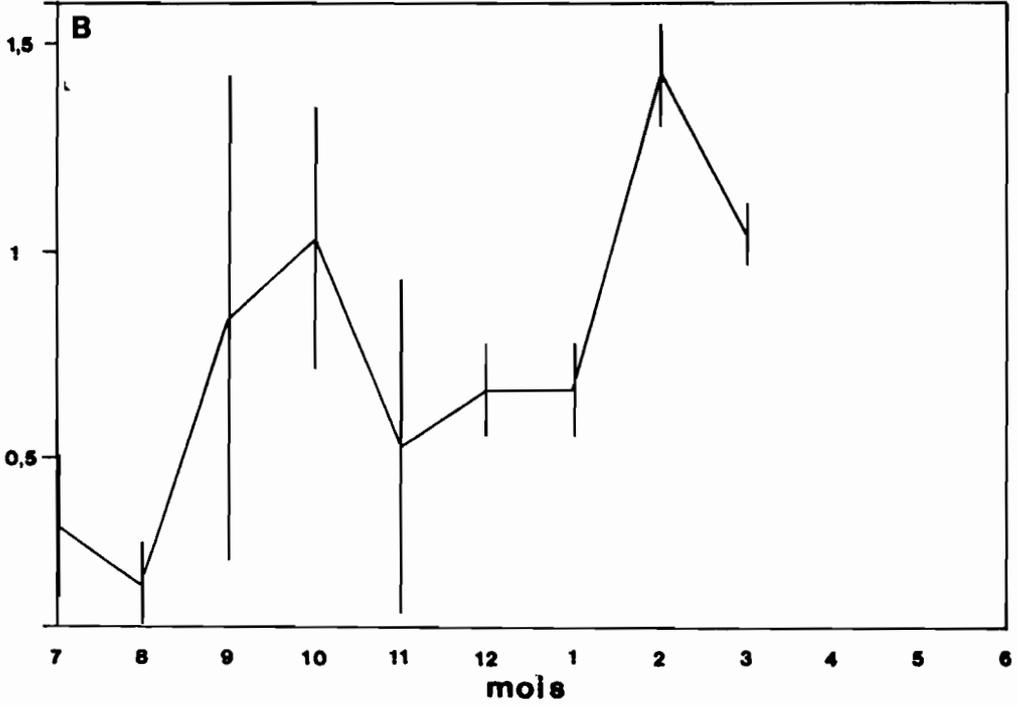


Figure 44 : Evolution de la valeur moyenne mensuelle du RGS de *Caranx melampygus* et écart type associé.

A : femelles

B : mâles

1-4 - *Epinephelus microdon***Le sex-ratio**

Epinephelus microdon étant un poisson hermaphrodite protogyne, une étude du sex-ratio n'a pas de sens. DEBAS (1989), dans son travail sur l'hermaphroditisme de cette espèce dans l'atoll de Tikehau, présente en détail tous les paramètres de ce phénomène. L'inversion sexuelle intervient à des poids variés dont la valeur médiane est de 1 kg environ, soit une longueur à la fourche de 40 cm.

Le rapport gonado-somatique

Cette même étude présente l'évolution du RGS. Quelques analyses de gonades dont les résultats sont portés sur la figure 45 viennent la compléter.

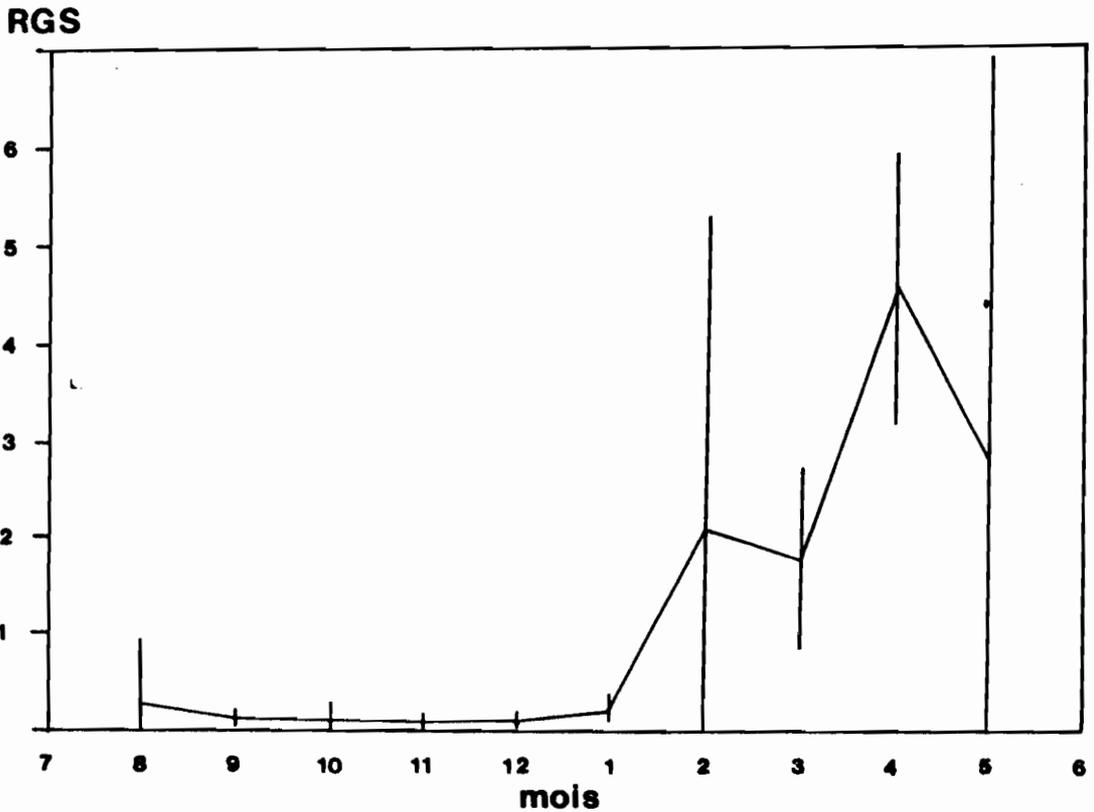


Figure 45 : Evolution de la valeur moyenne mensuelle du RGS de *Epinephelus microdon* et écart type associé.

Au total 83 gonades femelles ont été étudiées. Le RGS moyen augmente à la fin de l'été austral, c'est à dire surtout pendant les mois de mars à juin. Il peut arriver que l'on trouve parfois, en dehors de la saison de reproduction, comme au mois d'août, un animal avec des gonades bien développées. Malgré tout il semble qu'il y ait une véritable saison de ponte centrée sur le mois d'avril, les poissons ne pondant pas tous en même temps, comme le montrent d'ailleurs les valeurs élevées prises par les écarts types. La saison de production correspond aussi à la saison de reproduction (figure 27).

1-5 - *Lutjanus fulvus*

Le sex-ratio

Le sex-ratio de *Lutjanus fulvus* dans les captures est, dans tous les échantillons, supérieur à 0,46 (tableau 19). Il est très variable avec des valeurs extrêmes de 0,46 et 0,79. En sommant les données on trouve la valeur de 0,59, c'est à dire que les mâles sont un peu plus nombreux que les femelles.

Tableau 19 : Evolution du sex-ratio de *Lutjanus fulvus* dans les captures effectuées à l'intérieur de la passe.

Dates	nombre de mâles	nombre de femelles	sex-ratio
10/12/85	75	25	0,75
16/12/85	65	17	0,79
23/12/85	19	11	0,63
14/01/86	10	7	0,59
22/01/86	48	36	0,57
04/09/86	64	36	0,64
07/10/86	29	34	0,46
14/10/86	20	19	0,51
18/11/86	88	104	0,46
TOTAL	448	313	0,59

L'évolution de ce sex-ratio en fonction de la taille des poissons est reportée sur la figure 46. Le sex-ratio commence par augmenter puis il diminue régulièrement pour augmenter de nouveau rapidement dans les tailles les plus grandes.

Ces données sont impossible à interpréter. On peut cependant dire que les poissons ne sont pas répartis uniformément dans le secteur de la passe au moment de leur capture. Les migrations de reproduction intéresseraient plus ou moins l'un des sexes.

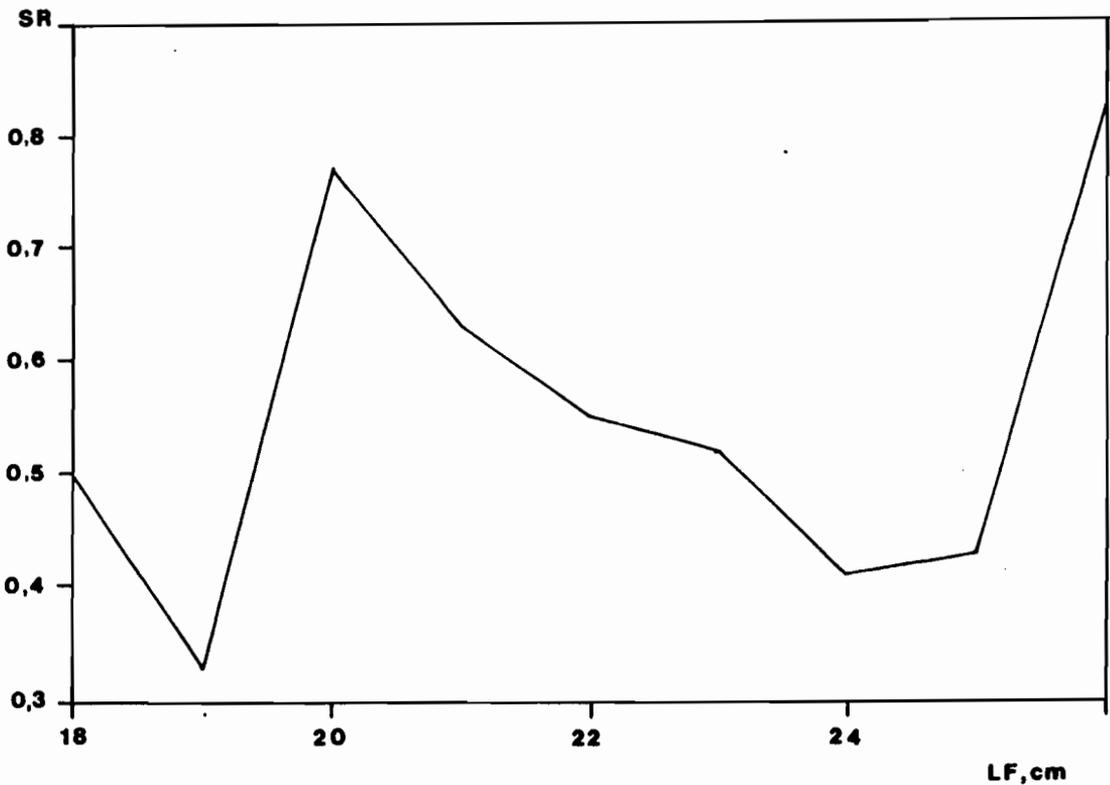


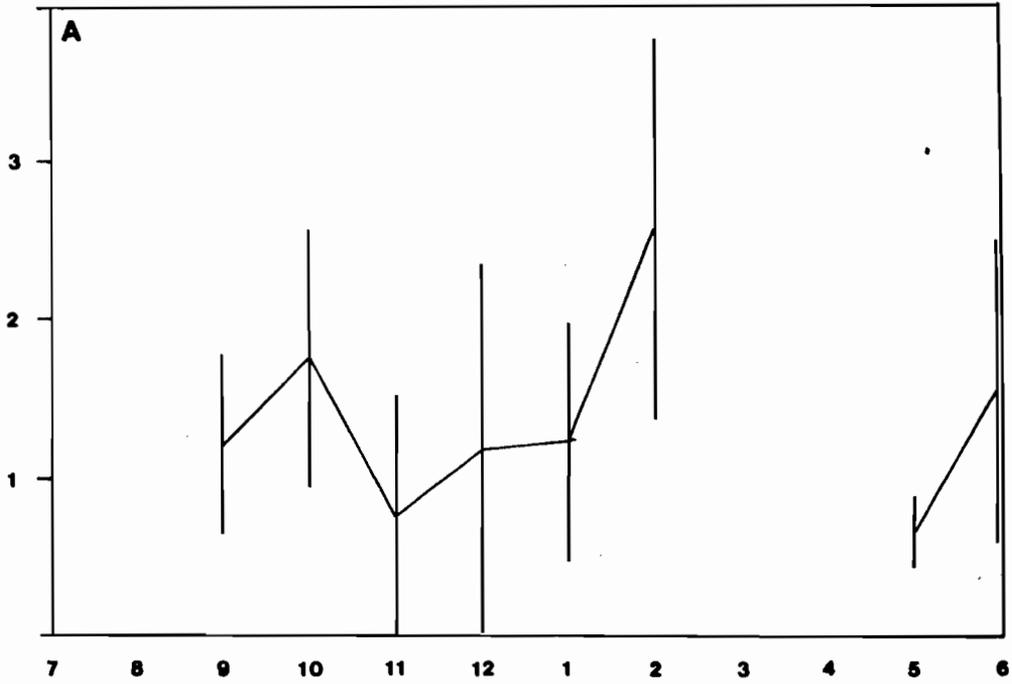
Figure 46 : Evolution du sex-ratio de *Lutjanus fulvus* en fonction de sa longueur

Le rapport gonado-somatique

Le rapport gonado-somatique a été calculé sur 141 poissons, dont 54 femelles et 87 mâles. La période couverte par les échantillons va de septembre à juin en ce qui concerne les femelles alors qu'elle ne va que de septembre à février en ce qui concerne les mâles. La figure 47 récapitule les résultats ; ils sont difficiles à commenter. Le RGS moyen n'atteint jamais de grandes valeurs alors que les écarts types sont relativement élevés. L'évolution du RGS des femelles semblerait montrer qu'il y a deux saisons préférentielles de reproduction. Les grandes valeurs des écarts types suggèrent aussi qu'autour de cette tendance moyenne il existe beaucoup de variabilité. Les valeurs les plus basses du RGS moyen sont atteintes aux mois de novembre et mai. Une première saison de reproduction aurait lieu de septembre à novembre, puis le RGS des femelles augmente fortement pour ensuite décroître de février à mai. Par rapport à *Lutjanus gibbus*, la reproduction serait un peu décalée vers l'été austral. L'évolution du RGS des mâles confirmerait surtout la variabilité individuelle de la ponte avec des valeurs élevées des écarts types. La figure 28 représentant l'évolution des captures mensuelles sur une année moyenne montre que celles-ci sont maximales juste avant et au début de la saison de ponte de l'été.

minim
des figures

RGS



RGS

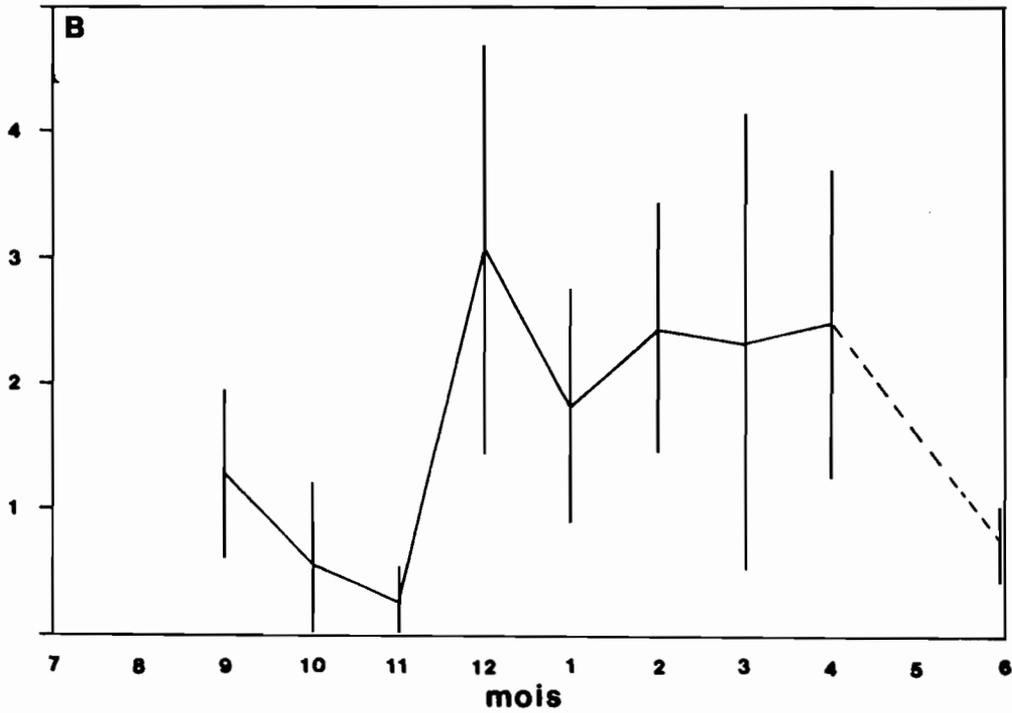


Figure 47 : Evolution de la valeur moyenne mensuelle du RGS de *Lutjanus fulvus* et écart type associé.

A : femelles

B : mâles

1-6 - *Naso brevirostris***Le sex-ratio**

Le tableau 20 donne un sex-ratio moyen d'environ 0,46 dans les captures de la passe avec des variations de 0,17 à 0,84. Il y aurait donc des migrations différentielles au niveau de la passe en fonction des sexes. Dans les petites tailles les mâles sont peu nombreux par rapport aux femelles (figure 48). Leur nombre augmente ensuite régulièrement avec la longueur. Après 27 cm ils deviennent majoritaires. Dans son étude sur *Naso brevirostris*, CAILLART (1988) présente certains résultats qui peuvent expliquer nos observations où peuvent en découler :

- La croissance des mâles, supérieure à celle des femelles, expliquerait ainsi qu'après une certaine longueur les mâles soient plus nombreux que les femelles,
- Les mortalités par pêche sont plus fortes pour les femelles que pour les mâles (1,01 et 1,34 contre 0,66 et 0,84). Ceci peut refléter, en partie au moins, que les femelles soient capturées en plus grand nombre que les mâles par les pièges à poissons (sex-ratio < 0,50).

Le rapport gonado-somatique

Les variations de la valeur moyenne mensuelle du RGS de *Naso brevirostris* ont été étudiées en détail par CAILLART (1988) qui a aussi analysé l'évolution dans le temps de la distribution des ovocytes. Nous rappellerons seulement quelques résultats :

- La saison annuelle d'activité de ponte s'étend de décembre à février,
- L'étude du RGS permet uniquement de mettre en évidence les grandes saisons de reproduction,
- Pour étudier plus en détail l'émission des gamètes, le suivi dans le temps de la distribution des diamètres des ovules dans les gonades s'est avéré efficace et a montré que *Naso brevirostris* pondait environ 3 fois entre décembre et février.

Pourquoi pas la figure du RGS ?
On aurait pu vérifier les chutes de ponte

Tableau 20 : Evolution du sex-ratio de *Naso brevirostris* dans les captures effectuées à l'intérieur de la passe.

Dates	nombre de mâles	nombre de femelles	sex-ratio
14/01/86	26	131	0,17
22/01/86	20	58	0,26
19/02/86	32	104	0,24
25/03/86	63	42	0,60
23/04/86	51	32	0,61
12/06/86	10	10	0,50
09/09/86	29	11	0,27
14/10/86	59	11	0,84
11/11/86	38	15	0,72
09/12/86	39	19	0,67
16/12/86	41	40	0,51
07/01/87	31	31	0,50
14/01/87	10	14	0,42
10/02/87	45	64	0,41
TOTAL	494	582	0,46

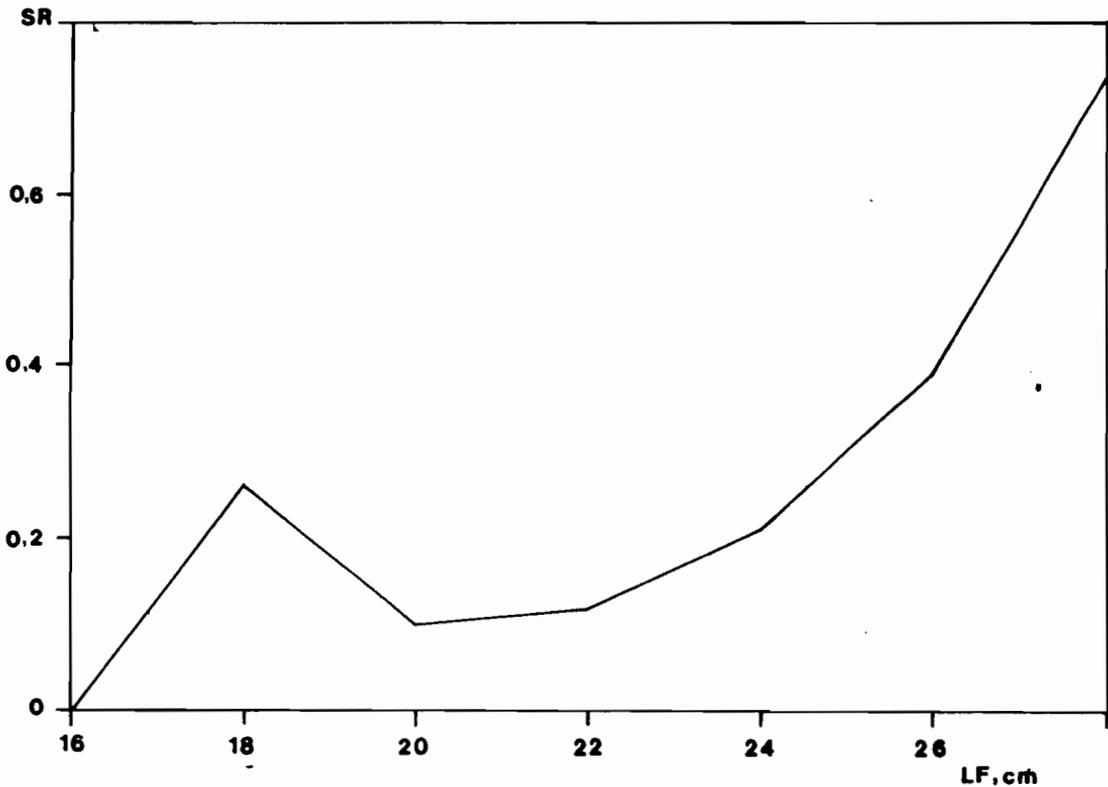


Figure 48 : Evolution du sex-ratio de *Naso brevirostris* en fonction de sa longueur

1-7 - *Acanthurus xanthopterus*

Cette espèce apparaît rarement dans les captures et est d'une manipulation trop dangereuse pour qu'il ait été possible de faire, pendant le temps du conditionnement, les analyses nécessaires à l'étude de la reproduction. Il ne sera présenté ici que quelques résultats sommaires sur le sex-ratio.

Sex-ratio

Les 35 poissons examinés se répartissent en 20 mâles et 15 femelles. Le sex-ratio est donc de 0,57 environ. Son évolution en fonction de la taille ne montre aucune tendance particulière probablement à cause de la trop grande variabilité des résultats et du nombre insuffisant d'échantillons.

1-8 - Discussion et conclusion

L'étude de la répartition des sexes dans les captures apporte quelques informations qui peuvent intéresser la biologie des espèces mais elle pose beaucoup plus de questions qu'elle n'en résoud. Le tableau 21 résume les résultats obtenus sur le sex-ratio des espèces étudiées dans leur ensemble. Pour quatre espèces sur six ce sex-ratio montre un nombre de mâles, toutes longueurs confondues, inférieur à celui des femelles. Chez les individus de grande taille, par contre, en général les mâles sont majoritaires dans les captures. Ce sex-ratio, différent de 0,50, peut être le reflet d'une plus grande abondance en l'un ou l'autre sexe dans le milieu naturel ou d'une répartition différente des mâles et des femelles au voisinage de la passe. Pour les espèces hermaphrodites protogynes exploitées, il est normal de trouver peu de mâles par rapport aux femelles puisque le nombre d'animaux atteignant les classes de taille où intervient le changement de sexe est diminué par les mortalités naturelle et par pêche. Dans ce cas le sex-ratio, proche de zéro dans les petites tailles, doit augmenter dans les classes de taille élevées comme c'est le cas pour *Lethrinus miniatus*. Ce poisson pourrait donc être hermaphrodite protogyne. Ceci a déjà été observé chez de nombreux autres *Lethrinus* par YOUNG. et MARTIN (1982). De même LOUBENS (1980) en Nouvelle Calédonie et WALKER (1975) dans le Queensland avaient suggéré que le sexe changeait chez *Lethrinus chrysostomus*. Selon ROBERTSON (1972) ces transformations seraient liées à des problèmes de surpopulation et d'équilibre entre les sexes pour *Labroides dimidiatus*. FRICKE et FRICKE (1977) trouve la même chose pour *Amphiprion akallopsis* et *A. bicintus*. La pêche elle-même aurait une action non négligeable. Dans notre étude, pour *Lethrinus miniatus*, cette transformation, de femelle en mâle, pourrait se faire à partir d'une taille d'environ 44 cm (figure 39).

il aurait mieux valu
ne rien dire

que

Tableau 21 : Récapitulatif des données obtenues sur le sex-ratio dans les captures des différentes espèces, toutes longueurs confondues et en fonction des plus grandes et des plus petites longueurs.

ESPECES	sex-ratio mâles/total poissons	petites longueurs	grandes longueurs
<i>Lethrinus miniatus</i>	0,34	0,10	0,47
<i>lutjanus gibbus</i>	0,45	0,37	0,71
<i>Caranx melampygus</i>	0,46	0,41	0,62
<i>Epinephelus microdon</i>			0,73
<i>Lutjanus fulvus</i>	0,63	0,61	0,65
<i>Naso brevirostris</i>	0,42	0,17	0,85
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	0,57	Pas de différence	

Pour *Epinephelus microdon* DEBAS (1989) a mis nettement en évidence le phénomène d'hermaphroditisme protogyne. Pour les autres espèces étudiées ici, il semble difficile de mettre en évidence un tel changement dans les sexes. En effet même si chez *Lutjanus gibbus* et *Caranx melampygus* les nombres de mâles capturés sont plus petits que ceux des femelles, la différence est moins grande que pour les deux espèces citées plus haut. De plus l'évolution du sex-ratio en fonction de la taille ne présente pas un caractère aussi marqué que pour *Lethrinus miniatus*. Les valeurs du sex-ratio, même dans les tailles les plus faibles, ne sont pas négligeables. La répartition différentielle des sexes dans les captures serait alors due soit à une répartition différente dans le milieu naturel, soit à un comportement migratoire au niveau de la passe différent selon les sexes, soit à une croissance plus forte pour les mâles, soit enfin à une combinaison de toutes ces raisons. Chez *Naso brevirostris* par exemple, qui présente, à quelques nuances près, les mêmes caractéristiques au niveau du sex-ratio que *Lutjanus gibbus* et *Caranx melampygus*, CAILLART (1988) a mis en évidence une croissance nettement différente en fonction des sexes. Les mâles atteignent dans ce cas des longueurs plus grandes et sont alors presque les seuls présents dans les classes de taille les plus élevées.

Toutes tailles confondues, les mâles de *Lutjanus fulvus* sont deux fois plus nombreux que les femelles. Dans la gamme des longueurs les plus représentées dans la pêcherie, le sex-ratio diminue quand la longueur augmente. Ceci signifie que les femelles grandissent plus vite que les mâles ou vivent plus longtemps, ou alors que c'est le comportement migratoire des poissons qui est différent selon le sexe.

L'étude du RGS a permis de montrer que les gonades des espèces étudiées restaient souvent bien développées pendant une longue période au cours de l'année. Les écarts types des valeurs du RGS montrent cependant que la ponte n'est pas toujours synchrone :

Grues bandes
ou mâles

ces écarts types augmentent toujours au moment de la ponte. De plus il peut y avoir plusieurs pontes par an intéressant les mêmes animaux ou des animaux différents. Les observations macroscopiques de gonades des deux sexes prélevées au moment du conditionnement ont permis de voir qu'en période de reproduction certaines se trouvaient au stade de post ponte (gonades gonflées d'eau, transparentes et vascularisées). Par contre les observations de femelles en ponte (oeufs sortant naturellement) ont été rares alors que les observations de gonades mâles perdant leur sperme par simple pression étaient plus courantes. Les femelles resteraient donc longtemps en période de pré-ponte et la dernière phase de maturation des ovocytes, avant la ponte elle-même, serait très courte. Pour étudier en détail les pontes, les échantillons devraient donc être pris de façon rapprochée dans le temps pendant les périodes déjà mises en évidence.

En résumé ni le suivi du RGS, ni l'observation macroscopique des gonades prélevées au moment du conditionnement ne permettent de définir avec une grande précision la date et l'intensité des différentes pontes. Ils donnent quand même les grandes périodes de reproduction que nous recherchions dans un premier temps. Les pontes peuvent avoir lieu à des moments bien précis et dans bien des cas elles sont liées au cycle lunaire. JOHANNES (1978) cite 51 espèces connues qui ont un cycle de ponte directement lié aux différentes phases de la lune. Certaines espèces pondent au moment de la nouvelle lune, d'autres à la pleine lune, d'autres encore à la nouvelle et à la pleine lune (CONOVER et KYNARD, 1984). En ce qui concerne les atolls des Tuamotu, BROUSSE (1974), MORIZE (1985) et CAILLART (1988) ont montré qu'il y avait une adéquation entre les rendements des captures dans les parcs des passes, les saisons de ponte et les différentes phases de la lune. Les poissons se faisant prendre dans les pièges au moment de leur migration de reproduction, il y aurait une corrélation directe entre les captures et l'activité sexuelle d'une espèce. Les saisons de ponte peuvent alors être déterminées directement par les captures. Ce qui a été dit au sujet des saisons de capture et de leur variations dans le chapitre II devient donc valable pour la reproduction dont les périodes sont rappelées dans le tableau 22. Les captures représenteraient directement le stock des reproducteurs et la structure de taille des captures celle des animaux en train de se reproduire.

*C'est une hypothèse que
nous devrions confirmer
par la suite et l'expérience.*

Tableau 22 : Récapitulatif des saisons d'activité sexuelle maximale des espèces étudiées

ESPECES	Saison d'activité sexuelle maximale
<i>Lethrinus miniatus</i>	septembre à janvier
<i>Lutjanus gibbus</i>	octobre - novembre février - mars
<i>Caranx melampygus</i>	juillet, octobre et février
<i>Epinephelus microdon</i>	février à juin
<i>Lutjanus fulvus</i>	octobre à juin
<i>Naso brevirostris</i>	décembre à février

LOUBENS (1980) trouve, pour le lagon de Nouvelle Calédonie, que l'étude du RGS permet de mettre en évidence les saisons de ponte : l'activité sexuelle générale des poissons est maximale pendant les mois de novembre et décembre, même pour les Serranidae, et un véritable repos sexuel existe en avril-mai. Il trouve aussi que les périodes de reproduction sont plus ou moins longues suivant les espèces et durent de 2 à 6 mois. A Tikehau la période d'activité sexuelle maximale de la plupart des espèces est centrée sur les mêmes mois qu'en Nouvelle Calédonie mais il y a des différences plus marquées entre les espèces. Pour la plupart de celles exploitées par la pêche, il existe deux saisons de repos sexuel, l'une au mois d'avril, l'autre plus marquée au mois de juillet. Par contre pour *Epinephelus microdon* (Serranidae) la saison de forte reproduction va de février à mai. La période de reproduction est également plus ou moins étalée dans le temps. Pour *Caranx melampygus* trois courtes saisons existent alors que pour *Lethrinus miniatus* une longue période durerait du mois de septembre à janvier. Il y a également de grandes variations d'une année à l'autre, autant pour les saisons de ponte que pour l'intensité de la reproduction. Par exemple la saison de reproduction d'*Epinephelus microdon* pourra être plus ou moins décalée vers les mois d'avril, mai et même juin comme ce fut le cas en 1985-1986 alors qu'en 1987-1988 l'activité maximale a été remarquée en février et mars.

Nous avons admis que les espèces commerciales capturées dans les pièges à poissons l'étaient au moment de leur migration de reproduction. Plus encore la présence d'importants bancs de poissons dans et aux alentours immédiats de la passe nous amène à penser que la ponte elle-même a lieu dans cette zone où les courants sont les plus forts et ont toujours une résultante qui porte vers le large (LENHART, 1988). CAILLART et MORIZE (1986), CAILLART (1988) ont déjà parlé de ce phénomène à Tikehau mais celui-ci a aussi été remarqué dans de nombreux autres endroits. Par exemple

ne meurt pas
mais de reproduction

Epinephelus est
dans la zone

JOHANNES (1978) récapitule les informations connues sur les stratégies de reproduction des poissons marins des tropiques. Où a lieu la ponte? Là où le transport des oeufs et larves par les courants leur donne la meilleure chance de survie. Quand a lieu la ponte? Au moment où le régime des vents rend plus probable un retour des larves sur le site d'où elles proviennent.

*Je pense bien, mais pour que ça survive -> meilleur chance
Vient en saison de vent nord-est ?*

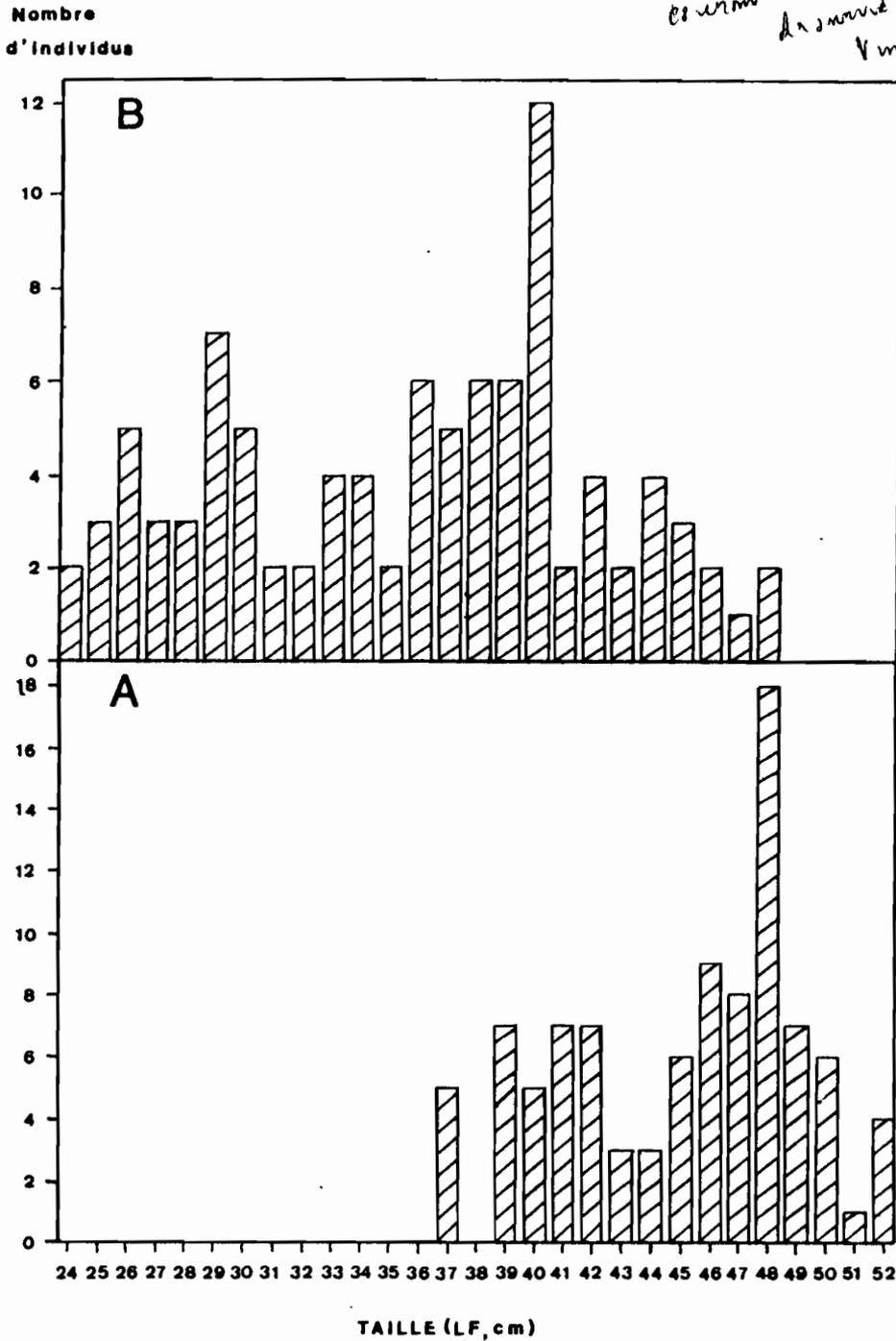


Figure 49 : Structure de taille des *Epinephelus microdon* capturés en :
A : février 1987 B : mars 1987

A Tikehau la ponte aux alentours de la passe revient systématiquement à induire au moins une partie de la vie larvaire à l'extérieur du lagon. De plus la période de maximum d'intensité de ponte est celle où commence la saison des pluies avec le plus de chance d'une inversion des vents : de dominance est, ils peuvent tourner à l'ouest pendant plusieurs jours et favoriser ainsi le retour des larves vers le récif. Certaines études suggèrent aussi qu'il existe des tourbillons ou gyres sous le vent des récifs où les larves seraient piégées et concentrées. POWLES (1977) pense que les concentrations des larves de *Cubiceps pauciradiatus* aux Barbades pourraient être le résultat d'un "standing current system". WYATT (1982) trouve le même phénomène sous le vent de la Jamaïque et il pourrait se passer la même chose à l'ouest de Tikehau. Un schéma général de stratégie de reproduction peut ainsi être proposé :

Les poissons pondent dans la passe. Une partie de la vie larvaire se déroule à l'extérieur et, grâce à des courants favorables, les larves et juvéniles reviennent réensemencer le lagon par les chenaux de la couronne récifale.

99. (Cependant il semble qu'il y ait au moins assez d'échanges entre les îles pour éviter une différenciation génétique des espèces insulaires (SHAKLEE, 1984).

Remarque très importante, mais quasi tombée en panne au sujet de la reproduction

2 - La taille à la première reproduction

Le tableau 23 donne la taille à la première reproduction (Lpr) pour chaque espèce en différenciant les sexes.

Tableau 23 : Longueurs (cm) à la première reproduction des espèces étudiées en différenciant les sexes.

ESPECES	Mâles	Femelles
<i>Lethrinus miniatus</i>	41	39
<i>Lutjanus gibbus</i>	23	22
<i>Caranx melampygus</i>	30	26
<i>Epinephelus microdon</i>		31
<i>Lutjanus fulvus</i>	21	21
<i>Naso brevirostris</i>	26	22
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	32	32

Pour *Epinephelus microdon* cette taille n'a pu être calculée que pour les femelles et pour *Acanthurus xanthopterus*, ne disposant pas des informations nécessaires, ces tailles seront confondues pour les deux sexes.

Les tailles à la première reproduction sont généralement différentes selon les sexes, en général plus importantes pour les mâles que pour les femelles. Cette différence est très sensible pour *Lethrinus miniatus*, *Caranx melampygus* et *Naso brevirostris* alors que pour *Lutjanus gibbus* et *Caranx melampygus* elle est faible.

Pour *Lutjanus fulvus* Lpr est le même pour les deux sexes. Pour *Naso brevirostris* le Lpr des femelles calculé ici est de 25 mm supérieur à la taille à la première maturité trouvée par CAILLART (1988).

3 - La croissance

Dans l'étude de la croissance des poissons qui suit toutes les longueurs sont des longueurs à la fourche (Lf), données en centimètres, les poids sont les poids totaux des poissons non éviscérés, exprimés en grammes et les temps en années.

3-1 - *Lethrinus miniatus*

Pour cette espèce la croissance a été étudiée par deux méthodes :

- L'étude des microstries sur les otolithes,
- NORMSEP avec âges estimés correspondant aux tailles modales.

- L'étude des microstries sur les otolithes

Dans leur étude de la croissance de *Lethrinus miniatus* par analyse des otolithes (annexe 2) CAILLART et al. (1986) ont obtenu les équations de croissance suivantes :

$$L_t = 53 (1 - \exp(-0,71t))$$

en ne faisant aucune autre hypothèse que celle du dépôt journalier des stries et :

$$L_t = 63 (1 - \exp(-0,55 (t - 0,26)))$$

en se fixant en plus $L_\infty = L \text{ max}$, défini auparavant.

Les longueurs estimées par ces deux courbes, dans l'intervalle qui nous intéresse, ne s'écartent jamais de plus de 16%. Le fait de se fixer L_∞ ne présente donc pas d'intérêt.

- L'étude des structures de taille

Dans l'étude des structures de taille quelques résultats, trouvés auparavant, vont servir à donner un âge aux valeurs modales, ceux sont :

Saisons de reproduction (obtenues à partir de l'étude du RGS) : septembre à janvier.

Taille à la première reproduction : 39 à 41 cm.

Age à la taille à la première reproduction (donné par le comptage des microstries) : entre 2,0 à 2,2 années.

* NORMSEP

Les données des structures de taille ont été regroupées de façon à obtenir une maille temporelle de deux mois (figure 50). Ensuite les modes ont été recherchés par le programme NORMSEP. Ces modes ont été rattachés à des cohortes de poissons dont le mois de naissance a été fixé à novembre. En prenant comme repère longueur-âge, l'âge à la taille à la première reproduction, un âge a pu être attribué à chaque valeur modale. Le tableau 24 récapitule les résultats qui serviront à l'ajustement de l'équation de Von Bertalanffy.

Tableau 24 : Couples de données longueur-âge obtenus à partir de l'analyse des histogrammes de taille des captures pour *Lethrinus miniatus*.

longueur (cm)	âge (année)	échantillon
36,3	2,0	11/1983
35,0	1,8	09/1984
43,5	2,8	09/1984
37,8	2,2	01/1985
44,2	3,2	01/1985
35,8	2,0	11/1985
47,7	4,0	11/1985
35,4	2,2	01/1986
47,6	4,2	01/1986
38,3	2,5	05/1986
44,2	3,0	11/1986

L'ajustement donne :

$$L_t = 55 (1 - \exp(-0,47(t+0,24)))$$

$L_\infty = 55$ cm	écart type 7
$K = 0,47$	0,26
$t_0 = -0,24$ année	0,77

je ne comprends pas très bien

Novembre 83 : 1 mode ?
09/84 : 2 modes ?

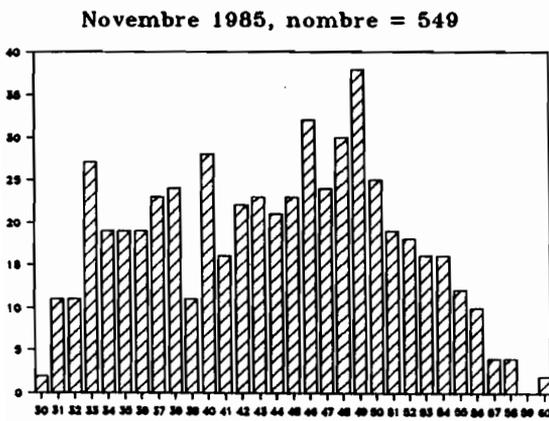
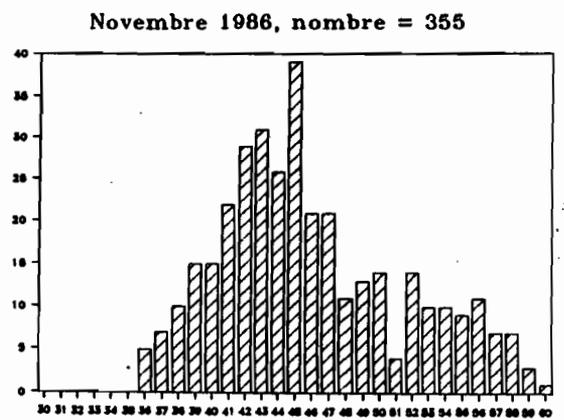
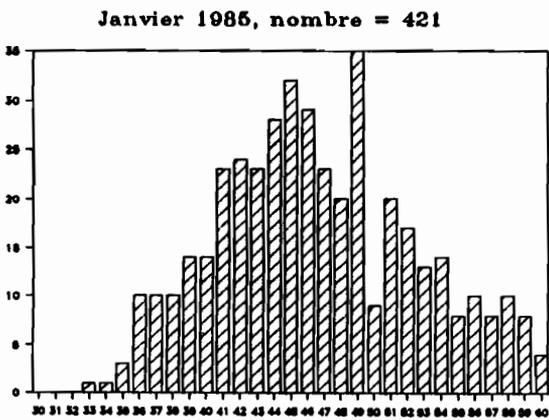
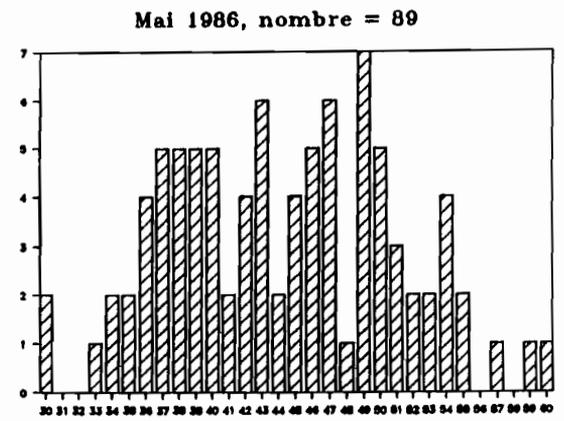
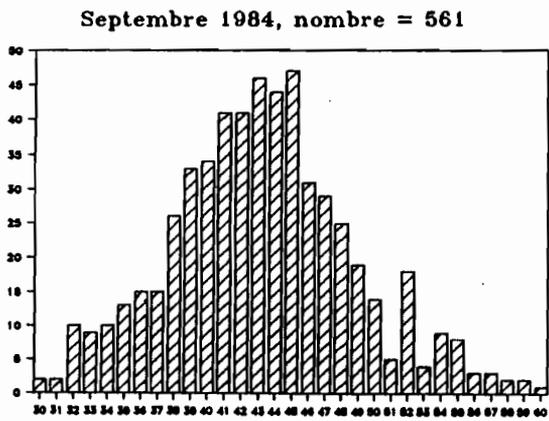
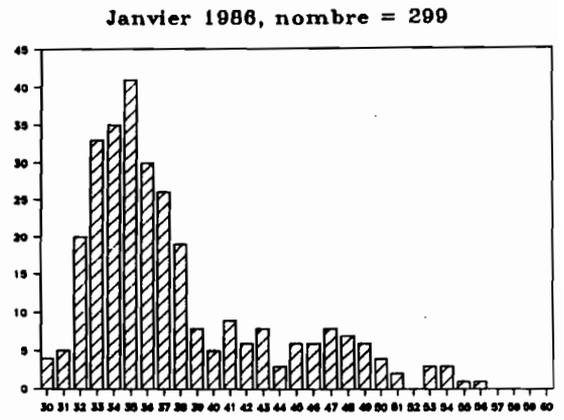
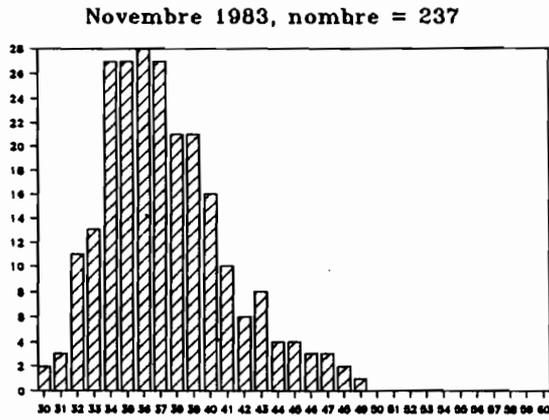


Figure 50 : Structures de taille de *Lethrinus miniatus* regroupées tous les deux mois

Le tableau 25 récapitule les correspondances longueur-âge calculées d'après ces deux méthodes, sachant que 90% des animaux capturés ont une longueur inférieure ou égale à 52 cm.

Tableau 25 : Correspondances longueur-âge de *Lethrinus miniatus* calculées à partir des différentes équations de croissance obtenues (longueur en cm).

âge (année)	longueur otolithe	longueur NORMSEP
1	21	24
2	39	36
3	49	43
4	55	48
5	58	51

Sont des données
obtenues par NORMSEP

La différence entre les valeurs (longueur-âge) obtenues par les deux méthodes n'est pas très grande puisque entre 2 et 5 ans les longueurs estimées ne varient pas de plus de 15%. La croissance évaluée à partir du comptage des microstries des otolithes est sans doute un peu surestimée par le fait de l'hypothèse de la périodicité journalière du dépôt des microstries qui a peu de chance d'être vérifiée pour les animaux agés.

Seul qu'il peut y avoir plus d'une année de différence.

3-2 - *Lutjanus gibbus*

Les mêmes techniques d'étude ont permis de modéliser la croissance de *Lutjanus gibbus*, à savoir le comptage des microstries visible sur les otolithes et l'analyse des structures de taille obtenues à partir d'échantillons pris dans les captures. Des essais de marquage ont été réalisés avec des marques de type "Floy tag". Les marques, se salissant très vite, disparaissaient avant de pouvoir être utilisées efficacement.

différent ?

- L'étude des microstries sur les otolithes

63 couples de données (longueur-nombre de stries) ont été obtenus dont 15 pour une longueur inférieure à 20 cm (tableau 24).

Il n'a pas été possible d'étudier sérieusement le rythme de dépôt des stries parce que les poissons marqués à la terramycine n'ont pas pu être gardés assez longtemps en élevage et que leur récupération dans le milieu naturel s'est avérée trop aléatoire. En faisant l'hypothèse que le rythme de dépôt des stries est journalier pendant toute la durée de vie des poissons, la croissance donnée par l'équation de Von Bertalanffy est :

$$L_t = 33 (1 - \exp(-0,83(t - 0,02)))$$

	écart type
$L_\infty = 33$ cm	17
$K = 0,83$	0,18
$t_0 = -0,02$ année	0,15

MORALES-NIN et RALSTON (1990) ont étudié la croissance sur une espèce proche (*Lutjanus kasmira*) par deux techniques différentes : la technique du comptage des microstries "journalières" par un microscope optique donne une croissance bien plus élevée que celle utilisant les stries annuelles. Les microstries n'ont qu'une épaisseur de 0,4 μm ce qui est au dessous du pouvoir de résolution des microscopes optiques. Ils concluent, comme nous, que l'étude de la croissance par le comptage des microstries avec un microscope optique donne des résultats erronés en sous-estimant l'âge des animaux au moins à partir de la taille de première reproduction.

Tableau 24 : Données longueur (cm)-nombre de stries pour *Lutjanus gibbus*

longueur	strie	longueur	strie	longueur	strie
11,5	218	23,0	657	28,0	1310
13,0	204	23,0	566	28,0	990
13,5	210	23,0	593	28,0	1260
14,0	267	23,0	611	29,0	723
15,0	203	24,0	537	29,0	831
15,0	344	24,0	608	29,0	750
16,0	367	24,0	617	30,0	1215
17,0	468	24,0	588	30,0	2336
17,0	436	24,0	552	31,0	1252
17,0	359	24,0	719	31,0	849
17,5	306	24,0	742	32,5	974
18,0	363	25,0	823	33,0	890
18,5	378	25,0	1130	33,0	789
18,5	404	25,0	425	33,0	1091
19,0	396	25,0	455	34,0	889
21,0	475	25,0	605	35,0	1331
22,0	541	25,0	599	35,0	967
22,0	746	26,0	942	35,0	922
22,0	689	26,0	530	35,5	1180
23,0	1474	27,0	896	36,0	1322
23,0	867	28,0	1113	36,0	1241

- L'étude des structures de taille

Rappel :

Saisons de reproduction (obtenues à partir de l'étude du RGS) : octobre-novembre et février-mars.

Taille à la première reproduction : 22 à 23 cm.

Age à la première reproduction (donné par le comptage des microstries) : environ 1,5 an.

Les données de structures de taille se trouvent rassemblées sur la figure 51.

*** NORMSEP**

En janvier 1984 et en septembre 1985 nous avons pu compléter nos échantillons par des pêches à la ligne et les étendre à des animaux plus jeunes que ceux habituellement trouvés dans les captures. Le premier mode est alors bien séparé des suivants. La date moyenne de naissance a été fixée à novembre.

Les couples de données, longueur-âge, servant à l'ajustement se trouvent dans le tableau 25.

L'ajustement de ces données à une courbe de Von Bertalanffy donne :

$$L_t = 42 (1 - \exp(-0,27(t + 1,37)))$$

$L_\infty = 42 \text{ cm}$	écart type 12
$K = 0,27$	0,20
$t_0 = -1,37 \text{ année}$	0,90

Tableau 25 : Couples de données longueur-âge obtenus à partir de l'analyse des histogrammes de taille des captures pour *Lutjanus gibbus*.

longueur (cm)	âge (année)	échantillon	longueur (cm)	âge (année)	échantillon
29,0	3,0	11/1983	24,9	2,5	05/1985
20,0	1,2	01/1984	18,7	0,8	09/1985
27,2	2,2	01/1984	26,0	1,8	09/1985
27,0	2,5	03/1984	25,1	2,0	11/1985
31,5	3,5	03/1984	25,5	2,2	01/1986
25,0	1,8	09/1984	24,8	1,8	09/1986
29,9	2,8	09/1984	28,3	2,8	09/1986
24,9	2,0	11/1984	23,8	2,1	11/1986
29,3	3,0	11/1984	24,7	2,3	01/1987
24,6	3,2	01/1985	26,5	2,0	11/1987
29,4	3,2	01/1985	30,9	3,0	11/1987
23,7	1,4	03/1985	25,7	2,3	01/1988
27,9	2,4	03/1985			

Les couples longueur-âge calculés à partir de ces deux courbes sont récapitulés dans le tableau 26 pour les animaux d'une taille inférieure à 31 cm qui représentent plus de 90% des effectifs capturés. Pour les trois longueurs les plus représentées dans les captures (24, 25 et 26 cm) il n'y a pratiquement pas d'écart d'âge entre les deux méthodes.

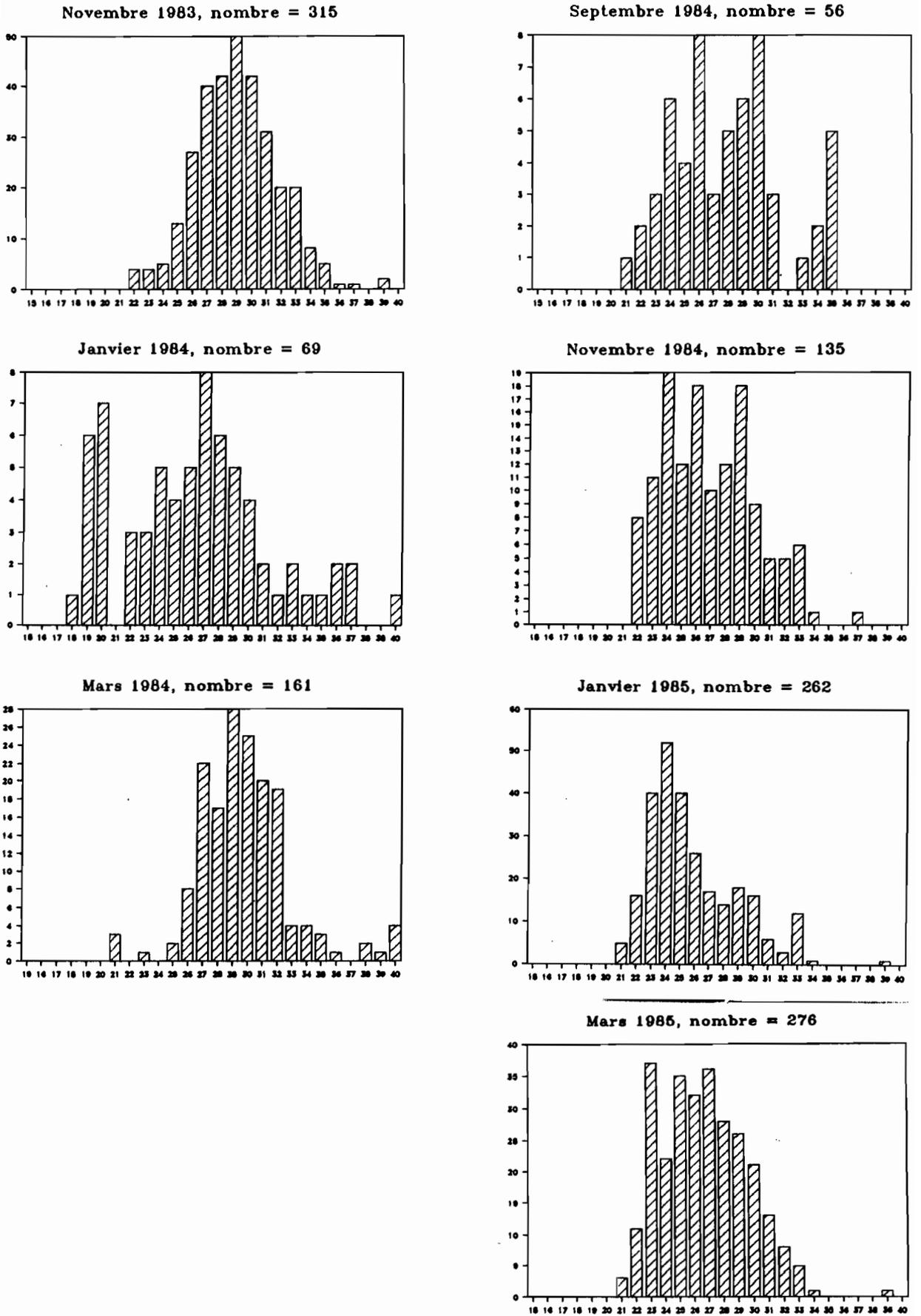
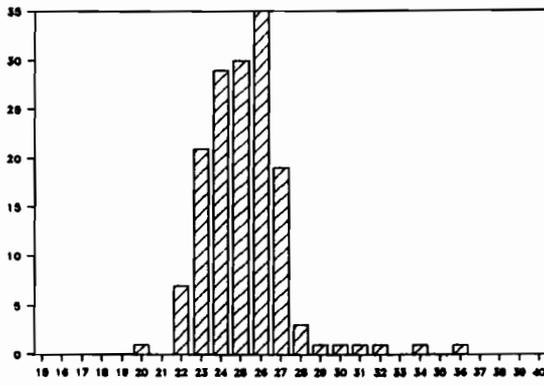
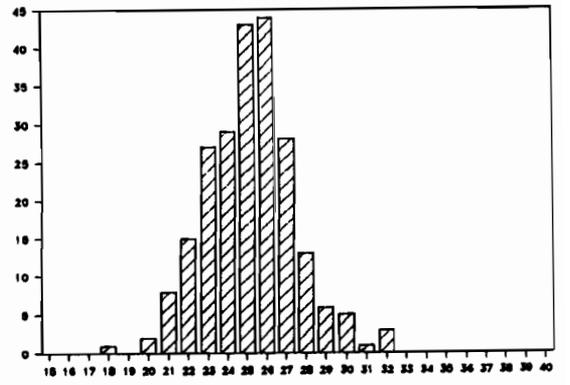


Figure 51 : Structures de taille de *Lutjanus gibbus* regroupées tous les deux mois

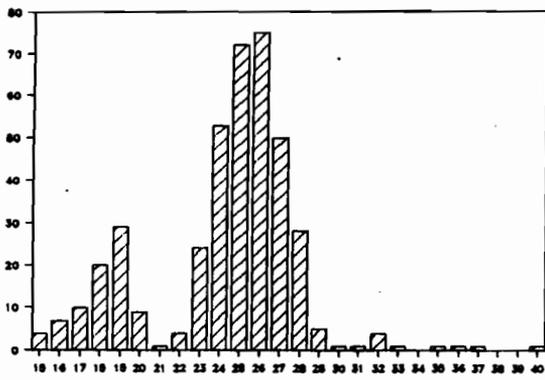
Mai 1985, nombre = 151



Janvier 1986, nombre = 217



Septembre 1985, nombre = 401



Novembre 1985, nombre = 388

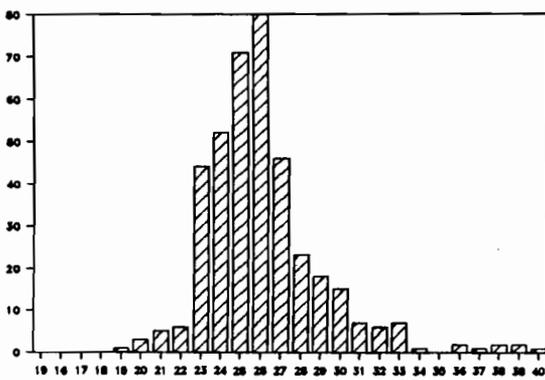


Figure 51 bis

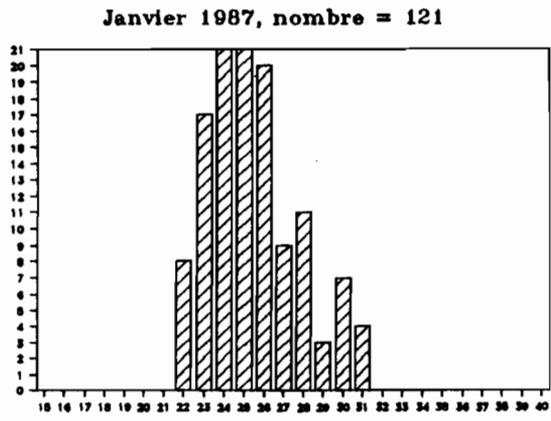
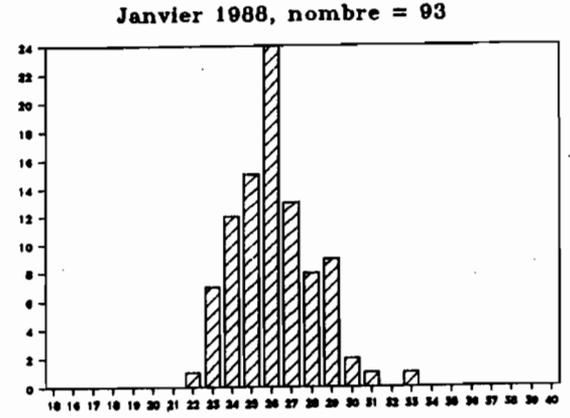
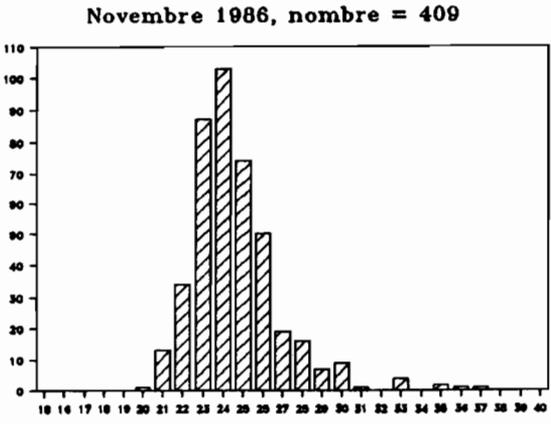
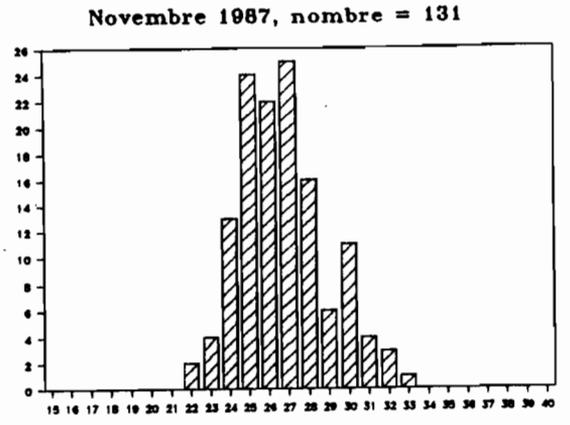
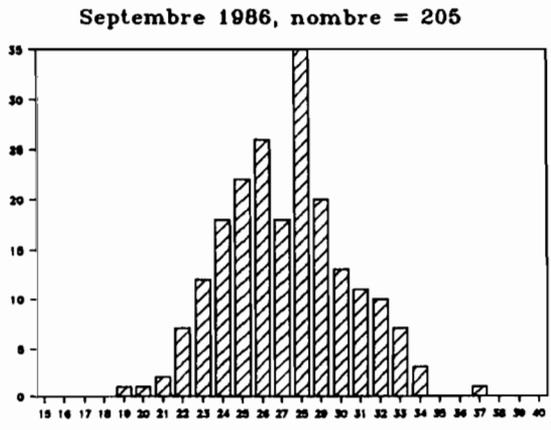


Figure 51 ter

Tableau 26 : Longueurs et poids aux différents âges pour *Lutjanus gibbus* en fonction de la méthode d'étude utilisée.

âge (année)	longueur otolithe	longueur NORMSEP
1	18	20
2	26	25
3	30	29
4	32	32
5	33	34
6	33	36

tu pède
à l'ann. ?

La rapidité de la croissance est telle qu'il est normal que très peu de modes apparaissent dans les échantillons de structures de taille. Seule une recherche systématique des juvéniles et leur suivi dans le milieu naturel pourraient apporter une plus grande précision dans l'évaluation de la croissance de cette espèce.

3-3 - *Caranx melampygyus*

Les mêmes méthodes que celle utilisées pour les deux espèces précédentes ont permis de modéliser la croissance.

- L'étude des microstries sur les otolithes

La courbe de croissance obtenue à partir de l'analyse des 46 couples de données (nombre de microstries-longueur, tableau 27), en faisant l'hypothèse du dépôt journalier des stries s'écrit :

$$L_t = 54 (1 - \exp(-0,81(t + 0,02)))$$

$L_\infty = 54$ cm
 $K = 0,81$
 $t_0 = -0,02$ année

écart type
 66
 0,24
 0,10

Tableau 27 : Données longueur (cm)-nombre de stries pour *Caranx melampygus*

longueur	strie	longueur	strie	longueur	strie
9,2	77	30,0	383	38,0	600
10,1	87	30,7	462	39,0	735
10,3	72	31,0	496	39,0	578
10,6	108	31,4	449	39,0	542
11,0	97	31,4	336	39,0	782
11,3	105	32,0	477	43,0	390
11,3	117	32,5	554	43,0	633
12,4	117	33,0	407	50,0	943
12,8	114	33,0	535	50,0	769
25,0	339	34,0	510	51,0	730
27,0	432	35,0	688	52,0	407
27,0	381	36,0	841	52,0	994
27,0	226	36,0	1010	53,0	692
27,0	344	37,0	491	53,0	655
28,0	433	38,0	394	59,0	954
28,0	396				

- L'étude des structures de taille

Rappel :

Saisons de reproduction (obtenues à partir de l'étude des structures de taille) : juillet, octobre et février.

Taille à la première reproduction : 26 à 30 cm.

Age à la première reproduction (donné par le comptage des microstries) : 0,8 à 1,0 an.

La saison de reproduction s'étend sur plusieurs mois. Il pourrait y avoir trois pontes par an, ce qui pourrait laisser présager une grande difficulté dans l'interprétation des histogrammes de fréquence de taille qui se trouvent dans la figure 52. Cependant l'analyse des captures a montré que le mois de novembre était de loin le mois le plus productif. L'adéquation "production-reproduction" suppose donc que la plupart des poissons naissent vers le mois de novembre.

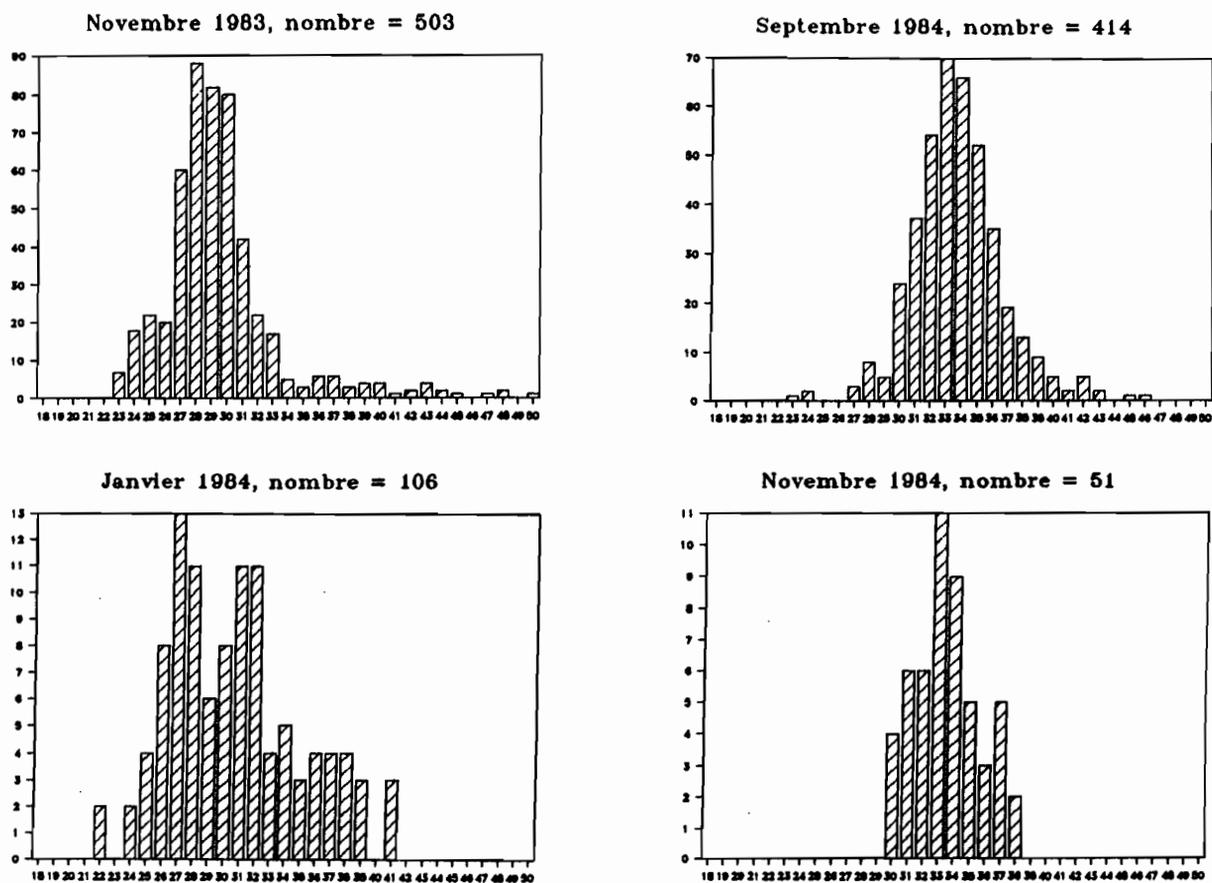
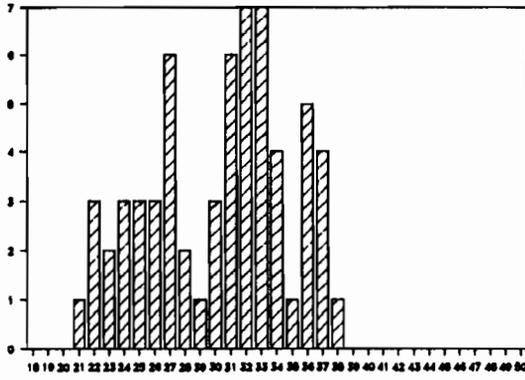
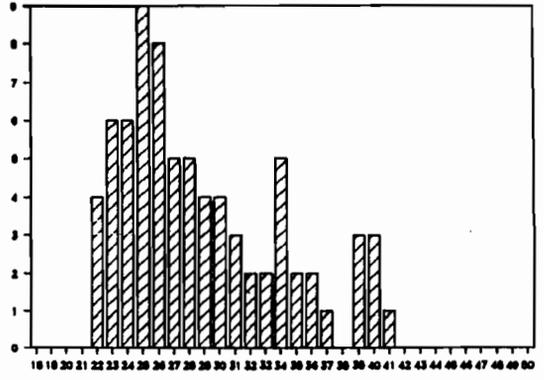


Figure 52 : Structures de taille de *Caranx melampygus* regroupées tous les deux mois.

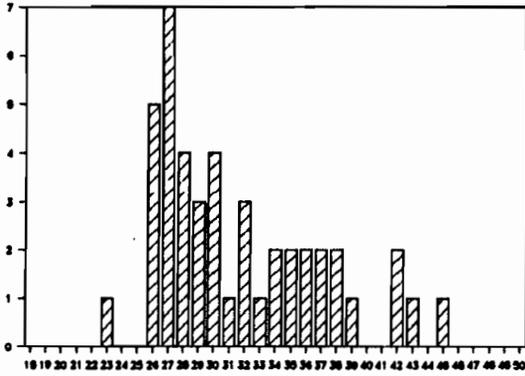
Janvier 1985, nombre = 62



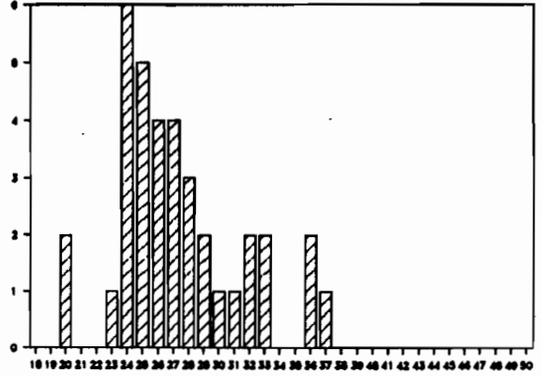
Septembre 1985, nombre = 75



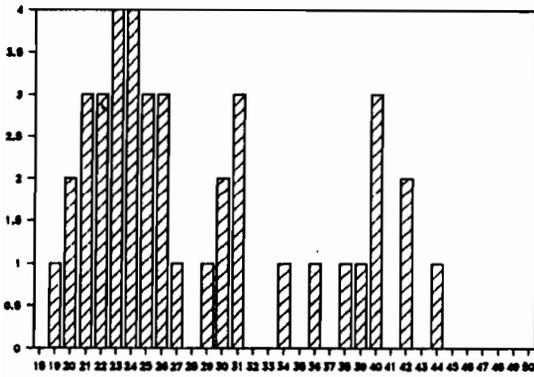
Mars 1985, nombre = 44



Novembre 1985, nombre = 36



Mai 1985, nombre = 40



Juillet 1985, nombre = 29

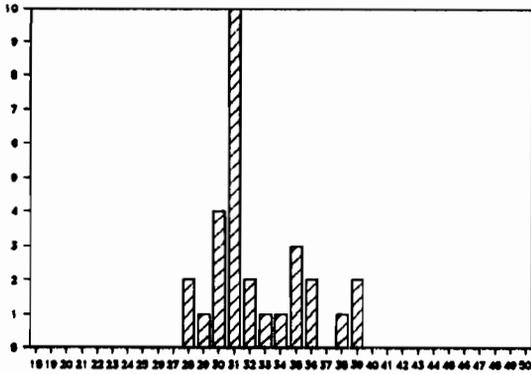
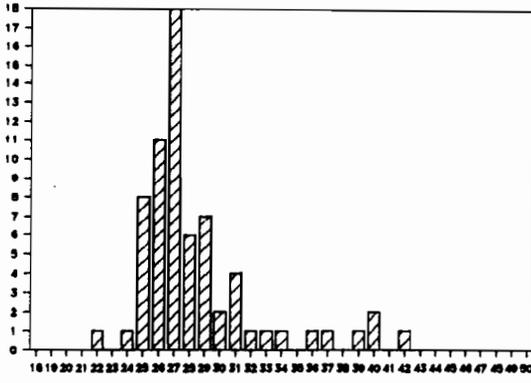
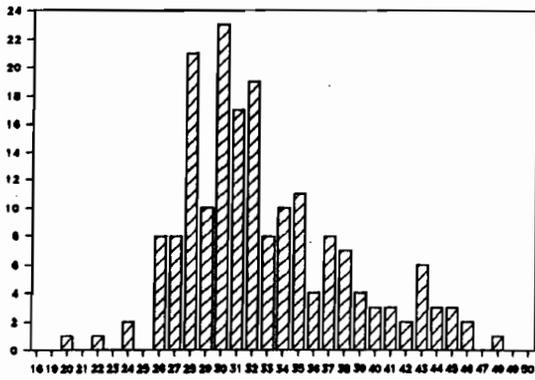


Figure 52 bis

Mai 1986, nombre = 67



Septembre 1986, nombre = 185



Novembre 1986, nombre = 287

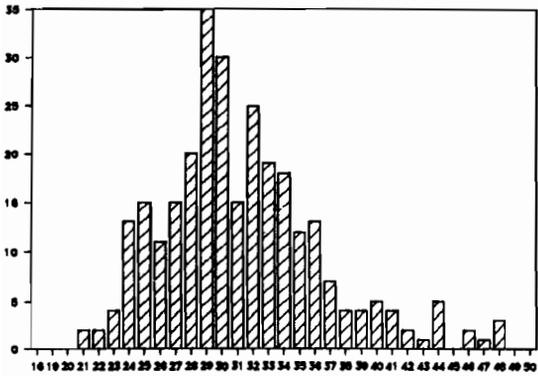


Figure 52 ter

*** NORMSEP**

Certains échantillons de structure des longueurs présentent plusieurs modes très marqués. Après avoir fixé une date de naissance aux cohortes au mois de novembre et pris comme repère longueur-âge l'âge à la taille à la première reproduction il a été possible de donner un âge à chaque valeur modale (tableau 28).

L'ajustement de ces données à la courbe de Von Bertalanffy donne :

$$L_t = 61 (1 - \exp(-0,20(t + 1,8)))$$

avec :	écart type
$L_\infty = 61\text{cm}$	36,7
$K = 0,2$	0,3
$t_0 = -1,8$ année	1,5

Tableau 28 : Couples de données longueur-âge obtenus à partir de l'analyse des histogrammes de taille des captures pour *Caranx melampygus*.

longueur (cm)	âge (année)	échantillon
29,0	0,92	11/1983
27,5	1,08	01/1984
32,0	2,08	01/1984
37,5	3,08	01/1984
33,5	1,75	09/1984
33,0	1,92	11/1984
26,4	1,08	01/1985
32,5	2,08	01/1985
36,7	3,08	01/1985
27,0	1,25	03/1985
35,0	2,25	03/1985
23,5	1,42	05/1985
31,0	2,42	05/1985
40,0	3,42	05/1985
31,0	1,58	07/1985
25,8	0,75	09/1985
33,0	1,75	09/1985
24,0	0,92	11/1985
27,0	1,42	05/1986
31,0	1,75	09/1986
40,0	2,75	09/1986
25,1	0,92	11/1986
30,9	1,92	11/1986
38,4	2,92	11/1986

Le tableau 29 récapitule les couples de données (longueur-âge) trouvés par les deux méthodes.

Tableau 29 : Longueurs aux différents âges pour *Caranx melampygus* en fonction de la méthode d'étude utilisée.

âge (année)	longueur otolithe	longueur NORMSEP
1	30	26
2	43	32
3	49	38
4	52	42
5	53	45

La variabilité des résultats est importante puisque, suivant les méthodes d'étude, les poissons mettent environ entre 2 ans et 4 ans pour atteindre la longueur de 42 cm. Comme pour les autres espèces l'otolithométrie pourrait avoir tendance à surévaluer la croissance.

Dans la pêcherie 90% des poissons ont une longueur inférieure à 40 cm, ce qui signifie que, suivant la méthode utilisée, une à trois classes d'âge peuvent être présentes dans les captures.

3-4 - *Epinephelus microdon*

La croissance de cette espèce a été étudiée de trois façons indépendantes les unes des autres : l'otolithométrie, le marquage et l'analyse des structures de taille. Les différents résultats obtenus sont :

- L'étude des microstries sur les otolithes

49 couples de données, longueur-nombre de stries, ont été traités (tableau 30).

Le traitement de ces données, en prenant comme seule hypothèse le dépôt journalier des stries, donne l'équation de Von Bertalanffy suivante.

$$L_t = 179 (1 - \exp(-0,05(t + 0,92)))$$

soit :

	écart type
$L_\infty = 179$ cm	940
$K = 0,05$	0,39
$t_0 = -0,92$ année	1,95

Tableau 30 : Données longueur (cm)-nombre de stries pour *Epinephelus microdon*

longueur	strie	longueur	strie	longueur	strie
18,5	476	28,0	791	33,0	1040
19,5	372	28,0	823	33,0	724
20,5	451	28,0	637	37,0	1166
21,0	428	30,0	1025	39,0	910
22,0	843	30,0	998	39,0	1015
22,0	701	31,0	807	39,0	835
24,5	514	31,0	929	40,0	590
25,0	898	31,0	557	40,0	1238
25,0	765	31,0	499	41,0	1088
26,0	644	31,0	1009	45,0	918
26,0	924	32,0	901	45,0	1158
26,0	999	32,0	787	45,0	1251
27,0	779	32,0	992	47,0	1236
27,0	854	32,0	1005	49,0	1118
28,0	988	32,0	998	50,0	1284
28,0	589	33,0	1191	52,0	1307
28,0	1008				

La précision de l'estimation des paramètres est faible puisque l'écart type est toujours nettement plus grand que la valeur trouvée. Cela vient, entre autres, du fait que, pour une longueur donnée, il existe une grande variabilité dans le nombre de stries comptées. Quant à la validité de l'hypothèse "une strie égale un jour", CAILLART et MORIZE (1989) trouvent, dans des conditions d'élevage en milieu ouvert, qu'il faut en moyenne deux jours pour déposer une strie pour la gamme des tailles rencontrées dans la pêcherie (annexe 4). Bien que ce résultat ne puisse pas être transposé aux poissons dans le milieu naturel, il justifie les doutes sur l'hypothèse proposée.

- Le marquage

Le marquage a donné des résultats tout à fait satisfaisants. Cette espèce s'est avérée bien adaptée à cette technique d'étude.

MORIZE et CAILLART (1987) ont déjà publié un premier résultat (annexe 3). De façon à voir l'influence de l'hypothèse faite que dt est petit par rapport à la vie du poisson, deux traitements ont été effectués, le premier prend en compte toutes les données (tableau 31)

et le second n'utilisera que les données pour lesquelles les temps de liberté ne dépassent pas 160 jours, temps supposé petit en comparaison de la durée de vie de l'animal. Les équations de croissance seront données en supposant $t_0 = 0$.

Tableau 31 : Données obtenues par le marquage de *Epinephelus microdon* (longueur = l_t , longueur recapture = $l_{t'}$ et temps de liberté t), longueurs en cm

l_t	$l_{t'}$	t									
27,0	27,5	50	33,5	36,5	85	34,5	36,5	138	42,0	43,0	236
30,0	30,5	50	40,0	40,5	85	36,0	39,0	142	31,5	37,0	267
45,0	45,5	50	38,5	39,0	87	34,5	37,0	144	49,0	51,0	278
31,0	31,5	51	36,0	40,0	89	31,0	32,5	149	31,5	40,0	285
37,0	38,0	56	42,0	43,0	89	33,0	37,0	149	31,0	37,0	318
37,0	37,5	57	30,5	33,0	90	37,0	40,0	149	31,0	40,0	336
37,0	38,0	57	30,5	33,0	91	40,0	41,0	153	31,5	43,0	353
45,0	45,5	61	21,5	25,0	99	47,5	49,0	158	27,0	36,5	372
27,0	28,0	63	38,5	41,0	11	26,5	33,5	159	36,0	54,0	372
40,5	42,0	70	35,5	38,0	116	37,0	43,5	159	42,0	47,0	414
40,0	40,5	71	37,5	42,0	121	50,5	52,0	190	31,0	38,5	450
32,0	34,0	72	39,0	46,0	123	50,5	52,0	216			

En prenant toutes les données pour l'ajustement on trouve :

$$L_t = 60 (1 - \exp(-0,38 * t))$$

et en ne prenant que les temps de liberté < 160 jours :

$$L_t = 61 (1 - \exp(-0,35 * t))$$

Dans ce cas la différence entre les deux courbes n'est pas très grande.

- L'étude des structures de taille

Rappel :

Saisons de reproduction (obtenues à partir de l'étude du RGS) : février à juin

Taille à la première reproduction : 31 cm

Age à la première reproduction (donné par le comptage des microstries) : environ 2,9 ans.

* NORMSEP

Dans les données des structures de taille de l'année 1987 déjà présentées par la figure 49, le programme NORMSEP permet d'individualiser trois groupes dont les valeurs modales sont 28,7; 39,6 et 47,8 cm. En fixant une date de naissance moyenne en avril, les âges moyens suivants peuvent être attribués à ces cohortes : 1,9; 2,9 et 3,9 ans. L'ajustement de ces couples de données à l'équation de Von Bertalanffy donne :

$$L_t = 69,3 (1 - \exp(-0,31 * (t - 0,22)))$$

avec :

	écart type
$L_\infty = 69,3$ cm	3,01
$K = 0,31$	0,03
$t_0 = 0,22$ année	0,08

Tableau 32 : Longueurs (cm) aux différents âges pour *Epinephelus microdon* en fonction de la méthode d'étude utilisée.

âge (année)	longueur otolithe	longueur marquage		longueur NORMSEP
		tous	< 90	
1	16	16	15	15
2	24	30	29	29
3	32	39	38	40
4	39	46	45	48
5	46	50	50	54

Dans le tableau 32 sont récapitulées les longueurs à différents âges calculées à partir des équations trouvées plus haut. Pour le marquage nous avons estimé t_0 à partir de l'hypothèse : longueur à 2,1 ans = 31 cm environ. Les longueurs trouvées par le marquage et l'étude des structures de taille sont peu différentes dans la gamme des longueurs observées dans la pêcherie (95% des longueurs inférieures à 49 cm). Contrairement à ce qui se passait pour les autres poissons étudiés jusqu'ici le comptage des stries sur les otolithes donne des tailles plus petites pour les animaux de deux ans mais ensuite la croissance reste soutenue plus longtemps.

En conclusion trois méthodes ont été utilisées pour déterminer la croissance de cette espèce et, pour la gamme des longueurs trouvées dans les captures, les longueurs obtenues ne diffèrent pas de plus de 25%. L'estimation de la croissance par le "marquage-recapture" peut être retenue comme la plus fiable.

Don de P

3-5 - *Lutjanus fulvus***- L'étude des microstries sur les otolithes**

Comme pour *Lethrinus miniatus* CAILLART et al. (1987) ont déjà modélisé la croissance de cette espèce en traitant les données de lecture des stries sur les otolithes et en se fixant la valeur de L_{∞} égale à 28 cm (annexe 2). Ils trouvent :

$$L_t = 28 (1 - \exp(-0,89(t + 0,05)))$$

- L'étude des structures de taille**Rappel :**

Saisons de reproduction (obtenues à partir de l'étude du RGS) : octobre à juin

Taille à la première reproduction : 21 cm

Age à la première reproduction (donné par le comptage des microstries) : 1,5 an.

L'analyse des différents modes (figure 53) est rendue très difficile parce que la saison annuelle de reproduction se trouve étalée sur près de 8 mois. Dans chaque échantillon un seul mode ressort bien, entre 22 et 23 cm. La somme des échantillons montre qu'environ 95% des poissons ont une longueur inférieure à 25 cm. De plus par aucun moyen il n'a été possible d'obtenir des animaux juvéniles en quantité suffisante pour notre étude. Il semble donc que soit une seule classe d'âge est capturée, soit la longueur moyenne trouvée dans les captures est très proche de la longueur maximale réelle pouvant être atteinte par les poissons. La croissance serait donc très lente dès que la taille de 22 cm est atteinte (tableau 33). Aucun traitement, autre que celui obtenu à partir des otolithes, n'a donc pu être réalisé.

Tableau 33 : Longueurs (cm) et poids (g) calculés aux différents âges pour *Lutjanus fulvus*.

âge (année)	longueur otolithe	poids
1	17	116
2	23	262
3	26	365
4	27	404

pourquoi le poids dans ce tableau

La croissance de cette espèce semble donc très rapide. Elle atteindrait sa taille de reproduction entre 1 et 2 ans. Dans les captures les animaux de 2 ans domineraient.

L'hypothèse de la périodicité "journalière" du dépôt des microstrie a pu être testée d'une part sur quelques animaux adultes (de 22 à 24 cm) maintenus en élevage dans des bassins ouverts et d'autre part sur des poissons (âgés d'environ 2 ans et de longueur 14 cm) piégés suite aux cyclones de 1983 dans des sortes de lagunes naturelles.

- Un marquage à la terramycine a été réalisé sur des poissons adultes dans les mêmes conditions que l'expérience réalisée sur *Epinephelus microdon*. L'analyse des otolithes a montré qu'il fallait environ quatre jours pour déposer une microstrie dans les conditions de l'expérience.

- Lors des cyclones certains chenaux ("hoa") reliant l'océan au lagon ont été bouchés et des juvéniles et larves sont restés prisonniers dans les petites pièces d'eau ainsi isolées. Les conditions environnementales dans celles-ci étaient extrêmement dures et changeantes, aussi bien au niveau des températures qu'à celui de la salinité. Des poissons de 14 cm ont été récupérés environ deux ans après les cyclones et leur otolithes analysés. Le comptage des microstries a donné environ autant de stries que de jours écoulés depuis les cyclones, soit un jour pour déposer une microstrie. Il semble donc que pour les juvéniles, malgré des conditions environnementales très perturbées, l'hypothèse du dépôt journalier puisse être conservée et que les animaux aient une taille au moins égale à 14 cm à deux ans.

Quoiqu'il en soit si la croissance est très ralentie après la première reproduction et si l'effort de pêche est très important sur les poissons dès leur recrutement, l'incertitude sur le rythme de dépôt des stries des poissons adultes n'a plus une grande importance.

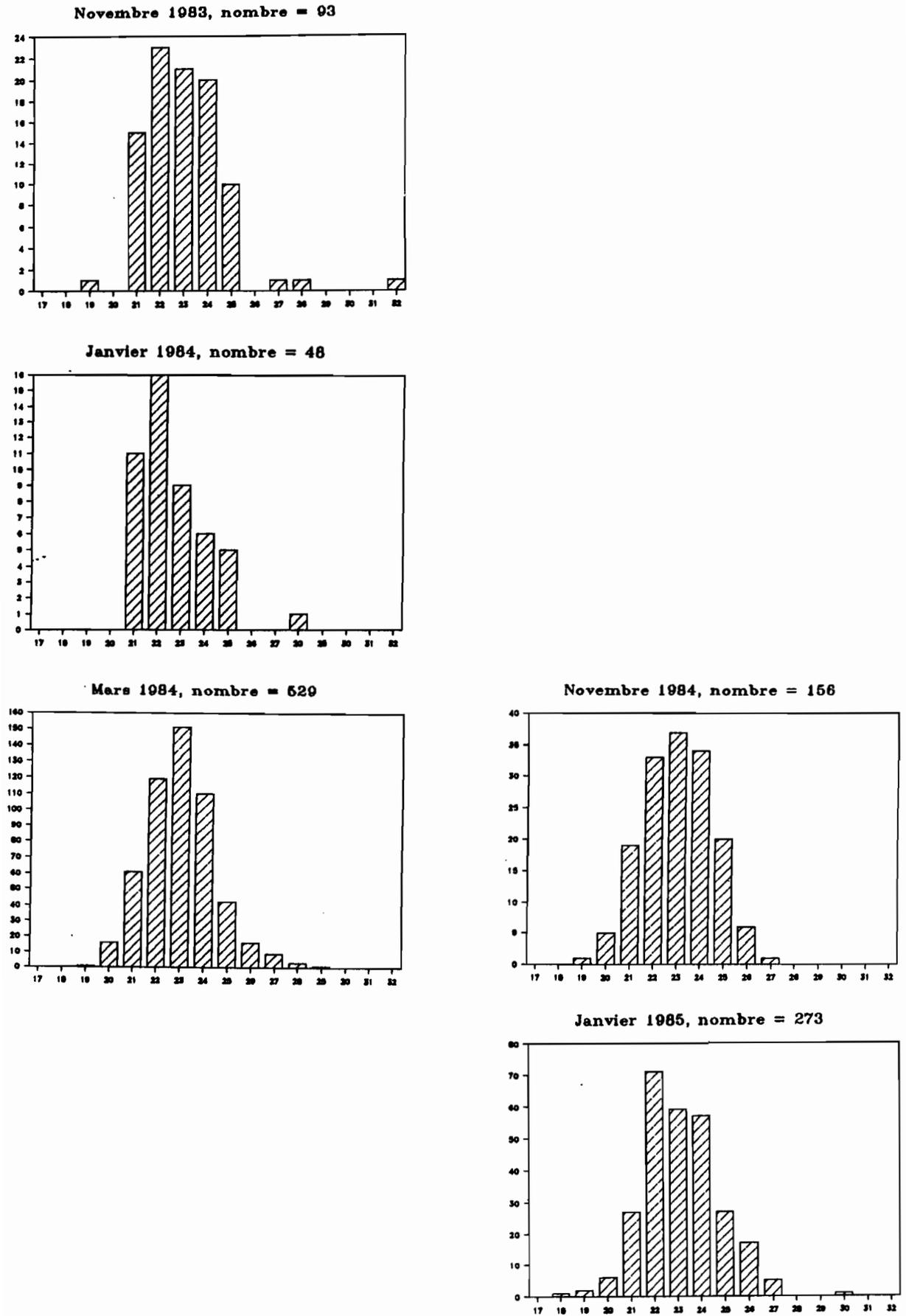


Figure 53 : Structures de taille de *Lutjanus fulvus* regroupées tous les deux mois.

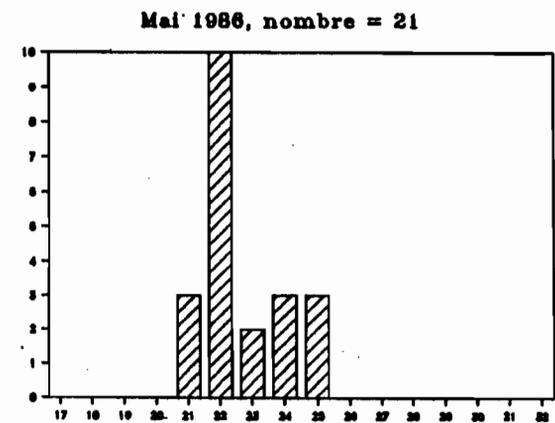
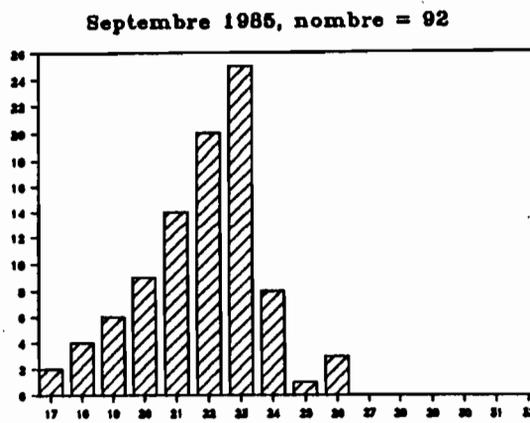
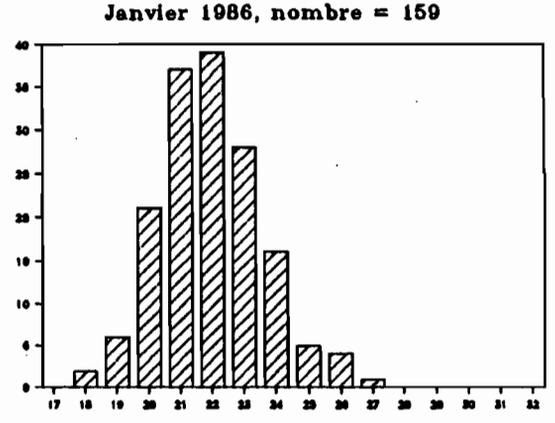
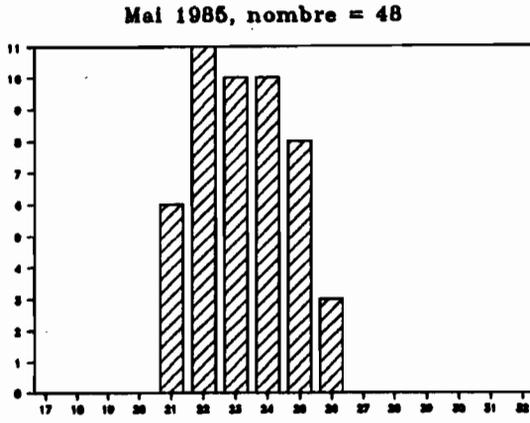
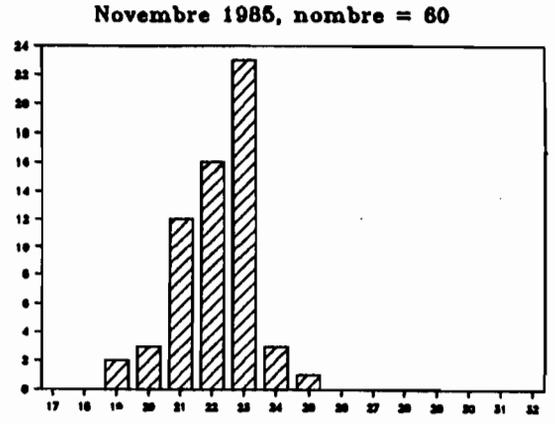
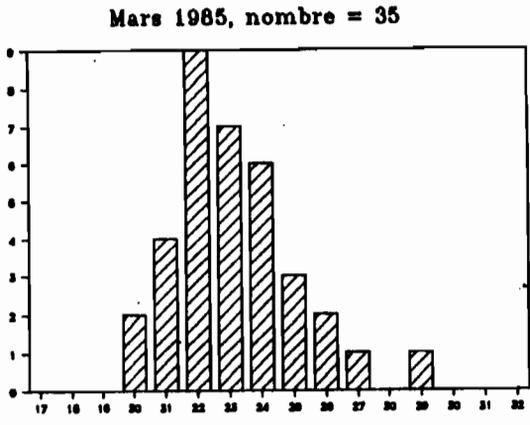
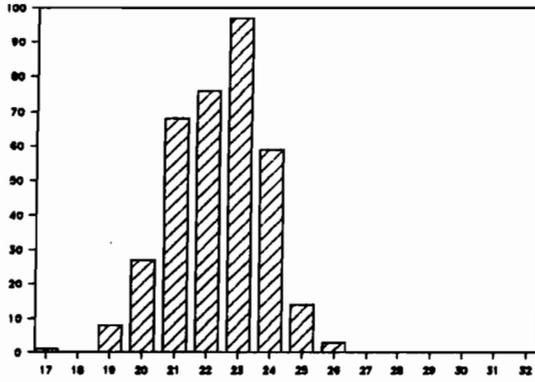


Figure 53 bis

Septembre 1986, nombre = 353



Novembre 1986, nombre = 79

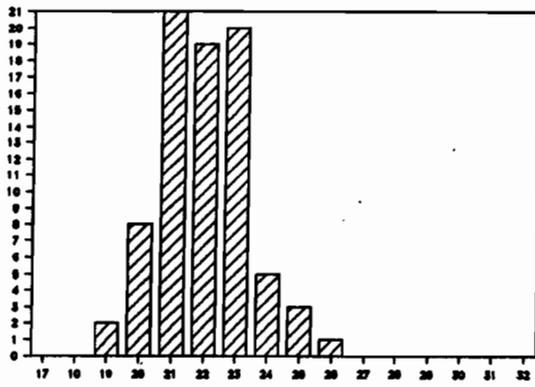


Figure 53 ter

3-6 - *Naso brevirostris*

Deux études de la croissance de cette espèce ont été menées :

- L'étude des microstries sur les otolithes

Nous n'y reviendrons pas, CAILLART (1988) ayant déjà développé le sujet. Le comptage des stries sur les otolithes n'a pas permis d'évaluer la croissance. Les stries étant très difficile à voir, les erreurs de lecture ont favorisé une trop grande incertitude. Cependant, l'étude des otolithes a pu laisser entrevoir que la croissance était différente en fonction du sexe, ce qui a été confirmé par la suite.

Les équations de croissance sont pour les mâles :

$$L_t = 31 (1 - \exp(-1,81(t + 0,07)))$$

et pour les femelles :

$$L_t = 29 (1 - \exp(-1,20(t + 0,42)))$$

- L'étude des structures de taille

Rappel :

Saisons de reproduction : décembre à février

Taille à la première reproduction : 22 pour les femelles
et 26 pour les mâles.

??

Longueur à 24 cm (otolithe, tous sexes) : 0,8 à 0,9 an

La méthode d'analyse des structures de taille a donné des résultats plus fiables, à savoir pour les mâles :

$$L_t = 38 (1 - \exp(-0,33 (t + 0,39)))$$

et pour les femelles :

$$L_t = 35 (1 - \exp(-0,26 (t + 0,80)))$$

Le tableau 34 montre que les écarts d'âge pour atteindre une même longueur entre les deux courbes sont de l'ordre de deux à trois années. La méthode utilisant l'analyse des otolithes donne une croissance particulièrement rapide jusqu'à la taille à la première reproduction, atteinte aux environs d'un an.

Tableau 34 : Longueurs calculées aux différents âges pour *Naso brevirostris* en fonction de la méthode d'étude utilisée.

âge (année)	longueur (mâle)		longueur (femelle)	
	otolithe	NORMSEP	otolithe	NORMSEP
1	26		24	
2	30		27	
3	30	26	28	22
4	31	29	30	25
5		32		27
6		33		29

3-7 - *Acanthurus xanthopterus*

Cette espèce n'est pas souvent présente dans les captures et les quelques essais de lecture des microstries sur les otolithes n'ont rien donné. Comme pour *Naso brevirostris*, espèce de la même famille, les stries sont peu visibles. Les échantillons de structure de taille (figure 54) ont été traités par MULTIFAN, ce qui a donné :

$$L_t = 49 (1 - \exp(-0,30(t + 0,002)))$$

Longueurs mesurées comment?

Le tableau 35 donne les correspondances longueur-âge et poids-âge. Sans autre estimation de la croissance ces valeurs ne doivent être utilisées qu'avec la plus grande prudence.

Tableau 35 : Longueurs (cm) et poids (grammes) à différents âges pour *Acanthurus xanthopterus* obtenus par le programme MULTIFAN

âge (année)	longueur MULTIFAN	poids MULTIFAN
1	13	76
2	22	350
3	29	751
4	34	1187
5	38	1590
6	41	1937
7	43	2228
8	45	2451

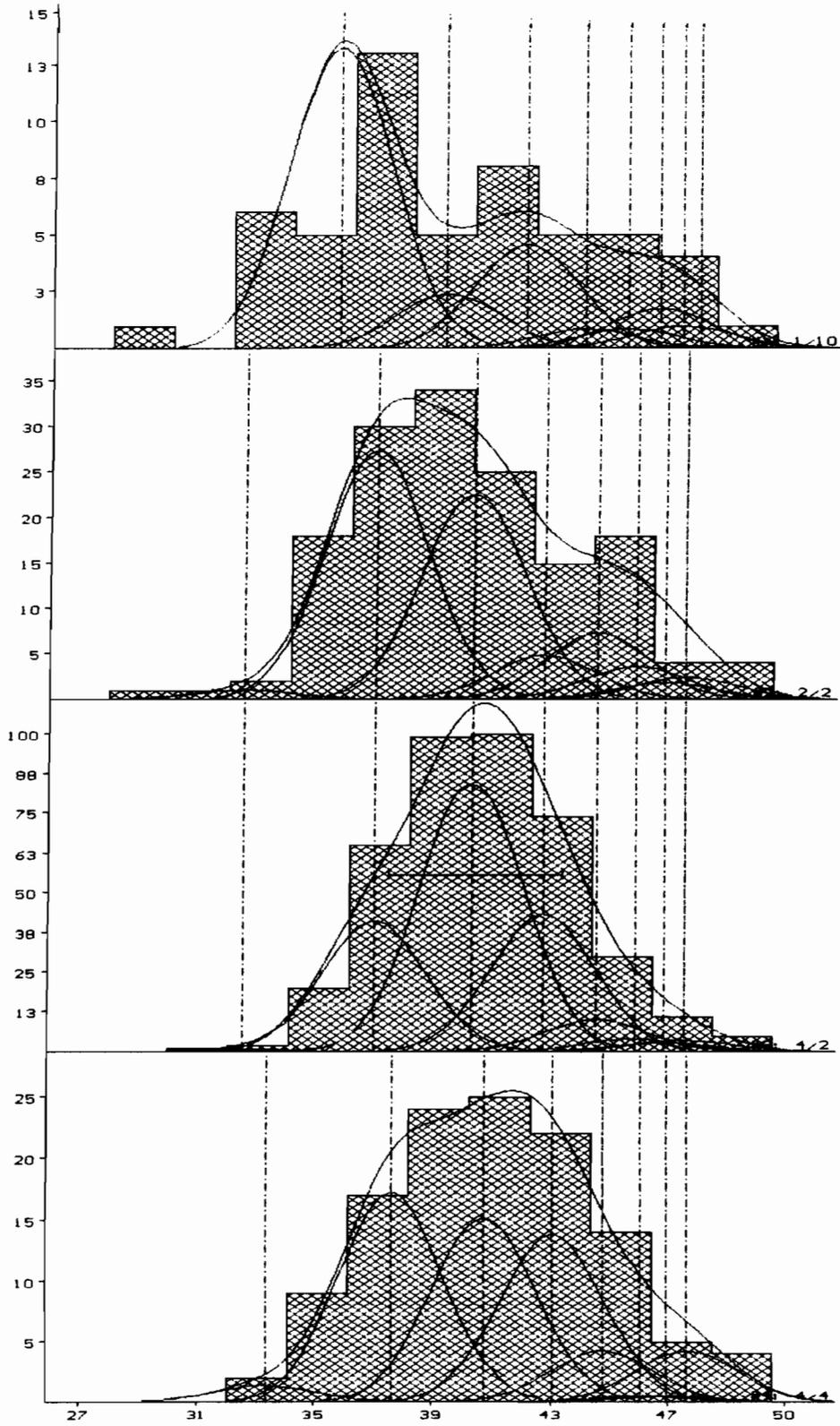


Figure 55 : Structures de taille de *Acanthurus xanthopterus* regroupées tous les deux mois pour le programme MULTIFAN.

3-8 - Discussion

Le tableau 36 donne les âges respectifs des espèces pour atteindre les longueurs en deçà desquelles 10 %, 50 % et 90 % des animaux sont capturés.

Tableau 36 : Ages en fonction des méthodes d'étude pour atteindre les longueurs en deçà desquelles 10, 50 et 90 % des animaux sont capturés.

espèces	méthodes	âges en années		
		L10%	L50%	L90%
<i>Lethrinus miniatus</i>		34	42	52
	otolithe	1,7	2,3	3,4
	NORMSEP	1,8	2,9	6,5
<i>Lutjanus gibbus</i>		22	25	30
	otolithe	1,3	1,7	2,8
	NORMSEP	1,4	2,0	3,3
<i>Caranx melampygus</i>		25	31	37
	otolithe	0,8	1,1	1,4
	NORMSEP	0,8	1,7	2,9
<i>Epinephelus microdon</i>		27	38	47
	otolithe	2,3	3,9	5,2
	marquage	1,7	2,8	4,2
	NORMSEP	1,8	2,8	3,9
<i>Lutjanus fulvus</i>		20	22	24
	otolithe	1,4	1,7	2,1
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	MULTIFAN	35 4,1	39 5,2	44 7,5

De façon générale les différences entre les méthodes ne sont pas très grandes dans les petites longueurs. Elles ont tendance à augmenter quand on considère des plus grandes tailles. Les animaux capturés sont jeunes puisque l'âge de la majorité d'entre eux ne dépasse pas 4 ans. *Caranx melampygus* est le poisson qui entre le plus jeune dans la

pêcherie : à 1,7 an la moitié de la cohorte a déjà été pêchée. Les deux lutjans étudiés sont aussi capturés très tôt. La moitié des *Lethrinus miniatus* et *Epinephelus microdon* atteignent environ 3 ans. Le cas de *Acanthurus xanthopterus* qui n'est capturé qu'à partir de 4 ans doit être considéré avec beaucoup de prudence car une seule méthode a été utilisée pour étudier sa croissance (MULTIFAN) et qu'elle semble l'avoir sous-estimée. Quant à la fiabilité des résultats en fonction des méthodes, il est difficile, à la vue des résultats, d'en dire beaucoup. La lecture des otolithes peut surestimer la croissance après la taille à la première reproduction si la périodicité du dépôt des microstries dépasse la journée. La croissance donnée par NORMSEP dépend de la valeur du couple longueur-âge donné par l'étude de la taille à la première reproduction et des résultats des comptages des microstries avec l'hypothèse de leur périodicité journalière. Connaissant la croissance, l'âge à la première reproduction peut maintenant être estimé en différenciant les sexes (tableau 37). Théoriquement si les poissons se reproduisent toujours à la même période de l'année, l'âge à la première reproduction devrait être, aux variations interannuelles près, un nombre entier d'années, ce qui n'est pas toujours le cas.

Tableau 37 : Ages à la première reproduction trouvés dans les captures pour les différentes espèces étudiées.

Espèces	Age de la 1ère reproduction					
	otolithe		normsep		marque	multifan
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles		
<i>Lethrinus miniatus</i>	2,2	2,0	3,2	2,9		
<i>Lutjanus gibbus</i>	1,5	1,5	1,6	1,4		
<i>Caranx melampygus</i>	1,0	0,8	1,6	1,0		
<i>Epinephelus microdon</i>	2,9	2,9	2,1	2,1	2,0	
<i>Lutjanus fulvus</i>	1,5	1,5				
<i>Naso brevirostris</i>	0,9	0,8	3,1	3,0		
<i>Acanthurus xanthopterus</i>						3,0

La comparaison de ces résultats sur la croissance avec d'autres résultats obtenus ailleurs sur les mêmes espèces ou des espèces proches est difficile pour de multiples raisons : d'abord peu d'études ont été réalisées et ensuite les techniques d'étude appliquées ailleurs ne sont pas toujours les mêmes. Pour mémoire le tableau 40 résume les principaux paramètres trouvés dans la bibliographie. Ce tableau est extrait de celui donné par MUNRO et WILLIAMS (1985). De toute façon, il ne sert à rien de comparer des paramètres (K et L_{∞}) qui n'ont aucune signification biologique. Il est, de plus, impossible de comparer les couples longueur-âge parce que nous n'avons pas

d'estimation de t_0 . L'indice de performance de croissance de MUNRO et PAULY (1983), noté ϕ , serait plus caractéristique des espèces :

$$\phi = \log K + 0,67 \log W_{\infty}$$

Tableau 40 : Longueur infinie (L_{∞} en cm), coefficient de croissance (K), Indice de performance de croissance (ϕ) pour les espèces étudiées ou les espèces proches en fonction du lieu et de la méthode d'étude.

espèces	lieu	L_{∞}	K	ϕ	methode	sources
<i>Lethrinus miniatus</i>	Kavieng, PNG	75,0 Lf	0,25		Petersen	1
<i>Lethrinus miniatus</i>	Golfe d'Aden	58,9 Lf	0,23		scales	2
<i>Lethrinus miniatus</i>	Golfe d'Aden	106,5 Lf	0,06		scales	2
<i>Lethrinus miniatus</i>	Tikehau, PF	64,0 Lf	0,30	1,75	Multifan	
<i>Lutjanus gibbus</i>	Kavieng, PNG	44,2 Lf	0,31		Petersen	1
<i>Lutjanus gibbus</i>	Tikehau, PF	33,0 Lf	0,40	1,53	Multifan	
<i>Lutjanus fulviflamma</i>	Nlle Calédonie	24,8 Ls	0,30	1,28	Otolithe	3
<i>Lutjanus fulvus</i>	Tikehau, PF	27,8 Lf	0,33	1,28	Multifan	
<i>Caranx melampygus</i>	NWHI	91,6 Ls	0,22		Otolithe	4
<i>Carans melampygus</i>	Tikehau, PF	48,2 Lf	0,31	1,71	Multifan	
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	Kavieng, PNG	48,0 Lf	0,21		Marquage	5
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	Tikehau, PF	49,0 Lf	0,30	1,77	Multifan	

Sources :

- 1 : Wright, A., P. Dalzell and A. Richard (Kavieng Laboratory, Fisheries Research and Surveys Branch, Papua New Guinea) unpublished data.
- 2 : Adonov et Druzhinin, 1979.
- 3 : Loubens, 1980.
- 4 : Wright, A. unpublished data.
- 5 : Sudekum, 1984.

De façon générale les valeurs de K se trouvent comprises entre 0,20 et 0,40. A Tikehau systématiquement ces valeurs sont supérieures à celles trouvées dans les autres régions.

Par contre les valeurs de L_{∞} sont inférieures sauf pour *Acanthurus xanthopterus* où elles sont égales. La seule fois où l'on peut comparer la valeur de l'indice de performance de croissance (*Lutjanus fulvus* et *L. fulviflamma*) on trouve la même valeur. On peut noter

les fortes variations des paramètres suivant la technique d'étude utilisée pour *Lethrinus miniatus* dans le Golfe d'Aden : K passe de 0,23 à 0,06 et L_{∞} de 58,9 à 106,5 cm.

4 - La mortalité naturelle

Pour chaque espèce, comme nous l'avons déjà signalé, deux valeurs de la mortalité naturelle ont été calculées. Ces deux valeurs ne serviront qu'à donner des ordres de grandeur qui seront utilisés pour les calculs ultérieurs de production.

Le tableau 42 donne les valeurs de la mortalité naturelle (M) calculées suivant les deux formules pour les espèces cibles. M est très variable en fonction de la méthode de calcul utilisée. Des mortalités naturelles de 0,9 et 0,4 signifient qu'environ 60% et 35% des poissons meurent chaque année.

Tableau 42 : Mortalités naturelles des espèces calculées par les formules de PAULY et de HOENIG.

Espèces	Mortalité naturelle	
	Pauly	Hoenig
<i>Lethrinus miniatus</i>	0,66	0,43
<i>Lutjanus gibbus</i>	0,96	0,57
<i>Caranx melampygus</i>	0,72	0,43
<i>Epinephelus microdon</i>	0,88	0,61
<i>Lutjanus fulvus</i>	0,88	0,46
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	0,72	0,43

Pour mémoire rappelons que CAILLART (1988) a estimé pour *Naso brevirostris* des valeurs de M comprises entre 0,8 et 0,6. La formule de HOENIG donne des estimations toujours plus basses que la formule de PAULY. Ce n'est pas la première fois que des auteurs signalent que la formule de PAULY peut surestimer la mortalité naturelle. SAMUEL et MATHEWS (1987) et MATHEWS et SAMUEL (1987) trouvent même que les mortalités naturelles calculées à partir de cette formule sont toujours plus fortes que les mortalités totales calculées par les courbes des captures pour de nombreuses espèces d'*Acanthopagrus* et des serranidés des eaux du Koweit.

Cela pourrait être dû au fait que seulement 17 poissons récifaux sur un total de 175 poissons ont servis à définir les paramètres de l'équation de PAULY (1982). Quant à la formule de HOENIG (1984), basée sur le rapport gonado-somatique, rien n'indique

qu'elle surestime ou sous-estime la mortalité naturelle. Il a utilisé un peu plus de soixante dix poissons pour calculer les paramètres de la régression.

Pour *Epinephelus microdon*, le calcul de la mortalité totale, à partir des données recueillies dans l'atoll de Toau, donne la valeur de $Z = 0,69$. Cette valeur de Z qui peut être assimilée à une légère surestimation M , est un peu inférieure à celle donnée par la formule de PAULY. Elle est comprise entre les deux valeurs trouvées plus haut.

Les mortalités naturelles sont fortes si on compare nos résultats avec ceux obtenus sur des poissons des zones tempérées. Au cours du 5^{ème} congrès sur les récifs coralliens une récapitulation des différentes mortalités naturelles des poissons tropicaux calculées par la formule de PAULY a été donnée. Les variations sont aussi importantes que pour nos espèces et il ne semble pas y avoir de tendance particulière. Nos études ne sont donc pas en contradiction avec celles qui ont été faites ailleurs.

CHAPITRE IV
DYNAMIQUE DES ESPECES ETUDIEES

I - INTRODUCTION

II - LE CALCUL DES TAUX D'EXPLOITATION

III - EFFETS D'UNE MODIFICATION DE LA PECHERIE

IV - LA BIOMASSE FECONDE PAR RECRUE

I - INTRODUCTION

Dans les chapitres précédents la production de la pêche et, avec plus de détails, celles des principales espèces ont été étudiées ainsi que la reproduction, la croissance et la mortalité par pêche. Tous ces paramètres biologiques qui régissent la vie des poissons vont interférer sur la production des stocks en même temps que la mortalité due à la pêche. Nous allons dans ce chapitre essayer de faire le point sur l'état actuel de l'exploitation des différents stocks pris séparément et ensuite de modéliser les effets d'un changement de stratégie d'exploitation. Les stocks des espèces étudiées seront considérés comme indépendants les uns des autres. Les calculs seront réalisés en prenant les différents paramètres trouvés lors de la modélisation de la croissance de façon à voir leur impact sur les résultats. L'exploitation sera considérée sous l'angle de la biomasse exploitée et sous celui de la biomasse féconde restante. En effet un stock peut être sous ou surexploité suivant que l'on considère exclusivement la croissance ou la fécondité. Pour étudier le niveau d'exploitation par rapport au critère strictement de croissance, deux techniques seront employées : le calcul des taux d'exploitation et celui des rendements par recrue. Pour étudier le niveau d'exploitation par rapport au critère de la fécondité, la variation de la biomasse féconde en fonction de celle d'un stock non exploité sera appréciée.

Non!
 tu a affirmé
 de considérer
 principalement

II - LE CALCUL DES TAUX D'EXPLOITATION

La pêche, par les prélèvements qu'elle fait sur les différents stocks, induit une mortalité dite "mortalité par pêche" notée F. Plus que la mortalité par pêche, le taux d'exploitation, défini comme le rapport de la mortalité par pêche à la mortalité totale sera étudié. En première approximation, suivant GULLAND (1971), ce taux d'exploitation sera considéré trop fort s'il dépasse 0,5 et pouvant être augmenté s'il est plus petit que 0,5.

1 - Méthodologie

1-1 - la méthode des courbes des captures

Cette méthode permet de calculer la mortalité totale et d'en déduire la mortalité par pêche par l'équation.

$$F = Z - M$$

avec F = mortalité par pêche, Z = mortalité totale et M = mortalité naturelle.

RICKER (1980) a bien expliqué le principe de cette méthode : tout nombre de poissons recensés à un moment quelconque diminue avec le temps en suivant une loi exponentielle de type :

$$N_t = N_0 \exp(-Zt)$$

avec N_0 = nombre de poissons au départ ($t = 0$),

N_t = nombre de poissons à l'instant t ,

t = le temps écoulé depuis N_0 et

Z = coefficient de mortalité totale.

La régression de N_t en fonction de t permet de calculer Z , pente de la droite :

$$\text{Log } N_t = \text{Log } N_0 - Zt$$

Dans la pratique si l'on peut décomposer les captures annuelles en fonction de leur âge, Z est donné par la pente de la droite de régression des effectifs des différentes classes d'âge sur leur âge respectif.

Malheureusement pour les poissons tropicaux, entre autres, la ventilation des captures par classe d'âge n'est pas toujours possible. Seules les longueurs peuvent être obtenues facilement. VAN SICKLE (1977) est le premier à avoir adapté la méthode des courbes de captures par âge aux courbes de captures par longueur. Pour ce faire il a multiplié les effectifs dans chaque classe de taille par le taux de croissance moyen des poissons dans cette classe, ce qui donne :

$$\text{Log } (N_i \cdot (dL_i/dt)) = -Z \cdot t_i' + \text{Log } N_0$$

avec dL_i/dt = taux de croissance moyen dans la classe de taille L_i et t_i' = âge médian de la classe de taille L_i .

Les pas des classes de taille étant de 1, on approxime dL_i/dt par $1/dt$, l'équation devient alors :

$$\text{Log } (N/dt) = -Z \cdot t' + \text{Log } N_0$$

avec dt = différence d'âge entre un poisson de taille L_i et de taille L_{i+1} .

Pourquoi ne pas prendre les années absolues ?

La pente de la droite de régression de $\text{Log}(N/dt)$ en fonction de t' donne une estimation de $-Z$. Ces calculs demandent que soient connues la courbe de croissance ainsi que la structure de taille des captures. Ils supposent en plus quelques hypothèses qui sont rarement vérifiées telles quelles. Ce sont :

- 1 - Le recrutement doit être constant pour toutes les classes d'âge rencontrées dans les captures,
- 2 - La mortalité totale doit être constante au cours des âges servant aux calculs,
- 3 - La vulnérabilité aux engins de pêche des classes d'âge servant aux calculs doit être constante,
- 4 - L'échantillonnage doit être représentatif de la population de poissons qui se trouve dans l'eau.

Ces hypothèses ne sont pas toujours également vérifiées. La première par exemple l'est rarement. Dans les calculs le fait de prendre la moyenne des captures sur plusieurs années permet de diminuer les effets des variations de recrutement. Cette remarque est aussi valable pour la deuxième hypothèse. Les troisième et quatrième hypothèses seront admises, aucun moyen ne permettant de tester le contraire.

La structure de taille des captures est calculée par année en sommant les structures de taille mensuelles obtenues à partir des échantillons pondérés par les captures totales. Pour obtenir la structure moyenne sur plusieurs années, les différents totaux sont sommés et divisés par le nombre d'années.

1-2 - L'analyse des cohortes

C'est BARANOV (1918) puis BEVERTON et HOLT (1956 et 1957) qui ont les premiers défini les concepts et les hypothèses qui sont à la base de l'analyse des cohortes. Plus précisément les expressions servant aux calculs proviennent de deux formules :

l'équation de survie,

$$N_{i+1} = N_i \exp(-Z_i * dt_i) \quad (1)$$

et l'équation des captures,

$$C_i = (F_i/Z_i) * (1 - \exp(-Z_i * dt_i)) * N_i \quad (2)$$

La technique repose sur une combinaison de ces équations (1) et (2). Elle permet d'estimer les coefficients de mortalité par pêche par classe d'âge sans connaissance de l'effort de pêche. JONES (1961) a montré que l'erreur relative due au choix arbitraire d'une valeur de F , nécessaire pour débiter les calculs, tend à s'estomper si l'on aborde la

séquence sur un des groupes les plus âgés de la cohorte. Cette méthode analytique, sans doute la plus performante pour l'estimation des diagrammes de mortalité, demande de connaître la structure démographique des captures moyennées sur plusieurs années pour atténuer l'effet des variations interannuelles. Si le stock est à l'équilibre, c'est à dire si les recrutements et les mortalités ont été constants sur la période d'exploitation des cohortes présentes, cette analyse peut se faire sur les captures d'une seule année.

Quand on ne dispose pas de la structure en âges des captures mais seulement de la structure en longueurs, JONES (1974, 1981) a montré que l'on pouvait, au prix de quelques changements, faire une analyse des pseudo-cohortes. Dans les équations (1) et (2) on remplace dt par son expression dans l'équation de Von Bertalanffy, à savoir :

$$dt_i = 1/K * \text{Log} ((L_\infty - L_i)/(L_\infty - L_{i+1})).$$

Les dt_i ne sont calculables que si L_{i+1} est inférieur à L_∞ . Tous les individus ayant une longueur supérieure ou égale à une certaine longueur terminale choisie L_{I+} sont alors regroupés. Pour ce groupe terminal l'équation des captures s'écrit :

$$C_{I+} = N_{I+} * (F_{I+}/Z_{I+}) \quad (3)$$

Le système constitué par les équations (1), (2) et (3) comporte une inconnue de plus que d'équations. Il faut donc choisir une valeur pour l'une des inconnues. Il a été démontré que la robustesse maximale de l'analyse des cohortes était atteinte lorsque c'était la mortalité par pêche (F_{I+}) du groupe terminal qui était choisie. Les solutions pour chaque classe de taille ne peuvent pas être calculées directement. C'est par une méthode itérative utilisant les propriétés du théorème de CAUCHY, la méthode de NEWTON, qu'elles sont résolues dans le programme ANALEN de la FAO.

L'analyse des cohortes requiert donc la connaissance des paramètres suivants :

- Les débarquements par classe de taille,
- K et L_∞ de l'équation de Von BERTALANFFY,
- La mortalité naturelle,
- Une classe de taille au delà de laquelle les captures seront cumulées, c'est le groupe terminal,
- La mortalité par pêche du groupe terminal.

Les débarquements par classe de taille sont calculés à partir des échantillons de structure de taille réalisés au moment du conditionnement des poissons. Ce sont les mêmes

échantillons qui ont servi à calculer les mortalités totales par les courbes de captures. Cette méthode d'étude suppose quelques hypothèses dont les principales sont énumérées ici, à savoir :

- La composition en classes de taille des captures correspond à une exploitation en situation d'équilibre. C'est pour cela que nous avons pris une composition moyenne calculée sur plusieurs années pour chaque espèce de façon à diminuer l'effet des changements dans le recrutement,
- Il ne faut pas qu'il y ait eu pendant ces années une variation notable de l'effort de pêche. Durant toute la période allant de 1982 à 1987, les parcs à poissons n'ont guère été modifiés,
- La croissance de l'espèce peut être représentée par une équation de Von Bertalanffy,
- Le taux de mortalité naturelle doit être constant. Nous verrons que ce paramètre a une influence déterminante dans les résultats,
- Le taux de croissance dépend de la longueur et non de l'âge des individus.

Le fait d'admettre ces hypothèses sans aucune vérification restreindra la valeur des résultats.

2 - Les résultats

Tous les calculs ont été réalisés à partir des données de débarquement des quatre années de référence pour les espèces *Lethrinus miniatus*, *Lutjanus gibbus* et *Caranx melampygus*. Pour *Lutjanus fulvus* seulement trois années ont été étudiées de 1983-1984 à 1985-1986. Enfin pour *Epinephelus microdon* et *Acanthurus xanthopterus* les débarquements de deux années 1985-1986 et 1986-1987 ont été analysés (voir annexe 6).

2-1 - Les courbes de captures

La mortalité par pêche ne pouvant être connue que par la différence entre la mortalité totale et la mortalité naturelle, elle sera très dépendante de la valeur donnée à la mortalité naturelle. Cette valeur varie énormément en fonction de la méthode utilisée pour la calculer et aucune méthode expérimentale ne nous a permis de l'estimer sur le terrain. Ceci limite bien sûr la portée de notre étude et nous n'attacherons donc d'importance qu'à l'ordre de grandeur trouvée.

Le tableau 43 donne les valeurs des mortalités totales trouvées par la méthode des courbes des captures pour les différentes estimations de la croissance.

Tableau 43 : Coefficients de mortalité totale pour les différentes espèces étudiées, calculés par la méthode des courbes des captures, en fonction des techniques d'étude de la croissance.

ESPECES	OTOLITHE		NORMSEP		MULTIFAN		MARQUAGE	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
<i>Lethrinus miniatus</i>	1,25	0,05	0,70	0,05				
<i>lutjanus gibbus</i>	1,93	0,15	1,47	0,14				
<i>Caranx melampygyus</i>	3,80	0,27	1,32	0,08				
<i>Epinephelus microdon</i>			2,00	0,60			1,6	0,4
<i>Lutjanus fulvus</i>	2,67	0,19						
<i>Acanthurus xanthopterus</i>					0,73	0,07		

Les valeurs trouvées dans le tableau 43 varient beaucoup en fonction des résultats des études de croissance. De façon générale les mortalités totales, notées Z, obtenues en utilisant dans les calculs les paramètres de croissance tirés des comptages des microstries sur les otolithes, avec l'hypothèse du dépôt journalier quelque soit l'âge, sont les plus importantes. La variation la plus forte se trouve chez l'espèce *Caranx melampygyus* pour laquelle on passe d'un Z de 3,8 à 1,32. Les écarts types calculés sont plus forts pour *Epinephelus microdon* que pour les autres espèces. Ceci pourrait être dû au fait que les données n'ont été recueillies que pour les deux années, 1985-1986 et 1986-1987 et qu'il y ait eu un recrutement en 1986-1987 particulièrement fort. C'est une confirmation que plus les données traitées ont été obtenues sur un grand nombre d'années, plus les résultats sont fiables. La mortalité par pêche est directement fonction de la valeur donnée à la mortalité naturelle. Le tableau 44 en donne les valeurs minimales et maximales en fonction des méthodes d'étude.

Tableau 44 : Valeurs minimales (-) et maximales (+) des mortalités par pêche en fonction de la méthode d'étude et des mortalités naturelles.

ESPECES	OTOLITHE		NORMSEP		MULTIFAN		MARQUAGE	
	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Lethrinus miniatus</i>	0,59	0,82	0,04	0,27				
<i>lutjanus gibbus</i>	0,97	1,36	0,51	0,90				
<i>Caranx melampygyus</i>	3,08	3,37	0,60	0,89				
<i>Epinephelus microdon</i>			1,12	1,39			0,72	0,99
<i>Lutjanus fulvus</i>	1,79	2,21						
<i>Acanthurus xanthopterus</i>					0,01	0,30		

Les calculs des différentes mortalités permettent de donner une estimation du taux d'exploitation des stocks par la pêche. Les résultats sont récapitulés, pour les courbes des captures, dans le tableau 45. Les mortalités totales utilisées pour le calcul sont celles du tableau 43 et les mortalités par pêche celles du tableau 44.

Tableau 45 : Taux d'exploitation (en %) maximum et minimum calculés à partir de la courbe des captures en fonction des différentes courbes de croissance.

ESPECES	OTOLITHE		NORMSEP		MULTIFAN		MARQUAGE	
	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Lethrinus miniatus</i>	47	66	6	40				
<i>lutjanus gibbus</i>	50	70	35	61				
<i>Caranx melampygus</i>	81	89	45	67				
<i>Epinephelus microdon</i>			56	69			45	62
<i>Lutjanus fulvus</i>	67	83						
<i>Acanthurus xanthopterus</i>					1	41		

Bien entendu les taux d'exploitation trouvés dépendent des paramètres de croissance utilisés pour les calculer. Ceux obtenus par l'étude des otolithes conduisent toujours aux estimations les plus fortes des taux d'exploitation. Pour deux espèces seulement le taux d'exploitation prend des valeurs inférieures à 0,50 : *Lethrinus miniatus* (NORMSEP) et *Acanthurus xanthopterus* (MULTIFAN).

2-2 - Analyse de cohorte de JONES

Pour le calcul le programme ANALEN de la FAO a été utilisé. Les valeurs de la mortalité par pêche du groupe terminal ont été prises d'après les conclusions tirées des études de la reproduction et de la pêche en faisant l'hypothèse qu'à chaque passage dans la passe 25% des animaux sont capturés. Nous obtenons des valeurs de Z par classe de longueur comme le montre la figure 55. En général les mortalités totales ont tendance à augmenter en fonction de la longueur des poissons. Parfois l'augmentation est ralentie vers les classes de taille moyennes pour reprendre ensuite. Pour *les Epinephelus microdon* âgés la mortalité totale est très forte. Ceci pourrait être dû au fait que ces poissons sont hermaphrodites protogynes et sont plus actifs, en tant que mâles, lors de la reproduction où alors la mortalité naturelle serait forte, de nombreux parasites ayant été signalés sur les grands animaux.

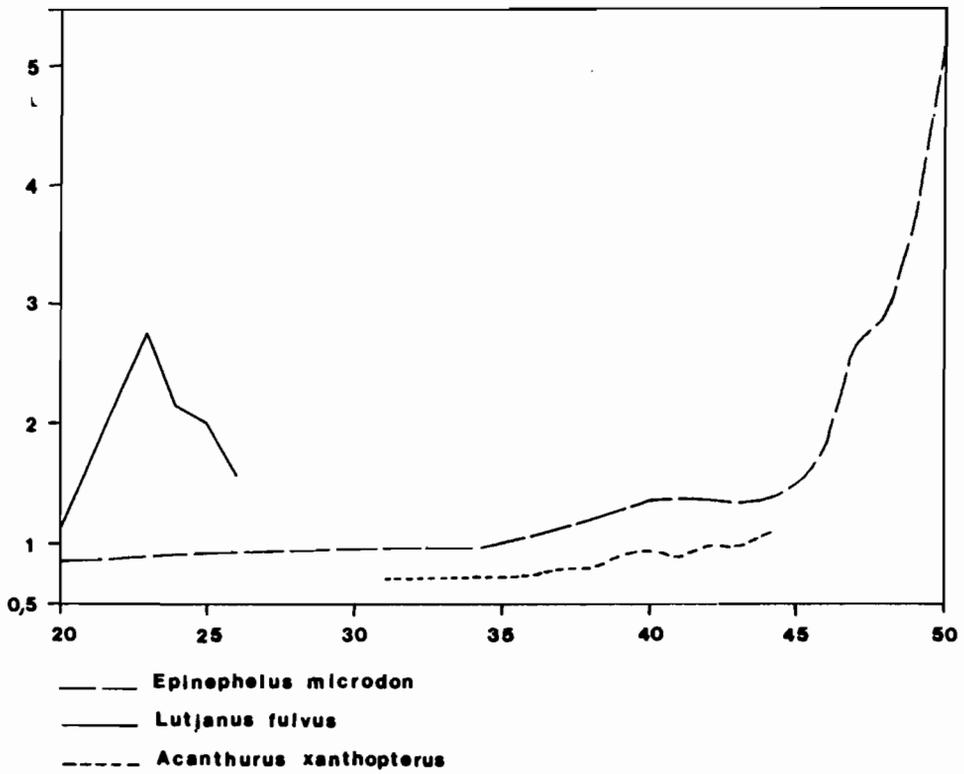
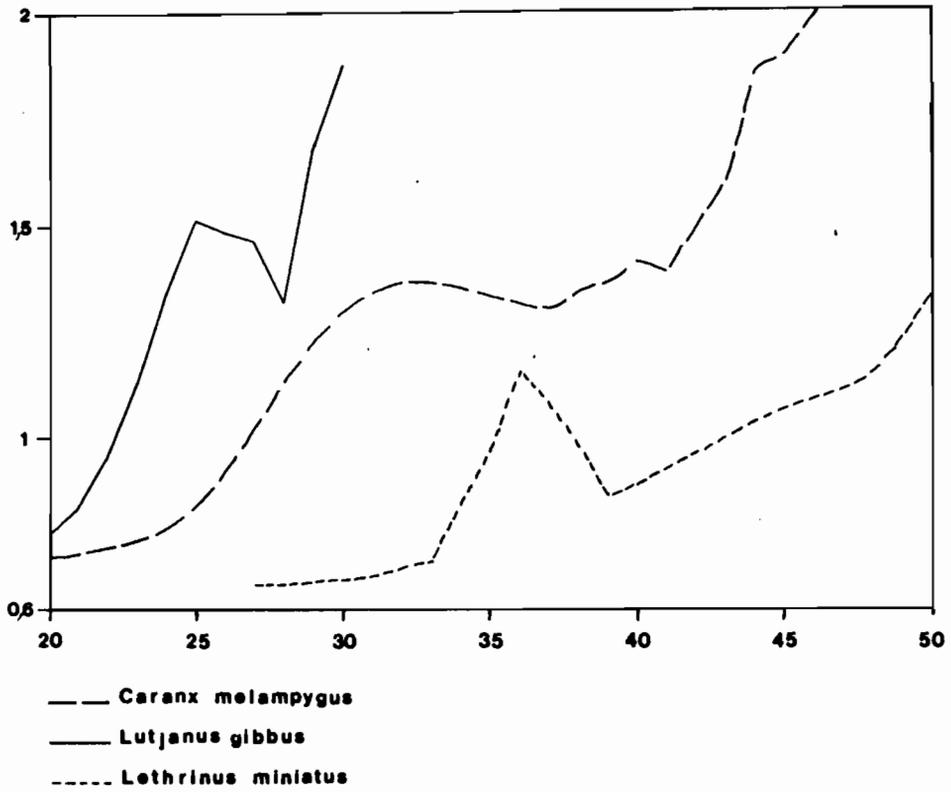


Figure 55 : Valeurs prises par la mortalité totale en fonction des classes de tailles pour les différentes espèces.

L'évolution de la mortalité par pêche ($F = Z - M$) en fonction des classes de taille est exactement la même que celle de la mortalité totale donnée ici. Donc dans la gamme des longueurs considérées plus les animaux sont âgés et plus leur taux d'exploitation est élevé. Ceci veut dire que, si la mortalité naturelle reste constante, leur présence dans la passe est aussi maximale et aussi sans doute leur activité sexuelle. Pour les lutjans l'évolution des mortalités totales dans les grandes classes de taille est beaucoup plus difficile à interpréter.

Pour comparer ces résultats à ceux obtenus par la méthode des courbes des captures la valeur moyenne pondérée sur les groupes d'âge a été calculée comme l'ont suggéré CSIRKE et CADDY (1983), à savoir :

$$Z = \sum Z_i C_i / \sum C_i$$

où Z_i et C_i sont respectivement les mortalités totales et les captures dans la classe de taille i . Les Z obtenus varient peu en fonction de la valeur de la mortalité du groupe terminal, ce qui nous a amenés à ne retenir que la valeur moyenne donnée dans le tableau 46.

Tableau 46 : Estimations de la mortalité totale (Z) par le modèle de JONES en fonction des études de croissance et des mortalités naturelles.

ESPECES		OTOLITHE		NORMSEP		MULTIFAN		MARQUAGE	
<i>Lethrinus miniatus</i>	M	0,66	0,43	0,66	0,43				
	Z	1,24	1,22	1,18	1,13				
<i>lutjanus gibbus</i>	M	0,96	0,57	0,96	0,57				
	Z	1,77	1,74	1,58	1,47				
<i>Caranx melampygus</i>	M	0,72	0,43	0,72	0,43				
	Z	3,79	3,81	1,33	1,30				
<i>Epinephelus microdon</i>	M			0,88	0,61			0,88	0,61
	Z			2,18	2,13			1,75	1,64
<i>Lutjanus fulvus</i>	M	0,88	0,46						
	Z	2,49	2,64						
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	M					0,72	0,43		
	Z					0,94	0,84		

Les estimations des mortalités totales (Z) moyennes sont à peu de chose près les mêmes que celles trouvées par la courbe des captures. Z ne varie pas non plus beaucoup en fonction de l'estimation de la mortalité naturelle. Par contre, comme dans le cas des courbes des captures, Z peut varier de façon non négligeable suivant les paramètres de la

courbe de croissance qui sont attribués aux différentes espèces. A partir de ces données il est possible de calculer le taux d'exploitation (tableau 47).

Tableau 47 : Valeurs maximum et minimum des taux d'exploitation calculés à partir de l'analyse des cohortes de JONES (données du tableau 46).

ESPECES	OTOLITHE		NORMSEP		MULTIFAN		MARQUAGE	
	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>Lethrinus miniatus</i>	0,47	0,65	0,44	0,61				
<i>lutjanus gibbus</i>	0,46	0,67	0,39	0,61				
<i>Caranx melampygyus</i>	0,81	0,91	0,46	0,67				
<i>Epinephelus microdon</i>			0,60	0,71			0,50	0,63
<i>Lutjanus fulvus</i>	0,65	0,83						
<i>Acanthurus xanthopterus</i>					0,23	0,49		

Ces valeurs sont en moyennes toujours supérieures à 0,50. Seul dans le cas d'*Acanthurus xanthopterus* le taux d'exploitation est nettement inférieur à 0,50.

de combiner dans d'un même point de vue
 l'analyse qui se poursuit, 3 - Conclusion

Les valeurs des taux d'exploitation sont à peu près identiques quelque soit la méthode utilisée pour les calculer. Pour *Lethrinus miniatus* les résultats varient non seulement en fonction de la méthode de calcul (tableaux 45 et 47) mais aussi de l'estimation de la croissance.

Considérant uniquement le critère du taux d'exploitation et de sa valeur par rapport à 0,50 on peut avancer que :

- *Caranx melampygyus*, *Epinephelus microdon* et *Lutjanus fulvus* sont exploités au maximum de leur possibilité,
- *Lethrinus miniatus* et *Lutjanus gibbus* peuvent subir une légère augmentation de l'effort de pêche,
- *Acanthurus xanthopterus* est sous-exploité.

Mais - la conclusion dépend vraiment de la manière dont
 mesurent.

III - EFFETS D'UNE MODIFICATION DE LA PECHERIE

En général deux moyens sont à la disposition du pêcheur pour faire évoluer ses captures. Il peut jouer sur la taille à la première capture ou sur l'effort de pêche.

1 - La taille à la première capture

Nous avons vu ici que la taille à la première capture était confondue avec celle de la première reproduction. Cette taille est particulièrement difficile à changer puisqu'elle est fixée par la biologie des espèces. La taille à la première capture ne dépend donc pas du maillage sauf, bien entendu, si on l'augmente dans de grandes proportions. La répercussion sur les captures d'animaux de morphologie plus allongée sera alors grande. Par exemple les prises de *Mulloidichthys spp.* ou de *Selar crumenophthalmus* seraient grandement affectées et tendraient rapidement vers zéro. Il ne paraît donc pas intéressant de voir l'influence d'un changement dans la taille à la première capture sur les prises. D'ailleurs CAILLART (1988) trouve pour *Naso brevirostris* que les rendements sont peu sensibles à une diminution de la taille à la première capture et qu'ils diminuent rapidement si on l'augmente.

2 - L'effort de pêche

Sous des conditions de pêche particulières le rendement par recrue permet d'évaluer le potentiel de production d'une cohorte.

2-1 - Calcul du rendement par recrue

Nous avons vu plus haut dans l'analyse de cohorte de JONES que nous pouvions attribuer pour chaque classe de taille un effort de pêche et donc calculer des prises. Le principe du calcul du rendement par recrue est de suivre le devenir d'une cohorte au cours du temps et de voir, à sa disparition totale, quelle biomasse a été capturée par la pêche. L'avantage de cette analyse est de ne pas avoir besoin de l'estimation du nombre de recrues. Il faut quand même que la pêcherie soit dans une situation d'équilibre avec des mortalités par pêche par classe de taille qui ne varient pas d'une année à l'autre. L'équation des captures permet alors de calculer les décès par pêche de chaque classe de longueur. Les nombres sont ensuite convertis en poids. Par classe de taille i , l'équation donnant les captures est :

$$C_i = N_i * (F_i/Z_i * (1 - \exp(-Z_i * dt)))$$

Connaissant la masse unitaire moyenne des individus par classe de longueur (W_i), la production de la pseudo-cohorte devient :

$$P = \sum C_i * W_i$$

En prenant au départ un seul individu ($N_1 = 1$) le calcul donne le rendement par recrue. Celui-ci dépend très fortement des paramètres de croissance et de mortalité.

2-2 - Résultats

Dans la suite nous donnerons tous les résultats pour toutes les combinaisons de croissance et de mortalité de façon à ne pas donner trop d'importance à une méthode qui serait très biaisée.

2-2-1 - *Lethrinus miniatus*

Le tableau 48 donne la valeur du rendement par recrue dans les conditions actuelles de la pêcherie avec les différentes combinaisons possibles des croissances et des mortalités.

Tableau 48 : Rendements par recrue (en g) pour *Lethrinus miniatus* en fonction des différents paramètres.

M	0,43		0,66	
	0,29	0,42	0,29	0,42
OTOLITHE	461	469	288	300
NORMSEP	297	303	161	169

Indépendamment du reste le rendement par recrue ne varie guère en fonction de F+. Les variations sont par contre fortes en fonction de la mortalité naturelle et des paramètres de croissance. Cette valeur en elle-même est donc très difficile à estimer. Sa variation en fonction d'une diminution ou d'une augmentation de l'effort de pêche est autrement plus riche en enseignements. En effet ces variations se répercutent directement sur les rendements de la pêcherie.

La figure 56 donne l'évolution relative (en %) du rendement par recrue en fonction d'un changement de la mortalité par pêche de 0,5 à 2,4 fois celui qui existe actuellement. Le calcul a été réalisé pour chaque estimation de croissance, de mortalité naturelle et de mortalité terminale.

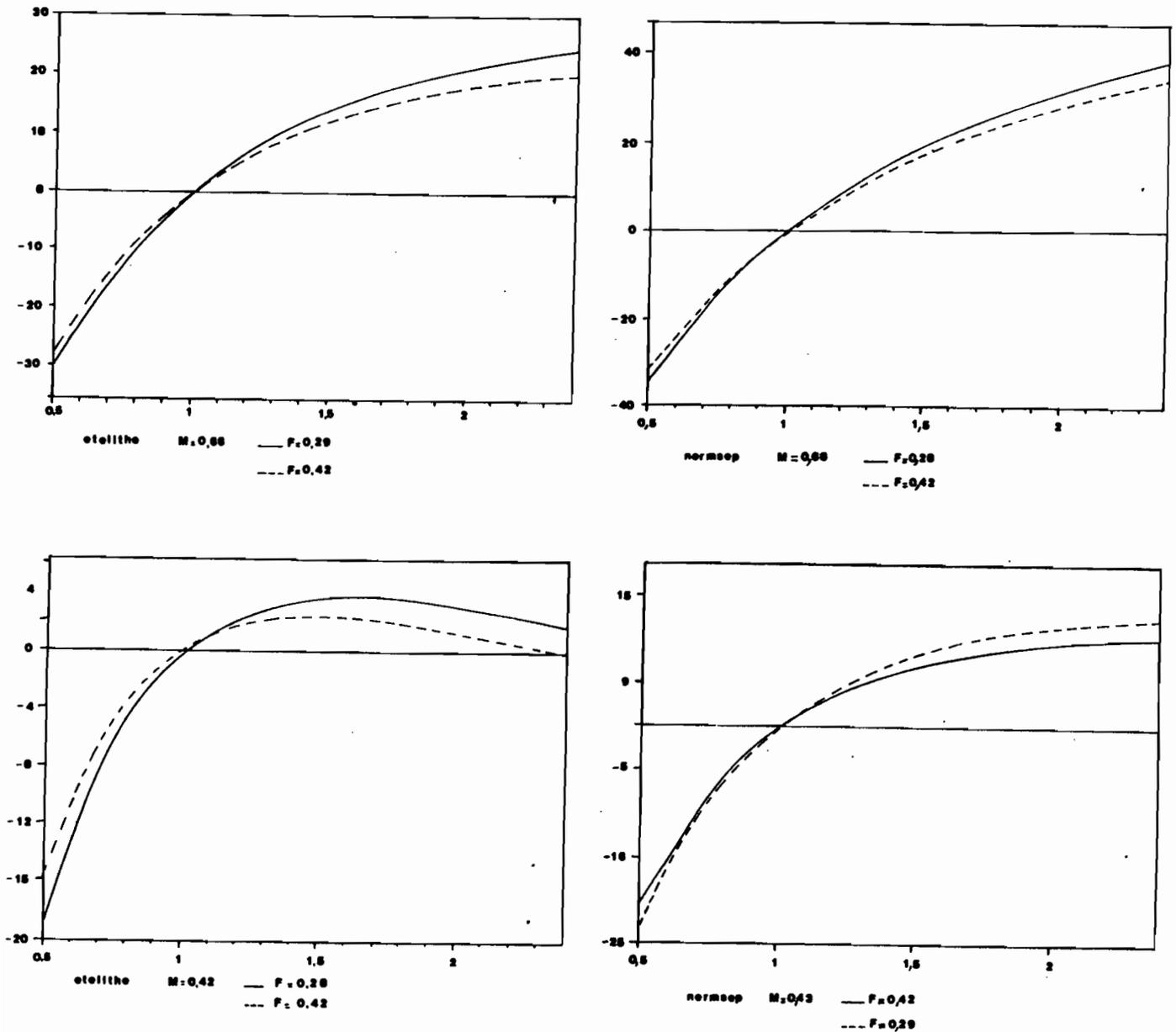


Figure 56 : Variations relatives du rendement par recrue de *Lethrinus miniatus* en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche, de l'estimation de la croissance, de la mortalité naturelle (M) et de la mortalité F de la classe de taille terminale.

Quelque soit la courbe de croissance retenue pour faire les calculs, une augmentation de l'effort de pêche permet d'augmenter les prises. Cette tendance s'arrête lorsque l'effort de pêche augmente beaucoup. Une fois même, dans le cas des paramètres issus de l'otolithométrie, le rendement par recrue augmente puis diminue quand F croît. A l'inverse les prises diminueraient toujours suite à une diminution de l'effort de pêche. En prenant comme référence une multiplication par deux de la mortalité par pêche, le rendement par recrue augmente en pourcentage d'environ 2 et 20, 11 et 30 selon que l'on

prend les résultats donnés respectivement par l'otolithométrie ou NORMSEP en tenant compte pour chaque étude des valeurs de la mortalité naturelle calculées par les formules de PAULY et HOENIG.

2-2-2 - *Lutjanus gibbus*

En moyenne le rendement par recrue de *Lutjanus gibbus* est deux fois plus faible que celui de *Lethrinus miniatus* (tableau 49). Il varie de façon importante puisque, suivant la méthode d'étude, il passe de 82 à 218. Comme dans le cas de *Lethrinus miniatus*, la valeur de F+ n'a pas d'influence sur Yr.

Tableau 49 : Rendement par recrue (en g) pour *Lutjanus gibbus* en fonction des différents paramètres.

M F+	0,57		0,96	
	0,87	1,14	0,87	1,14
OTOLITHE	215	218	130	135
NORMSEP	167	169	82	85

La figure 57 montre l'évolution relative de Yr en fonction de l'effort de pêche. Yr augmente toujours lorsque l'effort de pêche croît et ce d'autant plus que la mortalité naturelle est importante. L'influence de la méthode d'étude de la croissance sur l'évolution du rendement par recrue n'est pas importante. Par contre en fonction de la valeur donnée à la mortalité naturelle, la variation est grande. Par exemple pour un doublement de F, le rendement par recrue est entre 4 et 6 fois plus grand si M passe de 0,57 à 0,87.

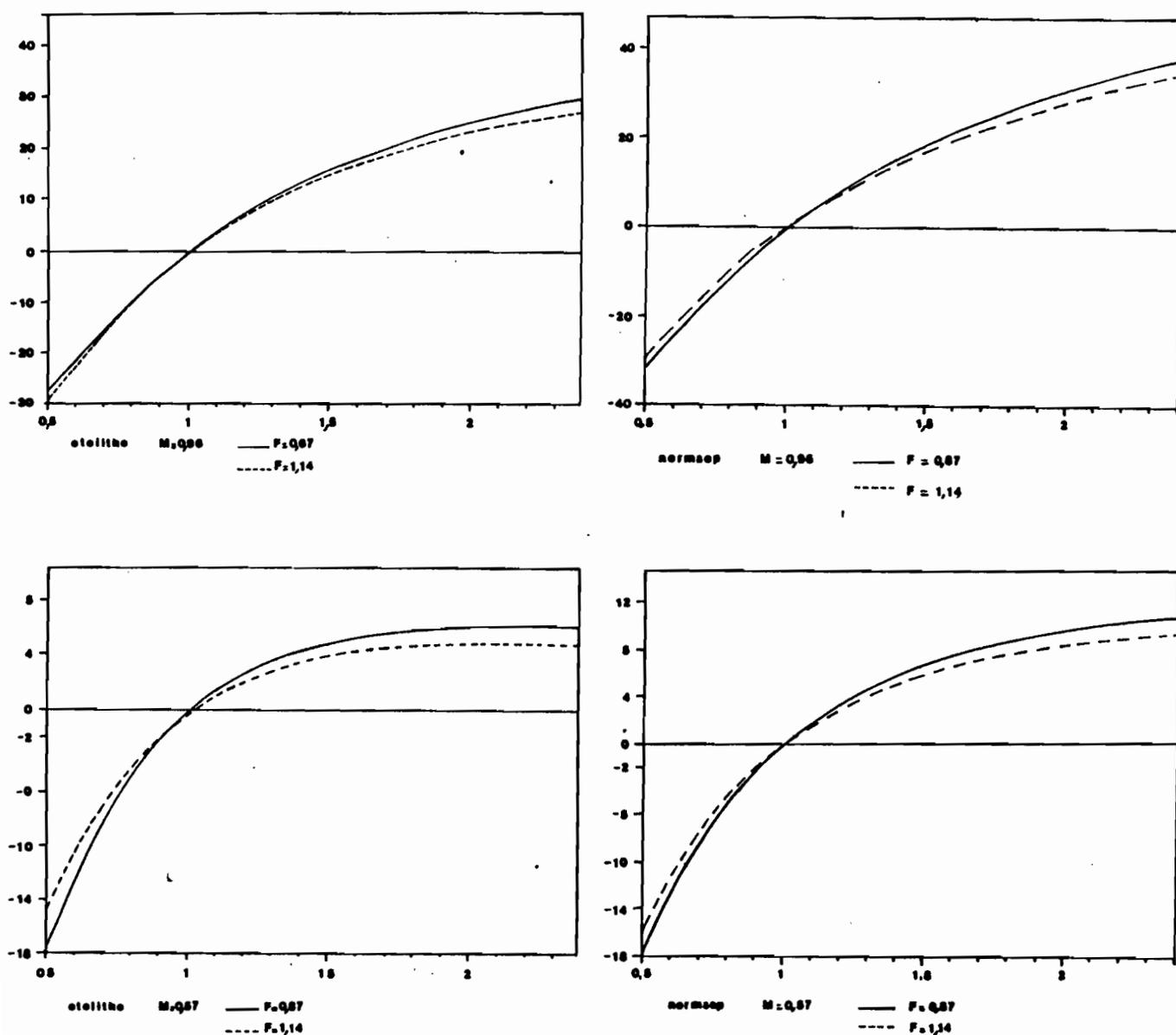


Figure 57 : Variations relatives du rendement par recrue de *Lutjanus gibbus* en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche, de l'estimation de la croissance, de la mortalité naturelle (M) et de la mortalité F de la classe de taille terminale.

2-2-3 *Caranx melampygus*

Les valeurs prises par Y_r sont plus fortes que celles obtenues pour *Lethrinus miniatus*. La valeur de la mortalité naturelle influence bien entendu le résultat qui varie beaucoup (tableau 50). L'évolution de Y_r en fonction de la mortalité par pêche est représentée sur la figure 58. Suivant les valeurs trouvées pour les paramètres de croissance et de mortalité Y_r augmente ou diminue quand F croît. Par exemple, l'otolithométrie conduit à trouver que Y_r diminue d'environ 16 % pour $M = 0,43$ et de 10 % pour $M = 0,72$ quand on multiplie la mortalité par pêche par 2. Par contre si on diminue l'effort de pêche le

rendement par recrue augmente de façon non négligeable.

Tableau 50 : Rendement par recrue (en g) pour *Caranx melampygus* en fonction des différents paramètres.

M	0,43		0,72	
	0,60	1,20	0,60	1,20
OTOLITHE	512	512	433	434
NORMSEP	295	295	154	156

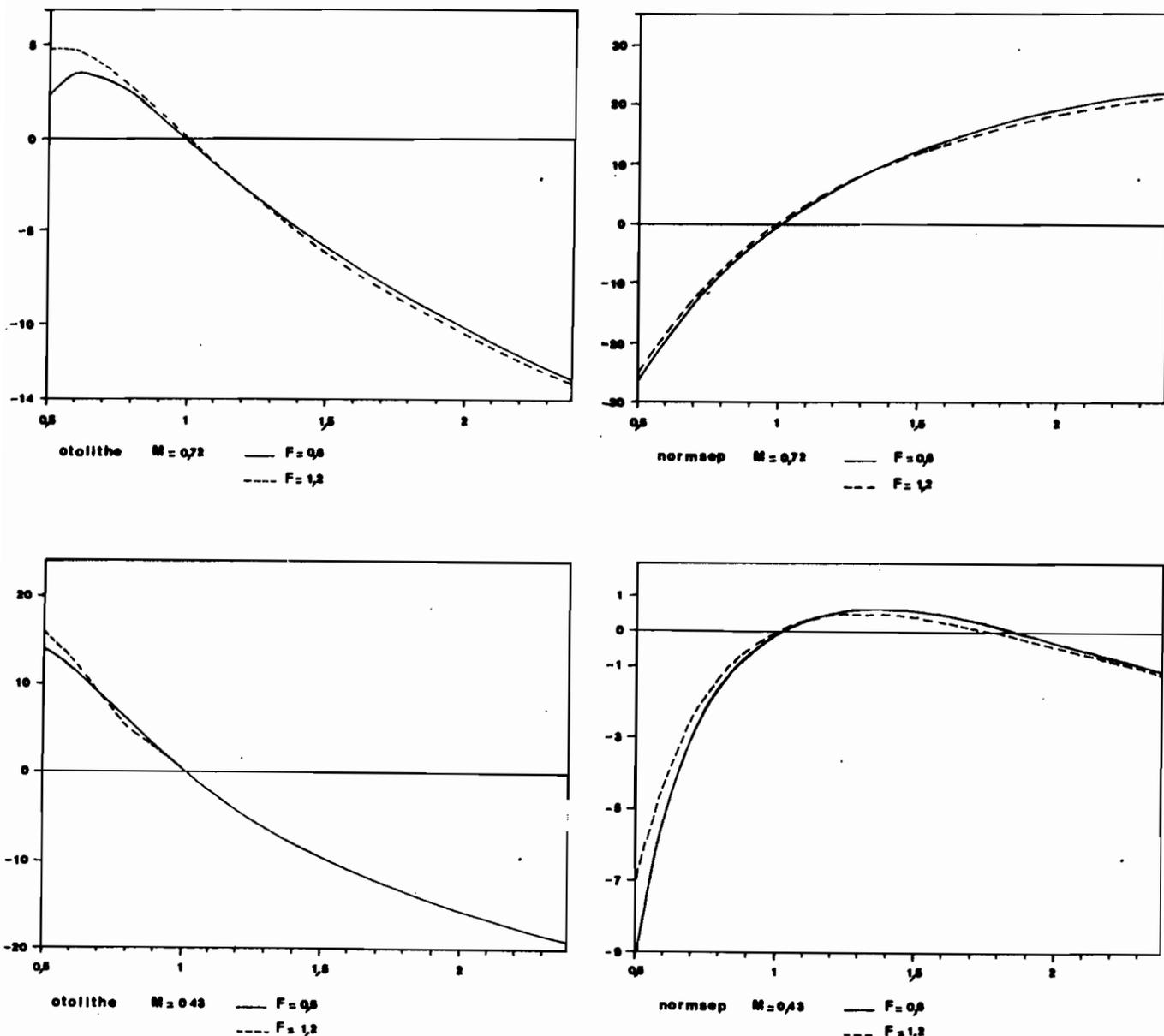


Figure 58 : Variations relatives du rendement par recrue de *Caranx melampygus* en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche, de l'estimation de la croissance, de la

mortalité naturelle (M) et de la mortalité F de la classe de taille terminale.

Ceci confirme ce que le calcul du taux d'exploitation présageait : il serait dangereux d'augmenter l'effort de pêche sur cette espèce.

2-2-4 - *Epinephelus microdon*

Pour *Epinephelus microdon* n'ont été étudiés que les résultats obtenus à partir du marquage et de l'analyse des structures de taille par NORMSEP. Le tableau 51 donne les valeurs obtenues pour Yr.

Il ne semble pas possible d'augmenter dans de grandes proportions le rendement par recrue. Dans un cas il diminue même rapidement si on augmente l'effort de pêche (figure 59). Dans les autres cas l'augmentation est de 5, 10 et 20 % en doublant F.

Tableau 51 : Rendement par recrue (en g) pour *Epinephelus microdon* en fonction des différents paramètres

M F+	0,61		0,88	
	0,60	0,90	0,60	0,90
MARQUAGE	353	354	201	202
NORMSEP	285	285	142	143

2-2-5 - *Lutjanus fulvus*

Le rendement par recrue (tableau 52) est proche en valeur de celui déjà trouvé pour *Lutjanus gibbus*. Ces deux espèces de la même famille se ressemblent beaucoup, *Lutjanus fulvus* restant plus petit. Yr augmente d'environ 16 et 2 % si on multiplie par deux la mortalité par pêche en prenant les différentes valeurs de mortalité naturelle (figure 60). Ces résultats n'étant obtenus qu'à partir de l'étude des otolithes, ils seront à considérer avec prudence.

Tableau 52 : Rendement par recrue (en g) pour *Lutjanus fulvus* en fonction des différents paramètres.

M F+	0,46		0,88	
	0,80	1,20	0,80	1,20
OTOLITHE	195	196	138	140

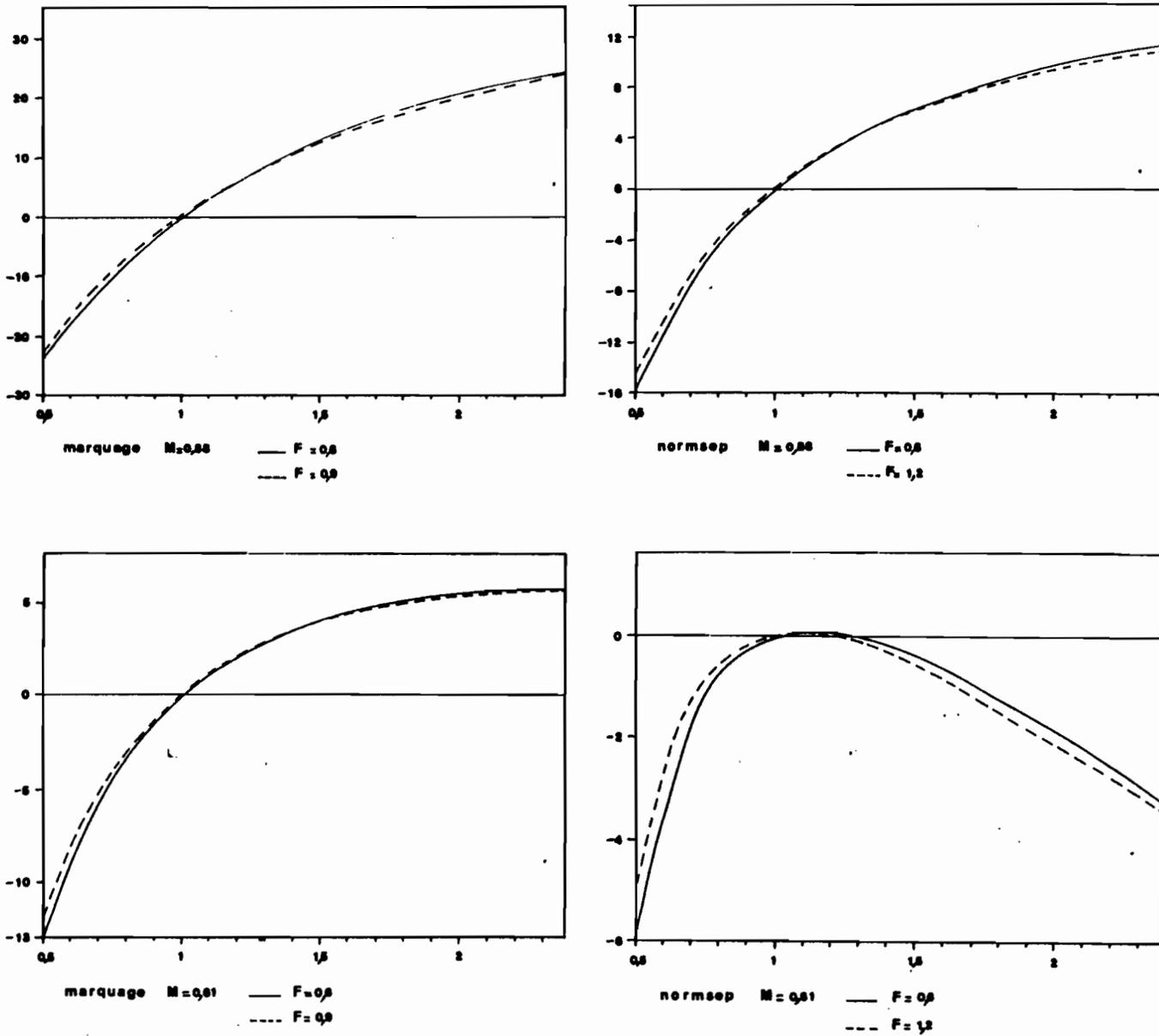


Figure 59 : Variations relatives du rendement par recrue de *Epinephelus microdon* en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche, de l'estimation de la croissance, de la mortalité naturelle (M) et de la mortalité F de la classe de taille terminale.

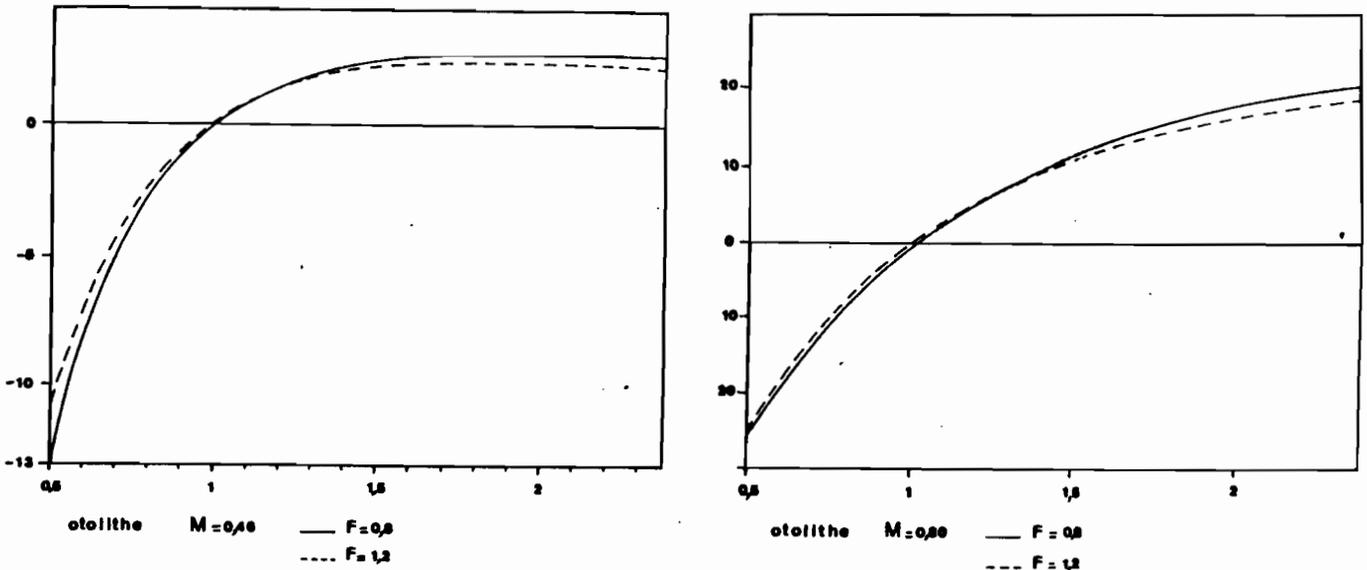


Figure 60 : Variations relatives du rendement par recrue de *Lutjanus fulvus* en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche, de la mortalité naturelle (M) et de la mortalité F de la classe de taille terminale.

2-2-6 - *Acanthurus xanthopterus*

Le tableau 53 donne les valeurs du rendement par recrue en fonction de l'évaluation de la mortalité naturelle et la figure 61 représente l'évolution de Y_r lorsque l'effort de pêche varie.

Tableau 53 : Rendement par recrue (en g) pour *Acanthurus xanthopterus* en fonction des différents paramètres.

M	0,43		0,72	
F+	0,30	0,90	0,30	0,90
OTOLITHE	473	518	146	182

Comme pour l'espèce précédente le manque d'une autre méthode d'étude de croissance restreint la portée des conclusions de l'analyse de cohorte. Selon les tendances données par la figure 61, Y_r peut être augmenté d'environ 20 et 40% si on multiplie la mortalité par pêche par 2.

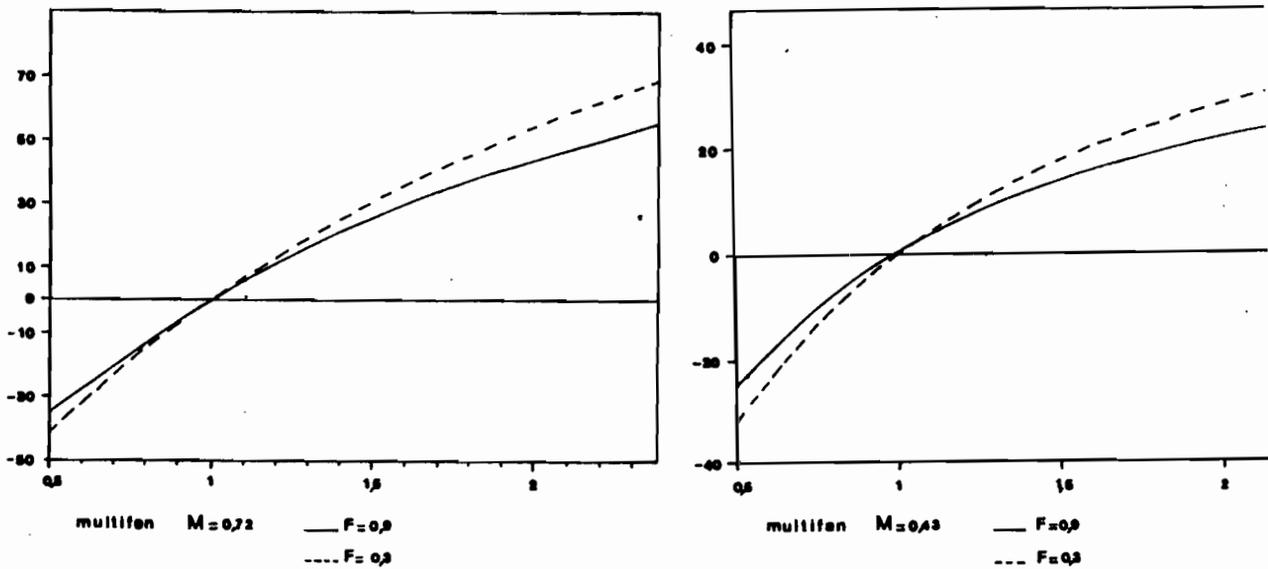


Figure 61 : Variations relatives du rendement par recrue de *Acanthurus xanthopterus* en fonction du multiplicateur de l'effort de pêche, de la mortalité naturelle (M) et de la mortalité F de la classe de taille terminale.

3 - Conclusion

Cette étude de l'influence d'une évolution de l'effort de pêche sur les rendements par recrue amène à dire que :

Une augmentation de l'effort de pêche sera suivie d'une augmentation des rendements de la pêcherie variable en fonction des espèces considérées. Dans le cas des espèces pour lesquelles nous disposons de plusieurs évaluations de la croissance, le rendement par recrue de *Lethrinus miniatus* et *Lutjanus gibbus* augmente toujours quelle que soit la combinaison prise pour faire les calculs. Par contre le rendement par recrue de *Caranx melampygus* et de *Epinephelus microdon* diminue parfois. Pour ces deux dernières espèces lorsque le rendement par recrue augmente, ce n'est jamais, sauf une fois, de plus de 20% pour un doublement de l'effort de pêche. Le rendement par recrue de *Lutjanus fulvus* augmente deux fois moins que celui de *Lutjanus gibbus* calculé à partir des paramètres de croissance obtenus par otolithométrie. Il semble donc que les espèces puissent être regroupées en trois groupes :

- premier groupe : *Lethrinus miniatus*, *Lutjanus gibbus* et *Acanthurus xanthopterus*. Les rendements augmenteraient substantiellement en augmentant l'effort de pêche sans problème pour le stock.

Deuxième groupe ?

Il ne faut pas augmenter la mortalité par pêche.

- troisième groupe : *Lutjanus fulvus*.

Il est difficile de donner un avis. Cette espèce serait un peu plus exploitée que *Lutjanus gibbus* et une augmentation de la mortalité par pêche ferait prendre des risques non justifiés sur le stock.

IV - LA BIOMASSE FECONDE PAR RECRUE

1 - Principe des calculs

On entend ici par biomasse féconde l'ensemble des poissons susceptibles de se reproduire ou l'ensemble des poissons matures. Elle est calculée par :

$$Bf = \sum N_{si} * W_i * T_{mi} \text{ avec}$$

N_{si} = nombre d'individus du stock ayant une longueur comprise entre l_i et l_{i+1} ,

W_i = poids moyen d'un poisson de la classe de taille i ,

T_{mi} = taux moyen de maturité sexuelle pour la classe de taille i .

N_{si} est donné par l'expression :

$$N_{si} = (1/Z_i) * (N_i - N_{i+1})$$

où Z_i est le coefficient de mortalité totale entre t_i et t_{i+1} .

Le calcul de la biomasse féconde par recrue se fait en prenant $N_1 = 1$. Pour faire les calculs l'acquisition de la maturité sexuelle est modélisée par une fonction logistique dans laquelle les données de départ sont L_{m50} = la longueur à laquelle 50% des individus sont matures et l'écart entre les longueurs auxquelles 25 et 75% des individus sont matures ($L_{m75} - L_{m25}$). Sachant que les animaux qui sont capturés sont en période de ponte, la taille des animaux dans les captures a permis de calculer la taille à la première reproduction, qui sera confondue avec L_{m50} ici, et les différents taux de maturité en fonction de la longueur. N'ayant aucune idée sur la survie larvaire, ni sur une éventuelle relation stock-recrutement, seule la variation de la biomasse par recrue sera prise en considération. Les paramètres servant aux calculs sont rapportés dans le tableau 54.

Tableau 54 : L_{m50} et $L_{m75} - L_{m25}$ (cm) utilisés pour les différentes espèces étudiées dans le calcul de la biomasse féconde par recrue.

ESPECES	L_{m50}	$L_{m75} - L_{m25}$
<i>Lethrinus miniatus</i>	39	6
<i>lutjanus gibbus</i>	22	1
<i>Caranx melampygus</i>	26	1,5
<i>Epinephelus microdon</i>	31	7
<i>Lutjanus fulvus</i>	21	1
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	32	2,5

2 - Résultats

Le pourcentage de la biomasse féconde par recrue par rapport au stock non exploité pour différents niveaux d'exploitation est donné dans le tableau 55. Pour faire ce calcul nous avons supposé que le sex-ratio était de 50% et qu'il ne variait pas avec la longueur des animaux, ce qui est en contradiction avec les résultats trouvés auparavant. La valeur exacte de la biomasse féconde par recrue n'a pas de grande importance, sa variation par rapport à la biomasse féconde d'un stock vierge est plus riche en enseignement. Pour bien faire il faudrait calculer, par classe de taille, le nombre d'oeufs par poisson et ensuite calculer le nombre théorique d'oeufs pouvant être émis par recrue comme le suggère LE GUEN (1971). Nos calculs ont été réalisés comme si le nombre d'oeufs émis dépendait seulement du poids des animaux. Nous ne tiendrons pas compte non plus des phénomènes d'hermaphroditisme protogyne démontré pour *Epinephelus microdon* et fortement soupçonné pour *Lethrinus miniatus*.

Les résultats du tableau 55 sont difficile à interpréter sans aucune autre connaissance sur une éventuelle relation stock-recrutement. Pourtant l'effet de la pêche sur la fécondité par recrue n'est pas négligeable. Si toutes les espèces réagissent de la même façon par rapport à la fécondité par recrue, *Acanthurus xanthopterus* et *Epinephelus microdon* seraient les moins sensibles à une augmentation de l'effort de pêche. Ce que l'on peut dire c'est qu'en l'état actuel du prélèvement par la pêcherie, aucune donnée récoltée depuis 1982 ne permet de dire que ces stocks n'arrivent plus à se renouveler.

Tableau 55 : Variation relative en % de la fécondité par recrue par rapport à un stock vierge et à différent niveau d'exploitation (M le plus petit et F+ le plus grand parmi les valeurs trouvées précédemment).

Espèces		Bf	F	1,2F	1,4F	1,6F	1,8F
<i>Lethrinus miniatus</i>	NORMSEP	1417	26	22	18	16	14
	otolithe	2450	22	18	15	13	11
<i>Lutjanus gibbus</i>	NORMSEP	748	30	27	25	23	21
<i>Caranx melampygus</i>	NORMSEP	1858	20	17	15	13	12
<i>Epinephelus microdon</i>	marquage	1276	36	33	31	28	27
<i>Lutjanus fulvus</i>	otolithe	985	15	13	11	10	9
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	MULTIFAN	3625	58	55	52	50	49

3 - Conclusion

La production annuelle des espèces est instable sur de courtes périodes mais pas à long terme. Ce serait donc plus des variations environnementales qui expliqueraient ces variations interannuelles et non une baisse de la fécondité. Une fécondité par recrue relative d'environ 20% par rapport à un stock vierge semble donc préserver le potentiel reproducteur de ces stocks depuis plusieurs années. L'impact d'une augmentation de l'effort de pêche ne semble pas, dans la gamme de variation étudiée, faire varier la fécondité du stock plus que les variations interannuelles constatées dans les captures ne le font. Pour la pêcherie de Sierra Leone LE GUEN (1971) a trouvé qu'une fécondité par recrue de 20 % de celle du stock vierge de *Pseudolithus elongatus* n'affectait pas le recrutement. Par contre une valeur de 0,1 % pourrait expliquer l'effondrement de ce stock. Il semble donc qu'il faille atteindre des biomasses fécondes très faibles pour perturber le renouvellement naturel des stocks. Dans notre cas la diminution de la biomasse féconde ne semble donc pas être un facteur limitant à une augmentation de l'effort de pêche.

CONCLUSION GENERALE

Tikehau est un atoll de dimension moyenne par rapport à ceux qui l'entourent. Son lagon est ouvert sur l'océan par une passe de 200 m de large et des hoas très fonctionnels. Ceci induit un temps moyen de renouvellement de l'eau lagonaire compris entre 100 et 230 jours suivant les saisons, avec une entrée des eaux océaniques en priorité par le sud-est et une sortie par la passe. Le milieu vivant est très riche comparé à celui de l'océan voisin. Selon la théorie de l'endo-upwelling cette richesse serait due, au moins en partie, aux remontées d'eaux océaniques profondes riches en sels nutritifs. Cette richesse se retrouve au niveau de la faune ichtyologique dont au moins 198 espèces ont été observées dans la passe, dans le lagon ainsi que sur la couronne récifale. Le peuplement lagonaire a été étudié par des comptages en plongée et des empoisonnements à la roténone. Un schéma général de l'organisation du peuplement ichtique lagonaire a été proposé.

La production de la pêcherie ainsi que celle des quatorze principales espèces ont été analysées sur quatre ans. Les captures ont lieu toute l'année avec une saison optimale des mois d'octobre à février. Certaines espèces sont capturées en dehors de cette grande période comme *Epinephelus microdon* et *Selar crumenophthalmus*. Le prélèvement annuel sur le stock de poisson, comprenant l'autoconsommation, est relativement stable depuis plusieurs années. Il peut être évalué à 280 tonnes environ, ce qui donne un rendement de 0,7 tonne/km²/an en prenant la surface totale de l'atoll. Il est difficile de comparer ce rendement à ceux observés sur d'autres atolls car la géomorphologie des surfaces de référence influence directement le résultat : le rendement a tendance à diminuer quand la surface totale des atolls augmente. Ceci s'expliquerait par le fait que les poissons sont concentrés près des substrats durs et que la surface relative de ces derniers a tendance à baisser dans les lagons étendus. Cependant par rapport à Tikehau, le rendement de la pêcherie de l'atoll de Kaukura en Polynésie française, d'une surface de 20 % supérieure, est de 30 % plus fort. Les espèces carnivores, qui représentent plus de 80 % en poids des captures à Tikehau, n'atteignent plus que 50 % à Kaukura. L'analyse des données observées dans les captures laisse donc entrevoir la possibilité d'augmenter la production en développant principalement l'effort de pêche sur les espèces situées dans le bas de la chaîne trophique.

Les études sur la reproduction ont montré qu'il existait une véritable saison de ponte, plus ou moins étalée dans le temps suivant les espèces. Cette saison débute pour la plupart des poissons avec la saison chaude, exactement comme la saison de production. Les pièges capturent essentiellement les animaux en migration de frai et l'étude des captures peut être directement utilisée pour connaître les grandes saisons de ponte et la composition du stock de reproducteurs. L'évolution du sex-ratio en fonction de la taille des individus montre qu'en général, dans les captures, le nombre de poissons mâles augmente par

montre qu'en général, dans les captures, le nombre de poissons mâles augmente par rapport à celui des femelles lorsque l'on considère des poissons de plus en plus grands. Cette évolution est si marquée pour *Lethrinus miniatus* qu'elle permet de suggérer, sans autres études, que cette espèce est hermaphrodite protogyne à Tikehau. Pour les autres espèces, le fait que le sex-ratio des poissons capturés change en fonction de leur longueur montre qu'il existe sans doute, en plus de différences de croissance, des comportements de migration liés aux sexes des animaux.

Une estimation de la croissance a pu être réalisée pour sept des espèces capturées. La croissance est rapide et la taille à la première reproduction, confondue avec celle au premier recrutement, est atteinte dès l'âge de 1 an pour *Caranx melampygus*, entre 1 et 2 ans pour *Lutjanus gibbus* et *L. fulvus*, vers 2 ans pour *Epinephelus microdon* et enfin vers 3 ans pour *Lethrinus miniatus*, *Naso brevirostris* et *Acanthurus xanthopterus*. Pour ces espèces 50 % des captures n'intéresse qu'une seule classe d'âge.

Les données biologiques obtenues ont permis de calculer la mortalité totale, les taux d'exploitation, les rendements par recrue. L'effet d'une modification de l'effort de pêche sur le rendement des captures a pu être estimé. Les résultats varient suivant les valeurs des paramètres de la courbe de croissance et de la mortalité naturelle utilisés pour les calculs. Cependant des tendances générales ont pu être mises en évidence :

- Les stocks de *Lethrinus miniatus* et *Lutjanus gibbus* réagissent de la même façon : le rendement par recrue augmente lorsque l'effort de pêche croît. En poids, comme ce sont les espèces les plus productives, le gain n'est pas négligeable et pourrait être de l'ordre de 10 à 30 %, soit de 5 à 15 tonnes, si on multiplie par deux la mortalité par pêche.
- *Caranx melampygus* et *Epinephelus microdon* sont exploités au maximum des possibilités. Le risque, que le rendement par recrue diminue si l'effort de pêche augmente, existe.
- Pour *Acanthurus xanthopterus* les gains sont importants en pourcentage. Ramenés en poids de poissons capturés, ils restent négligeables.

Sans estimation précise de la mortalité naturelle, tous ces résultats sont à prendre uniquement comme des tendances. En effet les valeurs élevées trouvées pour M dans cette étude favorisent toujours une augmentation de l'effort de pêche car alors il est préférable de capturer les poissons avant qu'ils ne meurent de mort naturelle.

Tous ces résultats confirment donc que la pêcherie de Tikehau ne surexploite pas les stocks de poissons pris dans leur ensemble. Paradoxalement l'étude de la dynamique des populations montre également que ce sont les deux espèces les plus exploitées actuellement qui offrent encore le plus de possibilité de développement : *Lethrinus miniatus* et *Lutjanus gibbus*. Il ressort aussi que la production des espèces situées dans le bas de la chaîne trophique comme *Acanthurus xanthopterus*, peut être augmentée. Cependant ces dernières espèces sont nombreuses et les productions des pièges estimées par stock spécifique sont faibles. Il est donc difficile d'apprécier pour eux, pris un par un, l'impact actuel de la pêcherie et l'évolution des captures suite à une modification de l'effort de pêche.

Le piège à poissons fixe est un engin de capture bien adapté pour les espèces carnivores mais sans doute moins efficace pour les espèces herbivores et corallivores. A ce propos Kaukura où, en multipliant les pièges mobiles, les pêcheurs capturent en plus des carnivores de grande quantité de Scaridae, pourrait être un modèle de développement pour Tikehau.

RECOMMANDATIONS

Le piège à poisson est un engin de capture à conserver dans le contexte socio-économique actuel des Tuamotu : sa valeur de remplacement (moyenne de 180000 CFP, d'après BLANCHET et *al.*, 1985) ne demande pas d'énormes investissements et il permet de garder vivants quelques jours les poissons en attendant qu'ils soient expédiés sur Tahiti. Il pourrait être amélioré de façon à le rendre plus léger et mobile en utilisant, entre autres, des nappes de filet. C'est déjà ce qui se passe à Tikehau où l'utilisation du filet permet d'augmenter la production des deux espèces les plus importantes (*Lethrinus miniatus* et *Lutjanus gibbus*). Sur la couronne récifale et dans les hoa, les prises des Acanthuridae et des Scaridae, entre autres, pourraient également être améliorées de façon non négligeable en utilisant la même technique. On peut estimer que l'augmentation et l'aménagement de l'effort de pêche permettraient une augmentation d'au moins 20% des captures, soit environ 50 tonnes. Ce bilan que seules les études de la pêche et de la dynamique des populations ont permis, ne peut guère être amélioré sans une étude approfondie de la biologie des espèces qu'il faudra développer dans l'avenir.

Mais plus que la gestion de la pêche d'un atoll, c'est la gestion des Tuamotu dans leur ensemble qu'il conviendrait de rationaliser. En effet la production des poissons d'origine lagunaire, proche de 5500 tonnes, représente environ 72 % de la production totale des pêcheries de la Polynésie française. L'archipel des Tuamotu en fournit l'essentiel avec plus de 60 %, ce qui représente pour les pêcheurs une valeur de 13 millions de FF soit la deuxième richesse naturelle renouvelable des Tuamotu après la perliculture. Une partie de cette production est revendue sur le marché de Tahiti à un prix unitaire au moins six fois supérieur, ce qui induit une plus value non négligeable à laquelle est associée la création de plusieurs emplois. Cette activité de pêche permet également aux populations de se maintenir sur les atolls en cumulant plusieurs activités. Il est donc essentiel de la maintenir et si possible de la développer plutôt que de laisser les habitants de ces îles venir gonfler la population des chômeurs de l'île de Tahiti.

Durant l'année 1986 la valeur des importations de poissons donnée par le Service de la Mer et de l'Aquaculture est d'environ 5 millions de FF. Il est difficile de comparer cette valeur à un tonnage en poisson mais il est certain qu'une grande partie de ces importations pourrait être couverte par la production locale quand on sait que la surface lagunaire des seuls atolls des Tuamotu ayant au moins une passe dépasse les 6000 km².

Une telle gestion poserait d'autres problèmes à un autre niveau qu'il faudrait alors s'attacher à résoudre. Il n'est pas question d'en faire la liste complète mais seulement d'en noter quelques uns qui paraissent importants :

- Quelle est l'unité de gestion ? Est-ce l'atoll, un groupe d'atolls ? Quels sont les taux d'échanges entre les îles et quand se font-ils ?
- Dans quelle mesure la typologie des atolls induit-elle un type d'exploitation ? La géomorphologie et la position de l'atoll par rapport aux autres (sous le vent ou au vent) sont-elles importantes ?
- Quelle est la part de l'histoire de l'exploitation dans la mise en place des peuplements ?
- Les relations poisson-benthos sont-elles le facteur déterminant de cette mise en place des peuplements ?

Enfin un volet important n'a pas été abordé : comment mieux valoriser la production ? Actuellement le conditionnement des poissons est le plus succinct possible alors que des techniques de transformation existent (salage et séchage) et que des espèces y sont très bien adaptées.

BIBLIOGRAPHIE

- ABRAMSON N.J., 1971. Computers program for fish stock assesment. *FAO Fish. Tech. Pap.*, **101** : 1-11. (1). 2. 10.
- ALDONOV V.K. et DRUZHININ A.D., 1979. Some data on scavengers (Family Lethrinidae) from the gulf of Aden region. *J. Ichthyology*, **18** : 527-535.
- ALCALA A.C., 1981. Fish yield of coral reefs of Sumilon Island, Central Philippines. *Nat. Res. Counc. Philipp. Res. Bull.*, **36** : 1-7.
- ALCALA A.C., LUCHAVEZ T., 1982. Fish yield of the coral reef surrounding Apo Island, Negros occidental, Central Visayas, Philippines. *Proceeding of the Fourth International Coral Reef Symposium*, **1** : 69-73.
- BAGNIS R., MAZELLIER P., BENETT J., CHRISTIAN E., 1981. Poissons de Polynésie. *Les Editions du Pacifique*, 4^{ème}, Papeete.
- 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.
- BARANS C.A., BORTONE S.A., Eds., 1983. The visual assessment of fish populations in the Southeastern United States, 1982 *Workshop. South Carolina Sea Grant Consortium, Techn. Rep.*, **1**, 52 pp.
- BARANOV F.I., 1918. On the question of the biological basis of fisheries. *Nauchn. Issled. Ichtiologicheskii Inst. Izv.*, **1** : 81-128.
- BAYLISS-SMITH T. The price of protein : marine fisheries in Pacific subsistence. Unpublished MS :-.
- BATTISTINI R. et al.(23 auteurs), 1975. Eléments de terminologie récifale Indo-Pacifique. *Thetys*, **7** (1) : 1-111.
- BEAMISH R.J. D.E. CHILTON, 1982. Preliminary evaluation of a method to determine the age of sablefish (*Anoplopoma fimbria*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **39**, 277-287.
- BELL J.D., GALZIN R., 1984. Influence of live coral cover on coral reef fish communities. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **15** : 265-274.
- BEVERTON R.J.H. et HOLT S.J., 1956. A review of methods for estimating mortality rates in fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *Cons. Int. Explor. Mer., Rapp. et P.V.*, **140** : 67-83.
- BEVERTON R.J.H. et HOLT S.J., 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fishery Invest. Lond., Ser. 2*, **19** : 1-533.
- BLANCHET G., CAILLAUD L., PAOAAFAITE J., 1985. Un aspect de la pêche artisanale en Polynésie Française : Les pièges à poissons de Tikehau. *ORSTOM-Tahiti, Notes et Doc. Océanogr.*, **25** : 116 p..
- BOUCHON-NAVARO Y., 1981. Quantitative distribution of the Chaetodontidae on a reef of Moorea island (French Polynesia). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **55** : 145-157.

- BOUCHON-NAVARO Y., 1983. Distribution quantitative des principaux poissons herbivores (Acanthuridae et Scaridae) de l'atoll de Takapoto (Polynésie Française). *J. Soc. Océanistes* 39 (77) : 43-54.
- BOUCHON-NAVARO Y., 1986. Partitioning of food and space resources by chaetodontid fishes on coral reefs. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 103 : 21-40.
- BROSSE Y., 1974. Production des pièges à poissons de Rangiroa (Archipel des Tuamotu). *Thèse 3ème cycle, Paris IV* : 156 p..
- BROTHERS E.B., 1978. Exogenous factors and the formation of daily and subdaily growth increments in fish otoliths. *Am. Zool.*, 18 : 631.
- BROTHERS E.B., C.P. MATHEWS, R. LASKER, 1976. Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishes. *Fish. Bull.*, 74, 1-8.
- BROUARD F., R. GRANDPERRIN, M. KULBICKI, J. RIVATON, 1983. Notes sur les lectures de stries journalières observées sur les otolithes des poissons démersaux profonds à Vanuatu. *Mission ORSTOM de Port-Vila, Notes et Doc. Océanogr.*, 8 : 9 p.
- CAILLART B., FRANC DE FERRIERE M., MORIZE E., 1986. Croissance de deux espèces de poissons du lagon, *Lethrinus miniatus* (SCHNEIDER) et *Lutjanus fulvus* (SCHNEIDER), évaluée par la lecture des otolithes in "Contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau", III, *ORSTOM, Tahiti, Notes et doc. Oceanogr.*, 30 : 1- 44.
- CAILLART B., MORIZE E., 1986. La production de la pêche de l'atoll en 1985. In "contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau", III, *ORSTOM-Tahiti, Notes et Doc.Océanogr.*, 30 : 45-71.
- CAILLART B., 1988. Etude d'une pêche artisanale de l'archipel des Tuamotu (Polynésie française). Biologie, Ethologie et dynamique des populations d'une espèce caractéristique : *Naso brevirostris* (poissons-Acanthuridae). *ORSTOM-TAHITI, Notes et Doc. Océanogr.*, 38 : 235 p.
- CAILLART B., MORIZE E., 1988. Biology and reproduction strategy of *Naso brevirostris* (Acanthuridae) and relationship with fisheries yield. *Workshop on Pacific Inshore Fishery Resources, Noumea New Caledonia March 1988* : 10 p.
- CAILLART B., MORIZE E., 1989. Etude du rythme de dépôt des microstries sur les otolithes d'un Serranidae tropical, *Epinephelus microdon* (Bleeker) à l'aide d'un marqueur fluorescent : l'oxytétracycline. *Aquatic Living Resources*, 2 : 255-261.
- CAMPANA S., 1984. Interactive effects of age and environmental modifiers on the production of daily growth increments in otoliths of *Porichthys notatus*. *Fish. Bull.*, 82, 165-177.
- CAMPANA S.E., J.D. NEILSON, 1982. Daily growth increments in otoliths of starry Flounder (*Platichthys stellatus*) and the influence of some environmental variables in their production. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39, 937-942.
- CAMPANA S.E., J.D. NEILSON, 1985. Microstructure of fish otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42, 1014-1032.

- CAMPANA S.E., J.A. GAGNE, J. MUNRO, 1987. Otolith microstructure of larval herring (*Clupea harengus*) : image or reality ?. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **44**, 1922-1929.
- CHARPY L., 1984. Quelques caractéristiques de la matière organique particulaire du lagon. *In* : L'atoll de Tikehau (Archipel des Tuamotu, Polynésie Française) premiers résultats. *ORSTOM-TAHITI, Notes et Doc. Océanogr.*, **22** : 13-20.
- CHARPY L., 1985. Matière organique et production phytoplanctonique du lagon. *In* "L'atoll de Tikehau (Archipel des Tuamotu, Polynésie française)". *ORSTOM-Tahiti, Notes et Doc. Océanogr.*, **22** : 13-20.
- CHARPY L., BONNET S., LE BORGNE R., 1986. Environnement, matière organique particulaire et production phytoplanctonique. *In* "Contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau, II". *ORSTOM-TAHITI, notes et Doc. Océanogr.*, **28** : 81-113.
- CHARPY-ROUBAUD C.J., 1988. Production primaire des fonds meubles du lagon de Tikehau (Atoll des Tuamotu, Polynésie Française). *Oceanologica Acta*, **11** : 241-248.
- CHEVAILLIER P., 1990. Méthodes d'étude de la dynamique des espèces récifales exploitées par une pêcherie artisanale tropicale : Le cas de la Martinique. *Thèse de Docteur-Ingénieur en sciences agronomiques, option halieutique, ENSAR/Université de Rennes I* : 367 p.
- CHEVALIER J.P., DENIZOT M., MOUGIN J.L., PLESSIS Y. et SALVAT B., 1969. Etude géomorphologique et bionomique de l'atoll de Mururoa (Tuamotu). *Cahiers du Pacifique*, **12** : 1-144, 24 pl.
- CHRISTENSEN M.S., WINTERBOTTOM R., 1981. A correction factor for, and its application to, visual censuses of littoral fish. *S. Afr. Tydskr. Dierk.*, **16** : 73-79.
- COLIN P.L., SHAPIRO, D.Y. and WEILER D. 1987. Aspects of the reproduction of two groupers, *Epinephelus guttatus* and *E. striatus* in the West Indies. *Bull. Mar. Sci.* **40** : 220-230.
- CONOVER D.O. et KYNARD B.E., 1984. Field and laboratory observations of spawning periodicity and behavior of a northern population of the Atlantic silverside, *Menidia menidia* (Pisces : Atherinidae). *Environmental of Biology of Fishes*. Vol. **11**, 3 : 161-171.
- COOSEN J., MEIRE P., STUART J. and SEYS J., 1990. Trophic relationships in brackish lake Veere : the role of macrophytes. *In* : Trophics relationships in the marine environment, *Proc., 24th Europ. Mar. Biol. Symp.* Barnes and R.N. Gibson, edithors, Aberdeen Univ. Press. pp. 404-423.
- CSIRKE J, CADDY J.F., 1983. Approximations of sustainable yields for exploited and unexploited stock. *Océano. Trop.*, **18** (1) : 3-15.
- DAGET J. et LE GUEN J.C., 1975. les critères d'âge chez les poissons. Problème d'écologie : La démographie des populations de vertébrés. *Masson et Cie*, Paris, 253-289.
- DARWIN C., 1842. The Structure and Distribution of Coral Reefs. Appleton Century Crofts, New York.

- DAVIS W., 1928. The coral reef problem. *Amer. geogr. Soc. Spec. Publ.* **9** : 1-596.
- DEBAS L. (1989). Etude biométrique, histologique et endocrinologique de la sexualité du mérou *Epinephelus microdon* dans le milieu naturel et en élevage : caractérisation de l'hermaphroditisme protérogyne, description du phénomène d'inversion et mise en évidence du phénomène de réversion. *Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille II, Faculté des sciences de Luminy*, 108 P..
- ECHINARD M., 1959. La pêche dans le lagon en Polynésie Française par le système des parcs à poissons. *J. Soc. Océan.* **37** (28) : 345-353.
- FABENS A.J. 1985. Properties and fitting of the Von Bertalanffy growth curve. *Growth*, **29** : 265-289.
- FONTANA A., 1979. Etude du stock démersal côtier congolais. *Thèse de doctorat d'Etat, PARIS IV/ Museum*, 300 p.
- FOURMANOIR P. et LABOUTE P., 1976. Poissons de Nouvelle Calédonie et des Nouvelles Hébrides. *Les Editions du Pacifique*, Papeete.
- FOURNIER D.A., SIBERT J.R., MAJOKOWSKI J. et HAMPTON J., 1989. MULTIFAN, a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length frequency samples with an application to southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). *Otter software*, Nanaimo : 24 p.
- FRICKE H. et FRICKE S., 1977. Monogamy and sex change by aggressive dominance in coral reef fish. *Nature* **266** : 830-832.
- FULTON T.W., 1911. The sovereignty for the sea. Edinburgh and London.
- GALZIN R., 1977. Biomasse ichtyologique dans les écosystèmes récifaux. Etude préliminaire de la dynamique d'une population de *Pomacentrus nigricans* du lagon de Moorea (Société, Polynésie française). *Rev. Trav. Inst. Pech. Marit.*, **40** (3-4) : 575-578.
- GALZIN R., 1979a. Contribution à l'inventaire de la faune ichtyologique de Scilly (Polynésie française). *Bull. Ant. Tahiti Mus. Nat. Hist. Nat. et EPHE*, **1** : 52-54.
- GALZIN R., 1979b. La faune ichtyologique d'un récif corallien de Moorea, Polynésie française : Echantillonnage et premiers résultats. *Terre Vie, Rev. Ecol.*, **33** : 623-643.
- GALZIN R., 1985. Ecologie des poissons récifaux de Polynésie française. *Thèse de Doctorat d'Etat, Montpellier* : 195 p..
- GALZIN R., 1987a. Potential fisheries yield of a Moorea fringing reef (French Polynesia) by the analysis of three dominant fishes. *Atoll. Res. Bull.*, **305** : 1-21.
- GALZIN R., 1987b. Structure of fish communities of French Polynesian coral reefs. 1- Spatial scales. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **41** : 129-136.
- GALZIN R., 1987c. Structure of fish communities of French Polynesian coral reefs. 2- Temporal scales. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **41** : 137-145.

- GALZIN R., MORIZE E., STEIN A., CONTE E., 1989. Dégradations naturelles et-ou anthropiques en zones côtières intertropicales et répercussions possibles sur l'économie des pêches : le cas des récifs coralliens. *Action CORDET, Rapport Antenne EPHE-Museum*, 1989 RA 32 : 135 p.
- GBRMPPA, 1978. Great Barrier Reef Marine Park Authority Workshop on reef fish assessment and monitoring, *Workshop Series 1, Heron Island, Australia*, 64 pp.
- GEFFEN A.J., 1982. Otolith ring deposition in relation to growth rate in herring (*Clupea harengus*) and turbot (*Scophthalmus maximus*) larvae. *Mar. Biol.* 71, 317-326.
- GHENO Y. et LE GUEN J.C., 1968. Détermination de l'âge et croissance de *sardinella eba* (Val.) dans la région de Pointe-Noire. *Cah. ORSTOM, Ser. Océanogr.* 6 (2) : 69-82.
- GHENO Y. et POINSARD F., 1968. Observations sur les jeunes sardinelles de la baie de Pointe-noire (Congo). *Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr.*, vol. VI, n°2 : 53-68.
- GULLAND J.A., 1971. The fish resources of the oceans. *FAO, Fishing News Books Ltd*, Surrey, England.
- GUNDERSON D.R. et DYGERT P.H., 1988. Reproductive effort as a predictor of natural mortality rate. *J. Cons.Int. Explor. Mer.*, 44 : 200-209.
- HAMNER W.M., JONES M.S., CARLETON J.H., HAURI I.R., WILLIAMS D.McB., 1988. Zooplankton, planktivorous fish, and water currents on a windward reef face : Great Barrier reef, Australia. *Bull. Mar. Sci.*, 42 (3) : 459-479.
- HARMELIN-VIVIEN M., 1979. Ichtyofaune des récifs coralliens de Tulear (Madagascar) : Ecologie et relations trophiques. *Thèse Doctorat d'Etat, Aix-Marseille II* : 281 p.
- HARMELIN-VIVIEN M., 1984. Distribution quantitative des poissons herbivores dans les formations coralliennes de Tikehau (Polynésie Française). *ORSTOM-Tahiti, Notes et Doc. Océanogr.*, 22 : 81-107.
- HARMELIN-VIVIEN M., 1985a. Présentation générale de l'atoll. In "contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau (Archipel des Tuamotu, Polynésie française)". *ORSTOM-Tahiti, Notes et Doc. Océanogr.*, 24 : 2-27.
- HARMELIN VIVIEN M., 1985b. Description des sites de l'excursion du 5^{ème} congrès international sur les récifs coralliens. In "Contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau (Archipel des Tuamotu, Polynésie Française)". *ORSTOM-TAHITI, Notes et Doc. Océanogr.*, 24 : 28-50.
- HARMELIN-VIVIEN M., 1989. Reef fish community structure : An Indo-Pacific comparaison. In : M.L. Harmelin-Vivien and F. Bourlière (eds), *Vertebrates in complex tropical systems, Springer-verlag Publ., Ecological Studies*, 69 : 19-60.
- HARMELIN_VIVIEN M. et BOUCHON_NAVARO Y., 1983. Feeding diets and signifiacnce of coral feeding among chaetodontid fishes in Moorea (French Polynesia). *Coral Reefs*, 2 : 119-127.

- HARMELIN-VIVIEN M. et al. (11 auteurs), 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Terre Vie, Rev. Ecol.*, **40** : 467-539.
- HARRIGANP., J.C. ZIEMAN and S.A. MACKO, 1989. The base of nutritional support for the gray snapper (*Lutjanus griseus*) : an evaluation based on a combined stomach content and stable isotope analysis. *Bulletin of Marine Science*, **44** : 65-77.
- HOBSON E.S., 1973. Diel feeding migrations in tropical reef fishes. *Helgolander. Wiss. Meeresunters*, **234** (1/4) : 361-370.
- HOBSON E.S., CHESS J.R., 1978. Trophic relationships among fishes and plankton in the lagoon at Enawetak atoll, Marshall islands. *Fish. Bull., U.S.*, **71** : 777-786.
- HOENIG J.M., 1984. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin*, Vol. **82** (1) : 898-902.
- JAUBERT J., THOMASSIN A. et VASSEUR P., 1976. Morphologie et étude bionomique préliminaire de la pente externe du récif de Tiahura, île de Moorea (Polynésie française). *Cah. Pacif.*, **19** : 299-323.
- JOHANNES R.E., 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Env. Biol. Fish.*, **3** (1) : 65-84.
- JOHANNES R.E., 1981. Words of the lagoon : fishing and marine lore in the Palau district of Micronesia. *University of California Press*, Berkeley, 245 pp.
- JOHANNES R.E., 1988. Spawning aggregation of the grouper, *Plectropomus areolatus* (Rüppel) in the Solomon Islands. *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium, Australia*, 1988. Vol. **2** : 751-755.
- JOHANNES R.E., 1988. Spawning aggregation of the grouper, *Plectropomus areolatus* (RUPPEL) in the Solomon islands. *Proceedings of the the 6th International Coral Reef Symposium, Australia*, 1988, Vol. **2**, 751-755.
- JONES R., 1961. The assessment of the long-term effects of changes in gear selectivity and fishing effort. *Mar. Res.*, 1961 (2) : 19 p.
- JONES R., 1974. Assessing the long-term effects of changes in fishing effort and mesh size from length composition data. *Int. Counc. Explor. Sea*, CM 1974/F : 33 (mimeo) : 13 p.
- JONES R., 1981. The use of length composition data in fish stock assessments (with notes on VPA and cohort analysis) *FAO Fish. Circ.*, **734** : 55 p.
- JONES C., 1986. Determining age of larval fish with the otolith increment technique. *Fish. Bull.*, **84**, 91-103.
- JOSSE E, LE GUEN J.C., KEARNEY R., LEWIS A., SMITH A., MAREC L. et TOMLINSON P.K., 1979. Growth of skipjack. South Pacific Commission, Nouméa, Nouvelle Calédonie, Janvier 1979. *Occasional paper* n° 11.
- KARTAS F. et GUIGNARD J.P., 1984. La fécondité des poissons téléostéens. Coll. Biol. milieux marins, *MASSON (ed.)*, PARIS : 121 p.

- KLUMPP D.W. and N.V.C. POLUNIN (1990). Algal production, grazers and habitat partitioning on a coral reef : positive correlation between grazing rate and food availability. *In* : Trophics Relationships in the Marine Environment, *Proc. 24th Europ. Mar. Biol. Symp.*, pp. 372-388.
- KULBICKI M., DOHERTY P., RANDALL J.E., BARGIBANT G., MENOUE J.L., MOU THAM G., 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 ichtyologiques. *ORSTOM-Nouméa, Rapports Scientifiques et Techniques, Sciences de la Mer, Biologie Marine*, 57 : 88 P..
- LABOUE P., 1985. Evaluation des dégâts causés par les passages des cyclones de 1982-1983 en Polynésie Française sur les pentes externes des atolls de Tikehau et de Takapoto (Archipel des Tuamotu). *Proceedings of the Fifth International Coral Reef Congress, Tahiti*, 2 : p. 211, résumé.
- LAE R., 1990. Les pêcheries artisanales lagunaires ouest-africaines : échantillonnage et dynamique de la ressource et de l'exploitation. *Thèse de doctorat en océanographie et biologie, Université de Bretagne Occidentale*, 268 p..
- LAMBECK K., 1981. Flexure of the ocean lithosphere from island uplift, bathymetry and geoid height observations : The Society Islands. *Geophys. J. R. Astr. Soc.*, 67 : 91-114.
- LAMBERT T.C., 1987. Duration and intensity of spawning in herring clupeae *harengus*, as related to the age structure of the maturation population. *Mar. Ecol. prog. Ser.*, 39 : 202-220.
- LAROCHE J.L., RICHARDSON S.L., ROSENBERG A.A., 1982. Age and growth of a Pleuronectid, *Parophrys vetulus*, during the pelagic larval period in Oregon coastal waters. *Fish. Bull.*, 80, 93-104.
- LAURS R.M., NISHIMOTO R., WETERALL J.A., 1985. Frequency of increment formation on sagittae of North Pacific Albacore (*Thunnus alalunga*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42, 1551-1555.
- LE BORGNE R., BONNET S., CHARPY L., 1986. Le zooplancton. Biomasse, composition élémentaire, respiration, excrétion et production. *In* "Contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau : II". *ORSTOM-TAHITI, Notes et Doc. Océanogr.*, 28 : 115-152.
- LE BORGNE R., BLANCHOT J., CHARPY L., 1989. Zooplankton of the atoll of Tikehau (Tuamotu Archipelago) and its relationship to particulate matter. *Mar. Biol.*, 102 : 341-353.
- LE GUEN J.C., 1971. Dynamique des populations de *Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus* (Bowd., 1825) Poissons-Scianidae. *Cah. ORSTOM, Ser. Océanogr.*, 9 (1) : 3-84.
- LE GUEN J.C., 1976. Utilisation des otolithes pour la lecture de l'âge des Scianidés intertropicaux. Marques saisonnières et journalières. *Cah. ORSTOM, Ser. Oceanogr.* 14, 331-338.
- LE GUEN J.C. et MORIZUR Y., 1989. Comparaison de méthodes de décomposition des distributions polymodales de fréquences des longueurs en distributions unimodales successives (NORMSEP - MIX - MAXIMUMS SUCCESSIFS), Application aux "BOSSUS" (*Pseudotolithus elongatus*) du CONGO. *ENSAR. Les publications du département halieutique n° 11* : 29 p.

- LEIS J.F., 1988. The pelagic phase of coral reef fishes. *Proc. 6th International Coral Reef Symposium*, Townsville, Australia, Abstracts : 61.
- LENHARDT X., 1987. Etude bathymétrique du lagon. In : Contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau : IV. *Notes et Doc. Océanogr., ORSTOM-TAHITI*, 35 : 53-70.
- LENHARDT X., 1988. Hydrodynamique des lagons d'atolls et d'île haute en Polynésie française. *Thèse de doctorat, Museum National d'Histoire Naturelle. ORSTOM* : 156 p.
- LEWIS S.M., 1986. The role of herbivorous fishes in the organization of a caribbean reef community. *Ecological Monographs*, 56 (3), pp. 183-200.
- LOUBENS G., 1980. Biologie de quelques espèces de poissons du lagon néo-calédonien. II. Sexualité et reproduction. *Cahiers de l'Indo-Pacifique*, 2 (1), 41-72.
- LOUBENS G., 1980. Biologie de quelques espèces de poissons du lagon néo-calédonien. III. Croissance. *Cahiers de l'Indo-Pacifique*, 2 (2), 101-153.
- LOUGH R.G., PENNINGTON M., BOLZ G.R., ROSENBERG A.A., 1982. Age and growth of larval atlantic herring, *Clupea harengus L.*, in the gulf of Maine-Georges Bank region based on otolith growth increments. *Fish. Bull.*, 80, 187-199.
- LUCKURST B.E. and LUCKURST K., 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fishes communities. *Mar. Biol.*, 49 (4) : 325-332.
- MARSHALL S.L., S.S. PARKER, 1982. Pattern identification in microstructure of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39, 542-547.
- MATHEWS C.P. et SAMUEL M., 1987. Growth, mortality and assessments for grouper from Kuwait. *Kuwait Bulletin of Marine Science*, 9 : 173-191.
- METHOT R.D.Jr, D. KRAMER, 1979. Growth of Northern Anchovy, *Engraulis mordax*, larvae in the sea. *Fish. Bull.*, 77, 413-423.
- MILCH A.R., D.P. RALL, J.E. TOBIE, 1958. Fluorescence of tetracycline antibiotics in bone. *J. Bone Jt Surg.* 40 A, 897-170.
- MORALES-NIN B. et RALTON S., 1990. Age and growth of *Lutjanus kasmira* (Forskäl) in Hawaiian waters. *J. Fish. Biol.*, 36 : 191-203.
- MORIZE E., 1984. Contribution à l'étude d'une pêche artisanale et de la dynamique des populations des principales espèces de poissons exploitées. In "L'atoll de Tikehau (Archipel des Tuamotu, Polynésie française), premiers résultats". *ORSTOM-Tahiti, Notes et Doc. Océanogr.*, 22 : 35-80.
- MORIZE E., 1985. Etude d'une pêche artisanale de l'atoll de Tikehau (Archipel des Tuamotu, Polynésie française). In *Proceeding of the Fifth International Coral Reef Congress, Tahiti, 1985, Vol. 5* : 501-506.

- MORIZE E., 1988. L'atoll de Tikehau : étude de sa pêche. *Workshop on Pacific Inshore Fishery Ressources, Noumea New Caledonia* March 1988 : 13 p..
- MORIZE E., CAILLART B. 1988. The use of the length composition data from an artisanal reef-fishery of the Tikehau atoll in french Polynesia in fish stock assessments. *Vlth International Coral Reef Symposium, Townsville Australie*, Abstracts : 72.
- MORIZE E., GALZIN R., HARMELIN-VIVIEN M., ARNAUDIN H., 1990. Organisation spatiale du peuplement ichthyologique dans le lagon de l'atoll de Tikehau (Polynésie Française). *ORSTOM-Tahiti, Notes et doc. Océanogr.*, **40** : 44pp.
- MUNRO J.L., GAUT V.C., THOMPSON R. et REESON P.H., 1973. The spawning season of Cariibbean fishes. *J. Fish. Biol.*, **5** : 69-84.
- MUNRO J.L. et PAULY, 1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte* **1** (1) : 5-6.
- MUNRO J.L. et WILLIAMS D.Mc.B., 1985. Assesment and managment of coral reef fisheries. *In proceeding off the Fifth International Coral Reef Congress, Tahiti, 1985, Vol. 4, Seminar C* : 35 p..
- NEILSON J.D., G.H. GEEN, 1982. Otoliths of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) : daily growth increments and factors influencing their production. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39**, 1340-1347.
- NEILSON J.D., G.H. GEEN, B. CHAN, 1984. Variability in dimensions of salmonid otolith nuclei : implications for stock identification and microstructure interpretation. *Fish. Bull. U.S.* **82**.
- NEWELL N.D., 1956. Geological reconnaissance of Rairoa (Kontiki) atoll, Tuamotu Archipelago. *Bull. amer. Mus. Nat. Hist., New-York*, **109** : 310-372.
- ODENSE P.H., V.H. LOGAN, 1974. Marking Atlantic salmon (*Salmo salar*) with oxytetracycline. *J. Fish. Res. Board Can.* **31**, 348-350.
- PANNELLA G., 1971. Fish otoliths : daily growth layers and periodical patterns. *Science*, **173**, 1124-1127.
- PANNELLA G., 1974. Otolith growth patterns : an aid in age determination in tropical and demersal fishes. In ageing of fishes, *T.B. BAGENAL (ed)*, Urwin Bros Ltd. London : 28-39.
- PANNELLA G., 1980. Growth patterns in fish sagittae. p. 519-560. In : D.C. Rhoads and R.A. Lutz (ed.) *Skeletal growth of aquatic organisms : biological records of environmental change. Plenum Press New York, N.Y.*
- PAULY D., 1979. Biological overfishing of tropical stocks. *ICLARM Newsletters*, **2** (3) : 3-4.
- PAULY D., 1982. Studying single species dynamics in a tropical multispecies context. pp. 33-70 in D. PAULY et G.I. MURPHY (eds). *Theory and management of tropical fisheries. ICLARM Conference Proceedings*, **9** : 360 p.

- PAULY D. et DAVID , 1981. ELEFAN 1, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Sanderdruck aus BD.*, **28** : 205-211.
- PETERSEN C.G.G., 1892. Fiskensbiologiske forhold i Holbock Fjord, 1890-1891. Beretning fra de Danske Biologiske Station, 1.
- PLESSIS Y., 1972. L'analyse ichtyologique quantitative du récif frangeant de Tiahura, île de Moorea, Polynésie, premiers résultats. *C.R. Soc. Biogeogr.* **427** : 26-28.
- POWLES H., 1977. Island mass effects on the distribution of larvae of two pelagic fish species off Barbados pp. 333-346 in CICAR symp. : Progress in Marine Research in the Carribean and adjacent areas. *FAO Fisher. Rep.* **200**.
- RALSTON S., G.T. MIYAMOTO, 1983. Analysing the width of daily otoliths increments to age the Hawaian snapper, *Pristipomoides filamentosus*. *Fish. Bull.* **81**, 523-536.
- RANDALL J.E., 1985. Fishes. In : Faune et flore. Premier abrégé des organismes marins de Polynésie Française par RICHARD G.. *5ème Congrès International dur les Récifs Coralliens, Tahiti 1985.* **1** : 462-481.
- RENON J.R., 1977. Zooplancton du lagon de Takapoto (Polynésie Française). *Ann. Inst. Océanogr.*, **53** : 217-236.
- RICKER W.E., 1980. Calcul et interprétation des statistiques biologiques de populations de poissons. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, 191 F., 409 p.
- ROBERTS C.M. et ORMOND R.F.G., 1987. Habitat complexity and coral reef fish diversity and abundance on Red Sea fringing reef. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **41** (1) : 1-8.
- ROBERTSON D.R., 1972. Social control of sex reversal in coral reef fish. *Science* **177** : 1007-1009.
- ROBERTSON D.R. and N.V.C. POLUNIN, 1981. Coexistence : Symbiotic Sharing of Feeding Territories and Algal Food by Some Coral Reef Fishes from the Western Indian Ocean. *Marine Biology* **62**, pp. 185-195.
- ROUGERIE F. et WAUTHY B., 1986. Le concept d'endo-upwelling dans le fonctionnement des atolls-oasis. *Oceanol. Acta.*, **9** (2) : 133-148.
- ROUGERIE F. et WAUTHY B., 1988. The endo-upwelling concept : a new paradigm for solving an old paradox. *Sixth Intern. Coral Reef Symp.*, Townsville, **3** : 21-26.
- ROUGERIE F. et WAUTHY B., 1990. Les atolls-oasis. *La Recherche* n° **223**, juillet 1990.
- RUSSEL B.C., TALBOT F.H., ANDERSON G.R.V., GOLDMAN B., 1978. Collection and sampling of reef fishes. in "Coral reef research methods - Monographs on oceanographic methodology" UNESCO : 329-345.
- SALE P.F., 1980. The ecology of fishes on coral reefs. *Oceanogr. Mar. biol. A. Rev.*, **18** : 367-421.

- SAMMARCO P.W., 1980. Diadema and its relationships to global spat mortality : Grazing, competition and biological disturbance. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Vol. **45**, pp. 245-272.
- SAMUEL M. et MATHEWS C.P., 1987. Growth and mortality of four *Acanthopagrus* species. *Kuwait Bulletin of Marine Science*, **9** : 159-171.
- SCHMITT P.D., 1984. Marking growth increments in otoliths of larval and juvenile fish by immersion in tetracycline to examine the rate of increment formation. *Fish. Bull.* **82**, 237-241.
- SCHNUTE J. et FOURNIER D.A., 1980. A new approach to length frequency analysis : growth structure. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **37** : 1337-1351.
- SHAKLEE J.B., 1984. Genetic variation and population structure in the damselfish, *stegastes fasciolatus*, throughout the Hawaiian archipelago. *Copeia* 1984 (3) : 629-640.
- SMITH C.L., 1972. A spawning aggregation in groupers. In : Tropical snappers and groupers : biology and fisheries management. *Polovina, J.J. & Ralston, S. (eds.)*, Westview, Boulder, Colo., pp. 295-327.
- SODTER F., 1985. Eléments d'une histoire démographique. in : Contribution à l'étude de l'Atoll de Tikehau (Archipel des Tuamotu, Polynésie Française). *ORSTOM-Tahiti, Notes et Doc. océanogr.*, **24** : 125-134.
- STEVENSON D.K., MARSHALL N., 1974. Generalisation on the fisheries potential of coral reefs and adjacent shallow-water environments. *Proceeding of the Second International Coral Reef Symposium*, **1** : 147-156.
- STRUHSAKER P., J.H. UCHIYAMA, 1976. Age and growth of the nehu, *Stolephorus purpureus* (Engraulidae), from the Hawaiian islands as indicated by daily growth increments of sagittae. *Fish. Bull. U.S.* **74**, 9-17.
- SUDEKUM A.E., 1984. Growth, feeding and reproduction of *Caranx ignobilis* and *Caranx melampygus* from the Northwestern Hawaiian Islands. *M. Sc. Thesis, Univ. Hawaii*.
- TANAKA K., Y. MUGIYA, Y. YAMADA, 1981. Effects of photoperiod and feeding on daily growth patterns in otoliths of juveniles *Tilapia nilotica*. *Fish. Bull.*, **79** : 459-466.
- TAUBERT B.D., D.W. COBLE, 1977. Daily rings in otoliths of three species of *Lepomis* and *Tilapia mossambica*. *J. Fish. Res. Board Can.* **34**, 332-340.
- THOMPSON d'ARCY W., 1948. On growth and form. *Cambridge University Press*, 1116 p.
- TOMLINSON P.K., 1970. Program NORMSEP. Normal distribution separator using steepest descent method. 11 (1° 2; 4 to 11 (1) 2. 10 in Abramson N.J. (Comp.) *FAO Fish. Tech. Pap.*, **101** : pag. var. Computer programs for fish stock assessment.
- TOMLINSON P.K. et ABRAMSON N.J., 1961. Fitting a Von Bertalanffy growth curve by least squares. *Calif. Fish. Game, Fish. Bull.* **116** : 1-69.
- VAN COILLIE R., 1967. Etude à l'aide de tétracyclines de la croissance périodique des écailles de téléostéens. *Naturaliste Can.* **94**, 29-58.

- VAN SICKLE J., 1977. Mortality rates from size distributions : the applications of a conservative law. *Oecologia*, **27** : 311-318.
- WALKER M., 1975. Aspects of the biology of Emperor fishes, family Lethrinidae, in North Queensland Barrier Reef Waters, *PhD. thesis, James Cook University, Townsville, Australia* : 241 p.
- WATSON W. and LEIS J.M., 1974. Preliminary report on marine biology study of Oahu Island. *Sea Grant Tech. Rep., UNIHI-SEAGRANT-TR-75-01, Honolulu* : 178p.
- WETHERALL J.A., POLOVINA J.J. et RALSTON S., 1987. Estimating Growth and Mortality in Steady State Fish Stocks from Length-Frequency Data. In PAULY (D.) et MORGAN (G.R.) (Redacteurs). 1987. *Length based methods in Fisheries Research. ICLARM Conf. Proc. 13, ICLARM, Manila, Philippines, et Kuwait Institute for Scientific Research* : 53-74.
- WILD A., T.J. FOREMAN, 1980. The relationship between otolith increments and time for yellowfin and skipjack tuna marked with tetracycline. *Interam. Trop. Tuna. Comm. Bull.* **17**, 509-560.
- WILLIAMS D.Mc. and SALE P.F., 1981. Spatial and temporal patterns of recruitment of juvenile coral reef fishes to coral habitats within "One Tree Lagoon", Great Barrier Reef. *Mar. Biol.* , **65** (3) : 245-253.
- WILSON K.H., P.A. LARKIN, 1980. Daily growth rings in the otoliths of juvenile Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **37**, 1495-1498.
- WYATT J.R., 1982. The distribution, abundance and development of young Jamaican reef fishes. *Res. Rep. Zoology Dept., University of the West Indies* **6**. (Part I (2)).
- YOUNG P.C. et MARTIN R.B., 1982. evidence for protogynous hermaphroditism in some Lethrinid fishes. *J. Fish. Biol.*, **21** : 475-484.

ANNEXE

Annexe 1

LISTE DES ESPECES RENCONTREES A TIKEHAU

R = à partir des prélèvements à la roténone

C = à partir des comptages en plongée

P = au cours des travaux sur les pièges

Classe des CHONDRICHTHYENS

Ordre des ORECTOLOBIFORMES

GINGLYMOSTOMATIDAE

Nebrius concolor (Rüppel, 1837)

P

Ordre des CARCHARHINIFORMES

CARCHARINIDAE

Carcharhinus amblyrhynchos (Bleeker, 1856)

P

Carcharhinus limbatus (Valenciennes, 1839)

P

Carcharhinus melanopterus (Quoy et Gaimard, 1824)

C

Negaprion acutidens (Rüppel, 1837)

P

Triaenodon obesus (Rüppel, 1837)

P

SPHYRNIDAE

Sphyrna mokarran (Rüppel, 1837)

P

Ordre des RAJIFORMES

MYLIOBATIDAE

Aetobatus narinari (Euphrasen, 1790)

P

MOBULIDAE

Manta alfredi (Kreffft, 1868)

P

Classe des OSTEICHTHYENS

Ordre des ELOPIFORMES

ALBULIDAE

Albula vulpes (Linné)

P

CHANIDAE

Chanos chanos (Forsskäl, 1775)

P

Ordre des ANGUILLIFORMES

MURAENIDAE

Echidna polyzona (Richardson, 1844)

R

Gymnothorax buroensis (Bleeker, 1857)

R

Gymnothorax fimbriatus (Bennett, 1831)

R

Gymnothorax javanicus (Bleeker, 1859)

R

C

Gymnothorax margaritophorus (Bleeker, 1864)

R

Gymnothorax zonipectis (Seale, 1906)

R

Gymnothorax sp.3

R

Gymnothorax sp.16

R

Gymnothorax sp.18

R

Uropterygius xanthopterus (Bleeker, 1859)

R

CONGRIDAE

Conger cinereus (Ruppel, 1828)

R

OPHICHTHIDAE

Leiuranus semicinctus (Lay and Bennett, 1839)

R

Muraenichthys macropterus (Bleeker, 1857)

R

ATHERINIDAE

Atherinidae sp.

R

	Ordre des AULOPIFORMES		
SYNODONTIDAE			
<i>Saurida gracilis</i> (Quoy et Gaimard, 1824)	R		
<i>Synodus variegatus</i> (Lacépède, 1803)	R		
	Ordre des LOPHIIFORMES		
ANTENNARIIDAE			
<i>Antennarius sp.</i> (juv.)	R		
	Ordre des GADIFORMES		
OPHIDIIDAE			
<i>Brotula multibarбата</i> (Temminck and Schlegel, 1846)	R		
	Ordre des BERYCIFORMES		
HOLOCENTRIDAE			
<i>Myripristis kuntee</i> (Valenciennes, 1831)	R	C	P
<i>Myripristis murdjan</i> (Forsskäl, 1775)	R	C	P
<i>Myripristis violacea</i> (Bleeker, 1851)	R	C	P
<i>Myripristis sp.</i>		C	
<i>Neoniphon argenteus</i> (Valenciennes, 1831)	R		
<i>Neoniphon opercularis</i> (Valenciennes, 1831)	R	C	
<i>Neoniphon sammara</i> (Forsskäl, 1775)	R	C	
<i>Sargocentrum diadema</i> (Lacépède, 1802)	R		
<i>Sargocentrum microstoma</i> (Günther, 1859)	R	C	
<i>Sargocentrum spiniferum</i> (Forsskäl, 1775)	R	C	P
	Ordre des SYNGNATHIFORMES		
FISTULARIIDAE			
<i>Fistularia commersonnii</i> (Ruppel, 1838)		C	
SYNGNATHIDAE			
<i>Corythoidichthys flavofasciatus</i> (Ruppel, 1838)	R		
	Ordre des SCORPAENIFORMES		
SCORPAENIDAE			
<i>Pterois antennata</i> (Bloch, 1787)			P
<i>Scorpaenodes parvipinnis</i> (Garrett, 1863)	R		
<i>Synanceia verrucosa</i> (Bloch et Schneider, 1801)			P
	Ordre des PERCIFORMES		
SERRANIDAE			
<i>Cephalopholis argus</i> (Bloch et Schneider, 1890)	R	C	P
<i>Epinephelus hexagonatus</i> (Bloch et Schneider, 1801)	R		P
<i>Epinephelus merra</i> (Bloch, 1793)	R	C	P
<i>Epinephelus microdon</i> (Bleeker, 1856)	R	C	P
<i>Epinephelus tauvina</i> (Forsskäl, 1775)			P
<i>Grammistes sexlineatus</i> (Thunberg, 1792)	R		
<i>Pseudogramma bilinearis</i> (Schultz, 1943)	R		
<i>Pseudogramma polyacantha</i> (Bleeker, 1856)	R		
KUHLIIDAE			
<i>Kuhlia marginata</i> (Cuvier, 1829)	R		
PRIACANTHIDAE			
<i>Priacanthus cruentatus</i> (Lacépède, 1801)	P		
APOGONIDAE			
<i>Apogon angustatus</i> (Smith and Radcliffe, 1911)	R		
<i>Apogon coccineus</i> (Rüppel, 1838)	R		
<i>Apogon fraenatus</i> (Valenciennes, 1832)	R		
<i>Apogonichthys ocellatus</i> (Weber, 1913)	R		
<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i> (Cuvier, 1828)	R	C	
<i>Fowleria aurita</i> (Valenciennes, 1831)	R		
<i>Fowleria marmorata</i> (Alleyne and Macleay, 1876)	R		
<i>Ostorhynchus savayensis</i> (Günther, 1871)	R		
<i>Pristiapogon snyderi</i> (Smith, 1961)	R		
<i>Pseudamia gelatinosa</i> (Smith, 1955)	R		

MUGILIDAE

<i>Crenimugil crenilabis</i> (Forsskäl, 1775)			P
<i>Mugil cephalus</i> (Linné, 1758)			P
<i>Liza vaigiensis</i> (Quoy et Gaimard, 1825)			P

SPHYRAENIDAE

<i>Sphyraena forsteri</i> (Cuvier, 1829)			P
<i>Sphyraena barracuda</i> (Walbaum, 1792)			P

ECHENEIDAE

<i>Echeneis naucrates</i> (Linné, 1758)		C	
---	--	---	--

CARANGIDAE

<i>Alectis ciliaris</i> (Bloch, 1787)			P
<i>Carangoides orthogrammus</i> (Jordan and Gilbert, 1881)		C	P
<i>Caranx ignobilis</i> (Forsskäl, 1775)			P
<i>Caranx lugubris</i> (Poey,)			P
<i>Caranx melampygus</i> (Cuvier, 1833)		C	P
<i>Decapturus pinnulatus</i> (Eydoux et Souleyet)			P
<i>Elegatis bipinnulata</i> (Quoy et Gaimard, 1825)			P
<i>Scomberoides lysan</i> (Forsskäl, 1775)			P
<i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)			P

CAESIONIDAE

<i>Pterocaesio tile</i> (Cuvier, 1830)			P
--	--	--	---

LUTJANIDAE

<i>Aprion virescens</i> (Valenciennes, 1830)			P
<i>Lutjanus bohar</i> (Forsskäl, 1775)			P
<i>Lutjanus fulvus</i> (Bloch et Schneider, 1801)		C	P
<i>Lutjanus gibbus</i> (Forsskäl, 1775)		C	P
<i>Lutjanus monostigmus</i> (Cuvier, 1828)		C	P

LETHRINIDAE

<i>Gnathodentex aurolineatus</i> (Lacépède, 1802)		C	P
<i>Lethrinus miniatus</i> (Smith, 1959)		C	P
<i>Monotaxis grandoculis</i> (Forsskäl, 1775)		C	P

MULLIDAE

<i>Mulloidis flavolineatus</i> (Lacépède, 1801)	R	C	P
<i>Mulloidis vanicolensis</i> (Valenciennes, 1831)	R	C	P
<i>Mulloidichthys auriflamma</i> (Forsskäl, 1775)	R	C	P
<i>Parupeneus barberinus</i> (Lacépède, 1801)		C	P
<i>Parupeneus bifasciatus</i> (Lacépède, 1801)		C	P
<i>Parupeneus multifasciatus</i> (Quoy et Gaimard, 1825)	R	C	P
<i>Parupeneus porphyreus</i> (Jenkins, 1900)		C	P
<i>Upeneus vittatus</i> (Forsskäl, 1775)			P

KHYPHOSIDAE

<i>Kyphosus cinerascens</i> (Forsskäl, 1775)			P
--	--	--	---

CHAETODONTIDAE

<i>Chaetodon auriga</i> (Forsskäl, 1775)	R	C	P
<i>Chaetodon citrinellus</i> (Cuvier, 1831)		C	
<i>Chaetodon ephippium</i> (Cuvier, 1831)	R	C	P
<i>Chaetodon lunula</i> (Lacépède, 1802)	R	C	P
<i>Chaetodon trifasciatus</i> (Mungo Park, 1797)	R	C	P
<i>Chaetodon ulietensis</i> (Cuvier, 1831)		C	P
<i>Heniochus monoceros</i> (Cuvier, 1831)		C	

EPHIPPIDIDAE

<i>Platax orbicularis</i> (Forsskäl, 1775)			P
--	--	--	---

POMACANTHIDAE

<i>Centropyge flavissimus</i> (Cuvier, 1831)	R	C	
<i>Pygoplites diacanthus</i> (Boddaert, 1772)		C	

POMACENTRIDAE

<i>Abudefduf sexfasciatus</i> (Lacépède, 1801)	R	C	P
<i>Abudefduf sordidus</i> (Forsskäl, 1775)	R		
<i>Chromis viridis</i> (Cuvier, 1830)		C	
<i>Chrysiptera glauca</i> (Cuvier, 1830)	R		
<i>Chrysiptera leucopoma</i> (Lesson, 1830)	R		
<i>Dascyllus aruanus</i> (Linné, 1758)	R	C	
<i>Pomacentrus pavo</i> (Bloch, 1787)	R	C	
<i>Stegastes albofasciatus</i> (Schlegel and müller, 1839-44)	R		
<i>Stegastes nigricans</i> (Lacépède, 1803)	R	C	

LABRIDAE

<i>Cheilinus chlorourus</i> (Bloch, 1791)	R	C	
<i>Cheilinus trilobatus</i> (Lacépède, 1801)		C	
<i>Cheilinus undulatus</i> (Rüppel, 1801)		C	
<i>Cirrhilabrus exquisitus</i> (Smith, 1957)	R		
<i>Coris gaimard</i> (Quoy et Gaimard, 1834)	R	C	
<i>Cymolutes praetextatus</i> (Quoy et Gaimard, 1834)	R		
<i>Epibulus insidiator</i> (Pallas, 1770)	R	C	
<i>Gomphosus varius</i> (Lacépède, 1801)	R	C	
<i>Halichoeres hortulanus</i> (Lacépède, 1801)		C	
<i>Halichoeres trimaculatus</i> (Quoy et Gaimard, 1834)	R	C	
<i>Labridae</i> sp. (juv.)	R		
<i>Labridae</i> sp.8 (juv.)	R		
<i>Labroides dimidiatus</i> (Valenciennes, 1839)	R	C	
<i>Novaculichthys taeniourus</i> (Lacépède, 1801)		C	
<i>Pseudocheilinus octotaenia</i> (Jenkins, 1900)	R		
<i>Stethojulis bandanensis</i> (Bleeker, 1851)	R	C	
<i>Stethojulis strigiventer</i> (Bennett, 1832)	R		
<i>Thalassoma amblycephalum</i> (Bleeker, 1856)	R	C	
<i>Thalassoma hardwicke</i> (Bennett, 1830)	R	C	
<i>Thalassoma quinquevittatum</i> (Lay and Bennett, 1839)	R	C	
<i>Wetmorella ocellata</i> (Schultz and Marshall, 1954)	R		

SCARIDAE

<i>Cetoscarus bicolor</i> (Rüppel, 1829)		C	
<i>Hipposcarus longiceps</i> (Valenciennes, 1839)		C	
<i>Scarus altipinnis</i> (Steindachner, 1879)		C	
<i>Scarus forsteri</i> (Bleeker, 1861)		C	
<i>Scarus frenatus</i> (Lacépède, 1802)		C	
<i>Scarus ghobban</i> (Forsskäl, 1775)		C	P
<i>Scarus gibbus</i> (Rüppel, 1828)		C	P
<i>Scarus globiceps</i> (Valenciennes, 1840)		C	
<i>Scarus niger</i> (Forsskäl, 1775)		C	
<i>Scarus oviceps</i> (Valenciennes, 1839)		C	
<i>Scarus psittacus</i> (Forsskäl, 1775)		C	
<i>Scarus schlegeli</i> (Bleeker, 1861)	R	C	
<i>Scarus sordidus</i> (Forsskäl, 1775)		C	
<i>Scarus</i> sp. rayé (juv.)	R	C	
<i>Scarus</i> sp. gris (juv.)		C	
<i>Scarus</i> sp. marron (juv.)		C	

BLENNIIDAE

<i>Enchelyurus ater</i> (Günther, 1877)	R		
<i>Istiblennius periophthalmus</i> (Valenciennes, 1836)	R		
<i>Plagiotremus tapeinosoma</i> (Bleeker, 1857)	R		

CALLIONYMIDAE

<i>Callionymus simplicicornis</i> (Valenciennes, 1837)	R		
--	---	--	--

GOBIIDAE

<i>Amblygobius phalaena</i> (Valenciennes, 1837)	R	C	
<i>Asterropteryx ensiferus</i> (Bleeker, 1874)	R	C	
<i>Asterropteryx semipunctatus</i> (Rüppel, 1830)	R		
<i>Callogobius sclateri</i> (Steindachner, 1880)	R		
<i>Eviota afelei</i> (Jordan and Seale, 1906)	R		
<i>Eviota</i> sp.	R		
<i>Fusigobius neophytus</i> (Günther, 1877)	R		
<i>Gnatholepis cauerensis</i> (Bleeker, 1853)	R		
<i>Gobiidae</i> sp.5	R		
<i>Ptereleotris evides</i> (Jordan and Hubbs, 1925)		C	
<i>Quisquilius ingenius</i> (Valenciennes, 1836)	R		

SCOMBRIDAE

<i>Euthynnus affinis</i> (Cantor, 1849)			P
---	--	--	---

ZANCLIDAE

<i>Zanclus cornutus</i> (Linné, 1758)		C	
---------------------------------------	--	---	--

ACANTHURIDAE

<i>Acanthurus bleeker</i> (Günther, 1861)			P
<i>Acanthurus glaucopareius</i> (Cuvier, 1829)	R	C	
<i>Acanthurus gltatus</i> (Bloch et Schneider, 1801)	R		
<i>Acanthurus mata</i> (Cuvier, 1829)		C	P
<i>Acanthurus nigricauda</i> (Duncker and Mohr, 1929)		C	P
<i>Acanthurus nigrofuscus</i> (Forsskäl, 1775)	R		
<i>Acanthurus triostegus</i> (Linné, 1758)	R	C	
<i>Acanthurus xanthopterus</i> (Valenciennes, 1835)		C	P
<i>Ctenochaetus striatus</i> (Quoy et Gaimard, 1825)	R	C	P
<i>Naso annulatus</i> (Quoy et Gaimard, 1825)		C	P
<i>Naso brevirostris</i> (Valenciennes, 1835)		C	P
<i>Naso hexacanthus</i> (Bleeker, 1855)		C	P
<i>Naso lituratus</i> (Bloch et Schneider, 1801)		C	P
<i>Naso unicornis</i> (Forsskäll, 1775)		C	P
<i>Naso vlamingii</i> (Valenciennes, 1835)		C	P
<i>Zebrasoma scopas</i> (Cuvier, 1829)		C	
<i>Zebrasoma veliferum</i> (Bloch, 1795)		C	

SIGANIDAE

<i>Siganus argenteus</i> (Quoy et Gaimard)			P
--	--	--	---

Ordre des PLEURONECTIFORMES

BOTHIDAE

<i>Botus mancus</i> (Broussonet, 1782)	R		
--	---	--	--

Ordre des TETRAODONTIFORMES

BALISTIDAE

<i>Balistapus undulatus</i> (Mungo Park, 1797)	R	C	
<i>Balistoides viridescens</i> (Bloch and Schneider, 1801)	R	C	P
<i>Rhinecanthus aculeatus</i> (Linné, 1758)	R	C	
<i>Rhinecanthus rectangulus</i> (Bloch and Schneider, 1801)	R		

OSTRACIIDAE

<i>Lactoria cornuta</i> (Linné, 1758)			P
<i>Ostracion cubicus</i> (Linné, 1758)	R	C	
<i>Ostracion meleagris</i> (Shaw, 1796)		C	

TETRAODONTIDAE

<i>Arothron hispidus</i> (Linné, 1758)	R		
<i>Canthigaster bennetti</i> (Bleeker, 1854)		C	
<i>Canthigaster solandri</i> (Richardson, 1844)	R	C	
<i>Canthigaster valentini</i> (Bleeker, 1853)		C	

DIODONTIDAE

<i>Diodon hystrix</i> (Linné, 1758)			P
-------------------------------------	--	--	---

Annexe 2

CROISSANCE DE DEUX ESPECES DE POISSON DU LAGON DE TIKEHAU,
LETHRINUS MINIATUS (SCHNEIDER) ET **LUTJANUS FULVUS** (SCHNEIDER),
EVALUEE PAR LA LECTURE DES OTOLITHES

Par

B. CAILLART*
M. FRANC DE FERRIERE*
E. MORIZE*

* Centre ORSTOM de TAHITI, B.P. 529, PAPEETE, TAHITI, Polynésie Française

CAILLART (B.), FRANC DE FERRIERE (M.), MORIZE (E.), 1986.- Croissance de deux espèces de poisson du lagon de Tikehau, **Lethrinus miniatus** (Schneider) et **Lutjanus fulvus** (Schneider), évaluée par la lecture des otolithes in Contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau, III, ORSTOM, Tahiti, Notes et Doc. Oceanogr., 30 : 1 - 44.

RESUME

La croissance de deux poissons lagunaires, **Lethrinus miniatus** et **Lutjanus fulvus** est étudiée par le dénombrement des anneaux d'accroissement sur des coupes transversales de sagittae. Partant de l'hypothèse qu'une strie est déposée chaque jour, le modèle de croissance de VON BERTALANFFY est adapté aux données âge-longueur. Les méthodes classiques de TOMLINSON-ABRAMSON et de FORD-WALFORD ne donnent pas, dans ce cas, de bons résultats. La méthode qui consiste à fixer la longueur infinie d'après les données recueillies sur le terrain, permet de donner des valeurs satisfaisantes aux paramètres de l'équation de VON BERTALANFFY : $L_{\infty} = 630$ mm, $K = 0,55$ année⁻¹, $T_0 = 0,26$ années pour **Lethrinus miniatus** et $L_{\infty} = 280$ mm, $K = 0,89$ année⁻¹ et $T_0 = - 0,05$ année pour **Lutjanus fulvus**.

ABSTRACT

Growth of two lagoon fishes, **Lethrinus miniatus** and **Lutjanus fulvus** is studied by counting growth rings in transverse sections of sagittae. Based on the hypothesis that one increment is laid each day, the VON BERTALANFFY growth curve is fitted to the age - length data, the classical method of TOMLINSON-ABRAMSON and FORD-WALFORD do not give good results in this case. The method which consists of fixing the value of the infinity length, according to field data, allows us to give satisfying values to the VON BERTALANFFY growth curve parameters : $L_{\infty} = 630$ mm, $K = 0,55$ year⁻¹, $T_0 = 0,26$ year for **Lethrinus miniatus** and $L_{\infty} = 280$ mm, $K = 0,89$ year⁻¹ and $T_0 = - 0,05$ year for **Lutjanus fulvus**.

INTRODUCTION

Les résultats présentés ici s'inscrivent dans le cadre du programme ATOLL de l'ORSTOM de Tahiti, plus précisément dans l'opération visant la dynamique des populations des principales espèces halieutiques exploitées à Tikehau.

La Polynésie Française est une zone relativement pauvre en espèces ichtyologiques comparée à la zone Indo Pacifique plus à l'ouest, soit respectivement environ 600 espèces et 1800 (GALZIN, 1985). Seule une faible proportion de ces espèces peut faire l'objet d'une exploitation commerciale.

Tikehau, situé à 280 km dans le nord de Tahiti, est un atoll ouvert. Le stock ichtyologique fait l'objet d'une exploitation commerciale et Tikehau est l'un des cinq atolls de l'archipel des TUAMOTU qui fournissent le marché de Papeete. La production annuelle actuelle tourne autour de 200 tonnes. La pêche artisanale est située aux abords de l'unique passe. L'exploitation principale, qui utilise des pièges fixes où parc à poissons, couvre environ les 4/5ème de la production. Cinquante espèces sont régulièrement capturées mais seulement dix rentrent de façon significative dans les statistiques d'exploitation (MORIZE, 1985).

Dans l'étude qui suit nous nous proposons de donner grâce à la lecture des otolithes, des valeurs aux paramètres de l'équation de croissance de VON BERTALANFFY de deux des principales espèces d'intérêt commercial, *Lutjanus fulvus* (Schneider) et *Lethrinus miniatus* (Schneider) qui représentent respectivement 11 % et 28 % de la production pondérale de la pêche de l'atoll de Tikehau en 1984.

1 - MATERIEL ET METHODE

La technique utilisée consiste à compter les microstries sur des coupes fines de sagittae.

1.1. Le sagitta :

Le sagitta est l'un des 3 otolithes, pièces calcaires localisées de chaque côté de la tête des poissons dans l'oreille interne, organe de l'équilibre. C'est l'otolithe le plus gros, de forme concave. Il est composé de carbonate de calcium et de matière organique. Comme toutes les pièces osseuses le sagitta croît pendant la vie de l'animal. Cette croissance se fait par le dépôt de couches concentriques de même épaisseur s'appuyant au centre sur un noyau. La formation des couches est périodique, en fonction du métabolisme du calcium.

1.2. La calcification :

Le métabolisme du calcium chez les osteichthyens est un phénomène complexe. Le calcium se retrouve dans le sang sous deux formes : une forme libre et diffusible (calcium ionique), ou complexée à des protéines et non diffusible (PANNELLA, 1980).

WOODHEAD (1968) observe que durant la période de reproduction le taux de complexe calcio-protéique augmente sensiblement chez la femelle, alors que la quantité de calcium ionique reste la même. Pendant la maturation, les protéines vitellines synthétisées par le foie piègent les ions calcium libres et sont transportées sous forme complexées aux ovaires. Le calcium diffusible est alors mobilisé au dépend des pièces osseuses. PANNELLA (non publié) remarque que durant cette période, les dépôts de calcium sur les otolithes sont, comparativement au mâle, moins marqués et en déduit que la calcification des otolithes serait due aux ions calcium libres et diffusibles.

Les maculae, aires sensorielles de la paroi sacculaire sont responsables du processus de dépôt des couches sur l'otolithe (MUGIYA, 1974). Le calcium ionique arrive par voie capillaire aux cellules des maculae qui secrètent alors du carbonate de calcium dans le fluide de l'otolithe. Deux étapes interviennent :

- Secrétion d'une matrice organique faite de mucopolysaccharides (DEGENS et al, 1969).

- Incorporation du carbonate de calcium à cette matrice.

Des facteurs abiotiques (température, salinité, pH, concentration en sels de l'eau) et biotiques (alimentation, reproduction) sont connus pour jouer un rôle dans la calcification (PANNELLA, 1980). Ils influencent directement ou indirectement la composition chimique du milieu intérieur et corrélativement sa concentration en calcium ionique. Le rythme circadien laisse également son "empreinte" sur la saggita. Il y a un contraste entre la qualité chimique des dépôts effectués durant les phases d'activité (i.e. à métabolisme important) et de repos.

1.3. Les microstries

On appelle microstrie une structure bipartite constituée d'une bande d'aspect clair composée d'une maille calcifiée de matière organique et d'une bande opaque plus fine composée de fibres organiques denses non calcifiées.

Suivant l'hypothèse de PANNELLA (1971), la période de dépôt des microstries sera par la suite considérée comme journalière.

1.4. Validité de l'hypothèse de PANNELLA

1.4.1. Position du problème

Du fait de l'absence de marques saisonnières sur leurs pièces osseuses, donner un âge aux poissons tropicaux s'est longtemps avéré être un problème important. L'étude des otolithes des poissons a montré l'existence d'accrétions périodiques que PANNELLA (1971, 1974) fût le premier à trouver comme étant journalières. Depuis, cette affirmation a été largement redémontrée et utilisée pour déterminer l'âge de plusieurs espèces de poissons, qu'ils soient d'eau douce ou marins, de régions tempérées ou tropicales. Toutefois, de nombreux travaux montrent les limites de ce

postulat, et compliquent ainsi l'évaluation temporelle de la période des incréments.

1.4.2. Les différents travaux réalisés

Afin de démontrer la période journalière du dépôt des incréments, deux grands types d'expériences ont été réalisés.

1.4.2.1. Utilisation d'agents chimiques marqueurs :

La Tétracycline est l'un des meilleurs marqueurs chimiques du fait de sa non toxicité à faible dose et de sa propriété de produire une marque fluorescente visible sous éclairage ultra-violet.

Les poissons sont prélevés dans le milieu naturel, marqués le plus souvent par injection, puis soit élevés en captivité, soit relâchés et recapturés au hasard des pêches.

Grâce à cette méthode, ODENSE et LOGAN (1974) sur **Salmo salar**, WILD et FOREMAN (1980) sur **Thunnus albacares**, BEAMISH et CHILTON (1982) sur **Anoplopoma fimbria**, CAMPANA et NEILSON (1982) sur **Platichthys stellatus**, RALSTON et MIYAMOTO (1983) sur **Pristipomoides filamentosus**, SCHMITT (1984) sur **Hypatherina tropicalis** et **Spratelloides delicatulus** ont démontré, en comptant le nombre d'incrémentes entre la marque fluorescente et le bord de la saggita et en le comparant au nombre de jours écoulés entre l'injection et le prélèvement de l'otolithe, que le dépôt des microstries est bien journalier.

1.4.2.2. Elevage de poissons d'âge connus :

Des poissons sont élevés en laboratoire depuis le stade oeuf ou très jeune larve. Cette technique, pratiquée notamment par TAUBERT et COBLE (1977) sur trois espèces de **Lepomis** et **Tilapia mossambica**, METHOT et KRAMER (1979) sur **Engraulis mordax**, WILSON et LARKIN (1980) sur **Oncorhynchus nerka**, LAROCHE et al (1982) sur **Parophrys vetulus**, LOUGH et al (1982) sur **Clupea harengus**, MARSHALL et PARKER (1982) sur **Oncorhynchus nerka**, NIELSON

et GEEN (1982) sur *Oncorhynchus tshawytscha*, CAMPANA (1984) sur *Parichthys notatus*, a permis de montrer que le nombre de jours entre l'éclosion et le sacrifice de l'animal correspond bien au nombre de stries déposées sur l'otolithe.

Citons également, sans distinctions de méthodes ou à l'aide de techniques plus particulières, d'autres travaux qui ont tous abondé dans le sens de l'hypothèse de PANNELLA ; BROTHERS et al (1976) sur *Engraulis mordax* et *Leurestes tenuis*, LE GUEN (1976) sur *Pseudotolithus elongatus*, RALSTON (1976) sur *Chaetodon militaris*, STRUHSAKER et UCHYAMA (1976) sur *Stolephorus purpureus*, BARKMAN (1978) sur *Menidia menidia*, BROTHERS (1978) sur *Salmo gairdneri*, PANNELLA (1980), BROTHERS et Mc FARLAND (1981) sur *Haemulon flavolineatum*, UCHIYAMA et STRUHSAKER (1981) sur *Thunnus albacares*, TANAKA et al (1981) sur *Tilapia nilotica*, RADTKE et DEAN (1982) sur *Fundulus heteroclitus*.

1.4.3. Les limites de l'hypothèse de PANNELLA

1.4.3.1. Cas des stades immatures

De nombreux auteurs ont montré que la lecture des otolithes peut conduire à une mésestimation de l'âge, par excès ou par défaut.

Plus d'un incrément par jour peut être formé que ce soit sous des conditions naturelles ou expérimentales. Ces stries subjournalières naturelles ont été observées par TAUBERT et COBLE (1977), BROTHERS (1978), METHOT (1978 in WILD et FORENAN 1980), MARSHALL et PARKER (1982), CAMPANA (1984), SCHMITT (1984). Elles sont toutefois distinguables des anneaux quotidiens car assez mal définies, de plus elles recourent les anneaux adjacents et n'ont pas la même largeur.

Il est possible d'induire ces anneaux subquotidiens expérimentalement en faisant varier les paramètres d'élevage. TAUBERT et COBLE (1977) en exposant des larves de *Tilapia* à des photopériodes de 36 heures (24 h jour/12 h nuit) ou en les maintenant sous lumière constante, comptent de deux à quatre fois plus de stries que l'âge du poisson en jour.

Ce résultat a été confirmé par CAMPANA (1984) sur **Porichtys notatus**. A l'inverse CAMPANA et NEILSON (1982) (**Platichthys stellatus**) et NEILSON et GEEN (1984) (**Oncorhynchus tshawytscha**) montrent que la photopériode n'a pas d'influence sur la fréquence de dépôt des stries.

La contradiction entre ces deux résultats peut s'expliquer par le fait que TAUBERT et COBLE (1977) et CAMPANA (1984) se sont servis de poissons issus d'oeufs éclos en laboratoire et dans les tous premiers jours de leur vie, alors que CAMPANA et NEILSON (1982) et NEILSON et GEEN (1982) ont utilisé, pour les premiers des animaux prélevés dans le milieu naturel, et pour les seconds, des poissons, certes éclos en laboratoire, mais laissés sous conditions naturelles pendant les quarante cinq premiers jours de leur vie.

Les animaux plus âgés seraient donc préconditionnés à une photopériode naturelle. Cela ne veut pas dire que la lumière soit sans effet sur le dépôt d'incrément mais un rythme circadien interne est maintenu en dépit de son influence (CAMPANA et NEILSON, 1982).

NEILSON et GEEN (1982) observent plus d'une strie par jour sur **Oncorhynchus tshawytscha** en nourrissant l'animal quatre fois par jour et un dépôt normal pour le même poisson nourri une fois par jour. Ce résultat confirme celui de PANNELLA (1980). Par contre TAUBERT et COBLE (1977) sur **Tilapia spp.** et MARSHALL et PARKER (1982) pour **Oncorhynchus nerka** ne mettent pas en évidence la fréquence des repas comme étant un "zeitgeber" ou marqueur temporel.

A l'inverse, moins d'une strie par jour peut être produite. METHOT et KRAMER (1979) montrent que la larve d'**Engraulis mordax** privée de nourriture ralentit la fréquence de dépôt des cernes. BROTHERS (1978) aboutit au même résultat. Ceci s'oppose aux travaux de MARSHALL et PARKER (1982) qui ne trouvent pas de perturbations dans la fréquence de formation des stries d'**Oncorhynchus nerka**, pourtant sous-alimentés.

La température agit également comme un facteur ralentissant la fréquence de dépôt des stries. TAUBERT et COBLE (1977) pour **Lepomis**

cyanellus ainsi que MARSHALL et PARKER (1982) pour **Oncorhyncus nerka** démontrent ce phénomène en exposant les poissons à de basses températures. NEILSON et GEEN ne retrouvent pas ce résultat en maintenant leurs **Oncorhyncus tshawytscha** à une température pourtant inférieure à celle utilisée par MARSHALL et PARKER (1982).

De toutes ces expériences apparemment contradictoires, il ne ressort pas de stimuli externes prédominants sur la formation des anneaux périodiques. Plusieurs auteurs avancent l'hypothèse suivante : la photopériode, la température, la disponibilité en nourriture n'ont pas d'influence privilégiée, c'est en fait la conjugaison de ces facteurs avec éventuellement d'autres facteurs biotiques ou abiotiques inconnus qui joue sur le métabolisme de l'animal et modifie son rythme circadien, chaque espèce ayant un degré de réceptibilité qui lui est propre.

Citons pour conclure le cas extrême noté par MARSHALL et PARKER (1982) qui relèvent sur les otolithes de leurs **Oncorhyncus nerka** soumis à une photopériode naturelle, la trace de l'activité humaine : Tous les six - sept incréments, apparaît de façon très nette une strie plus large et plus sombre qui correspondrait à la fermeture du laboratoire le vendredi soir et à l'extinction des lumières jusqu'au lundi matin.

1.4.3.2. Cas des individus âgés

Tous les travaux cités précédemment n'ont porté que sur les stades immatures de la vie des poissons. Pour les vieux individus il paraît établi qu'avec l'âge, le nombre d'incrémentes déposés par an diminue de façon nette avec l'apparition de la première maturité (PANNELA, 1971). La fréquence des interruptions de croissance, visible comme des discontinuités dans le dépôt des stries, augmente également avec l'âge. Par exemple chez **Pseudotolithus elongatus**, un sciaenidé tropical, le nombre d'incrémentes correspond bien aux marques saisonnières pour le stade immature (LE GUEN 1976) mais le comptage des stries pour les adultes conduit à sous estimer l'âge de plus de 30 pour cent (LE GUEN 1978 *in* WILD et FOREMAN, 1980). De même, en calculant l'âge par lecture des microstries des otolithes, une

sous estimation de 2 à 3 ans a été faite pour **Merluccius angustimanus** âgés de 7 à 13 ans (BROTHERS et al. 1976).

1.5. Les poissons étudiés :

Ils proviennent tous de l'atoll de Tikehau. Les travaux présentés dans cette publication se rapportent aux deux espèces suivantes : **Lutjanus fulvus** (Schneider) et **Lethrinus miniatus** (Schneider). L'échantillon étudié comprend : 83 **Lethrinus miniatus** et 76 **Lutjanus fulvus**.

1.6. Prélèvement et conservation des otolithes :

Les sagittae sont soit prélevés sur place, sur des poissons frais, soit au laboratoire, sur des poissons congelés. La longueur du poisson à la fourche est mesurée au moment du prélèvement des sagittae. La méthode consiste à prélever ceux-ci par le dessous des branchies, en coupant transversalement la tête avant la première paire de nerfs thoraciques. Les sagittae sont retirés à la pince. Ils sont débarrassés de la fine membrane qui les entoure, séchés et conservés dans des enveloppes étiquetées, sans aucune distinction de droite ou de gauche. Les premiers sagittae ont été gardés ainsi environ une année avant d'être étudiés.

1.7. Préparation des inclusions :

Le sagitta étant un matériel fragile, il faut l'inclure dans une résine avant de le manipuler. Pour ce faire on verse dans une boîte en plastique de type alimentaire une première couche de mélange de résine polyester avec son durcisseur (0,3 ml de durcisseur pour 100 ml de résine) et l'on attend quelques heures de façon à ce que la résine soit moyennement dure. C'est alors que l'on pose les otolithes en rang sur la couche. Une deuxième coulée de résine est ensuite réalisée en évitant que des bulles d'air ne restent emprisonnées autour de l'otolithe. Le tout doit bien polymériser avant toute autre manipulation.

1.8. Préparation des coupes fines :

La plaque de résine démoulée est découpée en blocs à la scie électrique de façon à isoler chaque otolithe. L'inclusion est ensuite découpée selon l'axe transversal du sagitta en passant impérativement par le nucleus. Une scie ISOMET est utilisée. La face du bloc de résine sur laquelle se trouve la coupe de l'otolithe est collée avec une colle cyanocrylate sur une lame de verre. Une coupe d'environ 100 μm est réalisée. La lame mince est ensuite attaquée légèrement à l'acide chlorhydrique à 10 %. L'opération s'effectue sous la loupe binoculaire, en procédant à des attaques ponctuelles du nucleus puis des bords de la coupe à l'aide d'un pinceau fin. L'acidification permet d'augmenter le contraste entre les parties organiques et minérales du sagitta. La coupe est ensuite rincée à grande eau et séchée.

1.9. Le comptage :

La coupe fine est grossie 1000 fois sous immersion pour le comptage. Les stries visibles sont comptées du nucleus vers le bord dorsal ou ventral du sagitta ou inversement. Si certaines zones sont illisibles, deux méthodes de comptage sont alors appliquées :

1°) on suit la dernière strie visible jusqu'à retrouver une zone nette ;

2°) on mesure, à l'aide d'un micromètre oculaire, l'épaisseur de la zone illisible et on estime son nombre de stries à partir des résultats obtenus pour deux zones adjacentes de même épaisseur.

Le comptage s'effectue à l'aide d'un compteur à main. Les deux moitiés de sagitta sont lues séparément et le résultat de la 1ère lecture est ignoré quand s'effectue la 2ème lecture. Si la deuxième moitié du sagitta n'est pas exploitable, une deuxième lecture du premier bloc est effectuée.

Un autre opérateur peut procéder aussi aux lectures des sagittae sans prendre connaissance des résultats déjà obtenus. La valeur retenue sera la valeur moyenne des comptages.

2 - RESULTATS

Le Tableau 1 nous donne des couples de données longueur - nombre de stries. Dans la suite nous allons considérer qu'une strie est formée chaque jour, ce qui nous donne des couples de données : longueur - âge. Ce sont ces données que nous ajusterons à des courbes de croissance mais il nous a semblé intéressant de faire auparavant une exploitation statistique de nos résultats.

2.1. Exploitation statistique :

Le comptage est une opération fastidieuse qui demande beaucoup de temps alors que la récolte des otolithes sur le terrain ou en laboratoire est aisée. L'étude statistique qui suit donnera le nombre minimum d'otolithes à lire en faisant une ou deux lectures par otolithe pour obtenir une précision donnée.

Cette étude est basée sur le fait que nos échantillons sont indépendants et qu'ils sont dispersés suivant une loi normale autour de la moyenne.

Nous pouvons calculer directement la variance entre poissons avec deux lectures (= $VEP/2$) et nous voulons la variance entre poissons avec une lecture (= $VEP/1$).

Soit :

Variance intra-poissons avec deux lectures : $VIP/2$

Variance intra-poissons avec une lecture : $VIP/1$

Variance totale : VT

Tableau 1 : Comptage des microstries

Lt (mm)	N	Lt (mm)	N	Lt (mm)	N	Lt (mm)	N
190	952	360	640	410	758	480	1052
200	318	360	594	410	688	480	1160
214	332	360	642	420	1029	490	1192
230	376	360	739	420	599	490	649
230	427	370	768	420	535	490	1153
230	285	370	636	430	784	490	875
240	286	370	670	430	638	500	1364
250	381	370	591	430	788	510	1422
260	328	380	1020	440	968	510	1326
275	405	380	581	440	947	510	1800
280	325	380	693	440	640	510	1441
280	376	380	777	440	851	520	1365
280	315	380	819	440	830	520	1782
330	511	390	625	440	859	520	1054
340	648	390	866	450	830	520	970
340	557	400	1100	450	793	555	1061
350	890	400	1183	450	790	590	1615
350	808	400	734	460	1188		
350	638	400	745	470	879		
360	931	410	740	470	695		
360	640	410	889	480	1419		

Lethrinus miniatus

Lt (mm)	N	Lt (mm)	N	Lt (mm)	N	Lt (mm)	N
145	281	210	726	230	865	248	792
180	513	210	443	230	710	250	799
190	607	215	425	230	631	250	939
200	637	216	520	230	866	250	1188
200	439	220	585	230	657	250	700
200	556	220	495	230	705	250	572
200	610	220	409	230	508	250	764
200	494	220	619	230	546	260	1220
200	545	220	540	230	608	260	1530
200	518	220	514	235	734	260	715
200	638	220	619	240	1476	261	1438
200	557	220	590	240	855		
200	477	220	650	240	707		
210	405	220	818	240	579		
210	552	220	667	240	630		
210	671	220	738	240	744		
210	421	220	749	240	675		
210	544	220	553	240	852		
210	594	230	502	240	687		
210	524	230	512	240	841		
210	464	230	667	240	556		

Lutjanus fulvus

Lt : Longueur totale (mm)
N : Nombre de stries moyens

Nous avons alors :

$$VT = VEP/2 + VIP/2$$

$$VT = VEP/1 + VIP/1$$

Il vient :

$$VEP/1 = VEP/2 + VIP/2 - VIP/1$$

$$\text{Or } VIP/1 = \frac{VIP/2}{2}$$

$$\text{Donc } VEP/1 = VEP/2 + \frac{VIP/2}{2}$$

Connaissant la variance entre poissons avec 1 lecture, la variance entre poissons avec 2 lectures et la moyenne μ des échantillons, nous pouvons calculer :

a) l'erreur absolue pour un n donné :

$$T_{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{\text{Variance}}{n}}$$

n est égal au nombre de poissons étudiés ou au nombre d'otolithes lus puisque nous avons lu un otolithe par poisson.

T_{α} est égal à la valeur T de Student pour n donné et α choisi ici à 5 %.

b) le nombre de poissons à analyser dans chaque cas (1 ou 2 lectures) pour obtenir la précision voulue P.

On notera alors :

$$\frac{T_{\alpha} \sqrt{\frac{\text{Variance}}{n}}}{\mu} \geq P.$$

μ est égale à la valeur moyenne calculée de l'échantillon. Les tableaux 2 et 3 donnent pour **Lutjanus fulvus** (Schneider) et **Lethrinus miniatus** (Schneider) le nombre de poissons à étudier par classe de taille pour avoir une précision de 20 % et de 10 % sur la valeur moyenne calculée.

Les résultats laissent apparaître dans la réponse à la question posée une identité de vue pour les deux espèces. On ne gagne à peu près rien dans la précision à doubler les lectures. Il vaut mieux donc multiplier le nombre d'otolithes étudiés par classe d'âge plutôt que lire chaque otolithe deux fois.

Quant à la variation par classe elle semble peu marquée sauf pour les dernières classes de taille où elle augmente considérablement.

Le nombre d'otolithes à lire dans une classe de taille dépendra de l'espèce. Des valeurs comprises entre 5 et 10 donnent une bonne précision pour les classes de taille moyenne. (Tableau 2 et 3).

Tableau 2 : Nombre de poissons à étudier par classe de taille pour avoir une précision de 20 % et de 10 % en faisant une ou deux lectures par poisson.

TOAU = *Lutjanus fulvus*

LT	μ	Nombre de poissons avec 2 lectures/poisson		Nombre de poissons avec 1 lecture/poisson	
		P = 20 %	P = 10 %	P = 20 %	P = 10 %
200	555	4	8	4	9
210	511	6	15	6	15
220	610	5	14	6	15
230	656	6	16	6	18
240	712	5	11	5	12
250	841	9	27	9	28

Tableau 3 : Nombre de poissons à étudier par classe de taille pour avoir une précision de 20 % et de 10 % en faisant une ou deux lectures par poisson.

OEO = *Lethrinus miniatus*

LT	μ	Nombre de poissons avec 2 lectures/poisson		Nombre de poissons avec 1 lecture/poisson	
		P = 20 %	P = 10 %	P = 20 %	P = 10 %
230	362	5	13	5	14
280	345	3	6	3	6
360	829	3	6	5	12
370	651	3	6	3	6
380	756	3	5	3	5
410	746	3	4	3	4
430	749	3	5	3	6
440	877	2	4	3	4
520	1136	9	26	9	27

2.2. Problème de l'ajustement des courbes

En dynamique des populations des espèces halieutiques, deux modèles de croissance sont généralement utilisés :

- Le modèle de VON BERTALANFFY : $L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)})$ (1)

L_t : Longueur à l'âge t

L_∞ : Longueur infinie

K : Coefficient de croissance

T_0 : Age théorique où la longueur est nulle

- Le modèle de GOMPERTZ : $L_t = L_0 \exp(k(1 - e^{-xt}))$ (2)

L_t : Longueur à un âge t

L_0 : Longueur théorique à $t = 0$

K, x : Coefficients de croissance

Le plus souvent, la courbe de GOMPERTZ n'est prise en compte que pour modéliser les croissances larvaires. L'équation de VON BERTALANFFY est largement utilisée pour décrire la croissance de poissons de tous âges et doit une partie de son succès au fait qu'elle se révèle être l'un des modèles les plus simples à adapter. C'est avec ce support que nous travaillerons.

2.3. L'ajustement des données au modèle

2.3.1. Méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961)

Ces auteurs décrivent par les moindres carrés l'équation (1). Pour estimer les paramètres, on minimise l'expression :

$$Q = \sum_{i=1}^n (L_i - L_\infty (1 - \exp(-k(t-t_0)))^2 \quad (3)$$

où L_i est la longueur du poisson d'âge t_i (i variant de 1 à n). Pour ce faire, on annule les dérivées partielles de Q par rapport aux trois paramètres que l'on cherche à calculer (L , k , t_0).

Afin de simplifier les calculs, TOMLINSON propose de réécrire l'équation (1) sous une forme plus maniable :

$$L_t = A + B \cdot R^t \text{ avec } R = \exp(-k), A = L^\infty, B = -L^\infty \exp(kt_0)$$

Le triplet de valeurs (R, A, B) , minimisant la quantité $Q = \sum_i (L_i - A - B R^{t_i})^2$, vérifie le système de trois équations à trois inconnues suivant :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial Q}{\partial A} = 0 \quad \sum_i L_i - nA - B (\sum_i R^{t_i}) = 0 \quad (4) \\ \frac{\partial Q}{\partial B} = 0 \quad \sum_i R^{t_i} L_i - A \sum_i R^{t_i} - B \sum_i R^{2t_i} = 0 \quad (5) \\ \frac{\partial Q}{\partial R} = 0 \quad \sum_i t_i L_i R^{t_i} - A \sum_i t_i R^{t_i} - B \sum_i t_i R^{2t_i} = 0 \quad (6) \end{array} \right.$$

Si R est connu, les équations (4) et (5) forment un système linéaire en A et B facilement soluble. La méthode consiste alors à faire varier R par itérations, à extraire de (4) et (5) les valeurs de A et B correspondantes et enfin à vérifier l'équation (6). En indiquant cette méthode, TOMLINSON utilise le fait que $\frac{\partial Q}{\partial R}$ ne s'annule qu'une fois pour R variant de 0 à 1, ce qui est le cas puisque K est positif, et que donc le premier triplet (A, B, R) qui annule (6) est la solution unique du système.

Résultat (Voir figures 1 et 2)

Tableau 4 : Constantes de l'équation de VON BERTALANFFY calculées selon TOMLINSON et ABRAMSON

Espèce	L_{∞} (mm)	K (année ⁻¹)	T_0 (année)	Somme des carrés des écarts
Lethrinus miniatus	532,86	0,71	- 0,00	1832,17
Lutjanus fulvus	262,59	0,90	- 0,43	213,49

La longueur infinie trouvée est sous-estimée dans les deux cas. Plusieurs centaines de poissons ont été mesurés et beaucoup d'entre eux dépassent la longueur infinie calculée. La relation de décrit donc pas de façon adéquate la croissance des derniers groupes d'âges. Ce problème a déjà été rencontré (RALSTON et MIYAMOTO, 1983 et BROTHERS, 1982). La solution est de contraindre cette valeur à un L_{∞} que nous estimerons par une autre méthode.

2.3.2. Régression linéaire simple, avec L_{∞} fixé

2.3.2.1. Choix du L_{∞}

Pour fixer une valeur à L_{∞} , paramètre mathématique, nous avons à notre disposition deux paramètres biologiques, L_{max} qui est la longueur maximale mesurée et $\overline{L_{max}}$, la longueur maximale moyenne. Assimiler L_{∞} à L_{max} reviendrait à prendre en compte des individus à croissance exceptionnelle et fausserait nos courbes, c'est pour cela que nous choisirons de confondre L_{∞} et $\overline{L_{max}}$, définie comme étant "la dernière taille significativement présente dans les captures annuelles" (FONTANA, 1979).

L INFINI = 532.86 mm
 VALEUR DE T_0 = -.03 annee
 VALEUR DE K = .71
 NOMBRE DE MESURES = 62.00

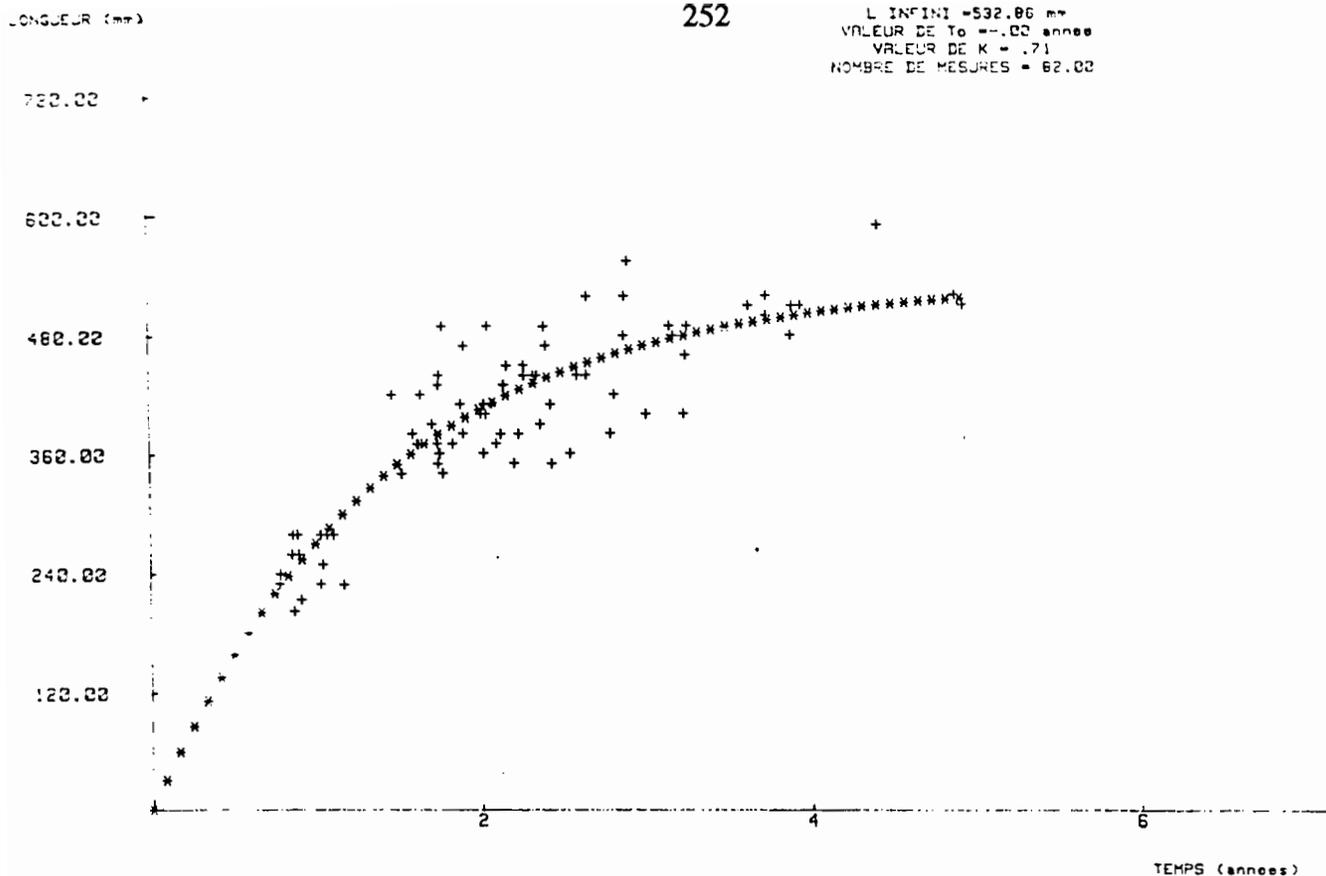
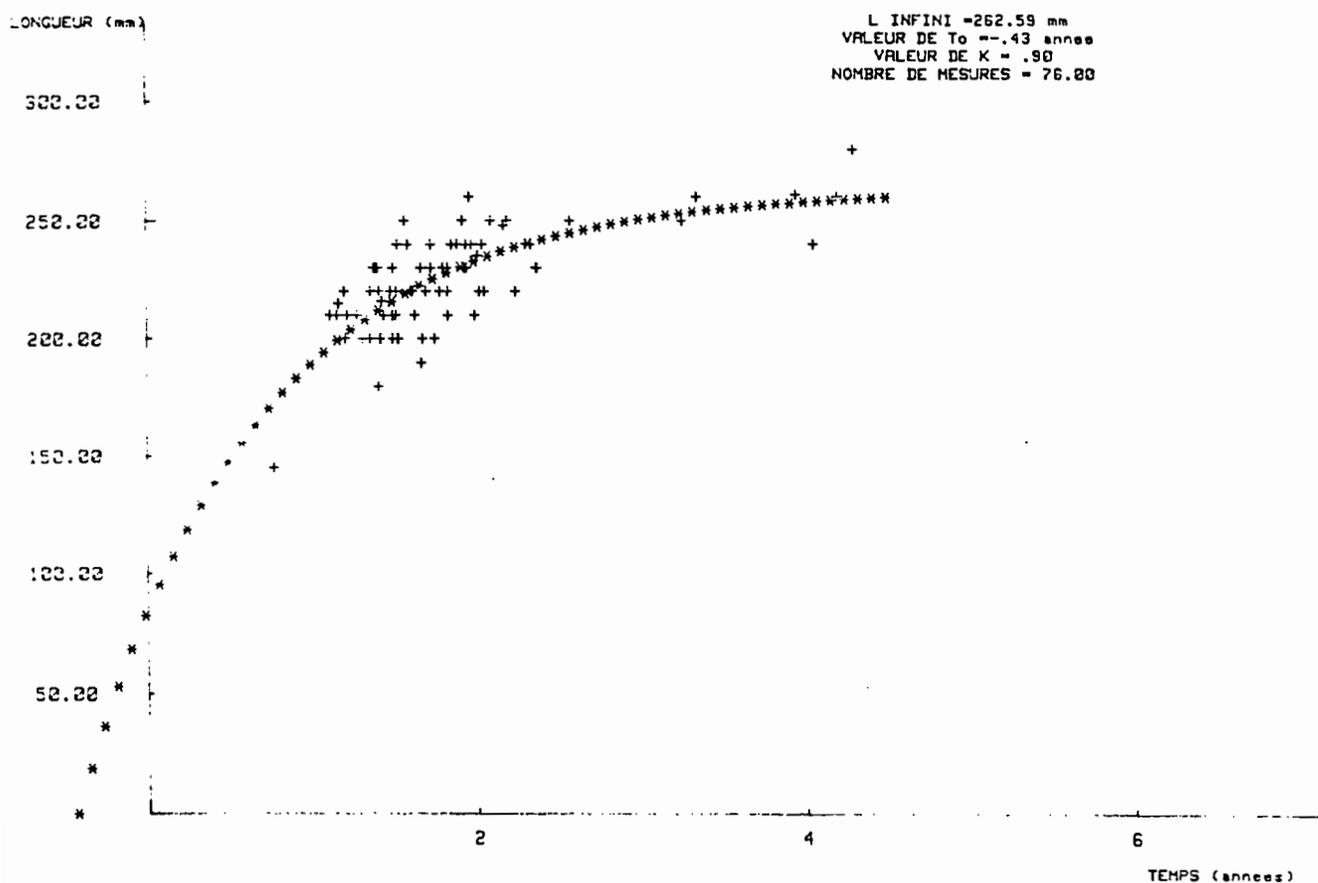


Fig 1 : COURBE DE CROISSANCE DE *Lethrinus miniatus* DU LAGON DE TIKEHAU



L INFINI = 262.59 mm
 VALEUR DE T_0 = -.43 annee
 VALEUR DE K = .90
 NOMBRE DE MESURES = 76.00

Fig 2 : COURBE DE CROISSANCE DE *Lutjanus fulvus* DU LAGON DE TIKEHAU

Depuis 1982, de nombreux échantillonnages de structures de taille ont été réalisés. Dans le tableau 5 est récapitulé pour chaque classe de taille, le nombre de poissons mesurés ainsi que l'importance relative de cette classe (en pour cent) par rapport au nombre total de poissons mesurés.

Arbitrairement, pour $\overline{L_{max}}$, nous choisirons la taille au-delà de laquelle la somme des effectifs non pris en compte est égale à 0,5 % des effectifs totaux.

Cela nous amène donc à fixer le L^∞ de **Lethrinus miniatus** à 630 mm et celui de **Lutjanus fulvus** à 280 mm.

Si ce seuil de sélection de 0,5 % paraît faible, c'est que les espèces étudiées, soumises à de fortes pressions de pêche depuis plusieurs années, ne produisent que peu d'individus âgés. Choisir un seuil de 1 % comme l'ont fait BROUARD et GRANDPERRIN (1984) sur le stock encore vierge des poissons profonds du Vanuatu nous aurait conduit à une sous-estimation de la longueur asymptotique.

2.3.2.2. Calcul des paramètres (k, t_0)

On écrit l'équation (1) sous la forme

$$t = -\frac{1}{K} \text{Log} \left(1 - \frac{Lt}{L^\infty} \right) + t_0 \quad (7)$$

La régression linéaire de t contre $\text{Log} \left(1 - \frac{Lt}{L^\infty} \right)$ nous donne par le coefficient directeur de la droite, la valeur de k , et par l'intersection de la droite avec l'axe des t , la valeur de t_0 .

Tableau 5 : Nombre de poissons mesurés par classe de taille.

Poisson : OEO Année 1982- Année 1985		
Longueur (cm)	Effectif	En %
20.0	17.0	.4
21.0	23.0	.6
22.0	23.0	.6
23.0	16.0	.4
24.0	7.0	.2
25.0	24.0	.6
26.0	3.0	.1
27.0	12.0	.3
28.0	4.0	.1
29.0	7.0	.2
30.0	71.0	1.8
31.0	73.0	1.9
32.0	85.0	2.2
33.0	98.0	2.5
34.0	115.0	3.0
35.0	169.0	4.4
36.0	157.0	4.1
37.0	166.0	4.4
38.0	198.0	5.1
39.0	210.0	5.4
40.0	227.0	5.9
41.0	220.0	5.7
42.0	218.0	5.7
43.0	201.0	5.2
44.0	184.0	4.8
45.0	191.0	5.0
46.0	128.0	3.3
47.0	124.0	3.2
48.0	125.0	3.2
49.0	130.0	3.4
50.0	92.0	2.4
51.0	73.0	1.9
52.0	83.0	2.2
53.0	60.0	1.6
54.0	69.0	1.8
55.0	55.0	1.4
56.0	50.0	1.3
57.0	27.0	.7
58.0	37.0	1.0
59.0	22.0	.6
60.0	16.0	.4
61.0	8.0	.2
62.0	12.0	.3
63.0	6.0	.2
64.0	9.0	.2
65.0	3.0	.1
66.0	2.0	.1
68.0	1.0	.0
71.0	1.0	.0
TOTAL	3654.0	100.0

36 echantillons recences

Espèce : *Lethrinus miniatus*

Poisson : TORU Année 1982- Année 1985		
Longueur (cm)	Effectif	En %
17.0	2.0	.1
18.0	5.0	.2
19.0	13.0	.6
20.0	72.0	3.4
21.0	302.0	14.3
22.0	532.0	25.2
23.0	525.0	24.9
24.0	352.0	16.7
25.0	178.0	8.4
26.0	73.0	3.5
27.0	32.0	1.5
28.0	12.0	.6
29.0	7.0	.3
30.0	1.0	.0
32.0	1.0	.0
TOTAL	2107.0	100.0

25 echantillons recences

Espèce : *Lutjanus fulvus*

Résultat : (fig. 3 et 4)

Tableau 6 : Paramètres de l'équation de Von Bertalanffy calculés par régression linéaire avec L_{∞} fixé.

Espèce	L_{∞} (mm)	K (année ⁻¹)	T_0 (année)	Somme des carrés des écarts
Lethrinus miniatus	630	0,55	0,26	3152,91
Lutjanus fulvus	280	0,89	- 0,05	288,55

Ces nouveaux paramètres sont sensiblement différents de ceux calculés par la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON. La comparaison des courbes obtenues suivant les deux méthodes nous indiquera la meilleure solution ou, du moins, la plus satisfaisante.

2.3.3. Comparaison des deux courbes de croissance obtenues (Fig. 5 et 6)

Dans le tableau 7, les longueurs des poissons sont calculées suivant les deux modèles possibles pour des âges fixés, de 0,25 année à 5 ans (limite supérieure de nos observations).

La lecture de ce tableau ainsi que l'observation des figures 5 et 6 nous montrent que quand l'âge augmente et pour les deux espèces étudiées, les longueurs théoriques rétrocalculées suivant TOMLINSON et ABRAMSON, sont tout d'abord supérieures à celles données par la régression linéaire avec L_{∞} fixé, puis l'écart diminue, passe par zéro et change de signe en augmentant, les valeurs rétrocalculées par la première méthode devenant inférieures à celles obtenues par la deuxième.

L INFINI = 630.00 mm
 VALEUR DE To = .26 annee
 VALEUR DE K = .55
 NOMBRE DE MESURES = 82.00

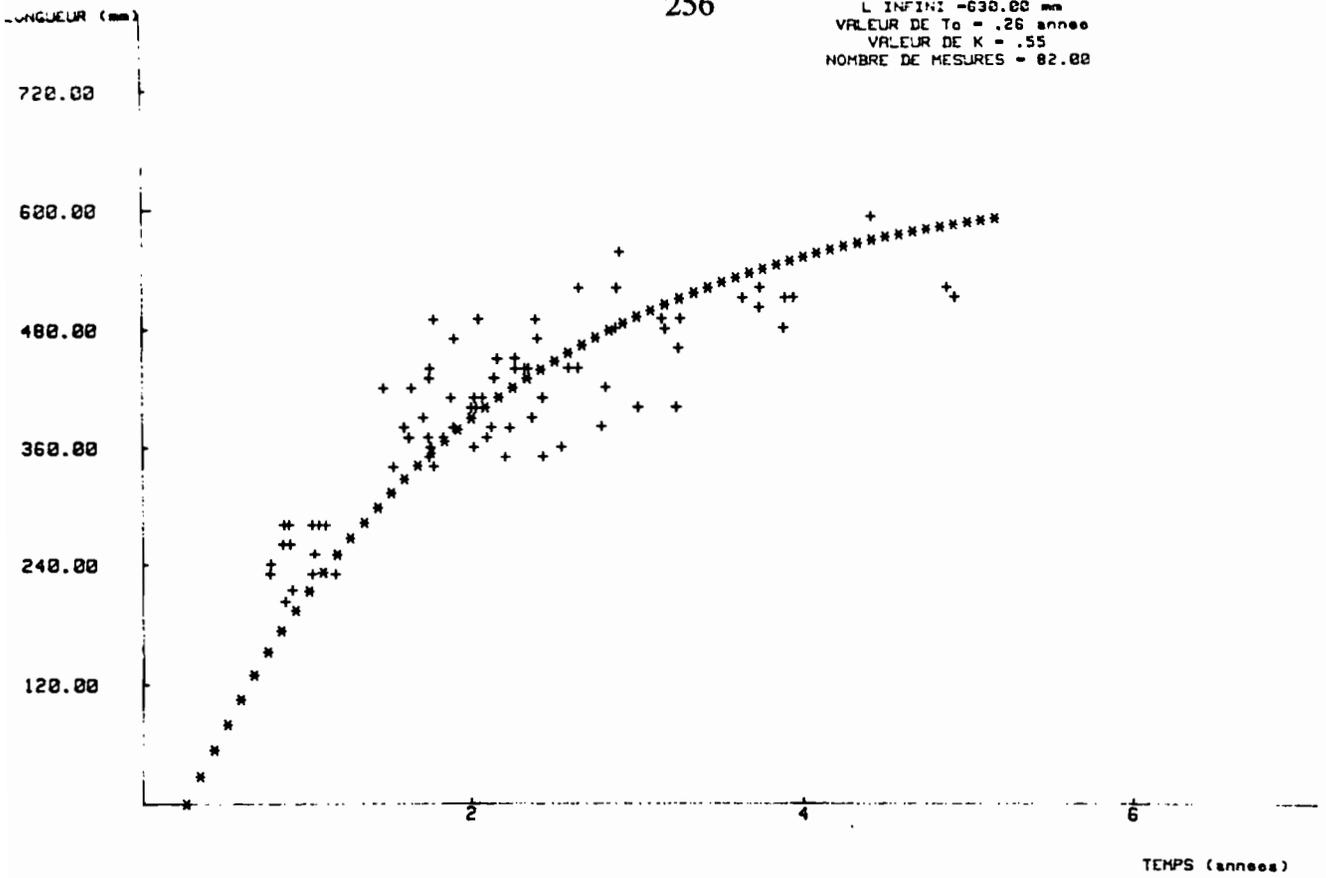


Fig 3: COURBE DE CROISSANCE DE *Lethrinus miniatus* DU LAGON DE TIKEHAU

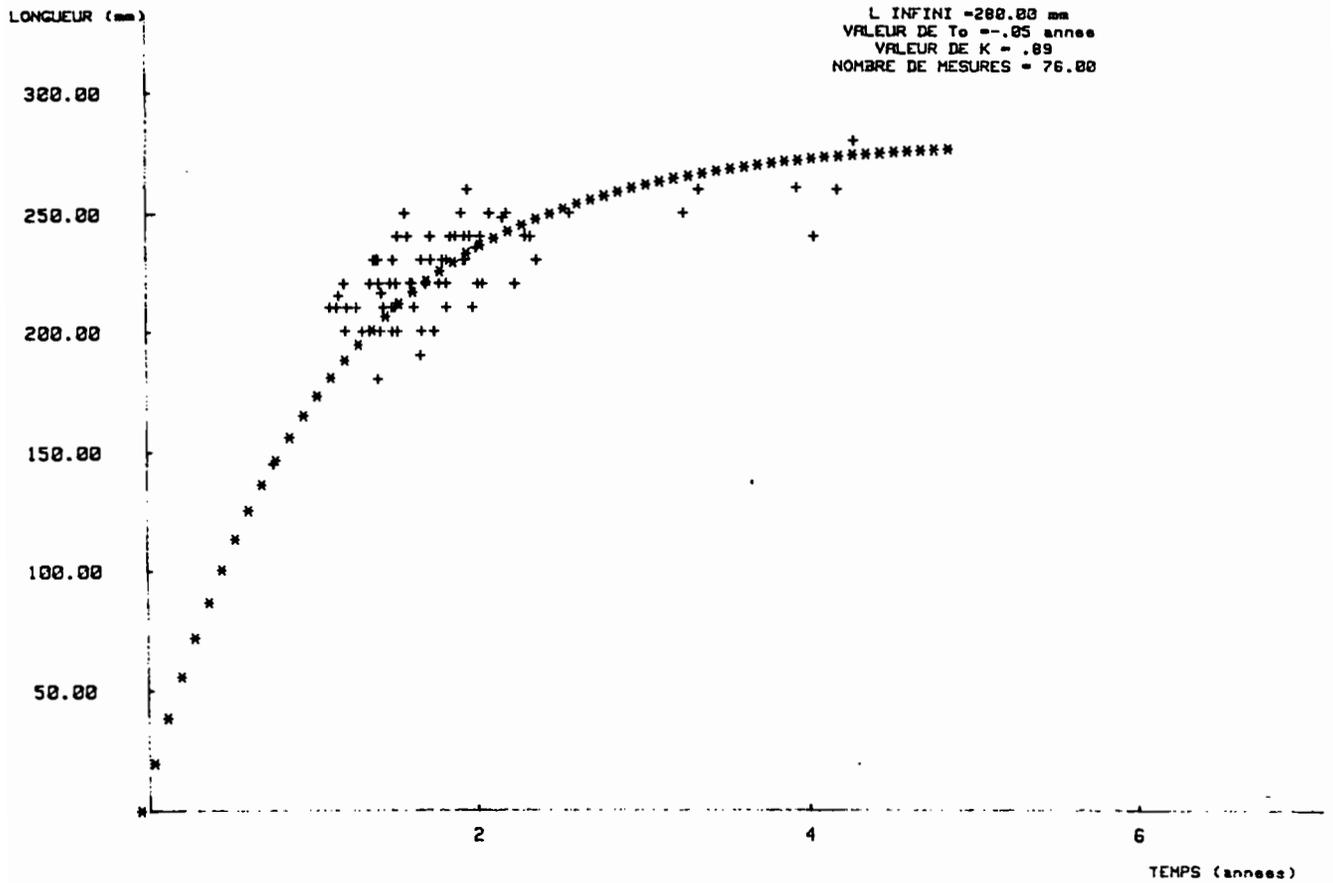
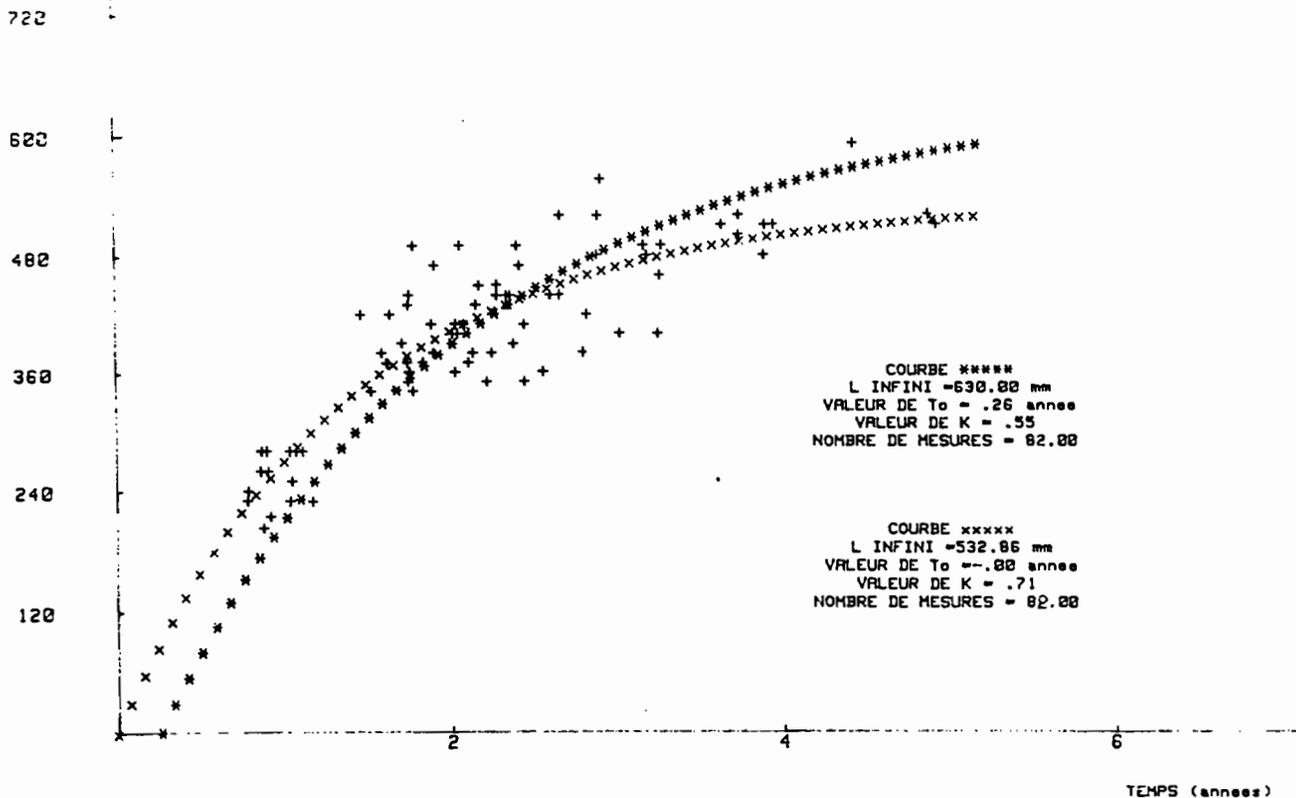


Fig 4: COURBE DE CROISSANCE DE *Lutjanus fulvus* DU LAGON DE TIKEHAU

Fig 5 : COMPARAISON DES COURBES DE CROISSANCE DE *Lethrinus miniatus*Tableau 7 : COMPARAISON DE DEUX COURBES DE CROISSANCE POUR *Lethrinus miniatus*

Age (année)	Courbe 1 longueur(mm)	Courbe 2 longueur(mm)	Ecart absolu (mm)	Ecart relatif (en %)
.25	86.66	-3.47	90.14	104.81
.50	159.23	77.91	81.33	51.07
.75	220.00	148.83	71.17	32.35
1.00	270.88	210.64	60.24	22.24
1.25	313.49	264.52	48.97	15.62
1.50	349.17	311.47	37.70	10.80
1.75	379.04	352.39	26.65	7.03
2.22	404.06	388.85	16.01	3.96
2.25	425.01	419.13	5.87	1.38
2.52	442.55	446.22	-3.67	-0.83
2.75	457.24	469.83	-12.60	-2.75
3.02	469.54	490.41	-20.87	-4.45
3.25	479.84	508.34	-28.51	-5.94
3.50	488.46	523.97	-35.51	-7.27
3.75	495.68	537.59	-41.91	-8.46
4.00	501.73	549.46	-47.74	-9.51
4.25	506.79	559.81	-53.02	-10.46
4.52	511.83	568.83	-57.00	-11.31
4.75	514.58	576.68	-62.10	-12.07
5.00	517.55	583.53	-65.98	-12.75

COURBE 1 : L infini : 532.86 mm , K : .71 année⁻¹ , T_0 : -.00 annéeCOURBE 2 : L infini : 630.00 mm , K : .55 année⁻¹ , T_0 : .26 année

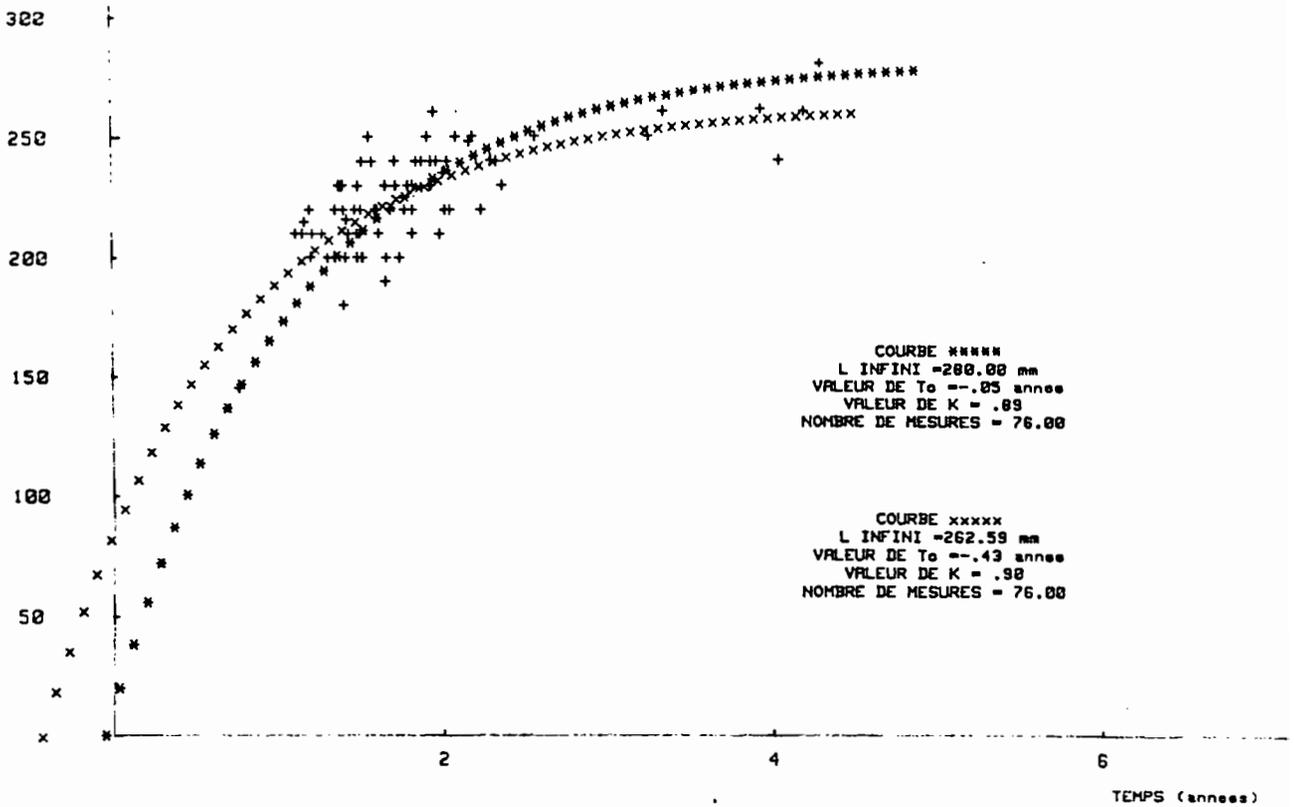


Fig 6: COMPARISON DES COURBES DE CROISSANCE DE Lutjanus fulvus

Tableau 7 : COMPARAISON DE DEUX COURBES DE CROISSANCE POUR Lutjanus fulvus

Age (annee)	Courbe 1 longueur(mm)	Courbe 2 longueur(mm)	Ecart absolu (mm)	Ecart relatif (en %)
.25	120.20	65.61	54.59	45.41
.52	148.09	100.30	40.51	27.21
.75	171.00	142.61	29.10	16.99
1.00	190.09	170.02	20.07	10.56
1.25	204.70	191.96	12.74	6.22
1.50	216.36	209.52	6.84	3.16
1.75	225.60	223.50	2.09	.93
2.00	233.11	234.04	-1.72	-.74
2.25	239.05	243.05	-4.79	-2.01
2.50	243.79	251.06	-7.26	-2.98
2.75	247.50	256.03	-9.25	-3.74
3.00	250.61	261.45	-10.85	-4.33
3.25	253.02	265.15	-12.13	-4.80
3.50	254.95	260.11	-13.17	-5.16
3.75	256.49	270.49	-14.00	-5.46
4.00	257.72	272.30	-14.67	-5.69
4.25	250.70	273.90	-15.20	-5.80
4.52	259.40	275.12	-15.64	-6.03
4.75	260.11	276.09	-15.90	-6.15
5.00	260.61	276.87	-16.26	-6.24

COURBE 1 : L infini : 262.59 mm , K : .90 annee-1 , To : -.43 annee

COURBE 2 : L infini : 280.00 mm , K : .89 annee-1 , To : -.05 annee

Pour mieux comparer les modèles de croissance, nous allons étudier l'écart entre les deux courbes pour les classes de taille qui intéressent la pêche.

Le tableau 5 nous indique que 90 % des **Lethrinus miniatus** mesurés depuis 1982 se situent dans la fourchette de taille comprise entre 300 mm et 560 mm, et que pour **Lutjanus fulvus**, ce même pourcentage est compris entre les longueurs de 210 mm et de 260 mm.

Cas de **Lethrinus miniatus** : L'écart absolu varie de + 49 mm à - 53 mm de façon quasiment linéaire. L'écart relatif passe de + 16 % à - 10,5 % en variant de façon identique. Les courbes se coupent au point de coordonnées $t = 2,4$ années et $L = 435,9$ mm.

Cas de **Lutjanus fulvus** : La différence est moindre que pour **L. miniatus** du fait de l'écart moins important entre les paramètres des deux modèles de croissance. L'écart absolu décroît de 7 mm à - 11 mm et l'écart relatif de 3 % à - 4,5 %. Les courbes se coupent au point $t = 1,9$ année et $L = 230,1$ mm.

En conclusion, pour les deux espèces étudiées, les modèles sont peu différents pour décrire la croissance des poissons qui intéressent la pêche. L'écart entre les deux courbes est d'ailleurs à son minimum pour les classes de taille présentant le pourcentage d'individus capturés le plus élevé. Cependant, nous préférons au premier modèle, le deuxième modèle, c'est-à-dire celui obtenu par régression linéaire avec L infini fixé car il décrit de façon plus satisfaisante, en accord avec les observations biologiques faites sur le terrain, la croissance des individus âgés.

2.3.4. La méthode de FORD-WALFORD

Nous n'en parlerons que succinctement car elle n'a pas donné de résultats cohérents du fait de la forte variabilité des âges estimés pour une longueur donnée.

Nous avons regroupé les données par classes d'âge t_i séparées d'une année, puis la longueur moyenne L_i de chaque classe a été calculée.

Pour deux points consécutifs (t_i, L_i) et $(t_i + 1, L_{i+1})$, la fonction prend les valeurs :

$$L_i = L^\infty (1 - \exp(K(t_i - t_0))) \quad (8)$$

$$L_{i+1} = L^\infty (1 - \exp(k(t_i - t_0) - k)) \quad (9)$$

En soustrayant (8) de (9), puis en extrayant le facteur commun et en remplaçant $L^\infty (1 - \exp(-k(t_i - t_0)))$ par sa valeur L_i , on obtient :

$$L_{i+1} - L_i = \Delta L_i = L^\infty (1 - e^{-k}) - (1 - e^{-k}) L_i$$

soit, en posant :

$$A = L^\infty (1 - e^{-k}) \text{ et } B = (1 - e^{-k})$$

$$\Delta L_i = A - B L_i$$

La régression linéaire de $\Delta L_i = L_{i+1} - L_i$ contre L_i , permet d'obtenir des estimations de A et B et donc à fortiori de K et L^∞ .

A titre indicatif, le tableau 8 donne les résultats obtenus pour les deux espèces :

Tableau 8 : Paramètres de l'équation de VON BERTALANFFY estimés par la méthode de FORD-WALFORD

Espèce	L^∞ (mm)	K (année ⁻¹)
L. miniatus	669,9	0,29
L. fulvus	260,1	1,1

Remarque : Les valeurs de L infini sont d'un bon ordre de grandeur, mais les valeurs du coefficient de croissance (K) sont beaucoup trop extrêmes. Une courbe de croissance tracée avec ces paramètres, passe en dessous de tous les points expérimentaux dans un cas, au-dessus dans l'autre cas (**L. fulvus**).

2.4. Relation longueur - poids

2.4.1. Calcul de la relation

On utilise pour établir cette relation, l'équation de croissance allométrique $W = aL^b$ (10)

avec W : poids total en grammes

Lt : longueur de référence en mm

a et b : constantes

Pour effectuer les calculs, on écrit l'équation (10) sous forme logarithmique : $\text{Log } W = b \text{Log } Lt + \text{Log } a$.

La valeur des coefficients s'obtient en effectuant la régression linéaire de Log W contre Log Lt.

La mesure des couples (W, Lt) est faite soit sur le terrain sur du poisson frais, soit en laboratoire sur du poisson congelé. MORIZE (1984) montre qu'il n'y a pas de différences significatives au seuil de 5 % entre les valeurs des coefficients de la régression pour ces deux types de mesures.

Résultats : (fig. 7 et 8)

Tableau 9 : Relations taille-poids

Espèce	A	B	$w_{(g)} = AL^B$ (mm)
* <i>Lethrinus miniatus</i>	$3,43 \cdot 10^{-5}$	2,85	$w = 3,4310^{-5} L_t^{2,85}$ (11)
<i>Lutjanus fulvus</i>	$1,06 \cdot 10^{-4}$	2,69	$w = 1,0610^{-4} L_t^{2,69}$ (12)

* D'après MORIZE (1984).

2.4.2. La courbe de croissance pondérale (Fig. 9 et 10)

La courbe de croissance en poids est établie à partir de l'équation de croissance en longueur définie au paragraphe 2.3.2. et de la relation longueur-poids. Son équation est :

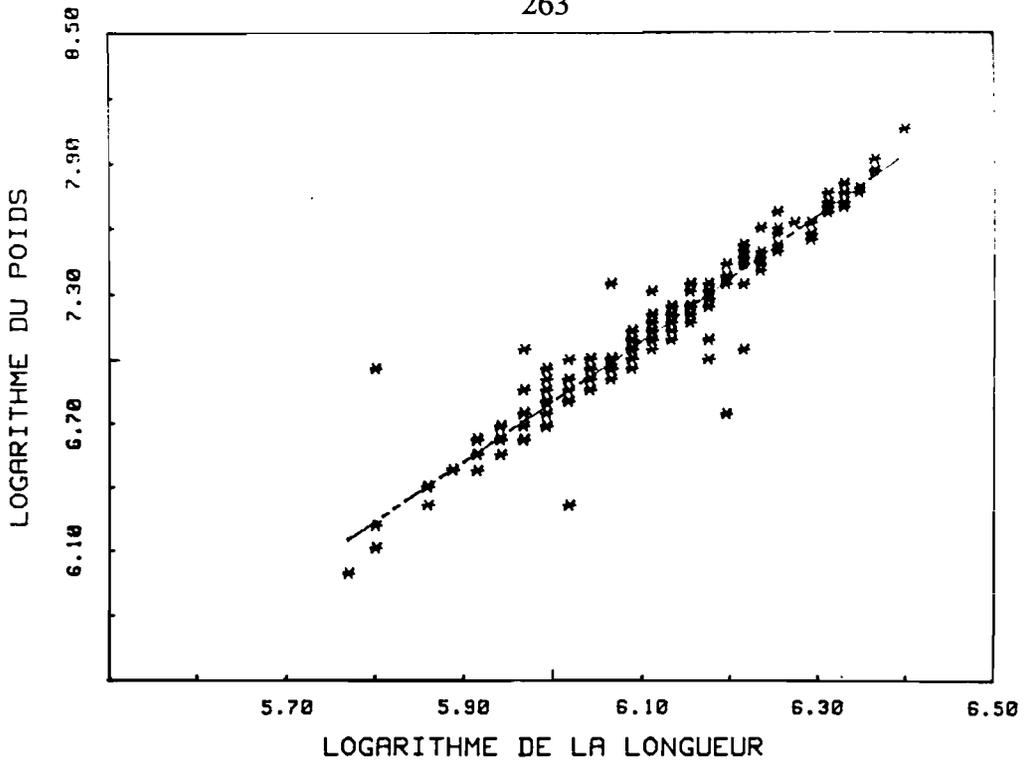
Pour *Lethrinus miniatus*

$$w = 3261,5 \left[1 - e^{-0,55 (t - 0,26)} \right]^{2,85}$$

Pour *Lutjanus fulvus*

$$w = 405,7 \left[1 - e^{-0,89 (t + 0,05)} \right]^{2,69}$$

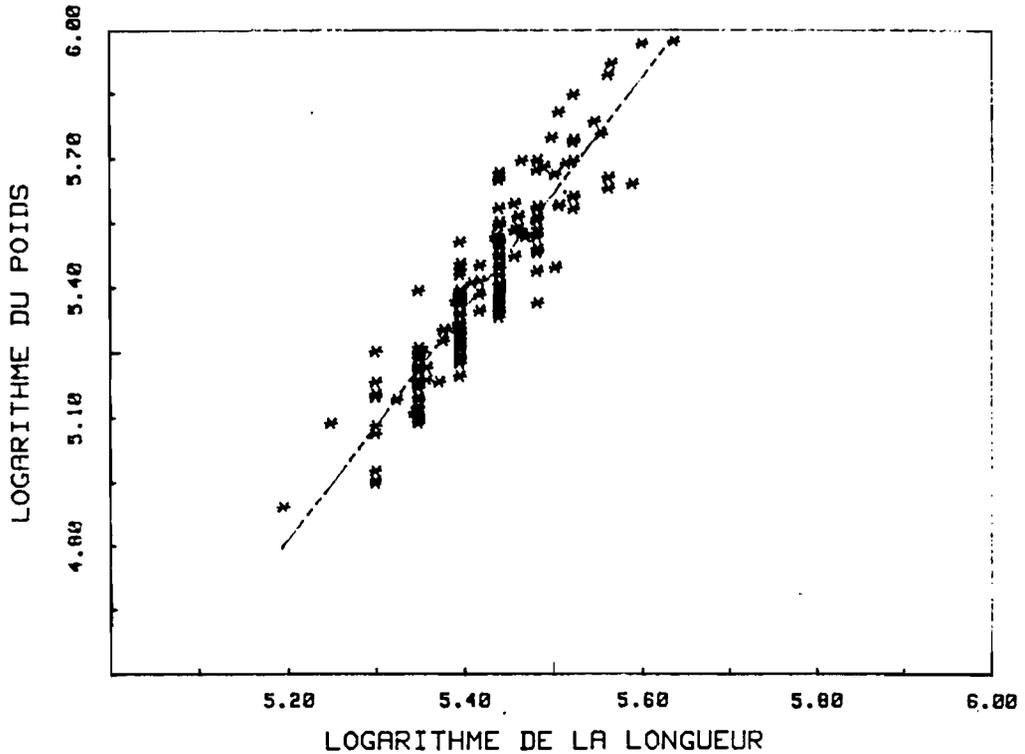
w exprimé en grammes et t en année.



DROITE DE REGRESSION $\text{LOG}(P)=A+B*\text{LOG}(L)$

ORDONNEE A L'ORIGINE=-10.28
 PENTE DE LA DROITE = 2.85
 COEFFICIENT DE CORRELATION= .96
 NOMBRE DE DONNEES= 212.00
 ERREUR MOYENNE SUR Y= .01

FIG. 7: CORRELATION TRILLE / POIDS DE GEO UTUROR DU LAGON DE TIKEHAPU



DROITE DE REGRESSION $\text{LOG}(P)=A+B*\text{LOG}(L)$

ORDONNEE A L'ORIGINE=-9.15
 PENTE DE LA DROITE = 2.69
 COEFFICIENT DE CORRELATION= .91
 NOMBRE DE DONNEES= 170.00
 ERREUR MOYENNE SUR Y= .01

FIG. 8: CORRELATION TRILLE / POIDS DE TORU DU LAGON DE TIKEHAPU

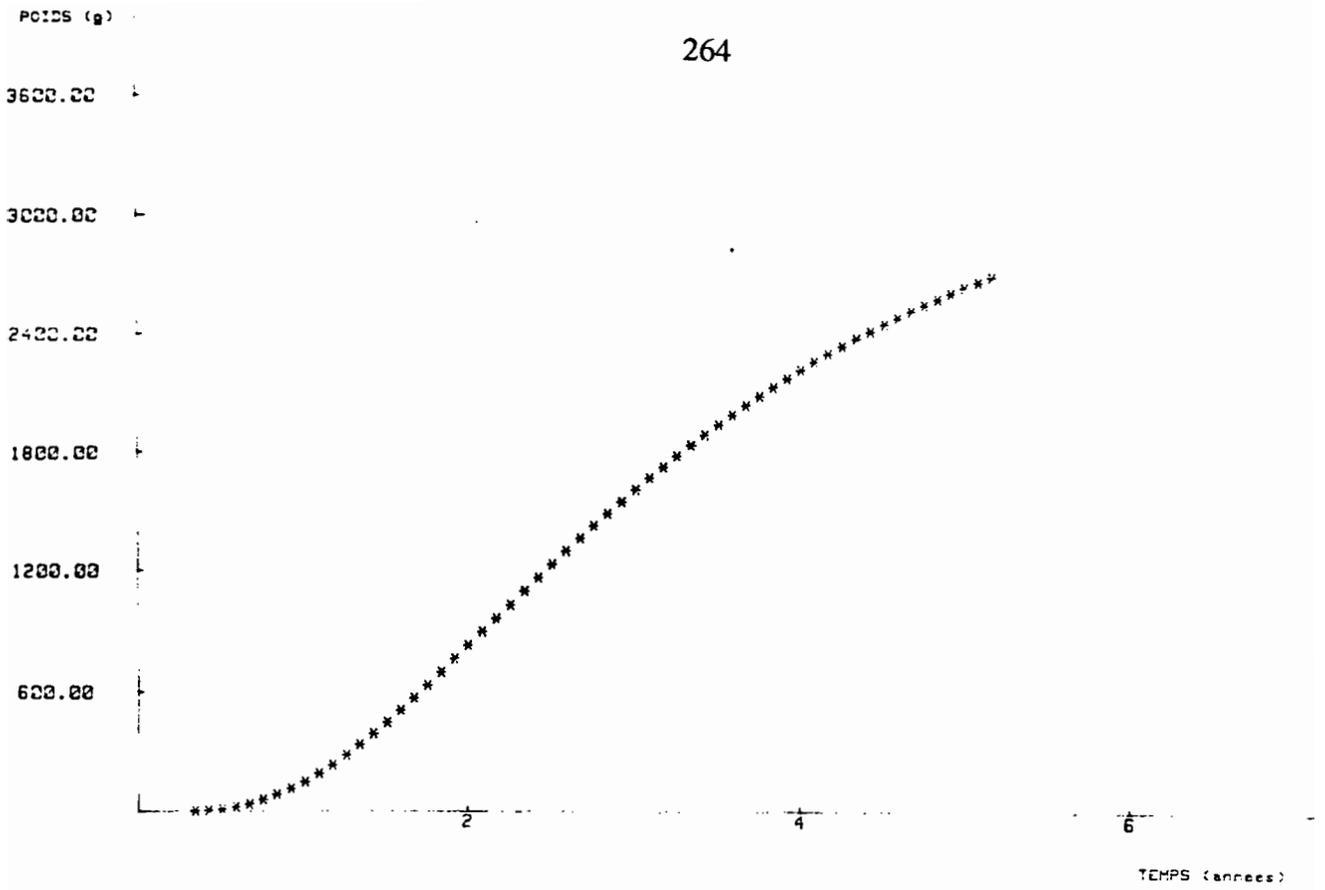


Fig 9: COURBE DE CROISSANCE PONDERALE DE *Lethrinus miniatus*

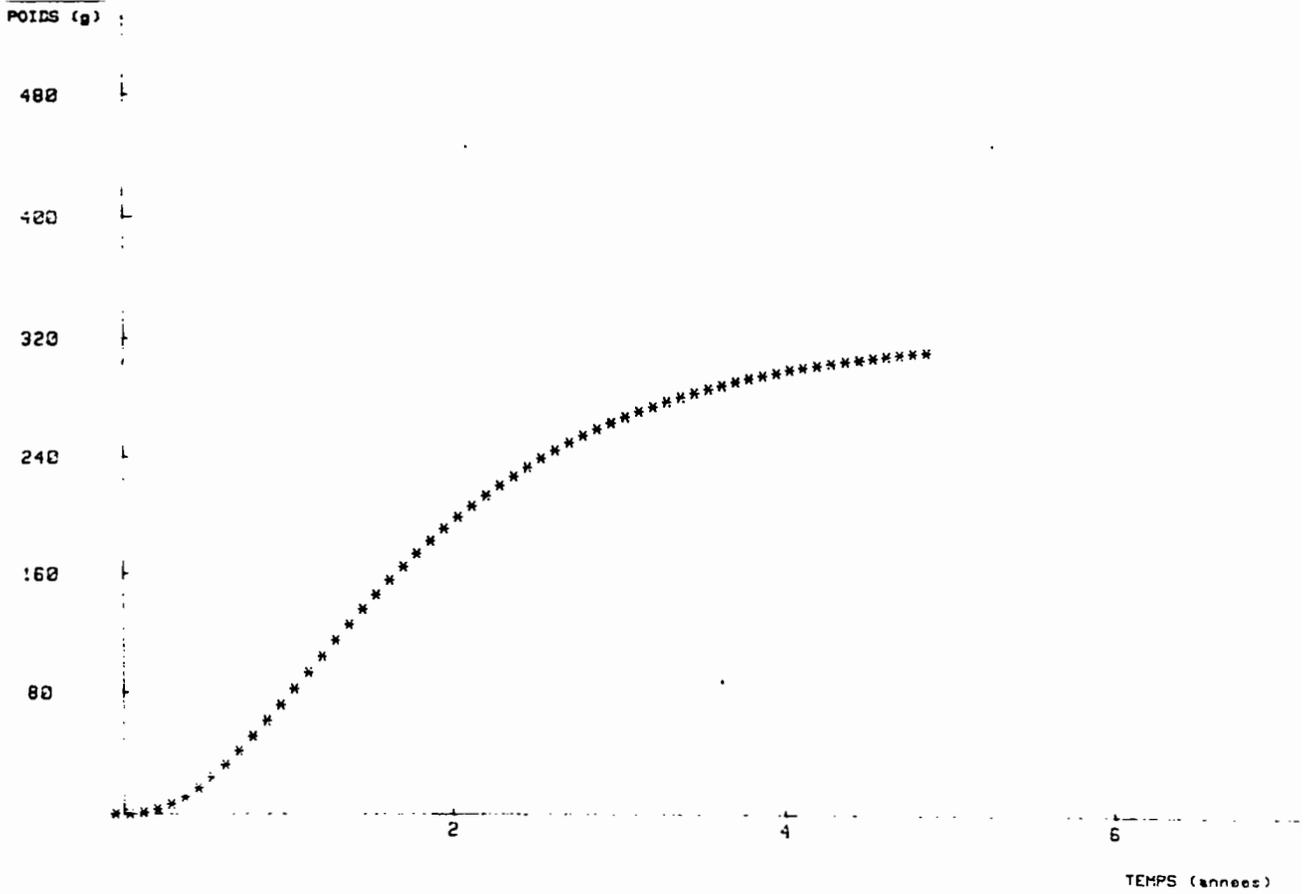


Fig 10: COURBE DE CROISSANCE PONDERALE DE *Lutjanus fulvus*

2.5. L'indice de performance de croissance (P)

PAULY (1980) définit un indice de potentialité de croissance ("Index of Growth performance") comme suit

$$P = \log_{10} (K \times W_{\infty}) \quad K : \text{Coefficient de croissance en année}^{-1}$$

W_{∞} : Poids "infini" en grammes

Cet indice présente l'avantage d'être relativement constant pour des espèces proches d'un point de vue taxonomique et écologique.

Tableau 10 : Indice de performance de croissance pour les deux espèces étudiées.

Espèce	$K_{\text{année}^{-1}}$	$L_{\infty \text{ mm}}$	$W_{\infty \text{ g}}$	$P = \text{Lg}_{10}(K \times W)$
Lethrinus miniatus	0,55	630	3261,5	3,25
Lutjanus fulvus	0,89	280	405,7	2,56

Dans la littérature, il n'existe pas de valeurs de cet indice calculées pour des **Lutjanidae** ou **Lethrinidae** de Polynésie Française. Dans le tableau 11, nous avons calculé l'indice de performance de croissance pour des poissons de Nouvelle-Calédonie (LOUBENS, 1980).

Etant données les différences de conditions naturelles, la comparaison est difficile. On observe simplement que les valeurs obtenues pour nos poissons sont supérieures aux indices des poissons du lagon Néo-Calédonien, cela confirme que la croissance des poissons étudiés en Polynésie Française, est plus rapide que celle des poissons de Nouvelle-Calédonie.

Tableau 11 : Indice de performance de croissance de quelques **Lutjanus sp.** et **Lethrinus sp.** du lagon néo-calédonien calculé d'après les données de croissance de LOUBENS (1980).

Espèce	$K_{\text{année}^{-1}}$	W^{∞} g	$P = \log (K.W^{\infty})$
<i>Lutjanus amabilis</i> (m.)	0,26	1140	2,47
<i>L. amabilis</i> (f.)	0,34	760	2,41
<i>L. bohar</i>	0,11	4200	2,05
<i>L. kasmira</i>	0,38	295	2,05
<i>L. quinquelineatus</i>	0,37	177	1,82
<i>L. vitta</i> (m.)	0,32	655	2,32
<i>L. vitta</i> (f.)	0,30	372	2,05
<i>Lethrinus chrystosomus</i> (m.)	0,26	3290	2,93
<i>L. chrystosomus</i> (f.)	0,27	2730	2,87
<i>L. Lentjan</i>	0,33	735	2,38
<i>L. mahsena</i>	0,29	1240	2,56
<i>L. nebulosus</i> (m.)	0,22	3460	2,88
<i>L. nebulosus</i> (f.)	0,21	4130	2,94
<i>L. nematacanthus</i> (m.)	0,87	113	1,99
<i>L. nematacanthus</i> (f.)	0,86	74	1,81
<i>L. variegatus</i>	0,43	745	2,51

3 - DISCUSSION

3.1. La périodicité des stries de croissance

Aux vues de tous les travaux effectués dans le domaine de l'ostéochronologie, il apparaît qu'il est raisonnable d'estimer la période des stries comme journalière pour les poissons juvéniles soumis à des conditions naturelles. Cependant, les expériences faisant varier les facteurs biotiques et abiotiques montrent que l'on doit s'attendre à une certaine variabilité. Par contre, à partir de la première maturité, le rythme des dépôts se perturbe et semble diminuer. BROTHERS (1979) recommande de contrôler pour chaque étude entreprise la fréquence des stries journalières.

Dans l'étude qui nous intéresse, une telle expérience sera mise en place. Elle utilisera des poissons de tous âges, préalablement marqués à la terramycine (contenant de l'oxytétracycline) et élevés en captivité sous des conditions naturelles. Les animaux recevront une injection de 50 mg de terramycine par kilo de poids vif. Ce mode d'administration du produit a été choisi car plus facile d'utilisation que l'ingestion pratiquée par ODENSE et LOGAN (1974), où l'immersion du poisson dans une solution d'eau de mer et de tétracycline, expérimentée par SCHMITT (1984). Des sacrifices seront faits à intervalles réguliers.

La finalité de cette expérience sera de vérifier si réellement une strie est déposée par jour et sinon d'établir un coefficient de conversion nombre de jours/nombre de stries qui serait évidemment variable suivant la taille du poisson. Une telle démarche a été pratiquée par LAURS et al. (1985) sur *Thunnus alalunga*.

Ces auteurs, en étudiant les saggitae de poissons marqués à la tétracycline, relâchés puis recapturés, ont montré que les zones de croissance discernables se forment sur l'otolithe à un taux moyen quotidien de 0,954. Ils proposent un coefficient de conversion âge/nombre de stries de 1,05 pour ces germes et dont la longueur à la fourche varie de 50 cm à 100 cm, la taille de première maturité se situant à 85 cm. Si l'on reprend

les observations de LE GUEN (1978 in WILD et FOREMAN, 1980), la valeur de ce coefficient de conversion pourrait atteindre environ 1,30 pour les vieux poissons (exemple de **Pseudolithus elongatus**).

3.2. L'adaptation des données aux modèles de croissance

L'adaptation des données des otolithes au modèle de croissance de VON BERTALANFFY ne va pas sans difficultés. Les méthodes "classiques" de TOMLINSON-ABRAMSON et de FORD-WALFORD ne nous donnent pas satisfactions. Pour expliquer cela, deux hypothèses sont possibles :

- La lecture des otolithes et notamment pour les individus âgés ne donnerait pas l'âge du poisson avec une marge d'erreur raisonnable.

- Nos données expérimentales sont trop nombreuses pour de petites fourchettes de longueur : Pour **Lethrinus miniatus**, 67 % des mesures concernent des poissons dont la longueur est comprise entre 350 mm et 500 mm. Ce pourcentage atteint 86 % pour **Lutjanus fulvus** dans l'intervalle de taille 200 mm-250 mm. On accorde ainsi un "poids statistique" beaucoup trop important à une certaine fourchette de longueur au détriment des autres classes. Il semble donc nécessaire avant d'entreprendre une telle étude d'établir une stratégie d'échantillonnage qui attribuerait à chaque classe de taille un nombre similaire de données.

L'option que nous avons choisi et qui consiste à choisir la longueur infinie a été souvent employée par plusieurs auteurs (BROTHERS (1982), RALSTON et MIYAMOTO (1983)). Cela reste toutefois une opération assez délicate. Le paramètre L_{∞} n'a pas de réelle signification biologique et n'est pas directement assimilable à la longueur maximale moyenne observée. En effet, une espèce peut garder un potentiel de croissance important jusqu'à des âges théoriques avancés mais que sa longévité naturelle ne lui permet pas d'atteindre.

Dans notre étude, il paraît raisonnable de penser que la longueur infinie calculée selon la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON est sous-estimée. En effet, L_{∞} qui représente la longueur à un âge infini,

c'est-à-dire quand tout phénomène de croissance est terminé, ne peut être inférieure aux tailles effectivement mesurées d'une partie significative des poissons étudiés. Il est cependant concevable que quelques individus développent une croissance exceptionnelle, supérieure à la moyenne. Cela leur fait atteindre des longueurs maximales importantes, dépassant sensiblement la longueur infinie calculée pour décrire la croissance moyenne de la population des poissons.

Nous avons tenu compte de cette dernière remarque au moment de choisir le L^∞ . Le fait de fixer un seuil au delà duquel la croissance est considérée comme exceptionnelle doit nous préserver d'une surestimation du L^∞ . Notons qu'une certaine part de subjectivité compensée par l'expérience sur le terrain intervient dans le choix de ce seuil.

En choisissant le L^∞ de cette façon, nous admettons implicitement que la croissance des deux espèces étudiées est terminée quand on approche des dernières classes de taille recensées dans les captures. Pour **Lutjanus fulvus**, cette hypothèse semble réaliste car les données des otolithes sont sensiblement les mêmes pour les longueurs de 260 à 280 mm, compte tenu de la forte variabilité des lectures à ces âges. Par contre, pour **Lethrinus miniatus**, nous ne disposons pas d'éléments qui nous permettraient de discuter cette hypothèse et il nous faut donc l'admettre. En effet, nous n'avons aucune donnée pour des poissons d'une longueur supérieure à 590 mm (Rappel : la longueur infinie fixée pour cette espèce est de 630 mm).

Si le nombre de stries correspond bien au nombre de jours de la vie du poisson, le fait de sous-estimer la longueur infinie en la calculant selon la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON pourrait montrer que pour les vieux individus, on surestimerait l'âge réel. Pour s'en rendre compte, nous avons systématiquement minoré de 25 % l'âge de tous les poissons vieux de plus de deux ans. Les paramètres recalculés deviennent :

- Pour **Lethrinus miniatus** L^∞ : 557 mm $K = 0,88 \text{ année}^{-1}$
- Pour **Lutjanus fulvus** L^∞ : 270 mm $K = 1,0 \text{ année}^{-1}$

On obtient alors des valeurs qui se rapprochent plus de la réalité. Il faut cependant rester prudent car cette affirmation contredit les résultats de PANNELLA (1971), BROTHERS et al. (1976), LE GUEN (1978 in WILD et FOREMAN, 1980) qui annoncent au contraire que pour les individus âgés, la lecture des otolithes conduit à une sous-estimation de l'âge. Le contrôle de la périodicité des stries (cf. 3.1) devra permettre de vérifier cela.

CONCLUSION

L'établissement de modèles de croissance est un point essentiel pour toute étude de dynamique des populations. L'étude des otolithes nous a permis de construire des courbes de croissance satisfaisantes moyennant un choix de méthode de calcul adapté à nos données.

Les croissances estimées des deux espèces qui nous intéressent sont assez rapides. Pour **Lethrinus miniatus**, les paramètres de l'équation de VON BERTALANFFY retenus sont $L = 630$ mm, $K = 0,55$ année⁻¹ et $T_0 = 0,26$ année. Cela donne des accroissements annuels de 210 mm la première année, 177 mm la deuxième, 102 mm la troisième et 59 mm la quatrième. Pour **Lutjanus fulvus**, les paramètres de la courbe de croissance sont $L = 280$ mm, $K = 0,89$ année⁻¹ et $T_0 = -0,05$ année. Le taux de croissance est alors de 170 mm la première année, 65 mm la deuxième et 27 mm la troisième. Ces deux espèces seraient commercialisables dès l'âge de un an - un an et demi.

L'étude engagée va se poursuivre avec la détermination par les mêmes méthodes des paramètres de croissance des autres espèces intéressant la pêche, à savoir **Lutjanus gibbus**, **Epinephelus microdon**, **Naso brevirostris** et **Caranx melampygus**. Enfin d'autres méthodes d'évaluation de la croissance seront utilisées (Analyse des structures de taille, marquage) et comparées à la méthode ostéochronologique.

BIBLIOGRAPHIE

- BARKMAN (R.C.), 1978.- The use of otolith growth rings to age young Atlantic silversides, *Menidia menidia*. **Trans. Am. Fish. Soc.** 107 : 790-792.
- BEAMISH (R.J.) and CHILTON (D.E.), 1982.- Preliminary evaluation of a method to determine the age of sable fish (*Anoplopoma fimbria*). **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 39 : 277-287.
- BROTHERS (E.B.), MATHEWS (C.P.) and LASKER (R.), 1976.- Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishes. **Fish. Bull.** 74 : 1-8.
- BROTHERS (E.B.), 1978.- Exogenous factors and the formation of daily and subdaily growth increments in fish otoliths. **Am. Zool.** 18 : 631
- BROTHERS (E.B.), 1979.- Age and Growth studies on tropical fishes. In : **Proceeding of a workshop on tropical Small-Scale Fishery stock held at the University of Rhode Island.** September 1979.
- BROTHERS (E.B.) and Mc FARLAND (W.N.), 1981.- Correlations between otolith microstructure, growth, and life history transitions in newly recruited French grunts (*Haemulon flavolineatum* (Desmaret), **Hamulidae**). In R. Lasker and K. Sherman (editors), **the early life history of fish : recent studies.** **Rapp. P.V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer** 178 : 369-374.
- BROTHERS (E.B.), 1982.- Aging of reef fishes. In **Proceedings of a workshop held october 7-10, 1980 at St. Thomas, Virgin Islands of the United States.** **NOAA** : 3-23.
- BROUARD (F.), GRANDPERRIN (R.), 1984.- Les poissons profonds de la pente récifale externe à Vanuatu. **ORSTOM Vanuatu, Notes et Doc. Oceanogr.**, 11 : 1-131.

- CAMPANA (S.E.) and NEILSON (J.D.), 1982.- Daily growth increments in otoliths of starry Flounder (**Platichthys stellatus**) and the influence of some environmental variables in their production. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 39 : 937-942.
- CAMPANA (S.), 1984.- Interactive effects of age and environmental modifiers on the production of daily growth increments in otoliths of **Parichthys notatus**. **Fish. Bull.** 82 : 165-177.
- DEGENS (E.T.), DEUSER (W.G.) and HAEDRICH (R.L.), 1969.- Molecular structure and composition of fish otoliths. **Int. J. Life Oceans Coastal Waters** 2 (2) : 105-113.
- DRUZHININ (A.D.), 1970.- The range and biology of snappers (Family **Lutjanidae**). **J. ichthyology**, 10 : 717-736.
- FONTANA (A.), 1979.- Etude du stock démersal côtier congolais. **Thèse doctorat d'état Paris VI/Museum**, 300 p.
- GALZIN (R.), 1985.- Ecologie des poissons récifaux de Polynésie Française. **Thèse doctorat d'état, Montpellier**, 195 p., 45 fig., 49 tabl.
- KIMURA (D.K.), 1980.- Likelihood methods for the Von Bertalanffy growth curve. **Fish. Bull.** 77 : 765-776.
- LAROCHE (J.L.), RICHARDSON (S.L.) and ROSENBERG (A.A.), 1982.- Age and growth of a **Pleuronectid, Parophrys vetulus**, during the pelagic larval period in Oregon coastal waters. **Fish. Bull.** 80 : 93-104.
- LAURS (R.M.), NISHIMOTO (R.) and WETHERALL (J.A.), 1985.- Frequency of increment formation on saggitae of North Pacific Albacore (**Thunnus alalunga**). **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 42 : 1551-1555.
- LE GUEN (J.C.), 1976.- Utilisation des otolithes pour la lecture de l'âge des Scianidés intertropicaux. Marques saisonnières et journalières. **Cah. ORSTOM, Ser. Oceanogr.** 14 : 331-338.

- LOUBENS (G.), 1978.- Biologie de quelques espèces de poisson du lagon Néo-Calédonien. I - Détermination de l'âge (otolithométrie). **Cah. ORSTOM. Ser. Océanogr.**, 16 (3,4): 263-283.
- LOUBENS (G.), 1980.- Biologie de quelques espèces de poissons du lagon néo-calédonien. III - Croissance. **Cahiers de l'Indo-Pacifique**, 2 (2) : 101-153.
- LOUGH (R.G.), PENNINGTON (M.), BOLZ (G.R.) and ROSENBERG (A.A.), 1982.- Age and growth of larval atlantic herring, **Clupea harengus L.**, in the gulf of Marine-Georges Bank region based on otolith growth increments. **Fish. Bull.** 80 : 187-199.
- MANDOCH (C.S.), III. 1982.- Aging reef fishes in the southeast fisheries center. In **Proceeding of a workshop held October 7-10, 1980 at St. Thomas, Virgin Islands of the United States.** NOAA : 24-43.
- MARSHALL (S.L.) and PARKER (S.S.), 1982.- Pattern identification in micro-structure of sokeye salmon (**Oncorhynchus nerka**) otoliths. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 39 : 542-547.
- METHOT (R.D. jr) and KRAMER (D.), 1979.- Growth of Northern Anchovy, **Engraulis mordax**, larvae in the sea. **Fish. Bull.** 77 : 413-423.
- MORIZE (E.), 1984.- Contribution à l'étude d'une pêcherie artisanale et de la dynamique des populations des principales espèces de poissons exploitées in "L'atoll de Tikehau (archipel des Tuamotu, Polynésie Française) premiers résultats". **ORSTOM Tahiti, Notes et Doc. Océanogr.**, 22 : 35-80.
- MORIZE (E.), 1985.- La pêche dans le lagon : étude d'une pêcherie artisanale in Contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau (archipel des Tuamotu, Polynésie Française". **ORSTOM Tahiti, Notes et Doc. Oceanogr.**, 24 : 64-72.

- MUGIYA (Y.), 1974.- Calcium - 45 behavior at the level of the otolith organs of rainbow trout. **Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.**, 40 (5) : 457-463.
- NELSON (R.S.) and MANDOCH (C.S.) III., 1982.- Growth and mortality of red snappers in the West-central Atlantic and Northern Gulf of Mexico. **Transactions of the American Fisheries Society**, 111 : 465-475.
- NIELSON (J.D.) and GEEN (G.H.), 1982.- Otoliths of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) : Daily growth increments and factors influencing their production. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 39 : 1340-1347.
- ODENSE (P.H.) and LOGAN (V.H.), 1974.- Marking atlantic salmon (*Salmo salar*) with osicytetracycline. **J. Fish. Res. Board Can.** 31 : 348-350.
- PANNELLA (G.), 1971.- Fish otoliths : daily growth layers and periodical patterns. **Science** 173 : 1124-1127.
- PANNELLA (G.), 1974.- Otolith growth patterns : an aid in age determination in temperate and tropical fishes. p. 28-39. Ageing of fishes. In : T.B. Bagenal (ed.) Unwin Bros. Ltd. England.
- PANNELLA (G.), 1980.- Growth patterns in fish saggitae. p. 519-560. In : D.C. Rhoads and R.A. Lutz (ed.) **Skeletal growth of aquatic organisms : biological records of environmental change.** Plenum Press New York, N.Y.
- PAULY (D.), 1980.- A new methodology for rapidly acquiring basic information on tropical fish stocks : Growth, mortality, and stock recruitment relationships. In SAILA (S.B.) and REEDEL (P.M.) (ed.). **Proceeding of the international workshop on stock assessment for tropical small scale fisheries.** Int. Cent. Mar. Res. Div., Univ. Rhode Island, Sept. 1979, Kingston : 154-172.

- RADTKE (R.L.) and DEAN (J.M.), 1982.- Increment formation in the otoliths of embryos, larvae and juveniles of the mummichog, **Fundulus heteroclitus**. **Fish. Bull.** 80 : 201-215.
- RALSTON (S.), 1976.- Age determination of a tropical reef butterflyfish utilizing daily growth rings of otoliths. **Fish. Bull.** 74 : 990-994.
- RALSTON (S.) and MIYAMOTO (G.T.), 1983.- Analysing the width of daily otoliths increments to age the Hawaiian snapper, **Pristipomoides filamentosus**. **Fish. Bull.** 81 : 523-536.
- SCHMITT (P.D.), 1984.- Marking growth increments in otoliths of larval and juvenile fish by immersion in tetracycline to examine the rate of increment formation. **Fish. Bull.** 82 : 237-241.
- STRUHSAKER (P.) and UCHIYAMA (J.H.), 1976.- Age and growth of the nehu, **Stolephorus purpureus** (Engraulidae), from the Hawaiian islands as indicated by daily growth increments of sagittae. **Fish. Bull.** 74 : 9-17.
- TANAKA (K.) MUGIYA (Y.) and YAMADA (J.), 1981.- Effects of photoperiod and feeding on daily growth patterns in otoliths of juvenile **Tilapia nilotica**. **Fish. Bull.** 79, 459-466.
- TAUBERT (B.D.) and COBLE (D.W.), 1977.- Daily rings in otoliths of three species of *Lepomis* and **Tilapia mossambica**. **J. Fish. Res. Bd Can.** 34 : 332-340.
- TOMLINSON (P.K.) and ABRAMSON (N.J.), 1961.- Fitting a Von Bertalanffy growth curve by least squares. **Calif. Fish Game, Fish. Bull.** 116 : 1-69.

- UCHIYAMA (J.M.) and STRUHSAKER (P.), 1981.- Age and growth of skipjack tuna, **Katsuwonus pelamis**, and yellowfin tuna, **Thunnus albacares**, as indicated by daily growth increments of sagittae. **Fish. Bull.** 79 : 151-162.
- VICTOR (B.C.), 1982.- Daily otolith increments and recruitment in two coral reef wrasses, **Thalassoma bifasciatum** and **Halichoeres bivittatus**. **Mar. Biol.** 71 : 203-208.
- WILD (A.) and FOREMAN (T.J.), 1980.- The relationship between otolith increments and time for yellowfin and skipjack tuna marked with tetracycline. **Inter-am. Trop. Tuna. Comm., Bull.** 17 : 509-560.
- WILSON (K.H.) and LARKIN (P.A.), 1980.- Daily growth rings in the otoliths of juvenile Sockeye salmon (**Oncorhynchus nerka**). **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 37 : 1495-1498.
- WOODHEAD (P.M.J.), 1968.- Seasonal changes in the calcium content of the blood of Arctic cod. **J. Mar. Biol. Assoc. U.K.** 48 : 81-91.

Annexe 3

**MODELISATION DE LA CROISSANCE DE EPINEPHELLUS MICRODON
(BLEECKER) OBTENUE A PARTIR DE DONNEES DE MARQUAGE.**

Par

E. MORIZE *
B. CAILLART *

* Centre ORSTOM de Tahiti, B.P. 529 - PAPEETE - TAHITI
Polynésie Française

RESUME

Quarante sept jeux de données de marquage - recapture récoltés à Tikehau au cours des années 1985 et 1986 ont été ajustés à la courbe de Von Bertalanffy. Les paramètres calculés sont $L_{\infty} = 550$ mm et $K = 0,38$ année⁻¹.

La comparaison de ces paramètres avec ceux d'autres serranidae montre que cet *Epinephelus* a une croissance rapide par rapport aux autres. L'indice Pauly (1982), calculé sur de nombreux *Epinephelus* donne le même résultat. Tikehau serait donc un atoll favorable à la croissance de cette espèce. Ce résultat confirme ceux déjà trouvés pour *Lethrinus miniatus* (Forster) et *Lutjanus fulvus* (Bloch et Schneider).

ABSTRACT

Data about marked fishes from Tikehau during 1985 and 1986 have been fitted to the Von Bertalanffy curve. The calculated parameters are $L_{\infty} = 550$ mm and $K = 0,38$ year⁻¹.

When we compare these parameters with those obtained from other serranidae, we find that the growth is generally faster at Tikehau. The Pauly's index (1982), calculated from many *Epinephelus* in the world, gives the same result. Tikehau would be a very good place for the *Epinephelus microdon*'s growth. Already we found the same conclusions about *Lethrinus miniatus* (Forster) and *Lutjanus fulvus* (Bloch and Schneider).

INTRODUCTION

La connaissance des lois de croissance des poissons d'un stock donné est essentielle pour la plupart des estimations de stock, sous les tropiques comme ailleurs, étant donné que c'est la croissance individuelle des poissons qui régit, d'année en année, les captures effectuées par une pêcherie. Pour des raisons pratiques, l'information disponible sur cette croissance est exprimée au moyen d'une équation.

Notre propos, ici, intéresse une espèce de poissons bien représentée dans la production halieutique de l'atoll de Tikehau ; il s'agit de Epinephelus microdon.

Le modèle mathématique choisi pour la courbe de croissance est celui de VON BERTALANFFY (1938). Les données utilisées pour établir les paramètres de cette équation ont été obtenues à partir de marquage - recapture.

A - MATERIEL ET METHODE

Tous les animaux étudiés proviennent de l'atoll de Tikehau.

Le marquage a eu lieu sur des animaux capturés à la ligne dans différents endroits répartis essentiellement dans la partie ouest et sud-ouest de l'atoll. Les zones de pêche étaient choisies en fonction de leur faible profondeur, (0-10 m), de façon à ne pas provoquer de dilatation de la vessie natatoire des poissons au cours de leur remontée à bord. Une fois dans le bateau, les individus sont décrochés de la ligne le plus rapidement possible et plongés dans une grande bassine pleine d'une solution d'eau de mer et de quinaldine. Ce produit a pour effet d'endormir l'animal sans risque et de permettre de le mesurer et de le marquer dans de bonnes conditions. La longueur mesurée est la longueur totale, prise au demi centimètre inférieur grâce à une règle à butée.

Tableau 1 - Données marquage-recapture pour *Epinephelus microdon*

Lt 0 (mm)	Lt 1 (mm)	T1-T0 (jours)
310	315	51
310	315	51
370	380	56
385	380	56
370	375	57
450	455	61
270	280	63
310	305	65
385	380	65
405	420	71
450	450	71
320	340	79
250	270	83
335	365	85
400	405	85
385	390	87
420	430	89
305	330	90
355	370	90
400	410	90
340	370	98
300	320	112
350	360	112
355	380	118
375	420	121
345	365	138
360	390	142
345	370	144
330	370	149
370	400	149
365	375	152
400	410	153
500	510	153
400	420	155
475	490	158
265	335	159
310	325	177
310	325	177
500	510	177
210	260	181
370	435	192
270	370	218
315	370	267
490	510	278
310	370	327
315	400	337
310	385	450

Une fois mesurée, le poisson est marqué avec une marque de type "floy tag" fixée dans le muscle dorsal grâce à un pistolet "mark II". La marque doit être bien enfoncée dans la chair de l'animal de façon à ce que seule la partie la plus volumineuse, portant les références, dépasse. Aucune précaution particulière n'est prise quant à l'aseptie de l'opération. Marqué, le poisson est remis dans une deuxième bassine d'eau de mer pure. Il y restera jusqu'à ce que l'effet de la quinaldine soit passé. Il est alors rejeté à l'eau. D'après les contrôles que nous avons pu réaliser il ne semble pas que l'animal soit très perturbé par cette opération. Très souvent d'ailleurs les individus marqués remordaient à l'hameçon quelques minutes après leur remise en liberté.

La récupération des poissons s'est faite soit lors de pêche par des professionnels, soit au cours de pêche expérimentale par notre équipe de l'ORSTOM. Beaucoup d'animaux ont été récupérés mais seules les mesures faites par nous-mêmes sont utilisées pour les calculs, les autres étant souvent complètement erronées.

B - LES DONNEES

Les données brutes sont consignées dans le tableau n° 1. Elles comprennent les longueurs initiales (à la première capture), finales (à la recapture) et l'intervalle de temps écoulé en nombre de jours entre les deux. Les données recueillies sur le terrain sont plus nombreuses mais nous n'avons conservé que celles pour lesquelles l'intervalle de temps écoulé était supérieur à 50 jours, ce qui représente 47 jeux de données.

Les tableaux 2 et 3 donnent la ventilation des données en fonction de la longueur initiale. Vingt et un poissons ont passé entre 50 et 100 jours dans l'eau avant d'être recapturés, vingt entre 100 et 200 jours, trois entre 200 et 300 jours, deux entre 300 et 400 et un au-dessus de 400. Quant aux longueurs initiales elles sont réparties entre 200 mm et 500 mm, à raison de cinq entre 200 et 300 mm, trente entre 300 et 400 mm, dix entre 400 et 500 mm et enfin une au-dessus de 500 mm.

TABLEAU 2 - Répartition des données en fonction de l'interval de temps entre deux mesures.

Interval de temps (jours)	Nombre de données
50-60	5
60-70	4
70-80	3
80-90	5
90-100	4
100-110	0
110-120	3
120-130	1
130-140	1
140-150	4
150-160	6
160-170	0
170-180	3
180-190	1
190-200	1
200-210	0
210-220	1
260-270	1
270-280	1
320-330	1
330-340	1
450-460	1

TABLEAU 3 - Répartition des données en fonction des classes de taille de animaux à la première capture.

Classe de taille (mm)	Nombre de données
210-220	1
250-260	1
260-270	1
270-280	2
300-310	2
310-320	9
320-330	1
330-340	2
340-350	3
350-360	3
360-370	2
370-380	5
380-390	3
400-410	5
420-430	1
450-460	2
470-480	1
490-500	1
500-510	2

Tableau 4 - Correspondance - Age relatif - Longueur de la figure 1

Age (année)	Courbe longueur (mm)
.50	95.17
1.00	173.88
1.50	238.96
2.00	292.78
2.50	337.29
3.00	374.10
3.50	404.54
4.00	429.71
4.50	450.52
5.00	467.74
5.50	481.97
6.00	493.74

LE TRAITEMENT DES DONNEES

Les données du marquage sont ajustées à la courbe de VOLTERRA-BERTALANFFY, à savoir :

$$L_t = L_{\infty} \left(1 - e^{-K(t-t_0)} \right) \text{ ou}$$

L_t = longueur à l'âge T (mm)

L_{∞} = longueur à l'âge infini (mm)

K = constante de croissance (année⁻¹)

t_0 = âge théorique auquel $L_t = 0$ (année).

Ne disposant que de couples de longueurs mesurées et de l'intervalle de temps entre les deux mesures, il n'est possible de calculer que des accroissements, t_0 restant inconnu. L'équation nous permettant de calculer les paramètres L_{∞} et K sera :

$$L_{t + \Delta t} = L_t R^{\Delta t} + A (1 - R^{\Delta t})$$

avec :

A = L_{∞}

K = $-\text{Log } R$

L_t = longueur initiale

$L_{t+\Delta t}$ = longueur finale

Δt = temps écoulé entre les deux mesures

Pour n triplets donnés (L_t , $L_{t + \Delta t}$, Δt) le programme BGC4 minimisera la fonction :

$$Q = \sum_1^n \left[L_{t + \Delta t} - L_t R^{\Delta t} - A (1 - R^{\Delta t}) \right]^2$$

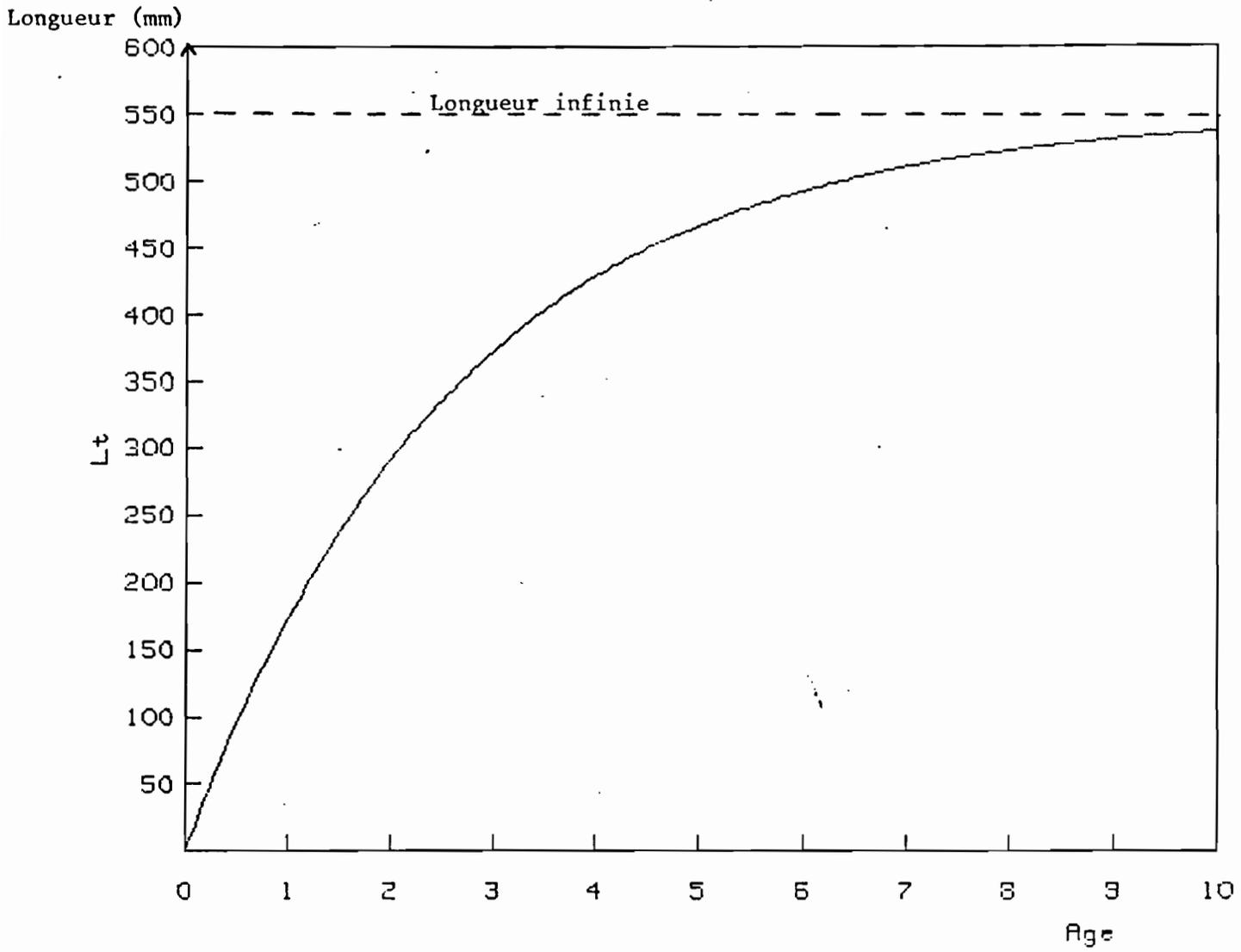


Figure 1 = Courbe de croissance de *Epinephelus microdon* (en fixant $t_0 = 0$ dans l'équation de Von Bertalanffy) obtenue à partir des données de marquage - recapture.

Tableau 5 : Quelques résultats de croissance de Serranidae

Espèces	L _∞ (mm)	K (année) ⁻¹	Lieu	Données	Source
Cephalopholis fulva	340	0,63	Jamaïque		24
Epinephelus guttatus	520	0,24	"		24
Epinephelus striatus	900	0,09	"		24
Mycteroperca venenosa	860	0,18	"		24
Epinephelus fuscoguttatus	905	0,20	Kavieng	Petersen	25
Epinephelus fuscoguttatus	991	0,16	"	Elefan I	25
Epinephelus megachir	650	0,26	"	Petersen	25
Epinephelus megachir	660	0,33	"	Elefan I	25
Variola louti	640	0,18	"	Petersen	25
Epinephelus summana	526	0,33	"	Petersen	25
Epinephelus merra	410	0,40	"	Petersen	25
Epinephelus hoedti	581	0,28	Nouvelle-Calédonie	Otolithes	9
Plectroponus leopardus	500	0,16	"	Otolithes	9
Epinephelus maculatus	402	0,28	"	Otolithes	9
Epinephelus tauvina	307	0,29	"	Otolithes	9
Epinephelus rhyncolepis	279	0,49	"	Otolithes	9
Epinephelus aerolatus	276	0,33	"	Otolithes	9
Epinephelus fasciatus	230	0,16	"	Otolithes	9
Epinephelus merra	179	0,27	"	Otolithes	9
Mycteroperca venenosa	86	0,17	Jamaïque	Otolithes	23
Epinephelus guttatus	520	0,24	"	Progression modale	23
Epinephelus guttatus	545	0,22	"	Elefan I	23
Cephalopholis fulva	340	0,63	"	Progression modale	23
Cephalopholis fulva	355	0,56	"	Elefan I	23
Epinephelus cruentatus	340	0,34	"	Progression modale	23
Epinephelus riveatus	135	0,063	S. Atl. Bight	Otolithes	12
Mycteroperca microlepis	129	0,112	"	Otolithes	10
Epinephelus drummondhayi	110,5	0,088	"	Otolithes	12
Mycteroperca phenax	109,0	0,067	"	Otolithes	11
Mycteroperca venenosa	89,5	0,085	St John	Marquage	22
Mycteroperca striatus	802	0,085	"	Marquage	22
Epinephelus guttatus	568	0,119	"	Marquage	22
Epinephelus adscensionis	499	0,110	"	Marquage	22
Cephalopholis fulva	311	0,143	"	Marquage	22
Epinephelus striatus	974	0,185	Iles vierges	Analyse des Probits	16
Epinephelus cruentatus	415	0,13	Curaçao	Otolithes	15
Epinephelus riveatus	1320	0,087	Florida Keys	Otolithes	13
Epinephelus sex fasciatus	309	0,51	Philippines	Elefan I	20
Plectroponus leopardus	517	0,25	Grande barrière	Elefan I	20

en utilisant les dérivées partielles évaluées près de zéro. LE GUEN (1971) et PEREIRO (1977), entre autres, développent bien cette méthode de calcul.

d) Les résultats

La figure 1 représente le tracé de la courbe de croissance, obtenue à partir des données de marquage, en prenant $t_0 = 0$. La longueur infinie est de 550 mm pour un coefficient K de 0,38.

Le tableau n° 4 suivant récapitule pour les âges de 0 à 6 (en prenant $t_0 = 0$) les différentes longueurs obtenues à partir de l'équation trouvée.

e) Discussions

Aucune étude similaire n'a été réalisée sur Epinephelus microdon. Par contre la croissance de nombreux autres serranidae a déjà été étudiée dans le monde. Le tableau n° 5 récapitule quelques résultats obtenus dans la zone intertropicale. Sur trente neuf coefficients de croissance K, six sont supérieurs à 0,38, trente deux inférieurs à 0,34 et un est égal à 0,34. Quant aux L_{∞} treize sur trente neuf sont plus grands que 550 mm.

En ne prenant en compte que le genre Epinephelus nous avons vingt six espèces étudiées. L'indice de PAULY (1982), défini comme suit :

$$I_p = \log_{10} K + 2 \log_{10} \frac{L^3}{3}$$

avec : K = coefficient de croissance en année⁻¹

L_{∞} = longueur pour un âge théorique infini (en cm).

Présente l'avantage d'être relativement constant pour des espèces proches d'un point de vue taxonomique et écologique. Le tableau n° 6 donne les indices I_p calculés pour les différentes espèces étudiées.

Tableau 6. : Indice de Pauly pour quelques *Epinephelus* étudiés dans la zone intertropicale

Espèce	Origine	Ip
<i>Epinephelus guttatus</i>	Récif de Jamaïque	4.8
<i>Epinephelus striatus</i>	" "	4.9
<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	Kavieng	5.2
<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	"	5.2
<i>Epinephelus megachir</i>	"	5.0
<i>Epinephelus megachir</i>	"	5.2
<i>Epinephelus summana</i>	"	5.0
<i>Epinephelus merra</i>	"	4.8
<i>Epinephelus hoedti</i>	Nouvelle-Calédonie	5.0
<i>Epinephelus maculatus</i>	"	5.5
<i>Epinephelus tauvina</i>	"	4.4
<i>Epinephelus rhyncolepis</i>	"	4.6
<i>Epinephelus aerolatus</i>	"	4.4
<i>Epinephelus fasciatus</i>	"	3.9
<i>Epinephelus merra</i>	"	3.9
<i>Epinephelus guttatus</i>	Jamaïque	4.8
<i>Epinephelus guttatus</i>	"	4.8
<i>Epinephelus cruentatus</i>	"	4.6
<i>Epinephelus riveatus</i>	S. Atl. Bight	3.1
<i>Epinephelus drummondhayi</i>	"	3.0
<i>Epinephelus guttatus</i>	St John	4.6
<i>Epinephelus adscensionis</i>	St John	4.4
<i>Epinephelus striatus</i>	Iles vierges	5.2
<i>Epinephelus cruentatus</i>	Curaçao	4.4
<i>Epinephelus riveatus</i>	Florida Keys	5.2
<i>Epinephelus sex fasciatus</i>	Philippines	4.7
<i>Epinephelus microdon</i>	Tikehau	5.1
<i>Epinephelus microdon</i>	Tikehau	5.1

L'indice calculé pour Epinephelus microdon fait partie des plus élevés. Cela signifie que ce poisson aurait une croissance parmi les plus rapides par rapport aux autres Epinephelidae étudiés. Un résultat identique est obtenu pour deux autres espèces du lagon de Tikehau : Lethrinus miniatus et Lutjanus fulvus (CAILLART et al., 1986) : ces deux poissons, comparés à d'autres espèces voisines de l'Indo-Pacifique présentaient des croissances plus soutenues. Les lagons d'atolls seraient donc des milieux privilégiés d'un point de vue "écologique", présentant des facteurs extrinsèques favorisant la croissance. Parmi ces paramètres, on peut retenir une température moyenne du milieu élevée (KINNE, 1960) : 28° C avec peu de variations saisonnières (+ 1,5° C) et une bonne abondance en nourriture pour ces espèces carnivores (mollusques, crustacés, poissons). On remarquera également que pour des espèces identiques, les poissons lagunaires de Polynésie présentent des L plus petits et des coefficients de croissance K plus élevés qu'en d'autres localités. PAULY (1982) rapproche ce fait à la température de l'environnement.

CONCLUSION

Epinephelus microdon (BLEECKER) est une espèce qui se prête bien au marquage puisqu'elle est résistante et à la recapture puisqu'elle est sédentaire sauf en période de ponte. La courbe de croissance obtenue à partir des données d'accroissement dans le milieu naturel, à Tikehau, ajustées à la courbe de VON BERTALANFFY, a pour paramètres $L = 550$ mm et $K = 0,38$ année⁻¹. La comparaison de cette croissance avec celles d'autres serranidae ou Epinephelidae étudiés ailleurs, montre qu'elle est en général plus soutenue. Par ses caractéristiques environnementales Tikehau serait donc favorable à la croissance de cette espèce. Nous avons déjà trouvé le même résultat pour deux autres espèces et l'étude doit se poursuivre sur d'autres espèces commerciales.

BIBLIOGRAPHIE

- ABRAHAMSON (N.J.), 1971.- Computer programs for fish stock assessments
FAO Fish. Tech. Paper 101, 158 p.
- BERTALANFFY (L.VON), 1938.- A quantitative theory of organic growth.
Hum. Biol., 10 : 181-213.
- CAILLART (B.), FRANC DE FERRIERE (M.) et MORIZE (E.), 1986.- Croissance
de deux espèces de poissons du lagon de Tikehau, Lethrinus
miniatus (SCHNEIDER) et Lutjanus fulvus (SCHNEIDER),
évaluée par la lecture des otolithes.
- DO-CHI (T.), 1977.- Détermination statistique de l'âge : quelques
méthodes de décomposition d'un échantillon en composantes
gaussiennes. Océanis, 3 (10) : 503-530.
- EDDY (S.) and CARLANDER (K.O.), 1940.- The effect of environmental
factors upon the growth rates of Minnesota fishes. Proc.
Minn. Acad. Sci. 8, 14-19.
- HOLDEN (M.J.) et WILLIAMS (T.), 1974.- The biology and population
structure of bass, *Dicentrarchus labrax*, in english waters.
J. mar. biol. Ass. U.K., 54 : 91-107.
- KINNE (O.), 1960.- Growth, food intake, and foot conversion in a
enryplastic fish exposed to different temperatures and
salinities. Physiol. Zool. 33 (4), 288-317.
- LAURENT (M.), 1977.- Séparation d'un mélange : méthode de Bhattacharya
ou des différences logarithmiques. Océanis, 3 (10) : 531-536.
- LE GUEN (J.C.), 1971.- Dynamique des populations de *Pseudatolithus*
(*Fonticulus*) *elongatus* (Bowd. 1825). Poissons. Sciaenidae.
Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr., 9 (1) : 3-84.
- LOUBENS (G.), 1980b.- Biologie de quelques espèces de poissons du lagon
néo-calédonien. III. Croissance. Cahiers de l'Indopacifique,
2 : 101-153.
- MANOOCH (C.S.) III et HAIMOVICI (M.), 1978.- Age and growth of the gag,
Mycteroperca microlepis, and size - age composition of the
recreational catch off the southeastern United States. Trans.
Ann. Fish. Soc. 107 : 234-240.
- MATHESON (R.H.) III, MANOOCH (C.S.) III et HUNTSMAN (G.R.), 1983.-
Growth, mortality and yield per recruit models for scamp,
Mycteroperca phenax. Unpull. Ms., 14 pp. SEFC, Beaufort lab.
NMFS, NOAA.
- MATHESON (R.H.) III et HUNTSMAN (G.R.), 1984.- Growth, mortality and
yield per recruit models for speckled hind and snowy grouper
from the United States South Atlantic Bight. Trans. Am. Fish.
Soc. 113 : 607-616.

- MOORE (C.M.) et LABISKY (R.F.), 1984.- Population parameters of a relatively unexploited stock of snowy grouper in the lower Florida Keys. *Trans. Am. Fish. Soc.* 113 : 322-329.
- MUNRO (J.L.) and WILLIAMS (David MCB), 1985.- Assessment and management of coral reef fisheries : Biological, environmental and Socio-economics aspects. Fifth International Coral Reef Congress, Tahiti.
- NAGELKERKEN (W.P.), 1979.- Biology of the graysby. *Epinephelus cruentatus* of the coral reef of Curacao. *Studies Fauna Curacao* 60, 118 pp.
- OLSEN (D.A.) et LAPLACE (J.A.), 1979.- A study of a Virgin Islands grouper fishery based on a breeding aggregation. *Proc. Gulf and Caribb. Fish. Inst.* 31 : 130-144.
- PAULY (D.), 1978.- A preliminary compilation of fish length growth parameters. *Berichte Inst. F. Meereskunde (KIEL)*, 55, 200 p.
- PAULY (D.), 1980.- A new methodology for rapidly acquiring basic information on tropical fish stocks : Growth, mortality, and stock recruitment relationships. In SAILA (S.B.) and REEDEL (P.M.) (ed.). *Proceeding of the international workshop on stock assessment for tropical small scale fisheries.* Int. Cent. Mar. Res. Div., Univ. Rhode Island, Sept. 1979, Kingston : 154-172.
- PAULY (D.), 1982.- Une sélection de méthodes simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux. *FAO. Circulaire sur les pêches n° 729.*
- PAULY (D.) et INGLES (J.), 1982.- Aspects of the growth and natural mortality of exploited coral reef fishes. *Proc. Fourth Int. Coral reef symp.* 1 : 89-98.
- PEREIRO (J.A.), 1977.- Estimation of growth. *Rec. Doc. Scient.. Cicta* : 62-86.
- RANDALL (J.E.), 1962.- Tagging reef fishes in the Virgin Islands. *Proc. Gulf. Carribean Fish. Inst.* 14 : 201-241.
- THOMPSON (R.) et MUNRO (J.L.), 1974a.- The biology, ecology and bionomics of the kinds and groupers, serranidae. pp. 59-81 in Munro, 1983a.
- THOMPSON (R.) et MUNRO (J.L.), 1977.- Aspects of the biology and ecology of Caribbean reef fishes : Serranidae (hinds and groupers). *J. Fish. Biol.*, 12 : 115-46.
- WRIGHT (A.), DALZELL (P.) et RICHARDS (A.) - Date non publiée. Kavieng Fisheries laboratory.

Annexe 4

Étude du rythme de dépôt des microstries sur les otolithes d'un Serranidé tropical, *Epinephelus microdon* (Bleeker), à l'aide d'un marqueur fluorescent : l'oxytétracycline

Benoît Caillart et Eric Morize

Centre ORSTOM de Brest, BP n° 70, 29263 Plouzané, France.

Received May 12, 1989; accepted July 21, 1989.

Study of the frequency of increment formation on the otoliths of a tropical Serranidae, Epinephelus microdon (Bleeker), using a fluorescent marker: oxytetracycline.

Caillart B., E. Morize, *Aquat. Living Resour.*, 1989, 2, 255-261.

Abstract

The rate of microstriae deposition on otoliths of *Epinephelus microdon* was studied using injections of a fluorescent marker, tetracycline; 14 adult fish, divided into five batches, were reared for more than 1 year and their otoliths tagged following different experimental protocols. By comparing the number of increments counted between two fluorescent marks, or between a fluorescent mark and the outer edge of the otolith, with the number of days elapsed between two injections or between one injection and the death of the fish, it was possible to state that, on average, only one microstria is formed every 2 days. This frequency varies among fish and it was shown that microstria deposition rate is positively correlated with growth, but is independent of the length of the fish. Among the hypotheses envisaged to explain the departure from the daily frequency, the only satisfactory one was that increment formation stops when skeletal growth is interrupted. This study therefore demonstrates that a validation of the periodicity of the incremental pattern is absolutely necessary prior to aging adult fish using otolith microstructure.

Keywords : French Polynesia, tropical fish, growth, otolith, tetracycline.

Résumé

Le rythme de dépôt des microstries sur les otolithes de *Epinephelus microdon* a été mesuré grâce à l'injection d'un marqueur fluorescent, la tétracycline; 14 poissons adultes répartis en cinq lots ont été maintenus en élevage pendant plus de 1 année et leurs otolithes marqués suivant des plans d'expérience différents. En comparant le nombre de microstries comptées entre deux marques fluorescentes ou entre une marque fluorescente et le bord externe de l'otolithe au nombre de jours écoulés entre deux injections ou entre une injection et le sacrifice du poisson, il a été possible d'établir qu'une microstrie est formée en moyenne tous les 2 jours. Cette fréquence varie d'un individu à l'autre et il est montré que le rythme de dépôt des stries est corrélé positivement avec la croissance du poisson mais est indépendant de sa longueur. Parmi les hypothèses envisagées pour expliquer l'écart avec la fréquence journalière, l'arrêt du dépôt des microstries, lors d'interruptions de la croissance squelettique, a été jugée comme la seule explication satisfaisante. Cette étude met donc en évidence la nécessité de valider la période de ces stries avant toute utilisation pour estimer l'âge de poissons adultes par la technique de lecture des otolithes.

Mots-clés : Polynésie française, poissons tropicaux, croissance, otolithe, tétracycline.

En étudiant les otolithes de plusieurs espèces de poissons d'eaux tempérées, Pannella (1971) a observé qu'entre deux marques annuelles, il existait environ 360 stries fines et il supposa que celles-ci étaient déposées suivant un rythme journalier. Cette technique a été développée et son champ d'application s'est élargi aux espèces issues de milieux sans conditions hydroclimatiques tranchées et donc sans marques saisonnières évidentes sur leurs pièces dures. Il est donc apparu un nouveau moyen de détermination de l'âge d'espèces tropicales notamment, utilisable aussi bien dans les milieux marins que dans les eaux douces.

Le bien fondé de l'hypothèse de Pannella (1971) a été confirmé pour une trentaine d'espèces mais pour les stades immatures uniquement. En élevant des poissons d'âge connu, Taubert et Coble (1977), Méthot et Kramer (1979), Wilson et Larkin (1980), Marshall et Parker (1982), Neilson et Geen (1982), Campana (1984) et Jones (1986) ont montré que le nombre de jours écoulés entre l'éclosion ou la mise en captivité du poisson et le sacrifice de l'animal correspond bien au nombre de stries déposées sur l'otolithe. Une autre technique largement employée pour valider l'hypothèse de Pannella (1971) consiste à incorporer une marque fluorescente sur l'otolithe, à compter le nombre d'accroissements entre la marque et le bord de l'otolithe et à le comparer au nombre de jours écoulés entre l'administration du marqueur et le prélèvement de l'otolithe. Grâce à cette technique, Wild et Foreman (1980), Campana et Neilson (1982), Ralston et Miyamoto (1983), Neilson et Geen (1985), Schmitt (1984) et Laurs *et al.* (1985) ont conclu à une fréquence journalière des microstries des otolithes pour les larves et juvéniles d'espèces diverses qu'ils ont étudiées. Par la même méthode, Odense et Logan (1974) et Beamish et Chilton (1982) ont montré que les annuli de croissance visibles sur les otolithes d'espèces d'eaux tempérées sont bien des marques annuelles.

Curieusement, très peu de tentatives de validation du rythme de dépôt des microstries sur les otolithes des poissons adultes ont été faites, alors que Pannella (1971) suggère que le nombre de microstries déposées par an diminue de façon nette avec l'apparition de la première maturité. Le Guen (1976) a montré que le nombre de stries journalières sur les otolithes est compatible avec l'interprétation des marques saisonnières pour les stades immatures de *Pseudotolithus elongatus*, mais que, pour les adultes, le comptage des microstries conduit à sous-estimer l'âge réel de plus de 30% en raison de fréquents arrêts de croissance. Brothers *et al.* (1976) ont montré que l'âge réel de *Merluccius angustimanus*, vieux de 7 à 13 ans, pouvait être sous-estimé de 2 à 3 ans par la lecture des marques journalières.

Il semble donc que la méthode de détermination de l'âge des poissons tropicaux par le comptage des stries supposées journalières ait été bien vite admise et utilisée sans que l'on trouve nécessaire de la valider.

Par une revue de près de 500 publications portant sur l'estimation de l'âge de poissons, Beamish et McFarlane (1983) indiquent que seules moins de 3 d'entre elles valident la technique utilisée pour tout les classes d'âge. Or, la plupart des modèles classiques de la dynamique des populations requièrent des courbes de croissance aussi précises que possible. L'utilisation de paramètres de croissance incorrects peut conduire à des erreurs importantes dans l'estimation de la production d'un stock donné.

Le but de l'expérience décrite ici est de mesurer la fréquence de dépôt des microstries sur les otolithes d'un poisson tropical : *Epinephelus microdon* au stade adulte. Cette espèce a été choisie parce qu'elle fait l'objet d'une exploitation commerciale. Pour mesurer le rythme de dépôt des microstries, les poissons ont été placés en captivité et nous avons employé la technique qui consiste à incorporer à l'otolithe un ou plusieurs marques fluorescentes persistantes et à compter le nombre de stries visibles entre deux marques espacées par une période de temps connue ou entre une marque et le bord de l'otolithe. En comparant le nombre de microstries au nombre de jours écoulés entre deux marquages, on obtient une approximation du rythme de dépôt des stries.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'espèce étudiée est *Epinephelus microdon* (Bleeker). Elle appartient à la famille des Serranidae. C'est une espèce robuste qui résiste bien aux manipulations telles que le transport et le marquage. De plus, c'est une espèce sédentaire la majeure partie de l'année qui s'adapte à l'élevage en bassin de façon satisfaisante. Des espèces proches font d'ailleurs l'objet d'une production aquacole non négligeable dans le Sud-Est asiatique. Les otolithes de cette espèce sont larges (environ 5 mm), durs, et donc facilement utilisables pour différents travaux.

Les 14 poissons étudiés proviennent de l'atoll de Tikehau (15°S, 148°10'W). Ils ont tous été pêchés à la ligne sur des fonds inférieurs à 15 m de façon à éviter les problèmes de dilatation de la vessie natatoire dus à une décompression trop rapide. D'abord stockés en mer dans de petits viviers à parois de grillage qui permettaient un renouvellement permanent de l'eau, les animaux ont été ensuite transférés du bateau vers leur lieu d'élevage définitif (IFREMER, Centre océanologique du Pacifique, Tahiti), après un voyage d'une vingtaine d'heures par bateau. Les poissons ont été placés dans des bassins d'élevage de forme circulaire, contenant environ 1,5 m³ d'eau de mer. L'eau du bassin était renouvelée en permanence. Les poissons étaient nourris une fois par jour avec un mélange de poissons et de farine de poisson suivant une dose d'environ 10% du poids frais du poisson. L'expérience a duré plus de 1 année, du 28 novembre 1985 au 27 janvier 1987.

Au départ, tous les poissons ont été marqués avec une marque « Floy Tag » dans le but de les différencier. Ils ont ensuite été répartis en cinq lots et les injections d'oxytétracycline faites suivant le plan d'expérience décrit dans le *tableau 1*.

Tableau 1. — Plan de l'expérience sur les *Epinephelus microdon* (dates : dates de traitement des différents lots; + injection d'oxytétracycline; ○ pas d'injection).

Experimental design on Epinephelus microdon (dates: dates of batch processing; + oxytetracycline injections; ○ no injection).

	28 novembre 1985	24 janvier 1986	10 avril 1986	31 octobre 1986	27 janvier 1987
Lot n° 1 (3 poissons)	○	+	○	○	mort
Lot n° 2 (3 poissons)	○	+	+	○	mort
Lot n° 3 (3 poissons)	○	+	○	+	mort
Lot n° 4 (4 poissons)	○	+	+	+	mort
Lot n° 5 (1 poisson)	+	○	○	+	mort

Les marquages chimiques ont été effectués par injection dans les muscles dorsaux d'une solution d'oxytétracycline à raison d'une dose de 50 mg de produit actif par kilogramme de poids frais.

Milch *et al.* (1958) ont montré que la fluorescence apparaissait très rapidement dans les zones de calcification après l'injection de la tétracycline. Ces marquages peuvent donc servir de « dateurs » (Van Coillie, 1967). A chaque marquage les longueurs à la fourche des poissons sont notées.

Des trois paires d'otolithes existantes, les sagitta ont été étudiés car ils sont plus larges et plus faciles à extraire que les lapillus et les asteriscus. Une fois récupérés, les otolithes ont été conservés pendant 6 mois à l'abri de la lumière dans des conditions de températures normales avant d'être analysés. Ils ont alors été inclus dans de la résine puis préparés pour le comptage. Caillart *et al.* (1986), donnent les détails de la méthode de comptage des microstries que nous rappellerons.

Chaque inclusion est découpée selon l'axe transversal de l'otolithe en passant impérativement par le nucleus. La face de l'un des deux blocs de résine ainsi obtenus, où se trouve la coupe de l'otolithe, est collée avec une colle au cyanocrylate sur une lame de verre. Ensuite une deuxième coupe d'environ 100 µm d'épaisseur est effectuée. Pour augmenter les contrastes entre les parties calcifiées et les parties organiques du sagitta, la lame mince ainsi obtenue est attaquée une dizaine de secondes à l'acide chlorhydrique à 10% sous la loupe binoculaire à l'aide d'un pinceau fin. La coupe est ensuite rincée à grande eau et séchée. Elle est alors prête pour la lecture sous immersion au grossissement G × 1 000 au microscope optique. Cette technique de préparation des otolithes est maintenant utilisée avec succès dans différents laboratoires de l'ORSTOM notamment. Pour les poissons adultes, Campana et Neilson (1985) recommandent de procéder à un polissage de l'otolithe. La méthode décrite ici est basée sur l'étude de coupes fines des sagitta. Un polissage de ces coupes n'améliore pas le contraste

entre les parties organiques et minérales et rend même plus confus l'interprétation des coupes.

Pour repérer la trace laissée par la tétracycline, sa propriété fluorescente a été utilisée. La lame mince a

été éclairée avec une lampe à mercure d'une puissance de 50 W. La longueur d'onde d'excitation était limitée entre 450 et 490 nm par un filtre bande-passante et un deuxième filtre supprimait les longueurs d'onde supérieures à 515 nm afin d'atténuer les phénomènes d'autofluorescence. La trace épifluorescente laissée par la tétracycline apparaissait ainsi nettement sur fond noir. En repassant en lumière normale, il était possible de repérer très exactement sur la lame mince la ou les stries fluorescentes. La forme régulière de l'anneau fluorescent et son parallélisme avec les stries d'accroissement permettaient de distinguer aisément ces marques provoquées des marques autofluorescentes causées principalement par des ruptures dans la macrostructure du sagitta.

Il restait à compter le nombre de stries entre les deux stries extrêmes repérées sous ultraviolet. Une microstrie est composée d'une maille calcifiée claire de matière organique et d'une bande opaque plus fine composée de fibres organiques denses non calcifiées (Tanaka *et al.*, 1981). Les lignes épifluorescentes n'étant pas toujours nettes, l'espace entre deux lignes n'était pas matérialisable sur la totalité du pourtour de l'otolithe. Nous n'avons compté les microstries que sur les bandes bien délimitées par deux stries fluorescentes et aux endroits où ces bandes étaient les plus larges ou sur les bandes délimitées par une strie fluorescente et le bord de l'otolithe pour le dernier marquage à la tétracycline.

RÉSULTATS

La marque fluorescente sur les otolithes provoquée par l'injection d'oxytétracycline était visible chez tous les *Epinephelus microdon* traités sans exception. Elle était de la largeur d'une microstrie dans la majorité des otolithes étudiés mais pouvait déborder sur la microstrie formée après. Dans ce cas, les comptages ont été faits à partir de la première marque fluorescente. Les résultats de l'expérience sont présentés dans

Tableau 2. — Résultats des comptages des microstries sur les otolithes et gain de croissance des *Epinephelus microdon* pendant l'expérience (Tps : temps écoulé entre deux marquages en jours; Stries : nombre de stries compté entre deux marques; L_i : longueur initiale du poisson; L_f : longueur finale; $L_f - L_i$: accroissement de taille).

Results of counts of microstriae on otoliths and growth of *Epinephelus microdon* during the experiment. Tps: time in days elapsed between two marks; Stries: number of striae counted between two marks; L_i : initial length of fish; L_f : final length; $L_f - L_i$: growth.

Poisson n°	Lot n°	Tps (j)	Nombre de stries	L_i (mm)	L_f (mm)	$L_f - L_i$ (mm)
1	1	368	178	230	280	50
2	1	368	175	235	250	15
3	1	368	203	235	280	45
4	2	76	40	230	240	10
4	2	292	166	240	260	20
5	2	76	65	275	285	10
5	2	292	188	285	340	55
6	2	76	41	330	345	15
6	2	292	142	345	370	25
7	3	280	155	275	330	55
7	3	88	44	330	330	0
8	3	280	147	335	380	45
8	3	88	22	380	380	0
9	3	280	153	320	360	40
9	3	88	50	360	360	0
10	4	76	30	255	255	0
10	4	204	80	255	270	15
10	4	88	44	270	280	10
11	4	76	44	320	330	10
11	4	204	78	330	350	20
11	4	88	33	350	355	5
12	4	76	32	295	305	10
12	4	204	115	305	345	40
12	4	88	36	345	345	0
13	4	76	58	240	255	15
13	4	204	156	255	310	55
13	4	88	51	310	320	10
14	5	337	192	305	345	40
14	5	88	35	345	345	0

le tableau 2. Pour chaque otolithe de poisson étudié, nous avons fait la moyenne des comptages de microstries effectués par au moins deux opérateurs différents, après avoir constaté qu'ils ne divergeaient pas plus de 10%. Pour les poissons du lot n° 1 qui n'ont reçu qu'une injection de tétracycline, le comptage des microstries s'est fait de la marque fluorescente laissée par le marquage, au bord externe de l'otolithe. Les poissons des autres lots ont reçu plusieurs injections, deux pour les poissons des lots n°s 2, 3 et 5, trois pour les poissons du lot n° 4. Les premiers comptages de microstries ont donc été faits entre deux anneaux fluorescents et le dernier, entre la marque fluorescente et le bord externe de l'otolithe. La comparaison du nombre moyen de microstries entre deux repères temporels avec le nombre de jours écoulés montre qu'il est compté beaucoup moins de stries que de jours. Le minimum de stries a été compté sur le *E. microdon* n° 8 : lors de son deuxième traitement, il

n'a été déposé que 22 microstries en 88 jours, soit un rythme d'environ une strie tous les 4 jours. Le nombre maximal de stries a été compté sur le poisson n° 5 lors de son premier marquage, il a été déposé 65 microstries de croissance en 76 jours, soit une moyenne de 1,17 jour pour déposer une strie. Il existe donc une grande variation dans le temps moyen de formation des microstries en fonction des animaux étudiés.

A côté des résultats de comptage des microstries entre deux marquages et jusqu'au prélèvement de l'otolithe les croissances en longueur des *Epinephelus microdon* dans les bassins sont indiquées.

Mesure de la fréquence de dépôt des microstries

La régression linéaire entre le nombre de stries (N_s , variable dépendante) et le nombre de jours (N_j , variable indépendante) a permis d'estimer le nombre de stries déposées par jour. Les deux variables sont fortement corrélées ($r=0,96$). L'équation de la droite de régression ainsi obtenue est :

$$N_s = 0,54 \cdot N_j - 2,09. \tag{1}$$

Les résultats graphiques sont présentés sur la figure 1. L'intervalle de confiance de la pente de la droite de régression est de 0,06 ($p > 0,95$; 27 d. d. l.). La pente de la droite de régression est donc de 0,54 ce qui est très différent de 1. Il permet de conclure que pour *Epinephelus microdon*, au stade adulte, il est déposé en moyenne moins d'une microstrie par jour sur les otolithes. Il faut environ 2 jours pour constituer une strie d'accroissement, dans les conditions de l'expérience. Il ne s'agit là bien sûr que d'une valeur mathématique moyenne qui ne correspond a priori à aucune réalité physiologique.

Influence de la longueur du poisson sur la fréquence de dépôt des microstries

Dans le but de vérifier si la longueur du poisson avait une influence sur le rythme de dépôt des microstries sur les otolithes, nous avons calculé la régression linéaire entre le nombre de jours nécessaires pour déposer une strie (N_j/s) et la longueur moyenne du poisson (L_{moy}) calculée comme la moyenne arithmétique des longueurs à la fourche aux bornes de l'intervalle de temps considéré. Les variables ont un faible coefficient de corrélation, soit 0,36. Le calcul donne l'équation suivante :

$$L_{moy} = 4,60 \cdot 10^{-3} \cdot N_j/s + 0,61. \tag{2}$$

L'écart-type du coefficient de régression ainsi calculé est $\sigma = 2,29 \cdot 10^{-3}$. Un test *t* montre que la pente de la droite n'est pas significativement différente de 0 ($p > 0,95$; $t = 2,01$; 27 d. d. l.). Il est donc possible de conclure que le nombre de jours nécessaires pour

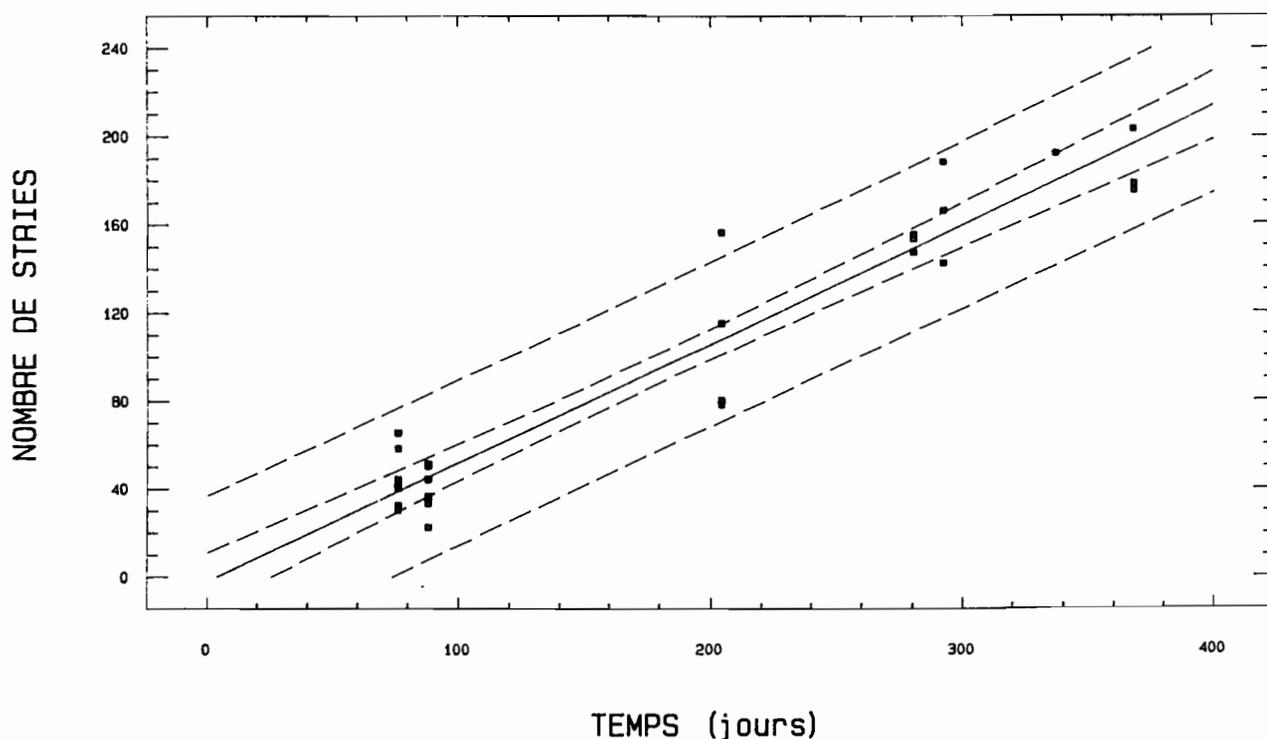


Figure 1. — Régression linéaire du nombre de stries (N_s) comptées sur l'otolithe de *Epinephelus microdon* contre le nombre de jours écoulés entre deux injections de tétracycline ou entre une injection et le bord de l'otolithe (Temps).

*Linear regression of the number of striae (N_s) on the otolith of *Epinephelus microdon* versus the number of days elapsed between two injections or between injection and the outer edge of the otolith (Temps).*

déposer une strie est en fait indépendant de la longueur du poisson, dans la gamme des longueurs considérées (entre 230 et 380 mm) et dans les conditions d'élevage définies plus haut.

Relation entre croissance journalière et nombre de microstries

Le Guen (1976) a considéré qu'en périodes d'arrêt de croissance, il n'était plus forcément déposé d'annuli sur les otolithes. Pour le vérifier, nous avons calculé la régression linéaire entre le nombre de jours nécessaires pour déposer une strie (N_j/s) et l'accroissement journalier en longueur (T_c). Le coefficient de corrélation entre ces deux variables est de $-0,62$. L'équation de la droite de régression s'écrit :

$$T_c = -4,56 \cdot N_j/s + 2,51. \quad (3)$$

L'écart-type de la pente étant de 1,11, cette valeur est significativement différente de 0 (test t : $p > 0,95$; $t = 4,09$; 27 d. d. l.). Il apparaît donc qu'il existe une relation entre la croissance journalière et le nombre de jours pour déposer une strie : plus la vitesse de

croissance est faible, plus le rythme de dépôt des microstries est lent.

DISCUSSION

Les résultats de notre expérience vont à l'encontre de l'hypothèse de Pannella (1971). Les microstries ne sont pas déposées sur les otolithes de *Epinephelus microdon* adulte suivant un rythme journalier. La périodicité moyenne des stries calculée (environ une strie tous les 2 jours) est singulièrement différente de celle généralement admise (une strie par jour) et aurait conduit à sous-estimer l'âge réel d'un facteur voisin de 2 si aucune tentative de validation de la période des stries n'avait été faite.

La validité des résultats présentés est liée aux conditions de l'expérience. L'influence que pourrait avoir la captivité sur le rythme métabolique des *Epinephelus microdon* étudiés est difficile à évaluer. Plusieurs études ont montré qu'une variation des paramètres environnementaux d'élevage peut induire une perturbation du rythme de dépôt des microstries. Ainsi, des variations sensibles de la photopériode (Taubert et

Coble, 1977; Campana et Neilson, 1982; Geffen, 1982), de la température (Taubert et Coble, 1977; Marshall et Parker, 1982) et de la fréquence de distribution des repas (Pannella, 1980; Neilson et Geen, 1982, 1985) ont dans certains cas provoqué des fréquences de dépôt des microstries sur les otolithes différentes de la fréquence journalière. L'expérience décrite ici a été conduite dans des bassins à terre, situés en plein air — donc soumis à une photopériode naturelle — et alimentés en continu par de l'eau pompée dans l'océan dont la température est à peu près identique à celle à laquelle vit *E. microdon*. De plus, la distribution quotidienne des repas devrait entraîner un rythme de dépôt des microstries journalier, plutôt que de le perturber. Ainsi, la probabilité pour que ces paramètres d'élevage soient responsables de la périodicité des stries mesurée est donc très faible.

L'écart entre la période de dépôt des stries observée chez *Epinephelus microdon* adulte et la période journalière généralement postulée peut s'expliquer de deux façons. La première hypothèse est que les stries journalières existent bien mais elles sont invisibles à l'observateur. La méthode employée pour préparer les otolithes permet une lecture claire des microstries mais Campana *et al.* (1987) et Jones et Brothers (1987) indiquent que si celles-ci deviennent trop serrées, leur largeur peut être inférieure au pouvoir de résolution d'un microscope optique (0,20 µm-Eastman Kodak Co, 1980 in Campana et Neilson, 1985) et deviennent ainsi invisibles à l'observateur. Sur un sous-échantillon de l'otolithe, nous avons pu constater que la largeur des microstries est comprise entre 2 et 5 µm, jamais moins. Le seuil du pouvoir de résolution du microscope est bien en deçà de ces valeurs. Il est donc peu probable que cette hypothèse puisse expliquer de façon satisfaisante les résultats obtenus. Récemment, Davies *et al.* (1988) ont montré l'existence d'une solution alternative: par une étude approfondie des otolithes de *Pseudocyttus maculatus* et de *Alloctytus* sp. au microscope électronique, ces auteurs ont mis en évidence le fait que chez des individus adultes des espèces étudiées, la structure cristalline de l'otolithe est par endroits si complexe et si confuse qu'elle masque la séquence des microstries quand elles existent. L'otolithe est alors jugé inadéquat pour toute tentative de détermination de l'âge. Un tel phénomène pourrait exister chez *E. microdon* et expliquerait ainsi que certaines stries soient invisibles.

La deuxième hypothèse présentée pour expliquer la période de dépôt des stries mesurée est que les microstries d'accroissement cessent d'être déposées en certaines périodes. L'étude des croissances des poissons dans les bassins a montré que le rythme de dépôt des microstries est indépendant de la longueur du poisson mais est corrélé positivement à la croissance en longueur. En étudiant les otolithes de *Scopthalmus maximus* et de *Clupea harengus harengus*, Geffen (1982) a conclu que le nombre de stries déposées par jour était

une fonction de la croissance journalière moyenne poisson. McGurck (1984) aboutit aux mêmes conclusions en étudiant les otolithes des larves de *Clupea harengus pallasi*. Antérieurement, Taubert et Col (1977) et Méthot et Kramer (1979) avait également remarqué que les stries d'accroissement semblaient cesser d'être formées sur les otolithes quand la croissance était ralentie par des conditions expérimentales défavorables. Les résultats obtenus sur *Epinephelus microdon* permettent d'aboutir aux mêmes conclusions. La croissance des otolithes et celle du poisson sont fortement corrélées (Strusaker et Uchiyama, 1976; Taubert et Coble, 1977). On pourrait donc facilement admettre que pour une croissance en longueur nulle, l'otolithe ne s'accroît plus et qu'il n'y a pas de stries en formation. Les moments où la croissance s'arrête correspondraient aux zones de discontinuités observées lors des comptages et fréquemment chez d'autres poissons téléostéens adultes (Brouard *et al.*, 1983). Les microstries seraient alors formées de façon intermittente suivant une fréquence journalière et le dépôt cesserait dès que la croissance tend vers zéro. Dans le milieu naturel, la reproduction, un stress important ou un jeûne prolongé sont reconnus comme étant des facteurs capables de provoquer des interruptions de la croissance squelettique. Dans les conditions d'élevage, le stress est probablement la principale cause de perturbation de la croissance. Les poissons étudiés présentaient des gonades développées mais ils n'ont pas émis de produits sexuels pendant l'expérience car, dans le lagon, les *Epinephelus microdon* se reproduisent au mois d'avril sous l'influence conjuguée de facteurs environnementaux et de facteurs sociaux (Caillart, 1988). L'isolement d'un lot d'une taille réduite dans un bassin a très probablement empêché le déclenchement du processus de ponte.

Cette étude est, à notre connaissance, la première qui montre clairement que les microstries ne se déposent pas en moyenne quotidiennement sur les otolithes. Elle montre qu'il est indispensable d'étudier la périodicité de ces marques particulières, en préalable à toute utilisation pour estimer l'âge d'un poisson adulte. Au vu des résultats obtenus sur *Epinephelus microdon*, la méthode de lecture des marques « journalières » est très peu fiable et doit être largement repensée.

RÉFÉRENCES

- Beamish R. J., D. E. Chilton, 1982. Preliminary evaluation of a method to determine the age of sablefish (*Anoplopoma fimbria*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39**, 277-287.
- Beamish R. J., G. A. McFarlane, 1983. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **112**, 735-743.

- Brothers E. B., C. P. Mathews, R. Lasker, 1976. Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishes. *Fish. Bull.*, **74**, 1-8.
- Brouard F., R. Grandperrin, M. Kulbicki, J. Rivaton, 1983. Notes sur les lectures de stries journalières observées sur les otolithes des poissons démersaux profonds à Vanuatu. Mission ORSTOM de Port-Vila, *Notes et Doc. Océanogr.*, **8**, 9 p.
- Caillart B., 1988. Étude d'une pêcherie artisanale de l'archipel des Tuamotu (Polynésie Française). Biologie, ethologie et dynamique des populations d'une espèce caractéristique: *Naso brevirostris* (Poisson-Acanthuriidae). ORSTOM-Tahiti, *Notes et Doc. Océanogr.*, **38**, 235 p.
- Caillart B., M. Franc de Ferrière, E. Morize, 1986. Croissance de deux espèces de poissons du lagon, *Lethrinus miniatus* (Schneider) et *Lutjanus fulvus* (Schneider), évaluée par la lecture des otolithes in Contribution à l'étude de l'atoll de Tikehau, III, ORSTOM-Tahiti, *Notes et doc. Océanogr.*, **30**, 1-44.
- Campana S., 1984. Interactive effects of age and environmental modifiers on the production of daily growth increments in otoliths of *Porichthys notatus*. *Fish. Bull.*, **82**, 165-177.
- Campana S. E., J. A. Gagne, J. Munro, 1987. Otolith microstructure of larval herring (*Clupea harengus*): image or reality? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **44**, 1922-1929.
- Campana S. E., J. D. Neilson, 1982. Daily growth increments in otoliths of starry Flounder (*Platichthys stellatus*) and the influence of some environmental variables in their production. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39**, 937-942.
- Campana S. E., J. D. Neilson, 1985. Microstructure of fish otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42**, 1014-1032.
- Davies N. M., R. W. Gauldie, S. A. Crane, R. K. Thompson, 1988. Otolith ultrastructure of smooth oreo, *Pseudocyttus maculatus*, and black oreo, *Alloctytus* sp., species. *Fish. Bull.*, **86**, 499-515.
- Geffen A. J., 1982. Otolith ring deposition in relation to growth rate in herring (*Clupea harengus*) and turbot (*Scophthalmus maximus*) larvae. *Mar. Biol.*, **71**, 317-326.
- Jones C., 1986. Determining age of larval fish with the otolith increment technique. *Fish. Bull.*, **84**, 91-103.
- Jones C., E. B. Brothers, 1987. Validation of the otolith increment aging technique for striped bass, *Morone saxatilis*, larvae reared under suboptimal feeding conditions. *Fish. Bull.*, **85**, 171-178.
- Laurs R. M., R. Nishimoto, J. A. Wetherall, 1985. Frequency of increment formation on sagittae of North Pacific albacore (*Thunnus alalunga*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42**, 1552-1555.
- Le Guen J. C., 1976. Utilisation des otolithes pour la lecture de l'âge des Scianidés intertropicaux. Marques saisonnières et journalières. *Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr.*, **14**, 331-338.
- Marshall S. L., S. S. Parker, 1982. Pattern identification in microstructure of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39**, 542-547.
- McGurk M. D., 1984. Ring deposition in the otoliths of larval Pacific herring, *Clupea harengus pallasi*. *Fish. Bull.*, **82**, 113-120.
- Methot R. D. Jr, D. Kramer, 1979. Growth of Northern Anchovy, *Engraulis mordax*, larvae in the sea. *Fish. Bull.*, **77**, 413-423.
- Milch A. R., D. P. Rall, J. E. Tobie, 1958. Fluorescence of tetracycline antibiotics in bone. *J. Bone Jt Surg.*, **40 A**, 897-170.
- Neilson J. D., G. H. Geen, 1982. Otoliths of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*): daily growth increments and factors influencing their production. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39**, 1340-1347.
- Neilson J. D., G. H. Geen, 1985. Effects of feeding regimes and diel temperature cycles on otolith increment formation in juvenile chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*. *Fish. Bull.*, **83**, 91-101.
- Odense P. H., V. H. Logan, 1974. Marking Atlantic salmon (*Salmo salar*) with oxytetracycline. *J. Fish. Res. Board Can.*, **31**, 348-350.
- Pannella G., 1971. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. *Science*, **173**, 1124-1127.
- , 1980. Growth patterns in fish sagittae. In: Skeletal growth of aquatic organisms: biological records of environmental change, D.C. Rhoads, R. A. Lutz éd., Plenum Press, New York, 519-560.
- Ralston S., G. T. Miyamoto, 1983. Analysing the width of daily otoliths increments to age the Hawaiian snapper, *Pristipomoides filamentosus*. *Fish. Bull.*, **81**, 523-536.
- Schmitt P. D., 1984. Marking growth increments in otoliths of larval and juvenile fish by immersion in tetracycline to examine the rate of increment formation. *Fish. Bull.*, **82**, 237-241.
- Struhsaker P., J. H. Uchiyama, 1976. Age and growth of the nehu, *Stolephorus purpureus* (Engraulidae), from the Hawaiian islands as indicated by daily growth increments of sagittae. *Fish. Bull.*, **74**, 9-17.
- Tanaka K., Y. Mugiya, Y. Yamada, 1981. Effects of photoperiod and feeding on daily growth patterns in otoliths of juveniles *Tilapia nilotica*. *Fish. Bull.*, **79**, 459-466.
- Taubert B. D., D. W. Coble, 1977. Daily rings in otoliths of three species of *Lepomis* and *Tilapia mossambica*. *J. Fish. Res. Board Can.*, **34**, 332-340.
- Van Coillie R., 1967. Étude à l'aide de tétracyclines de la croissance périodique des écailles de téléostéens. *Naturaliste Can.*, **94**, 29-58.
- Wild A., T. J. Foreman, 1980. The relationship between otolith increments and time for yellowfin and skipjack tuna marked with tetracycline. *Interam. Trop. Tuna. Comm. Bull.*, **17**, 509-560.
- Wilson K. H., P. A. Larkin, 1980. Daily growth rings in the otoliths of juvenile Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **37**, 1495-1498.

Annexe 5

Structures de taille de deux espèces de poisson de l'atoll inexploité TOAU.

Longueur(cm)	<i>Epinephelus microdon</i>	<i>Lethrinus miniatus</i>
20	1	
21	2	
22	4	
23	5	
24	3	
25	5	
26	6	
27	5	
28	3	
29	4	
30	2	
31	1	
32	10	
33	0	
34	2	
35	1	
36	1	
37	3	
38	2	
39	1	
40	7	
41	2	4
42	6	0
43	4	3
44	5	0
45	7	0
46	7	8
47	6	0
48	2	0
49	4	3
50	0	0
51	0	4
52	0	4
53	1	3
54	0	4
55	1	9
56		0
57		3
58		4
59		7
60		5
61		13
62		5
63		3

Annexe 6

Débarquements par classe de taille moyennés sur les différentes années

Longueur	<i>Lethrinus miniatus</i> 1983-1984 à 1986- 1987	<i>Lutjanus gibbus</i> 1983-1984 à 1986- 1987	<i>Caranx melampygus</i> 1983-1984 à 1986- 1987
20		147	26
21		612	43
22		2238	119
23		4964	455
24		6416	1163
25		6955	1496
26		6530	1707
27	49	4002	3509
28	30	2853	4055
29	54	2402	4127
30	180	1891	4064
31	222	1147	3153
32	496	812	2988
33	762		2517
34	943		2457
35	1072		1449
36	1535		1233
37	1570		539
38	1641		745
39	1841		667
40	2008		535
41	2118		91
42	2227		337
43	2212		292
44	2226		161
45	2266		75
46	1752		45
47	1565		48
48	1328		119
49	1408		
50	1076		
51	813		
52	1068		
53	1110		
54	780		
55	654		
56	654		
57	364		
58	359		
59	220		
60	94		

Annexe 6 (suite)

Débarquements par classe de taille moyennés sur les différentes années

Longueur	<i>Epinephelus microdon</i> 1985-1986 et 1986- 1987	<i>Lutjanus fulvus</i> 1983-1984 à 1985- 1986	<i>Acanthurus xanthopterus</i> 1985-1986 et 1986- 1987
20	7	2801	
21	32	8115	
22	128	11886	
23	11	11887	
24	271	5025	
25	431	2900	
26	634	1075	
27	521	404	
28	422	80	
29	941		
30	736		
31	426		2
32	384		6
33	789		23
34	675		55
35	552		117
36	1012		162
37	1607		344
38	1308		291
39	1578		577
40	2168		551
41	1559		328
42	1491		364
43	766		238
44	670		205
45	966		84
46	1342		31
47	884		27
48	1694		
49	544		
50	418		
51	65		