

SPC/Fisheries 17/WP.12

16 juillet 1985

ORIGINAL : FRANCAIS

COMMISSION DU PACIFIQUE SUD

DIX-SEPTIEME CONFERENCE TECHNIQUE REGIONALE DES PECHEES  
(Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 5 - 9 août 1985)

LES POISSONS PROFONDS DE LA PENTE RECIFALE EXTERNE  
A VANUATU

par

F. Brouard

et

R. Grandperrin\*

577/85

---

\* Centre ORSTOM  
B.P. A5, NOUMEA  
Nouvelle-Calédonie

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 23071, ex 1

Cpte : A

# LES POISSONS PROFONDS DE LA PENTE

## RECIFALE EXTERNE A VANUATU

### Table des matières

	Pages
RESUME .....	3
SUMMARY .....	4
INTRODUCTION .....	7
GENERALITES .....	9
1. Géographie .....	9
2. Caractéristiques du milieu marin .....	11
3. La pêche artisanale .....	14
MATERIEL ET METHODES .....	17
1. Collecte des données .....	17
. Etude détaillée des débarquements du Service des Pêches .....	17
. Enquêtes sur les débarquements dans les îles .....	18
. Campagne exploratoire .....	19
2. Saisie et traitement des données .....	19
3. Unité d'effort de pêche .....	19
RESULTATS DES PECHEES .....	22
1. Résultats globaux .....	22
2. Espèces répertoriées .....	26
3. Importance respective des espèces .....	29
4. Répartitions bathymétriques .....	31
. Extension verticale des habitats .....	31
. Evolution des C.P.U.E. avec la profondeur .....	34
. Evolution de la diversité avec la profondeur .....	39
5. Variations nycthémérales .....	41
6. Variations saisonnières .....	48
7. Influence de divers facteurs .....	51
. Compétence du pêcheur .....	51
. Type de fond .....	52
. Eclaircissement .....	53
. Appâts .....	53
8. Associations d'espèces .....	55

ETUDE DES TAILLES .....	60
1. Distributions des fréquences de tailles .....	60
2. Variation des tailles avec la profondeur .....	65
3. Sélectivité .....	65
4. Relations longueur-poids .....	69
REPRODUCTION .....	71
1. Maturation sexuelle .....	71
2. Taille de maturité sexuelle .....	76
CROISSANCE ET MORTALITE .....	79
1. Croissance .....	79
. Ageage par otolithométrie .....	80
. Analyse des distributions de fréquences de longueur ..	83
. Détermination du taux de croissance par auximétrie ...	89
2. Mortalité .....	92
. Mortalité totale .....	92
. Mortalité naturelle .....	93
PRODUCTION .....	95
1. Similitude des files Hawaï et de Vanuatu .....	96
2. Estimation de la production potentielle de Vanuatu .....	97
CONCLUSIONS .....	100
REMERCIEMENTS .....	105
BIBLIOGRAPHIE .....	106
Annexe 1 - Livre de bord utilisé par le Service des Pêches pour la pêche artisanale .....	114
Annexe 2 - Feuilles d'enquêtes utilisées dans les opérations de développement des pêches au niveau du village .....	115
Annexe 3 - Saisie et traitement des données .....	116
Annexe 4 - Logiciel d'analyse des distributions de fréquences de tailles dérivé du programme ELEFAN I de PAULY et DAVID (1981) .....	123
Annexe 5 - Restructuration des échantillons ( <i>Pristipomoides multidens</i> ) .....	129
Annexe 6 - Chalutage sur des hauts-fonds en Nouvelle-Calédonie : caractéristiques des traits et captures pondérales d' <i>Etelis carbunculus</i> et d' <i>Etelis coruscans</i> , d'après les données de BARRO (1980) .....	131

## RESUME

Cette étude concerne les poissons démersaux profonds vivants sur les pentes récifales externes de Vanuatu. Les généralités traitent notamment de l'environnement physique qui est caractérisé par une assez grande stabilité aux profondeurs habituelles de capture. Les résultats de plus de 2 000 sorties de pêche pratiquées à bord de petites embarcations ont été pris en compte, dont près de 700 dans le détail. Les *ETELIDAE* forment la majorité des prises. L'étude des fluctuations des C.P.U.E. en fonction de la profondeur et du cycle nycthémeral permet d'attribuer aux différentes espèces une répartition superficielle, intermédiaire ou profonde et des tendances diurnes ou nocturnes. La matrice d'association établie à partir des fréquences de capture conduit à définir des groupements d'espèces, chacun d'eux correspondant à des conditions de pêche précises. Les fluctuations saisonnières sont peu marquées. L'analyse des fréquences de taille montre qu'au sein d'une espèce donnée, les grands individus fréquentent les eaux les plus profondes alors que les plus superficielles sont l'habitat préférentiel des petits. Malgré une activité sexuelle intense au printemps, la reproduction semble s'étaler sur toute l'année. La sélectivité des lignes est telle que les grandes espèces entrent dans la pêcherie bien avant d'avoir atteint leur maturité sexuelle. La lecture d'otolithes et le suivi des progressions modales des distributions de fréquences de tailles montrent que la croissance est lente. Du calcul des coefficients de mortalité, il ressort que les stocks sont vierges. D'une manière générale, les espèces les plus profondes seraient plus sensibles à une exploitation intensive que les espèces intermédiaires. Une estimation des P.M.E. a été tentée pour chaque île et pour l'ensemble de l'archipel.

## SUMMARY \*

This document deals with deep snapper caught on the outer-reef slope of the islands of Vanuatu which are located in the tropical zone of the South-West Pacific Ocean (Fig. 1).

1. Bottom fishing for deep snapper is considered to take place over depths ranging from 100 m to 400 m. The area of sea floor extending between these depths was estimated to be 7 360 square km with an average slope of 10 %. General features of hydrological environment show that mean conditions prevailing at fishing depths are fairly stable throughout the year (Fig. 3).

2. More than 2 000 fishings trips carried out on board small boats have been taken into account, of which about 700 were analysed in detail. In addition, experimental longlining was carried out during exploratory fishing surveys. Most of the fish were identified, measured and weighed ; otoliths and gonads were taken. Skippers were interviewed so as to obtain detailed information on each fishing trip. Data were captured and processed on a micro-computer. The best measure of fishing effort seems to be the reel hour.

3. The average catch per unit effort (C.P.U.E.) was 3.04 kg/hour (Table 3). Values of C.P.U.E. for other areas from within the region are given in Table 5. A total of 107 species were caught (Table 7). Fish belonging to the *Etelidae* family formed the bulk of the catches although the families *Serranidae* and *Lutjanidae* were well represented (Table 8).

4. The depth range for 84 species is shown in Fig. 8. C.P.U.E.'s calculated for the main species show fluctuations with depth (Fig. 9) ; some species are caught in shallower water whilst others are caught in deeper water. The index of specific diversity decreases as depth increases. As a result, it is considered that deep resources are more sensitive to fishing pressure than shallower ones. Total catches made at day time and night time were compared (Fig. 10). For the main species, Figs. 11 and 12 show that some are caught more frequently during the day than during the night ; however, many are caught both by day and

---

\* Texte en anglais seulement

night (Figs. 11 and 12, Table 12). There is a tendency for some species to migrate upwards by 40 m - 80 m during the night, descending again in the daytime (Figs. 10 and 12). Seasonal fluctuations do not seem to be clear although some general trends are noticeable (Fig. 13). Various factors influencing the catches were considered : skill of the skipper, type of bottom, moon phase and type of bait. The average bait : catch ratio is 1 : 13 (Table 13).

5. A matrix for cluster analysis was established using catch record data (Fig. 14). This allowed several different groupings of species to be identified. These indicated that all the species within one grouping were caught at the same depth, time of day and probably on the same type of bottom.

6. An analysis of length-frequency distribution shows that the maximum sizes of fish may vary from one country to another (Table 14). Sizes of fish increase with increasing depth (Fig. 16). Length-weight relationships were calculated for 34 species (Table 15).

7. Reproduction occurs throughout the year but peaks in sexual activity take place during spring and summer (Table 17, Fig. 18). The selective property of lines and hooks is such that the large species like *Etelis carbunculus* and *E. coruscans* enter the fishery before they have reached their sexual maturity. These species are therefore more sensitive to exploitation than the smaller ones like *Pristipomoides* spp. for which a large part of the brood stock is never recruited to the fishery (Table 19).

8. Growth rates were estimated from daily growth rings on otoliths (Figs. 19 to 23). They were also calculated by analysing length-frequency distribution. The second method is derived from Pauly's programme called ELEFAN I (Electronic Length-Frequency Analysis) in which the growth parameters kept amongst many others are the ones which best explain the specific-structure of a set of length-frequency samples. The alteration to Pauly's method is illustrated in Fig. 24 and in Appendices 4 and 5. Fig. 25 shows the growth curve obtained for *Pristipomoides multidentis*. Growth was also estimated using an average value of Pauly's "Index of growth performance" calculated for the main species (Table 20). Whatever method is used, it seems that the large species which live in deep water like *Etelis* spp. do not grow as fast as the ones living in shallower water like *Pristipomoides* spp.

9. The parameter of total mortality  $Z$  was estimated by two methods. In the first one the natural logarithms of fish numbers were plotted against their age (Fig. 26). The second method was based on Beverton and Holt's relationship (Table 21). The natural mortality parameter  $M$  was predicted from Pauly's empirical relationship in which the mean environmental temperature and growth parameter are linked. The data shown in Table 21 leads to the conclusion that the resources are virgin.

10. The lack of a long series of C.P.U.E. data does not allow the calculation of the maximum sustainable yield (M.S.Y.). However, results obtained in Hawaii were applied to Vanuatu where the general environmental conditions are similar (Table 22). The M.S.Y. was estimated to be 1 kg/ha p.a. in the area between isobaths 100 and 400 m and 750 tonnes p.a. for the whole archipelago (Table 23). Additional data from exploratory trawling carried out on virgin stocks in New Caledonia provided an estimated value of 4 kg/ha p.a.

11. The conclusion is that stocks existing in deeper water seem to be more sensitive to fishing pressure than the stocks living in more shallow waters. However, as resources in shallower water are easily exploited there is a need to start thinking about fishery management all along the outer-reef slope. Within the Pacific, only a few countries have undertaken a scientific approach to this matter. Therefore parameters and figures estimated in Vanuatu might well apply to the region, at least until more detailed data is made available.

## INTRODUCTION

Tous les pays du Pacifique tropical ont entrepris l'exploitation des ressources en poissons démersaux profonds vivants sur les pentes récifales externes et sur les monts sous-marins, à des profondeurs comprises entre 100 et 400 m. Aux îles Hawaiï, leur pêche commerciale a commencé depuis plus d'un demi-siècle et des données statistiques historiques y sont disponibles. Il est donc actuellement possible d'y suivre, sur une longue période, l'évolution des captures par unité d'effort de pêche (C.P.U.E.) et d'en déduire la production maximale équilibrée (P.M.E.), valeur clef de toute gestion rationnelle. Dans les autres îles, l'exploitation commerciale des poissons d'eau profonde n'a commencé que très récemment, le plus souvent sans qu'un suivi systématique de la provenance et du volume de la production soit assuré. Dans ces conditions, les planificateurs n'y disposent pas des informations indispensables à l'établissement des orientations à donner au développement.

A Vanuatu, les premières pêches exploratoires ayant fait l'objet de compte-rendus se sont déroulées en 1976. Toutefois, ce n'est qu'en 1981, date de la mise en place d'un Service des Pêches bien structuré, qu'a été lancé un programme intensif de formation et de développement qui a conduit à la création d'une vingtaine d'associations de pêcheurs réparties dans tout l'archipel. Alors que la pêche vivrière traditionnelle avec lignes à main concernait rarement les fonds supérieurs à 100 m, l'utilisation de moulinets manuels permet désormais d'atteindre de plus grandes profondeurs, là où les ressources sont encore vierges. Ces conditions uniques ont été mises à profit pour réaliser une étude détaillée sur les débarquements quotidiens des bateaux du Service des Pêches ; elle constitue la base de ce document. Parallèlement, un programme statistique léger a été lancé dans les îles. Il présente l'immense intérêt de commencer au moment zéro d'exploitation.

FOURMANDOIR (1980) considère que la pêche profonde commence à partir de 120 m et qu'elle s'arrête aux environs de 400 m avec la disparition des espèces commercialisables. Elle porte sur des poissons dont l'intérêt économique est considérable pour les régions insulaires car ils sont accessibles à une pêche artisanale simple ne nécessitant que des investissements limités. De plus ils semblent relativement sédentaires et disponibles toute l'année et sont, à quelques exceptions près, dépourvus d'ichtyosarcotoxisme, donc, susceptibles d'être exportés. Cependant, étant donné l'absence de plateau continental, l'importance des stocks est limitée et la biomasse est faible. Les individus paraissent surdispersés, c'est-à-dire qu'ils ont tendance à se grouper. Ce mode de dispersion a pour conséquence une grande variabilité des rendements. La biologie des poissons profonds est mal connue. On peut trouver à cela plusieurs raisons : exploitation récente des ressources, forte sélection par les lignes, impossibilité de marquage et d'observation in situ, imprécision fréquente au niveau de la systématique, etc... Les données disponibles dans la littérature ont pour la plupart été collectées à partir de prises commerciales. Les impératifs de rentabilité auxquels sont soumis les pêcheurs font qu'elles manquent de continuité dans le temps et l'espace, conditions essentielles à un programme systématique de recherche. Les nôtres n'échappent pas à cette critique, de grosses solutions de continuité gênant notamment l'étude des variations saisonnières et de la reproduction. Nous avons néanmoins pu recueillir une masse importante d'informations. A une étude focalisée sur quelques espèces, nous avons préféré celle de l'ichtyofaune dans son ensemble, reflet plus fidèle de la réalité économique d'une pêcherie.

Nombreux sont les facteurs dont peut dépendre le succès d'une pêche : saison, conditions météorologiques, heure, profondeur, type de fond prospecté, montage des engins, appâts, etc..., sans compter la compétence du maître pêcheur. L'étude de l'influence de l'un d'entre eux implique en théorie que tous les autres demeurent constants. Ces conditions ne sont presque jamais remplies, surtout si la flotille est peu importante, comme tel est le cas à Vanuatu. En conséquence, les conclusions auxquelles nous sommes parvenus font plus ressortir des tendances que des phénomènes circonscrits avec précision. Il n'en demeure pas moins que notre contribution à la connaissance des poissons démersaux profonds devrait permettre d'orienter plus sûrement les actions de développement et de définir des axes de recherches

ultérieures dont les activités halieutiques des insulaires de l'Océan Pacifique tropical bénéficieraient.

## GENERALITES

### 1. Géographie

L'archipel de Vanuatu (fig. 1) est constitué d'environ 80 îles dont la plupart sont des îles hautes d'origine volcanique. L'absence de lagon limite les zones de formations coralliennes à une bande côtière étroite qui est par conséquent facilement accessible à la pêche de subsistance. Il n'y a pas de plateau continental, les fonds descendant de façon relativement abrupte de la frange récifale vers le large.

La surface exploitable pour la pêche des poissons démersaux profonds (100 à 400 m) est donc assez limitée. Pour la totalité de Vanuatu, on peut l'estimer, par planimétrie, à 7 360 km<sup>2</sup>, soit un peu plus de la moitié de la superficie des terres émergées (13 480 km<sup>2</sup>). La pente est en moyenne de 10 %. Elle varie toutefois suivant les lieux : c'est ainsi qu'elle atteint 40 % dans la partie centrale de la côte ouest de Pentecôte alors qu'elle n'est que de 2 % au sud d'Efaté (fig. 2). Pour l'ensemble du pays, la longueur totale de l'isobathe 100 m est d'environ 1 400 milles nautiques (2 600 km). Il existe plusieurs bancs et monts sous-marins situés à des profondeurs inférieures à 300 m. La prospection de certains d'entre eux a récemment fait l'objet d'une campagne exploratoire (GRANDPERRIN, 1983).

La capitale, Port-Vila, est située sur Efaté. Cette île est la quatrième par sa superficie. La longueur de l'isobathe 100 m y est de 130 milles (240 km) et la surface comprise entre 100 et 400 m de 1 300 km<sup>2</sup>, pour une pente moyenne de 7 %. La bande exploitable a une largeur moyenne égale à trois milles.

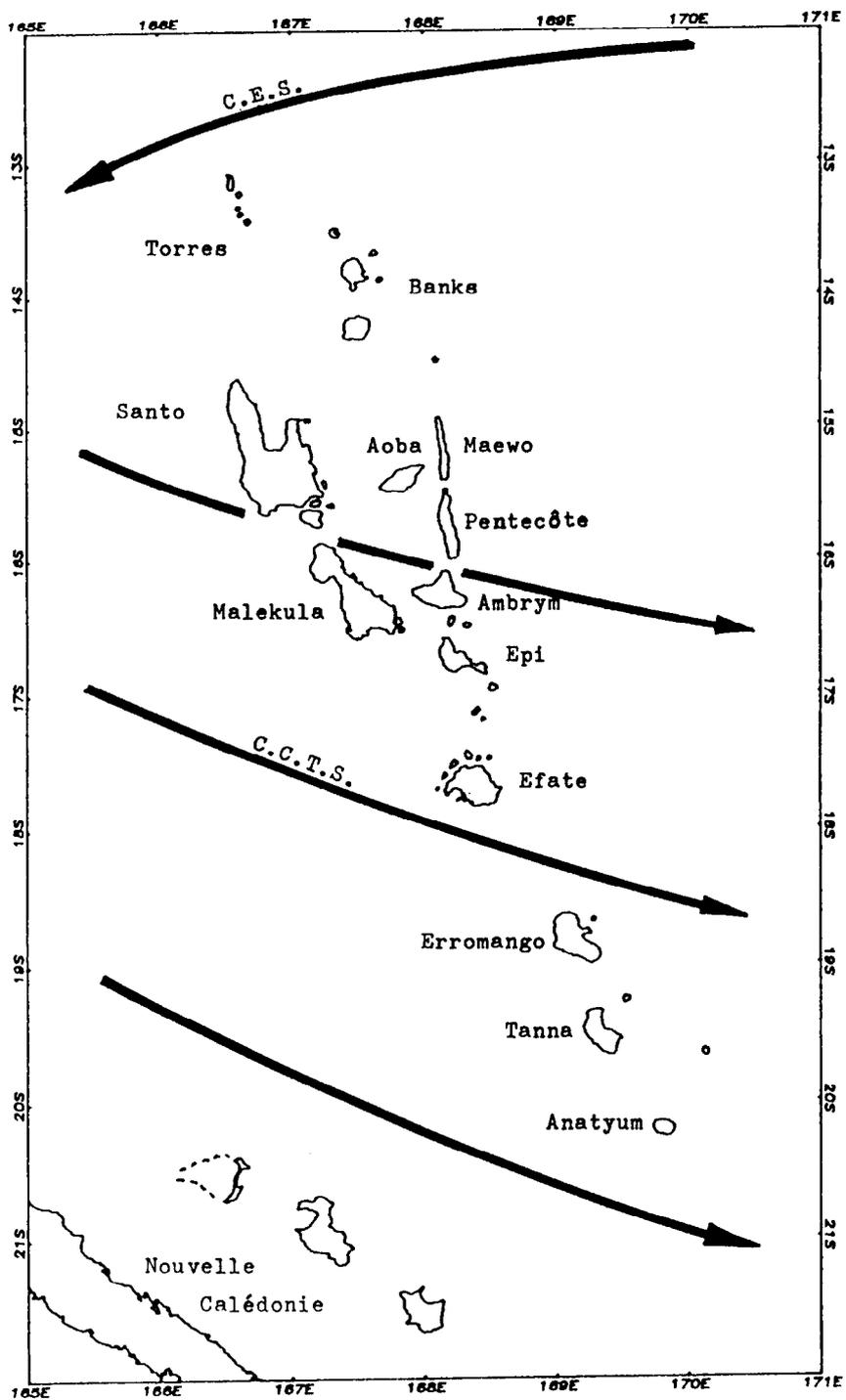


Fig. 1 - Vanuatu et circulation zonale (d'après PETIT et HENIN, 1982)

C.E.S. : Courant Equatorial Sud  
 C.C.T.S. : Contre Courant Tropical Sud

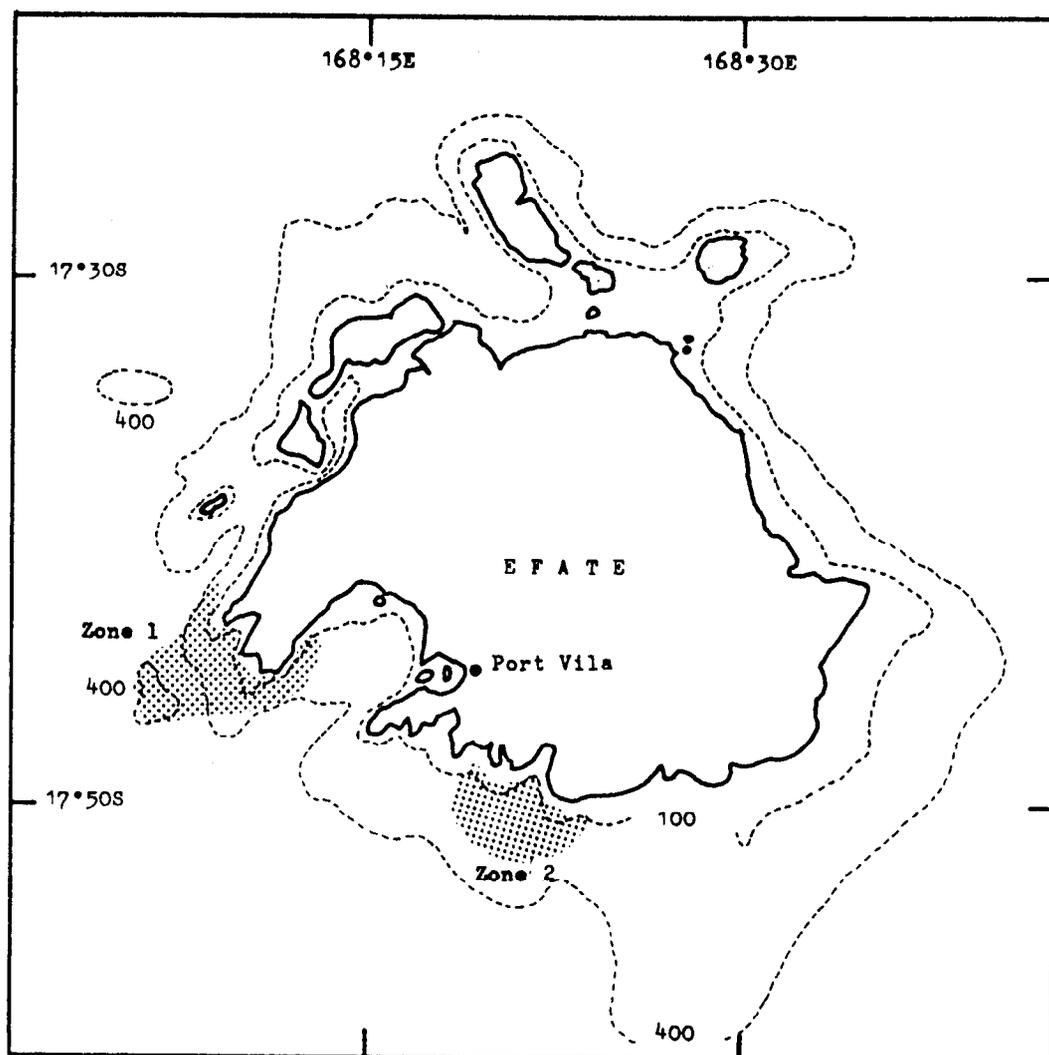


Fig. 2 - Efate : sondes 100 m et 400 m

## 2. Caractéristiques du milieu marin

Vanuatu est situé dans sa totalité en zone tropicale. Les eaux superficielles, de température variant entre 24 et 29°C, sont originaires du Pacifique oriental où elles se sont formées par remontée d'eaux profondes riches le long du continent sud-américain. Progressant vers l'ouest en surface, elles se sont peu à peu réchauffées tout en s'appauvrissant en éléments nutritifs. Au niveau de Vanuatu, leurs caractéristiques tendent vers celles que présenterait une situation caricaturale d'oligotrophie tropicale typique : couche isotherme chaude et épaisse bloquant tout enrichissement en provenance des eaux sous-jacentes plus riches. Cette tendance à un appauvrissement est toutefois

contrariée de façon plus ou moins forte par des perturbations ayant pour origine les courants, les vents et surtout la présence des îles.

L'étude des structures hydrologiques a conduit à l'élaboration du schéma de circulation géostrophique suivant : la partie nord de l'archipel, jusqu'à 15°S, se trouve placée sous l'influence d'un flux dérivant à l'ouest (Courant Equatorial Sud) alors qu'entre 15° et 20°S la circulation zonale porte à l'est sud-est (Contre Courant Tropical Sud), s'opposant ainsi à la dérive de surface due aux alizés (fig. 1). A la limite de ces courants, dont la position est variable suivant les années et les saisons (l'ensemble se décale notamment du nord vers le sud pendant l'été austral) se produit un phénomène de convergence (1).

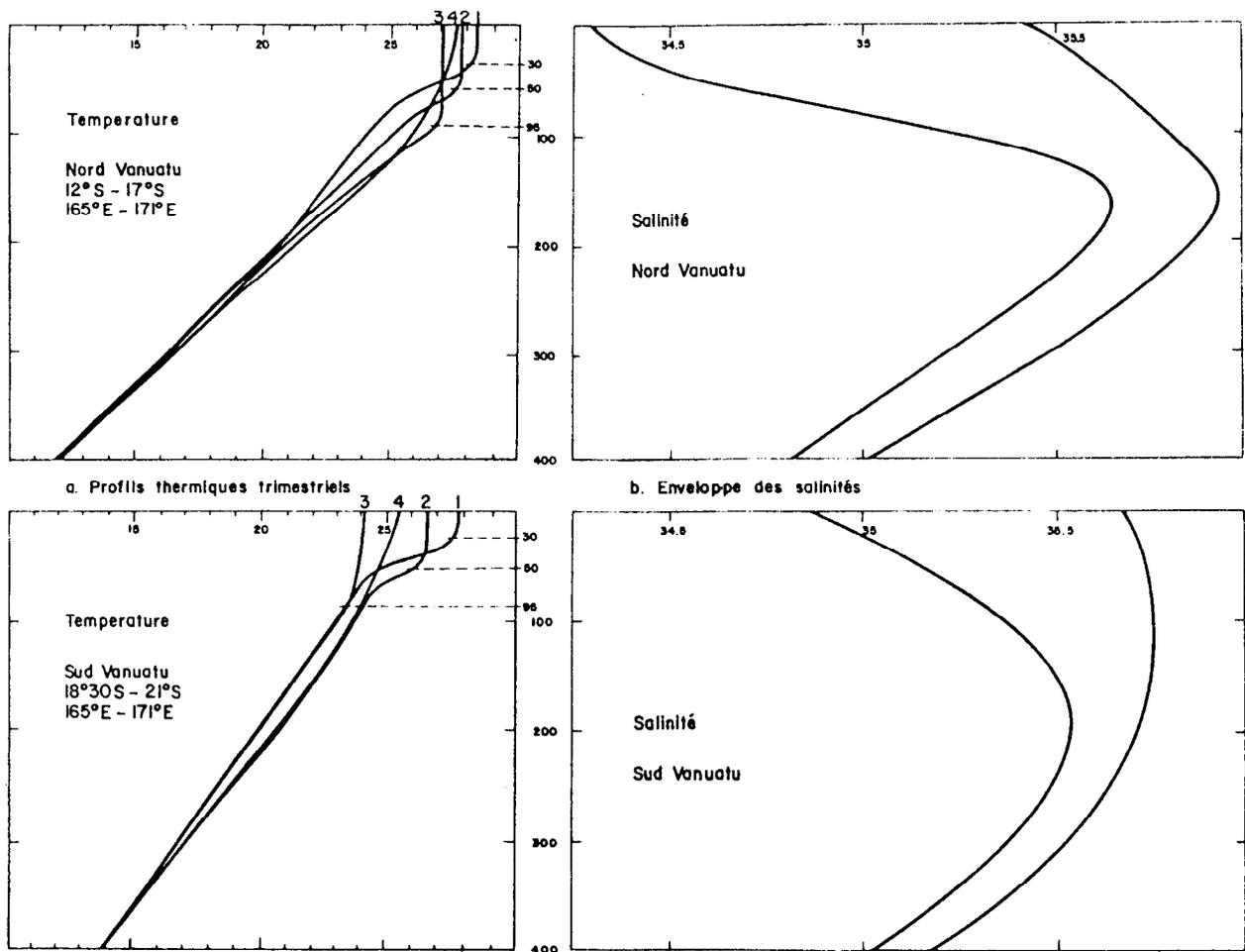
Les caractéristiques thermo-halines sont schématisées sur la figure 3 extraite des travaux de PETIT et HENIN (1982). La structure thermique verticale est caractérisée par une thermocline permanente peu marquée, ce qui traduit un brassage important des eaux sous l'effet des vents. En fin d'été austral, elle atteint 100 m, c'est-à-dire la limite supérieure de la tranche de profondeur 100-400 m prospectée par la pêche profonde. Durant les autres saisons, elle se situe entre 30 et 100 m. En dessous de 100 m, les variations saisonnières sont faibles ; au-delà de 200 m, on peut estimer qu'elles sont en moyenne de l'ordre de 1°C. De 100 à 400 m, la température décroît régulièrement ; elle passe de 27°C à 12°C au nord de Vanuatu et de 24°C à 14°C au sud.

La teneur en oxygène dissous affecte peu de variations avec la profondeur en dessous de 100 m. En revanche, elle augmente du nord au sud de Vanuatu. Elle est en moyenne de 3,5 ml/l.

Les îles et les monts sous-marins perturbent considérablement la circulation générale. Orienté grossièrement nord-sud, l'archipel forme une véritable grille perpendiculaire aux écoulements zonaux. Le

---

(1) Ce phénomène est dû à la force de CORIOLIS qui est engendrée par la rotation de la terre. Au niveau des îles Salomon, à la limite du Contre Courant Equatorial Sud s'écoulant à l'est et du Courant Equatorial Sud de flux ouest, on se trouve cette fois en présence d'une divergence, la "divergence des Salomon". Les eaux profondes riches font alors surface, entraînant une certaine fertilisation de la zone.



**Fig. 3** - Coupes verticales de températures et de salinité au large de Vanuatu (d'après PETIT et HENIN, 1982)

1, 2, 3 et 4 : 1er, 2ème, 3ème et 4ème trimestres.

phénomène "sillage d'îles" peut occasionner des turbulences considérables à la pointe des îles et engendrer ainsi des remontées d'eaux profondes renforcées par les effets de forts courants de vent et de marée. La présence d'ondes internes de grande amplitude a été signalée. Sillages d'îles et ondes internes pourraient avoir des influences localisées sur l'environnement des poissons profonds.

La quantité d'énergie dont disposent les espèces démersales est proportionnelle à la production primaire de toute la colonne d'eau. Plusieurs séries de mesures ont été effectuées dans les eaux de Vanuatu, notamment l'une (A) à 100 milles à l'ouest d'Efaté (DANDONNEAU et al,

1981) et l'autre (B) le long du méridien 170°E (ROTSCHI et al, 1972). Les résultats sont résumés dans le tableau 1. Les valeurs obtenues étant relativement modestes, il serait utopique d'espérer une grosse production démersale.

Tableau 1 - Phytoplancton et production primaire

	Vanuatu (A)	Vanuatu (B)
Chlorophyle (mg/m <sup>2</sup> )	72 (1)	23 (1)
Production primaire (mgC/m <sup>2</sup> /h)	37,6 (2)	3,3 (3)

(1) intégré sur 0-200 m

(2) intégré sur 0-170 m

(3) intégré sur 0-100 m.

En résumé, le milieu naturel au sein duquel évoluent les poissons profonds semble caractérisé globalement par une grande stabilité.

### 3. La pêche artisanale

Il est difficile d'adopter le concept de "pêcherie" pour décrire les activités qui portent sur la capture de tous les poissons profonds consommés dans l'archipel car les moyens de production sont très variés. Les résultats d'un premier dépouillement d'une vaste enquête actuellement en cours (DAVID, communication personnelle) sont résumés dans le tableau 2. On constate que les pirogues ancestrales sont toujours largement utilisées alors que le nylon a remplacé les traditionnelles lignes à main en fibres végétales tressées. Les moteurs hors-bord, qui permettent d'aller plus au large, donc de pêcher plus profond, constituent actuellement le seul moyen de propulsion. Ils sont utilisés sur des embarcations en bois, en contreplaqué ou en aluminium, dont les dimensions varient de 3 à 8,50 m. Les moulinets sont essentiellement de deux types : "bicyclette" (1) (fig. 4) ou moulinets en bois (fig. 5). Ces derniers ont été introduits il y a quelques années par le Service des Pêches ; leur emploi devrait se généraliser car ils sont robustes et peu coûteux.

---

(1) La "bicyclette" utilise, comme son nom l'indique, un pédalier de bicyclette. Celui-ci est actionné manuellement.

Tableau 2 - Résultats de l'enquête sur la pêche effectuée en 1983 (1)  
d'après DAVID (communication personnelle)

Population	
Population totale de Vanuatu (2)	111 251 habitants
	22 621 ménages
Population rurale de Vanuatu	96 207 personnes
	18 932 ménages
	781 villages
Population rurale côtière	63 797 personnes
	12 720 ménages
	496 villages
Activités de pêche dans les villages	
Population de pêcheurs (3)	8 635 ménages
Nombre annuel total de sorties embarquées	196 050
Nombre annuel total de sorties à pied ou en plongée	320 550
Nombre annuel moyen de sorties par embarcation	50
Moyens navigants (et propriétaires)	
Bateaux (520 ménages)	520
Moteurs (500 ménages)	500
Pirogues (2800 ménages)	3 400
Matériel de pêche (et propriétaires)	
Traditionnel	
Nb de sagaies (4300 ménages)	7 250
Nb de nasses (130 ménages)	130
1950 ménages utilisateurs d'arcs	-
475 ménages utilisateurs de feuilles ichtyotoxiques	-
Moderne	
Nb de lignes nylon (7550 ménages)	19 400
Nb de fusils sous-marins (2750 ménages)	3 450
Nb de filets maillants (1080 ménages)	1 370
Nb d'éperviers (400 ménages)	400
Nb de parcs (25 ménages)	25
Nb de moulinets (130 ménages) (4)	130
Production annuelle (5)	
Nb de poissons de récifs	3 980 000
Nb de poissons d'eau profonde	1 430 000
Nb de poissons d'eau douce	2 292 000
Nb de langoustes	669 150
Nb de poulpes	331 500
Nb de paniers de coquillages	202 600
Nb de paniers de crevettes d'eau douce	360
Commercialisation annuelle	
Nb de poissons de récifs	1 114 000
Nb de poissons d'eau profonde	307 333
Nb de poissons d'eau douce	320 000
Nb de langoustes	272 500
Nb de poulpes	50 000
Nb de paniers de coquillages	10 120

- (1) Les deux agglomérations de Port-Vila et de Luganville ne sont pas comprises.
- (2) Y compris Port-Vila et Luganville.
- (3) Toutes formes de pêche comprises (à pied, en plongée ou à bord d'une embarcation).
- (4) Moulinet type "bicyclette" ou moulinet manuel en bois.
- (5) La production a été évaluée, par les enquêteurs, en nombres de poissons ou en nombres de paniers.

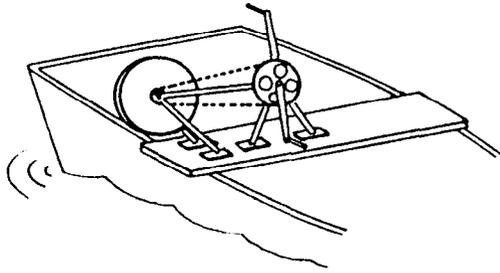


Fig. 4 - Moulinet manuel  
type "bicyclette"

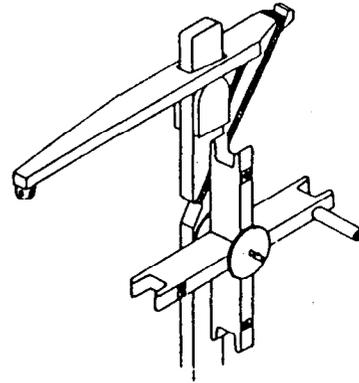


Fig. 5 - Moulinet manuel  
en bois

La pêche se pratique de jour et de nuit, en dérive ou au mouillage. La technique d'utilisation d'un mouillage profond, décrite par GULBRANDSEN (1977) puis par CROSSLAND et GRANDPERRIN (1980) est d'introduction récente : elle est encore peu généralisée.

Comme presque tous les océaniens, de nombreux Ni-Vanuatu sont des pêcheurs occasionnels ; il est donc difficile de les répertorier, d'autant plus que leur activité n'est pas définie par un statut de "pêcheur professionnel". Sous l'impulsion du gouvernement, un certain nombre d'associations se sont constituées depuis 1982 (CROSSLAND, 1984a) ; elles bénéficient de conditions de prêt très favorables. Les plaisanciers prélèvent des quantités non négligeables de poissons d'eau profonde mais il n'existe actuellement aucun moyen de les chiffrer. D'une façon générale, seul un laborieux recensement permettrait de mieux appréhender les caractéristiques de la pêcherie.

Malgré un gros effort de vulgarisation consenti récemment par le Service des Pêches, la qualité des produits reste encore moyenne. L'utilisation de la glace et le stockage en réfrigération ou en congélation ne sont possibles que dans les deux agglomérations de Port-

Vila et de Santo (1). En ce qui concerne les circuits d'écoulement, le troc cède progressivement le pas à une forme plus moderne de commercialisation. En zone rurale, la vente a lieu sur les plages, au porte à porte ou au magasin du village. Dans les deux centres urbains, elle se fait dans les grandes surfaces et dans les deux marchés aux poissons nouvellement créés (CROSSLAND, 1984b, 1984c). Le tourisme constitue un débouché important que la régularité des apports et la qualité grandissante des produits devrait accroître. Les premières exportations sur l'Australie et la Nouvelle-Calédonie de plusieurs tonnes de poissons congelés et de filets ont été un succès.

## MATERIEL ET METHODES

### 1. Collecte des données

Les données utilisées pour cette étude ont été recueillies sur les prises réalisées par les bateaux du Service des Pêches et par certaines associations de pêcheurs dans les îles. De plus, la campagne exploratoire du N.O. VAUBAN (GRANDPERRIN, 1983) a contribué à préciser quelques points de la biologie de certaines espèces. Au total, plus de 2 000 sorties de pêche ont ainsi été prises en compte. Les impératifs de la formation qu'assure en permanence le Service des Pêches ont nécessité à plusieurs occasions le transfert, pour plusieurs semaines dans les îles, des bateaux habituellement basés à Port-Vila. Cette interruption dans la série des prélèvements à Efaté a eu des conséquences fâcheuses, notamment au niveau de l'interprétation des fluctuations saisonnières et de l'étude de la reproduction.

### Etude détaillée des débarquements du Service des Pêches

Les pêches furent effectuées par des embarcations de 8,5 m (28 pieds) type catamaran Alia équipées de quatre moulinets manuels en

---

(1) Une récente étude portant sur *Pristipomoides flavipinnis* et *P. multident* (ANONYME, 1984) a montré que leurs faibles teneurs en corps gras permettaient une conservation à -5°C durant une dizaine de semaines sans qu'apparaisse d'altération notable. Des tests similaires sont prévus dans le cas de stockage dans la glace.

bois et d'un mouillage profond. Les hameçons utilisés étaient du type auto-ferrant "tuna circle hook" n° 6, 7, 8 (1). Les sorties se déroulèrent de jour et de nuit ; elles comprenaient traîne et pêche au moulinet et parfois palangre de fond. Les captures de 1 026 sorties dont 690 de pêche profonde ont ainsi été examinées en détail. A l'issue de chacune d'elles, les opérations suivantes intervenaient :

- identification de chaque individu,
- mesure de la longueur (LF) et pesée (2),
- détermination du sexe et du stade de maturation,
- prélèvements des gonades et pesées (RGS) (2),
- prélèvements des otolithes et des écailles,
- photographies éventuelles.

En outre, un entretien systématique de 10 minutes avec le maître-pêcheur permit de compléter et de corriger les informations fournies par le livre de bord (Annexe 1). Les données obtenues par la Commission du Pacifique Sud lors des opérations du "Projet de développement de la pêche profonde" à Vanuatu (FUSIMALOHI et PRESTON, 1983 ; CHAPMAN et PRESTON, en préparation) ont été utilisées. N'ont pas été prises en compte celles provenant de Tanna (FUSIMALOHI, 1979) où de nombreux problèmes logistiques ont gêné le bon déroulement des opérations, ni celles du "Projet de petite pêche à l'extérieur du récif" à Lamap qui sont très incomplètes (HUME, 1975).

#### Enquêtes sur les débarquements dans les files

Les feuilles d'enquête (Annexe 2) sont assez simples. Elles permettent d'estimer l'effort de pêche et d'évaluer les prises globales. Elles indiquent aussi la profondeur de pêche. Il est demandé à l'enquêteur de mesurer tous les poissons appartenant aux 11 espèces principales. A ce jour, 600 feuilles d'enquêtes nous sont parvenues de

---

(1) La taille d'un hameçon est généralement calculée en fonction de sa largeur (l) et de sa longueur (L). Elle dépend donc du mode de calcul et des unités de mesure. Les hameçons utilisés à Vanuatu présentent les caractéristiques suivantes : n° 6, l = 35 mm, L = 60 mm ; n° 7, l = 30 mm, L = 50 mm ; n° 8, l = 25 mm, L = 40 mm.

(2) Destinés à la commercialisation, les poissons étaient souvent vidés en mer, ce qui interdisait pesées et prélèvements de gonades.

10 endroits différents et 4 500 poissons ont été mesurés. Au fil des années, ce programme, unique dans le Pacifique, devrait permettre de montrer l'existence d'éventuelles fluctuations dans les C.P.U.E. et les tailles moyennes, et de définir ainsi la P.M.E.. Pour des études particulières d'évolution saisonnière et de croissance, les résultats de plus de 700 autres pêches réalisées à Santo ont par ailleurs été utilisés.

### Campagne exploratoire

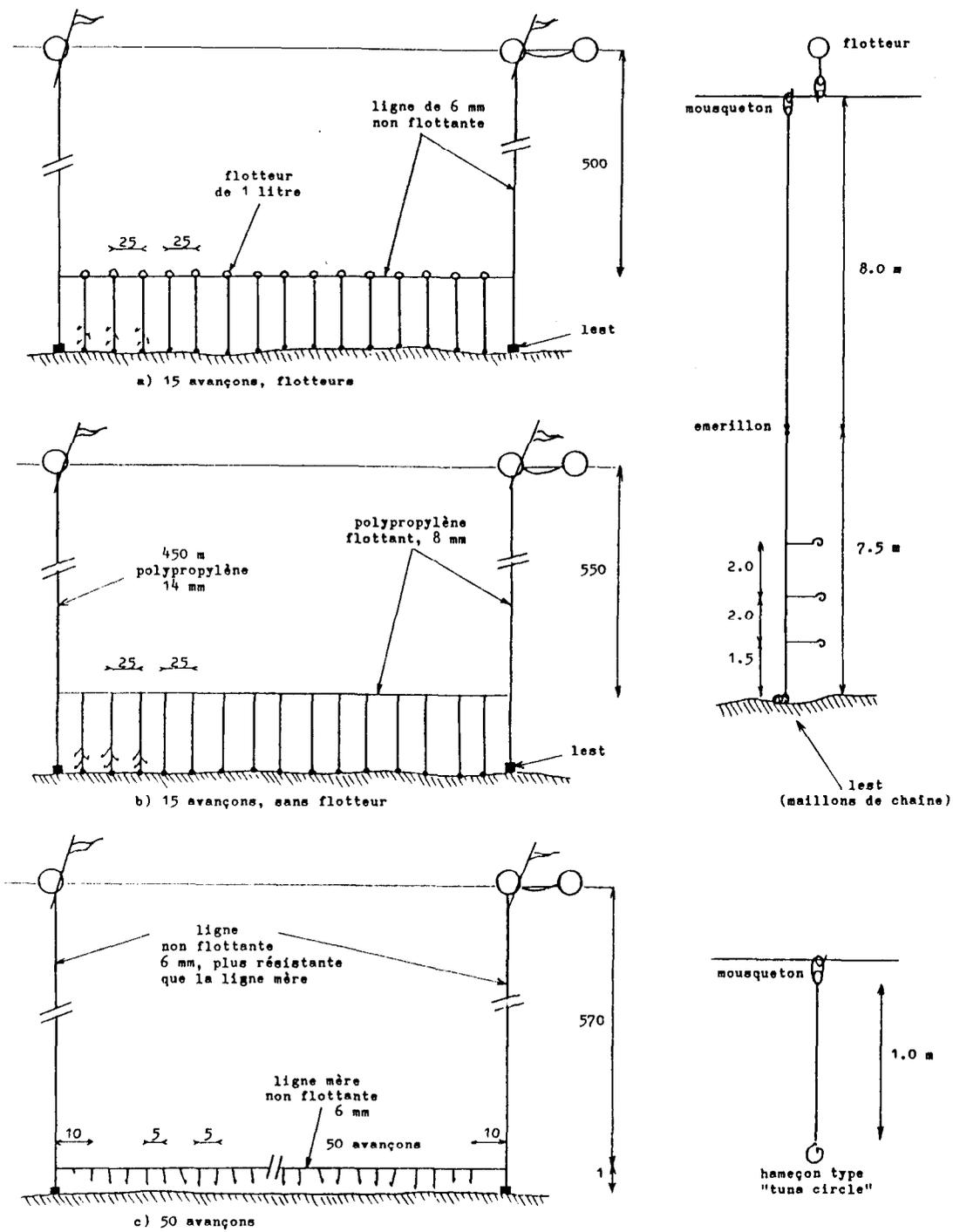
La campagne exploratoire a été consacrée à la prospection de certaines zones côtières et de quelques monts sous-marins autour des îles les plus peuplées où des activités de pêche sont en train de se développer : Efaté et Santo. Un total de 861 poissons appartenant à 63 espèces ont été capturés à l'aide de palangres de fond (fig. 6) et de moulinets manuels et électriques. Outre les mensurations (LF et poids) et prélèvements (otolithes et gonades), un soin particulier a été apporté à suivre l'évolution des C.P.U.E. au cours de cycles de 24 heures, ce qui a permis de préciser les profondeurs et les heures préférentielles de capture de certaines espèces.

### 2. Saisie et traitement des données

Après codage, les données ont été reportées sur trois bordereaux différents (Annexe 3) : bordereau "prises et efforts", bordereau "espèces", bordereau "données biologiques". Elles ont ensuite été saisies sur support informatique et traitées sur micro-ordinateur HP 85. L'annexe 3 détaille la liste des programmes conçus et leur utilisation. Pour l'étude des associations d'espèces, les données ont été traitées sur un micro-ordinateur HP 45.

### 3. Unité d'effort de pêche

Il est toujours délicat de choisir une unité d'effort de pêche. Si on considère un stock de poissons dont la disponibilité est constante, les prises devraient théoriquement être proportionnelles aux efforts déployés. En réalité, plusieurs facteurs, tels que l'interaction des engins et leur saturation perturbent cette relation.



**Fig. 6** - Palangre de fond expérimentale employée durant la campagne exploratoire du N.O. VAUBAN : différents montages a, b, c utilisés (le montage a est inspiré de FOURMANOIR, 1980 et FOURMANOIR et CHABANNE, 1980)

EGGERS et al (1982) ont étudié les phénomènes d'interaction intervenant lors de la pose de palangres de fond sur la côte occidentale du Canada. C'est ainsi qu'ils estiment à 48,8 et 4,9 m<sup>2</sup> les surfaces respectives des "champs de capture" d'un hameçon pour le flétan et la morue charbonnière, ce qui correspond à des zones circulaires de 3,9 et 1,2 m de rayon. Dans l'état actuel de nos données, il ne nous est pas encore possible de déterminer les "champs de capture" correspondant à nos poissons tropicaux profonds (1). En se reportant à la figure 6, on peut toutefois estimer que les chances sont moindres d'avoir un chevauchement des champs de capture - donc une interaction entre hameçons - avec les montages a et b (espacement entre avançons : 25 m) qu'avec le montage c (espacement entre avançons : 5 m). Dans le cas de la pêche au moulinet pour laquelle plusieurs engins sont utilisés simultanément à bord d'une même petite embarcation, on peut se demander si l'efficacité de chacun des moulinets n'interfère pas sur celle des autres, ou, en d'autres termes, si la capture de quatre moulinets n'est pas inférieure à quatre fois celle d'un seul ? En fait, la divergence des lignes augmentant avec la profondeur (comportements hydrodynamiques différents pour chacune d'elles car appâts et lests ne sont pas identiques), l'écartement des hameçons sur le fond est supérieur à celui des moulinets à bord. De plus, si la pêche est bonne, il est rare que tous les appâts soient en même temps sur le fond ; en revanche, si les poissons mordent mal, on peut alors penser que plusieurs appâts rapprochés ont un effet attractif plus fort que s'ils sont éloignés les uns des autres. Le problème étant de toute évidence très complexe, nous nous en sommes tenus à ce qui est généralement adopté, soit l'attribution d'un effort de pêche à chaque moulinet, l'effort total étant la somme des efforts de chacun.

En ce qui concerne le phénomène de saturation, ses conséquences sont moindres avec les moulinets qu'avec les palangres de fond. Dans la première technique, le pêcheur remonte sa prise dès qu'il la sent ferrée, puis recommence avec un nouvel appât ; il n'y a pas saturation. En revanche, l'efficacité de la palangre diminue avec le temps, d'autant plus que les hameçons "occupés" sont plus nombreux. Pour comparer plusieurs pêches à la palangre, il est par conséquent indispensable que les durées d'immersion soient les mêmes.

---

(1) Des données sont actuellement collectées dans ce sens en relevant chaque position des prises sur la palangre.

En conclusion, nous avons la possibilité de rapporter les prises à plusieurs unités d'effort de pêche : prises par embarcation par sortie, prises par embarcation par pêcheur, prises par embarcation par heure de pêche effective, prises par heure de pêche d'un moulinet (ou d'une palangre). Nous avons finalement utilisé :

- captures (en nombre et en poids) par heure de moulinet avec bas de ligne à trois hameçons,
- captures (en nombre et en poids) par heure de séjour sur le fond d'une palangre de 100 hameçons.

## RESULTATS DES PECHEES

### 1. Résultats globaux

Cette étude porte sur un total de 644 sorties de pêche au moulinet en eau profonde représentant plus de 2 800 heures de pêche effective et près de 9 000 heures de moulinet. S'y ajoutent 46 poses de palangre de fond, soit 3 801 hameçons. Les caractéristiques des sorties par zone sont données dans les tableaux 3 et 4. Il en ressort que l'hétérogénéité géographique de l'échantillonnage et les discordances saisonnières rendent difficiles les comparaisons entre îles. Les données ont été toutes regroupées de façon à considérer l'ensemble de l'archipel comme une entité. Ce regroupement est justifié par le fait que les principales caractéristiques de l'environnement sont peu variables géographiquement dans les tranches d'eau fréquentées par les espèces étudiées. En outre, le but de cette étude est plus de dégager des tendances au niveau du pays qu'à celui de chaque île.

L'ensemble des prises fut de 10 175 poissons totalisant 28 764 kg. Les C.P.U.E. moyennes ont été de 1,11 poisson soit 3,04 kg par heure de moulinet et de 10,0 poissons soit 39,5 kg par heure de palangre de 100 hameçons. Les résultats obtenus dans d'autres îles du Pacifique sont reportés dans le tableau 5.

**Tableau 3 - Récapitulatif des pêches au moulinet effectuées entre le 9/9/80 et le 22/3/84 : efforts, prises et C.P.U.E. (prise par heure de moulinet)**

Zones	Nb. total de sorties (1)	Nb. de sorties retenues (1)	Nb. d'heures pêches (1)	Nb. d'heures moul. (1)	Prises(1)		C.P.U.E.(1)	
					Nb.	Poids	Nb.	Poids
Banks	6	6	22	88	44	166	0,50	1,89
Santo	44	44	175	393	822	1860	2,09	4,73
Banc Sabine	5	5	6	12	20	47	1,67	3,92
Ambae	30	29	146	422	874	2634	2,07	6,24
Pentecôte	55	54	222	668	837	2513	1,27	3,76
Malekula	56	54	250	876	832	1874	0,95	2,14
Banc Chauillac	4	4	15	60	22	46	0,37	0,80
Amrym	58	57	216	692	789	2272	1,14	3,26
Paama	19	19	75	302	319	1290	1,06	4,27
Epi	14	14	62	218	433	830	1,99	3,81
Tongoa	19	19	80	240	324	867	1,35	3,61
Emae	4	4	24	72	98	251	1,36	3,49
Efaté	330	304	1466	4739	3904	9267	0,82	1,96
Total requins exclus	644	613	2759	8782	9318	23919	*1,06	*2,72
Total requins compris	644	613	2759	8782	9737	26670	*1,11	*3,04

(1) Pour les calculs, ont été éliminées les sorties pour lesquelles une ou plusieurs des données suivantes n'étaient pas disponibles : prise en nombre et en poids, nombre d'heures de pêche et nombre d'espèces.

\* Calculs effectués sur les totaux.

**Tableau 4 - Récapitulatif des pêches à la palangre de fond : efforts, prises et C.P.U.E. (prise par heure pour 100 hameçons, requins compris).**

Zones	Dates	Nb. de sorties (1)	Nb. d'ham.	Prises		C.P.U.E.	
				Nb.	Poids	Nb.	Poids
Paama	10/80	4	730	72	369	9,8	50,5
Santo	4/81 et 10/83	16	1100	109	601	9,9	54,5
Efaté	10/83 et 3/84	26	1971	201	531	10,2	27,0
Total	-	46	3801	382	1501	10,0	39,5

(1) Les 16 pêches effectuées en 1978 autour d'Efaté (RANCUREL, 1979) ne sont pas prises en compte du fait de l'absence d'information sur le poids des captures.

Tableau 5 - Résultats de pêche profonde dans quelques îles du Pacifique :  
captures par heure de moulinet (kg)

Iles Cook	HUME, 1976	3,5
Fidji	MEAD, 1980a	9,3
Fidji	ANONYME, 1978	3,0*
Kiribati	TAUMAIA et GENTLE, 1983	7,2
Kosrae	MEAD et CROSSLAND, 1979	9,6
Niue	FUSIMALOHI, 1978	2,8
"	MEAD, 1979a	7,0
Nouvelle-Calédonie	FUSIMALOHI et GRANDPERRIN, 1979	
Lifou		7,5
Ile des Pins		7,8
Palau	TAUMAIA et CROSSLAND, 1980a	3,3
Papouasie/ Nouvelle-Guinée	FUSIMALOHI et CROSSLAND, 1980	4,9
Iles Salomon	EGINTON et JAMES, 1979	5,7
Samoa Américaines	MEAD, 1978	4,4
"	RALSTON, 1978	3,5
Samoa Occidentale	HUME et EGINTON, 1976	4,1
Tonga	MEAD, 1979b	3,6
"	MEAD, 1980b	5,7
Truck	TAUMAIA et CROSSLAND, 1980b	4,1
Tuvalu	EGINTON et MEAD, 1978	2,5
"	TAUMAIA et GENTLE, 1982	6,7
Wallis et Futuna	FUSIMALOHI et GRANDPERRIN, 1980	
Wallis		9,2
Futuna		5,6
Yap	MEAD et CROSSLAND, 1980	6,9
Vanuatu	HUME, 1975	3,5
"	FUSIMALOHI, 1979	3,1
"	FUSIMALOHI et PRESTON, 1983	8,2
"	CHAPMAN et PRESTON (en préparation)	6,7
"	Présente étude	3,0

\* environ 3,0 kg.

Toutes les profondeurs n'ont pas été prospectées de la même façon. La répartition verticale des efforts de pêche est résumée dans le tableau 6. Les profondeurs superficielles ont été peu fréquentées, l'effort étant concentré entre 80 m et 320 m en ce qui concerne les pêches au moulinet et entre 280 m et 400 m pour les palangres de fond. Dans le calcul des distributions bathymétriques des C.P.U.E., nous avons éliminé les requins, bien qu'ils soient couramment consommés par certaines communautés. En effet, s'ils représentent un chiffre d'affaires non négligeable aux marchés de Port-Vila et de Santo (CROSSLAND, 1984a), leur valeur marchande est néanmoins inférieure à celle des autres espèces. De plus, les gros spécimens, dont les prises irrégulières modifient les C.P.U.E. de façon très aléatoire, sont le plus souvent capturés en pleine eau, lors de la remontée des lignes : on peut donc considérer qu'ils appartiennent plus au domaine pélagique que démersal. Les distributions verticales des C.P.U.E. en nombres et en

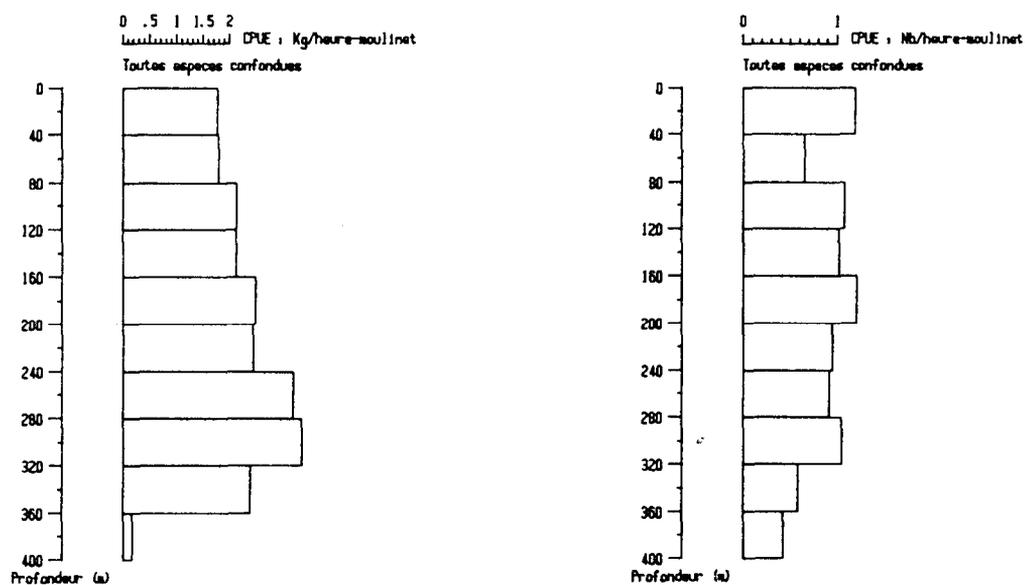
poids, requins non compris, montrent que les profondeurs 240 à 320 m sont les plus "productives" (fig. 7).

**Tableau 6 - Distributions verticales des efforts de pêche (heures de pêche)**

Profondeurs	Moulinet	Palangre (1)
0-40 m	37	-
40-80	54	-
80-120	523	-
120-160	1 252	4
160-200	2 015	4
200-240	1 563	1
240-280	1 479	9
280-320	845	13
320-360	96	13
360-400	12	20
400-440	-	10
440-480	-	3
inconnues (2)	906	-
	<u>8 782</u>	<u>77</u>

(1) Palangre de fond de 50 hameçons

(2) Il s'agit des pêches de profondeur inconnue et de celles pour lesquelles l'écart entre extrêmes dépassait 40 m.



**Fig. 7 - Pêche au moulinet : distributions verticales des C.P.U.E. en nombres et en poids (requins non compris)**

Si les résultats globaux présentent un grand intérêt sur le plan technique et économique, ils masquent toutefois la réalité biologique ; c'est la raison pour laquelle il a fallu les préciser au niveau spécifique.

## 2. Espèces répertoriées

Avec les techniques utilisant lignes et hameçons, les conditions nécessaires à la capture d'un poisson sont :

- qu'il soit présent dans la tranche d'eau prospectée,
- qu'il soit en phase d'activité alimentaire,
- qu'il apprécie l'appât utilisé,
- que l'hameçon soit adapté à la forme et à la taille de sa bouche (sélectivité).

Dans tout ce qui suit, et notamment dans l'étude de l'influence de la profondeur et des variations nycthémérales et saisonnières, il conviendra de garder constamment à l'esprit cette notion de "capturabilité" trop souvent passée sous silence.

107 espèces ont été répertoriées. La liste des noms scientifiques et communs est donnée dans le tableau 7. Les familles des LUTJANIDAE, ETELIDAE, SERRANIDAE et LETHRINIDAE sont les mieux représentées. Chez les LUTJANIDAE, trois espèces n'ont pu être identifiées. *Lutjanus* sp. est un poisson d'aspect très voisin de *Lutjanus argenteimaculatus*. *Macolor* sp. diffère, par sa robe, de *Macolor niger*. *Paracaesio* sp. est intermédiaire entre *P. stonei* et *P. gonzalesi* ; la systématique de ce genre est d'ailleurs assez confuse et nécessiterait une mise au point. Parmi les ETELIDAE, la présence d'*Aphareus furcatus* peut paraître surprenante puisqu'on trouve ordinairement ce poisson près de la surface où on le capture à la traîne ou au fusil sous-marin ; en fait, il peut descendre jusqu'à 150 m (FOURMANOIR et LABOUE, 1976). *Pristipomoides auricilla* n'a été pêché qu'en un seul exemplaire. Le nom de genre *Tropidinius* des deux espèces *T. argyrogrammicus* et *T. zonatus* est de plus en plus souvent remplacé dans la littérature par *Pristipomoides*. Nous n'avons pas suivi cette tendance car il nous semble que les *Tropidinius* diffèrent notoirement des *Pristipomoides* par leur

Tableau 7 - Récapitulatif des espèces capturées : noms scientifiques et communs

LUTJANIDAE

Lipocheilus carnolabrum	-	fleshy lipped snapper
Lutjanus argenteimaculatus	rouget de palétuvier	mangrove jack
Lutjanus bohar	anglais	red seabass
Lutjanus fulvus	lutjan fauve	-
Lutjanus gibbus	lutjan bossu	paddle-tail seaperch
Lutjanus kasmira	jaunet	blue lined seaperch
Lutjanus malabaricus	perche écarlate	scarlet seaperch
Lutjanus monostigma	-	one-spot seaperch
Lutjanus rufolineatus	jaunet	rufous seaperch
Lutjanus sebae	pouatte	red emperor
Lutjanus timorensis	-	-
Lutjanus sp.	-	-
Macolor niger	perche blanche et noire	black and white seaperch
Macolor sp.	-	-
Paracaesio gonzalesi	fusilier	fusilier
Paracaesio kusakarii	fusilier	fusilier
Paracaesio stonei	fusilier	fusilier

ETELIDAE

Aphareus furcatus	lantancier noir	-
Aphareus rutilans	lantancier rouge	small-tooth jobfish
Aprion virescens	apron verdâtre	green jobfish
Etelis carbunculus	vivaneau rouge	short-tailed red snapper
Etelis coruscans	vivaneau la flamme	long-tailed red snapper
Etelis radiosus	vivaneau à forte mâchoire	long-jawed red snapper
Pristipomoides auricilla	vivaneau à taches jaunes	gold-tailed jobfish
Pristipomoides filamentosus	vivaneau blanc	rosy jobfish
Pristipomoides flavipinnis	vivaneau à nageoires jaunes	yellow jobfish
Pristipomoides multidentis	poulet	large-scaled jobfish
Pristipomoides sieboldi*	-	-
Pristipomoides typus	-	-
Tropidinius argyrogrammicus	vivaneau à réseau d'argent	large-eyed flower snapper
Tropidinius zonatus	vivaneau rayé	banded flower snapper

SERRANIDAE

Cephalopholis formosanus	loche de Formose	-
Cephalopholis hemistiktos	loche semi-ponctuée	-
Epinephelus aablycephalus	loche rouge à 6 bandes claires	clearly banded rock cod
Epinephelus areolatus	loche aréolée	yellow-spotted grouper
Epinephelus chlorostigma	loche pintade	brown-spotted grouper
Epinephelus cylindricus	mere loche	rock-cod
Epinephelus dictyophorus	-	-
Epinephelus fasciatus	loche rouge	black-tipped grouper
Epinephelus fuscus	-	-
Epinephelus hoedti	loche bleue	blue grouper
Epinephelus maculatus	grisette	blue-spotted grouper
Epinephelus magniscuttis	loche grosse écaille	large-scaled grouper
Epinephelus microdon	loche crasseuse	-
Epinephelus morrhua	loche à bandes noires	brown-striped grouper
Epinephelus retouti	loche rouge du large	red-banded grouper
Epinephelus septemfasciatus	loche plate grise	seven-banded grouper
Plectropomus leopardus	saumonée	coral trout
Plectropomus melanoleucus	saumonée grosse race	footballer trout
Saloptia powelli	-	-
Variola louti	saumonée hirondelle	lunar-tailed cod

LETHRINIDAE

Lethrinus amamianus	-	-
Lethrinus chrysostomus	queue rouge	sweetlip emperor
Lethrinus harak	bossu taché	thumb-print emperor
Lethrinus kallopterus	-	yellow-spotted emperor
Lethrinus mahsena	bossu doré	yellow-tailed emperor
Lethrinus miniatus	bec de cane malabar	yellow-nosed emperor
Lethrinus obsoletus	bossu d'herbe	orange-striped emperor
Lethrinus variegatus	bossu rond	variegated emperor

PENTAPODIDAE

Gnathodentex mossambicus	brème olive	large-eyed bream
Gymnocranius japonicus	bossu blanc à points noirs	naked headed bream
Gymnocranius lethrinoides	bossu blanc à nageoires roses	-
Gymnocranius rivulatus	bossu blanc grosse race	-
Gymnocranius robinsoni	-	-

LABRIDAE

Bodianus perditio	perroquet banane	golden-spot wrasse
-------------------	------------------	--------------------

Tableau 7 (suite) - Récapitulatif des espèces capturées : noms scientifiques et communs

<b>CARANGIDAE</b>		
<i>Alectis indicus</i>	carangue à filaments	plumed trevally
<i>Carangoides fulvoguttatus</i>	carangue à taches fauves	gold-spotted trevally
<i>Caranx ignobilis</i>	carangue à grosse tête	giant trevally
<i>Caranx lugubris</i>	carangue noire	black trevally
<i>Caranx melampygus</i>	carangue bleue	bluefin trevally
<i>Seriola rivoliana</i>	carangue amoureuse	deepwater amberjack
<b>EMMELICHTHYIDAE</b>		
<i>Erythrocles schlegelii</i> *	-	bonnetmouth, red sea-haarder
<b>SPHYRAENIDAE</b>		
<i>Sphyaena barracuda</i>	barracouda	barracuda
<i>Sphyaena bleekeri</i>	bécune à chevrons	-
<i>Sphyaena forsteri</i>	bécune foncée	Forster's sea pike
<i>Sphyaena jello</i>	bécune	yellowtail barracuda
<i>Sphyaena qenie</i>	-	dark-finned barracuda
<b>HOLOCENTRIDAE</b>		
<i>Adioryx spinifer</i>	commissaire	squirrel fish
<i>Ostichthys japonicus</i>	-	squirrel fish
<b>PRIACANTHIDAE</b>		
<i>Priacanthus blochii</i> *	-	-
<i>Pristigenys multifasciata</i> *	-	-
<b>BRANCHIOSTEGIDAE</b>		
<i>Branchiostegus wardi</i>	tête de cheval	horse-head
<b>TRIGLIDAE</b>		
<i>Satyrichthys sp.</i>	-	double nose gurnard
<b>GEMPYLIDAE</b>		
<i>Promethichthys prometheus</i>	barracouta	-
<i>Ruvettus pretiosus</i>	ruvet, poisson huile	castor oil fish
<i>Thyrsitoides marleyi</i>	-	Marley's snake mackerel
<b>SCOMBRIDAE</b>		
<i>Gyanosarda unicolor</i>	Thon à dents de chien	dogtooth tuna
<b>POLYMIXIIDAE</b>		
<i>Polymixia berndti</i>	-	-
<b>BRAMIDAE</b>		
<i>Taractichthys steindachneri</i>	brème noire	-
<b>TRIODONTIDAE</b>		
<i>Triodon macropterus</i>	bourse	-
<b>CHIMAERIDAE</b>		
<i>Chimaera monstrosa</i> *	chimère	ghost shark
<b>ECHENEIDAE</b>		
<i>Echeneis naucrates</i>	remora	suckerfish, remora
<b>REQUINS</b>		
<i>Alopias superciliosus</i>	requin renard à gros yeux	bigeye thresher shark
<i>Carcharhinus albiarginatus</i>	requin à pointes blanches	white-tipped shark
<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>	requin gris de récif	gray reef shark
<i>Carcharhinus falciformis</i>	requin à peau soyeuse	silky shark
<i>Carcharhinus plumbeus</i>	requin à haute dorsale	sandbar shark
<i>Centrophorus scalpratus</i>	squale-chagrin cagaou	smallfin gulper shark
<i>Cephaloscyllium sp.</i>	-	catfish
<i>Galeocerdo cuvier</i>	requin tigre	tiger shark
<i>Heptranchias perlo</i>	requin perlon, à sept branchies	sharpnose sevengill shark
<i>Hexanchus vitulus</i>	requin vache, à six branchies	bigeyed sixgill shark
<i>Isurus oxyrinchus</i>	taupe bleu, requin maquereau	shortfin mako, mackerel shark
<i>Loxodon macrorhinus</i>	-	plastic nose shark
<i>Mustelus manazo</i>	requin à points blancs	white-spotted shark
<i>Squalus megalops</i>	aiguillat nez court	shortnose spurdog, spiny dogfish
<i>Triaenodon obesus</i>	aileton blanc du lagon	reef white tip shark
<b>APODES</b>		
Congridae	congre	conger eel
<b>RAIES</b>		
	raie	ray

\* Espèces non reportées dans le tableau 8.

morphologie générale et par la forme des otolithes. En ce qui concerne les SERRANIDAE, nous n'avons pas différencié *Epinephelus morrhua* d'*E. cometae* ainsi que le font certains auteurs, notamment MASUDA et al (1975) ; nous avons en cela suivi RANDALL et BEN-TUVIA (1983), ce qui n'empêche pas de remarquer qu'il y a effectivement des variations de robes chez *E. morrhua*. Parmi les SPHYRAENIDAE, on note la présence de *Sphyraena barracuda* et de *S. genie* qui sont habituellement capturés à la traîne ; ils correspondent à des individus qui ont mordu par petits fonds ou près de la surface lors de la remontée de la ligne. *Gymnosarda unicolor* peut aussi bien être pris à la traîne qu'en eau profonde.

Pour les requins, il convient de faire la différence entre les espèces de pleine eau, qui peuvent fréquenter le fond, notamment pour s'alimenter, et les espèces strictement démersales. *Alopias superciliosus*, *Carcharhinus albimarginatus*, *C. amblyrhynchus*, *C. falciformis*, *C. plumbeus*, *Galeocerdo cuvier*, *Isurus oxyrinchus* et *Triaenodon obesus* appartiennent à la première catégorie. Leurs captures sont occasionnelles. Les autres requins, *Centrophorus scalpratus*, *Cephaloscyllium* sp., *Heptranchias perlo*, *Hexanchus vitulus*, *Loxodon macrorhinus*, *Mustelus manazo* et *Squalus megalops* sont plus strictement inféodés au fond. Leur identification a souvent posé des problèmes car ils étaient généralement débarqués éviscérés et sans tête ni nageoire.

### 3. Importance respective des espèces

Les espèces ont été classées par ordre d'importance numérique décroissante dans le tableau 8. Le résumé figurant en bas de tableau fait ressortir l'intérêt économique des familles les plus importantes. Les ETELIDAE viennent largement en tête, avec principalement *Etelis carbunculus*, *E. coruscans*, *Pristipomoides multidens* et *P. flavipinnis* ; la forte dominance de cette famille est une caractéristique des pêches profondes en zone tropicale du Pacifique (CROSSLAND, 1980). Les SERRANIDAE sont en seconde position, du fait surtout de la capture de plusieurs spécimens d'*Epinephelus septemfasciatus* qui atteignent fréquemment des poids individuels de 60 à 70 kg. Les deux autres espèces fréquentes sont *E. morrhua* et *E. magniscuttis*. Les LUTJANIDAE sont surtout représentés par *Lutjanus malabaricus* et *L. argenteaculatus*. En ce qui concerne les CARANGIDAE, seule *Seriola rivoliana* a une certaine importance. L'abondance des PENTAPODIDAE semble sous-estimée (cf.

Tableau 8 - Classement des espèces (1) par ordre décroissant du nombre d'individus pêchés

ESPECES	Nb. de pêches	Nb. d'individus	Poids total (kg)	ESPECES	Nb. de pêches	Nb. d'individus	Poids total (kg)*
Pristipomoides multident	316	2 173	4 122,1	Lethrinus mahsena	3	6	5,5
Etelis carbunculus	307	1 305	5 305,8	Lutjanus monostigaa	4	5	4,2
Pristipomoides flavipinnis	241	1 099	1 029,8	Triodon macropterus	5	5	6,5
Lutjanus malabaricus	127	857	1 599,6	Paracaesio gonzalesi	4	5	4,3
Etelis coruscans	235	791	2 634,2	Epinephelus hoedti	5	5	27,5
Tropidinius argyrogrammicus	125	367	110,5	Triacodon obesus	2	5	22,0
Epinephelus aorhha	131	208	444,8	Plectropomus leopardus	5	5	15,7
Seriola rivoliana	115	161	779,4	Lethrinus chrysostomus	3	5	8,5
Squalus megalops	47	153	305,2	Macolor sp.	4	5	6,2
Pristipomoides filamentosus	33	144	245,3	Caranx ignobilis	4	5	54,9
Lethrinus miniatus	56	141	465,9	Alopias superciliosus	4	5	49,9
Requins ind.	72	133	856,4	Alectis indicus	4	5	13,3
Etelis radiosus	74	123	380,6	Satyricthys sp.	5	5	6,7
Aphareus rutilans	83	121	566,1	Taractichthys steindachneri	1	5	17,8
Lipocheilus carnolabrum	47	109	251,3	Macolor niger	3	4	13,5
Epinephelus septemfasciatus	66	105	2 703,1	Carcharhinus amblyrhynchos	3	4	73,0
Lutjanus argenteamaculatus	49	101	463,7	Epinephelus maculatus	4	4	6,4
Lethrinus sp.	41	99	174,7	Sphyraena sp.	3	4	8,0
Epinephelus magniscuttis	71	99	387,1	Cephalopholis hemistiktos	1	4	8,0
Gnathodentex mossambicus	35	97	171,0	Ceocorco cuvier	1	3	34,0
Tropidinius zonatus	47	96	84,2	Centrophorus scalpratus	1	3	3,3
Paracaesio sp.	35	77	172,3	Cephalopholis formosanus	2	3	5,0
Epinephelus chlorostigma	35	76	168,5	Saoptia powelli	3	3	5,0
Aprion virescens	44	70	297,5	Gymnocranius robinsoni	3	3	6,0
Lutjanus gibbus	15	67	136,9	Lutjanus fulvus	2	3	0,9
Lutjanus bohar	18	58	127,0	Lethrinus amasianus	1	3	4,1
Epinephelus areolatus	39	55	35,1	Echeneis naucrates	2	2	2,3
Carcharhinus albimarginatus	24	46	452,4	Raies ind.	2	2	65,0
Lutjanus rufolineatus	24	44	16,1	Caranx melampygus	2	2	3,5
Lethrinus variegatus	17	43	42,8	congridae ind.	2	2	5,2
Paracaesio kusakarii	20	40	100,0	Gymnocranius sp.	2	2	2,5
Carcharhinus falciformis	23	36	955,0	Epinephelus amblycephalus	1	2	1,6
Ostichthys japonicus	20	34	35,6	Pentapodiidae ind.	1	1	6,0
Promethichthys prometheus	6	28	96,0	Plectropomus melanoleucus	1	1	5,0
Caranx lugubris	18	27	69,8	Pristipomoides auricilla	1	1	1,0
Lutjanus timorensis	3	26	53,0	Epinephelus fasciatus	1	1	0,2
Hexanchus vitulus	18	25	290,2	Carangoides sp.	1	1	2,2
Sphyraena forsteri	10	25	33,4	Polymixia berndti	1	1	0,7
Serranidae ind.	13	23	34,8	Gempylidae ind.	1	1	1,0
Gymnosarda unicolor	18	22	325,6	Bodianus perditio	1	1	2,8
Gymnocranius lethrinoides	16	21	34,7	Epinephelus fuscus	1	1	1,7
Ruvettus pretiosus	14	21	235,2	Carangoides fulvoguttatus	1	1	4,5
Lutjanus sp.	12	19	58,3	Heptranchias perlo	1	1	4,8
Lutjanus kasahira	2	19	27,4	Isurus oxyrinchus	1	1	70,0
Lethrinus harak	6	16	10,5	Lethrinus obsoletus	1	1	2,1
Epinephelus retouti	12	16	17,4	Cephaloscyllium sp.	1	1	4,6
Lutjanus sebae	14	15	110,0	Gymnocranius rivulatus	1	1	3,0
Epinephelus microdon	11	15	31,9	Sphyraena jello	1	1	2,0
Mustelus manazo	10	14	33,2	Poissons non identifiés	46	398*	526,5
Thyrsitoides marleyi	12	14	90,7				
Carcharhinus plumbeus	6	13	153,4	Total	644**	10 175	28 763,5
Holocentridae ind.	6	12	12,5				
Apodes ind.	10	12	24,0				
Gymnocranius japonicus	6	12	15,0	Résumé			
Sphyraena genie	3	11	36,6				
Epinephelus cylindricus	2	11	17,0		Nombre (N)	Poids (Z)	
Branchiostegus wardi	7	10	14,5	ETELIDAE	61,9	51,5	
Paracaesio stonei	5	10	19,2	SERRANIDAE	6,4	13,7	
Carangidae ind.	9	10	25,9	REQUINS	4,2	11,5	
Sphyraena barracuda	7	9	39,5	LUTJANIDAE	14,4	11,0	
Adioryx spinifer	3	8	4,8	CARANGIDAE	2,1	3,3	
Variola louti	7	7	4,1	LETHRINIDAE	3,1	2,5	
Aphareus furcatus	6	7	32,0	GEMPYLIDAE	0,6	1,5	
Loxodon macrorhinus	3	7	11,2	Autres	7,3	5,0	
Pristipomoides typus	3	6	9,1				
Lethrinus kallopterus	3	6	8,6				
Sphyraena bleekeri	5	6	26,1		100,0	100,0	
Epinephelus dictyophorus	2	6	9,4				

(1) Depuis l'établissement de cette liste, cinq autres espèces ont été capturées en un exemplaire (cf. tableau 7) ; elles ne sont pas reportées ici.

\* Poissons pour lesquels l'identification n'a pas été faite pour des raisons de simple logistique. Après entretien avec les pêcheurs, il semblerait qu'il s'agisse d'un mélange de *Gymnocranius japonicus*, *G. lethrinoides*, *G. robinsoni*, *Paracaesio kusakarii*, *Gnathodentex mossambicus* et *Pristipomoides sieboldi*.

\*\* Il ne s'agit pas de la somme arithmétique mais du nombre total de sorties de pêche.

commentaires en bas du tableau 8). Chez les GEMPYLIDAE, *Ruvettus pretiosus* domine.

Les requins représentent 11,5 % du poids total des captures. Comme nous l'avons signalé précédemment, l'impossibilité d'identifier les petites espèces éviscérées et préparées pour la vente (ablation des nageoires) a entraîné la sous-estimation d'espèces tels que *Squalus megalops*, *Mustelus manazo*, *Centrophorus scalpratus* et *Loxodon macrorhinus*.

Peu d'espèces sont impropres à la commercialisation du fait de risques trop grands d'ichtyosarcotoxisme qu'elles présenteraient à la consommation. Citons *Lutjanus bohar* qui est systématiquement rejeté par les pêcheurs donc sous-estimé dans les prises, et les grands spécimens de *Lutjanus argentimaculatus* et de *L. sebae*.

Telle que nous venons de l'esquisser, l'étude globale des fréquences des différentes espèces ne tient pas compte des profondeurs de leur capture. Précisons maintenant leur habitat.

#### 4. Répartitions bathymétriques

L'extension de l'habitat d'une espèce est délimitée par les profondeurs extrêmes supérieures et inférieures entre lesquelles elle est présente. La notion de "capturabilité", introduite précédemment, implique qu'il serait préférable de rejeter le terme "habitat". Pour des raisons de commodité, nous l'avons toutefois utilisé, étant entendu qu'il s'agit de la zone bathymétrique de disponibilité de l'espèce à l'intérieur de laquelle elle est présente et déploie une activité alimentaire.

#### Extensions verticales des habitats

Les extensions verticales de l'"habitat" de 84 espèces sont reportées sur les figures 8a et b. Le nombre limité de pêches peu profondes conduit à adopter une certaine prudence quant aux

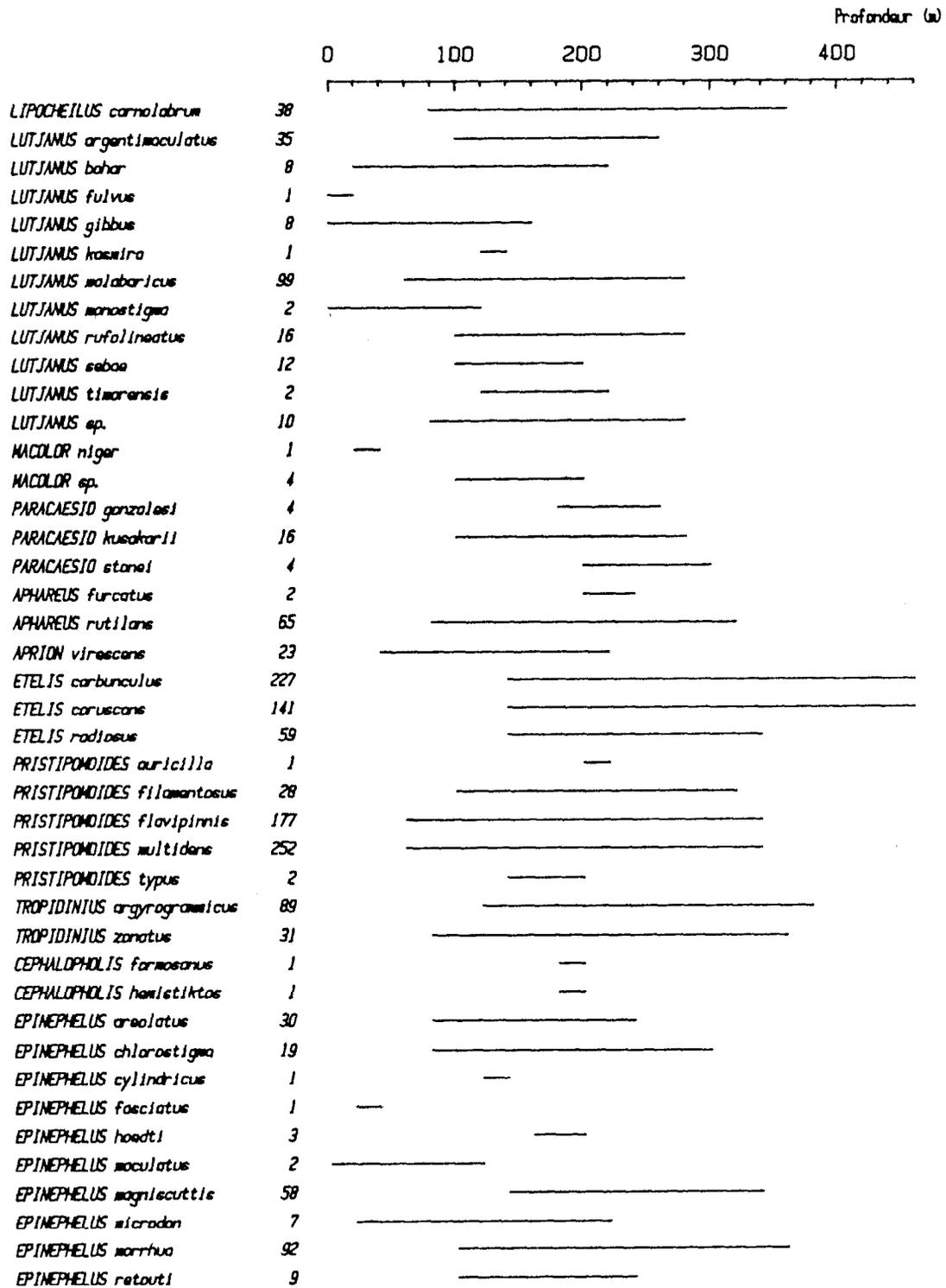


Fig. 8a - Extension verticale des "habitats"

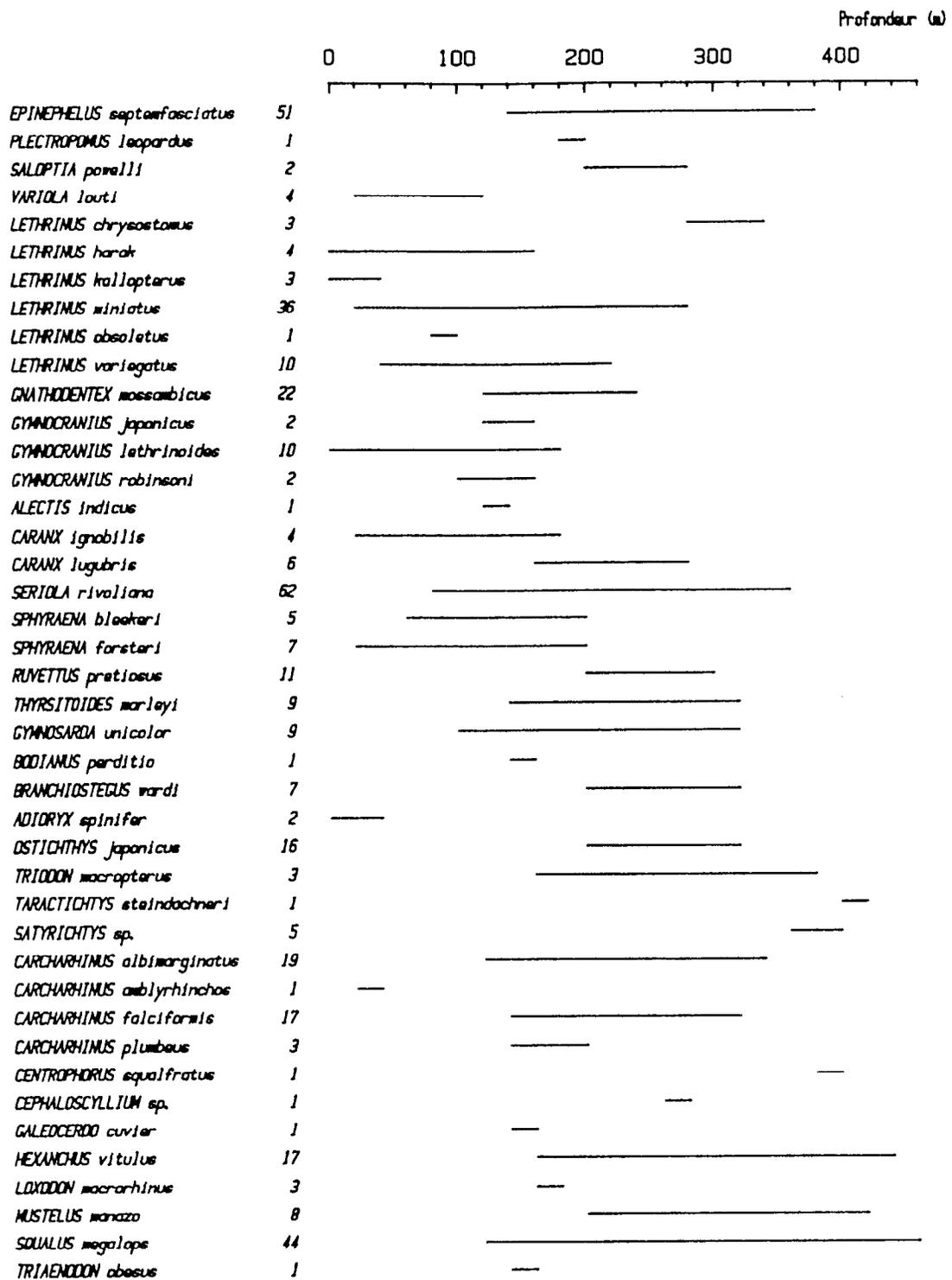


Fig. 8b - Extension verticale des "habitats"

distributions observées pour les espèces superficielles n'ayant fait l'objet que de captures occasionnelles telles que *Lutjanus fulvus*, *Macolor niger*, *Epinephelus fasciatus*, *Lethrinus kallopterus* et *Adioryx spinifer*. D'une manière générale, la même réserve s'applique aux espèces peu abondantes. C'est ainsi que *L. argenteumaculatus*, *L. kasira*, *L. rufolineatus*, *L. sebae*, *Aphareus furcatus*, *Pristipomoides filamentosus*, *Cephalopholis formosanus*, *C. hemistiktos*, *Epinephelus areolatus*, *E. cylindricus*, *E. hoedti*, *Plectropomus leopardus*, *Lethrinus chrysostomus*, *L. obsoletus*, *Gymnocranius japonicus*, *Alectis indicus*, *Caranx lugubris*, *Bodianus perditio*, *Carcharhinus albimarginatus*, *C. falciformis*, *C. plumbeus*, *Galeocerdo cuvier* et *Triaenodon obesus*, sont connues pour être capturées très en surface et même observables en plongée, alors qu'elles n'apparaissent qu'au-delà de 100 m et parfois même plus dans nos pêches. Pour les espèces profondes comme *Etelis carbunculus*, *E. coruscans*, *Squalus megalops* et *Hexanchus vitulus*, la limite inférieure de leur distribution resterait à préciser en effectuant des pêches au-delà de 460 m. D'un point de vue économique, la notion de présence-absence est de toute façon insuffisante pour orienter le pêcheur dans la recherche de l'habitat préférentiel, c'est-à-dire des profondeurs de densité maximale. L'étude des rendements en fonction de la bathymétrie est indispensable.

#### Evolution des C.P.U.E. avec la profondeur

Pour les 12 espèces pondéralement les plus importantes et pour lesquelles le nombre de pêches de profondeur connue était supérieur à 50, les distributions verticales des C.P.U.E. en poids et en nombres ont été établies par tranches de profondeur de 40 m (fig. 9a et b). Pour 10 autres espèces encore significatives dans les prises, ou présentant des caractéristiques très marquées, la figure 9c reproduit les C.P.U.E. en nombres. En s'inspirant des schémas, d'observations in situ et de l'expérience des pêcheurs, on parvient finalement à dresser le tableau 9 qui classe un certain nombre d'espèces en trois catégories suivant que leurs concentrations maximales sont superficielles, intermédiaires ou profondes.

Plusieurs auteurs ont fourni des indications sur la distribution verticale de poissons profonds. Citons notamment MASUDA et al (1975), MUNRO (1967), mais surtout FOURMANDOIR et LABOUTE (1976),

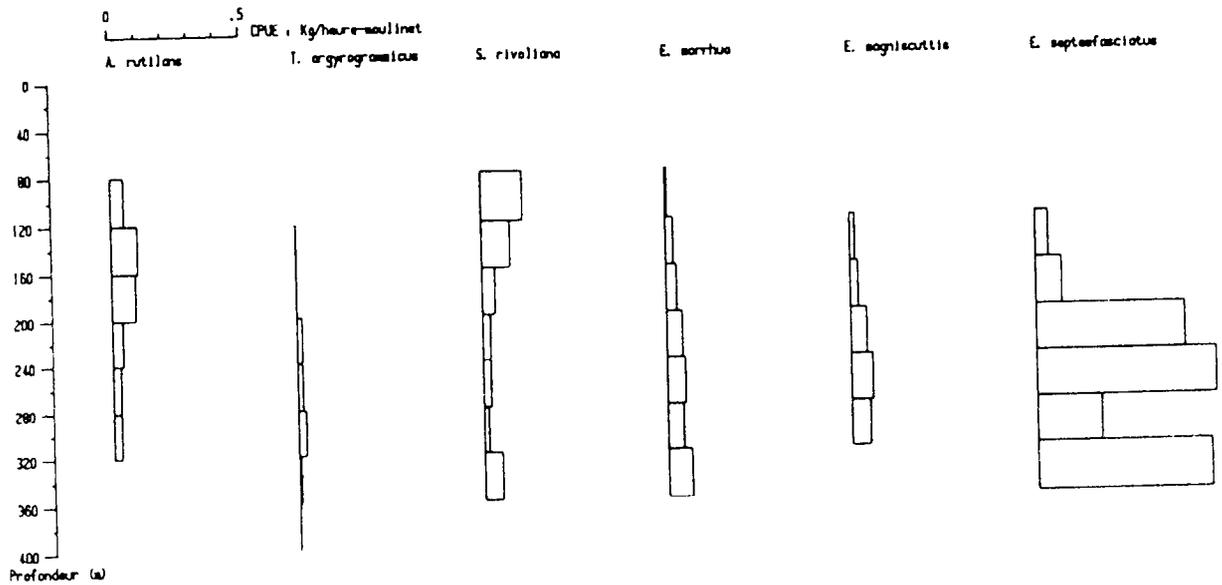
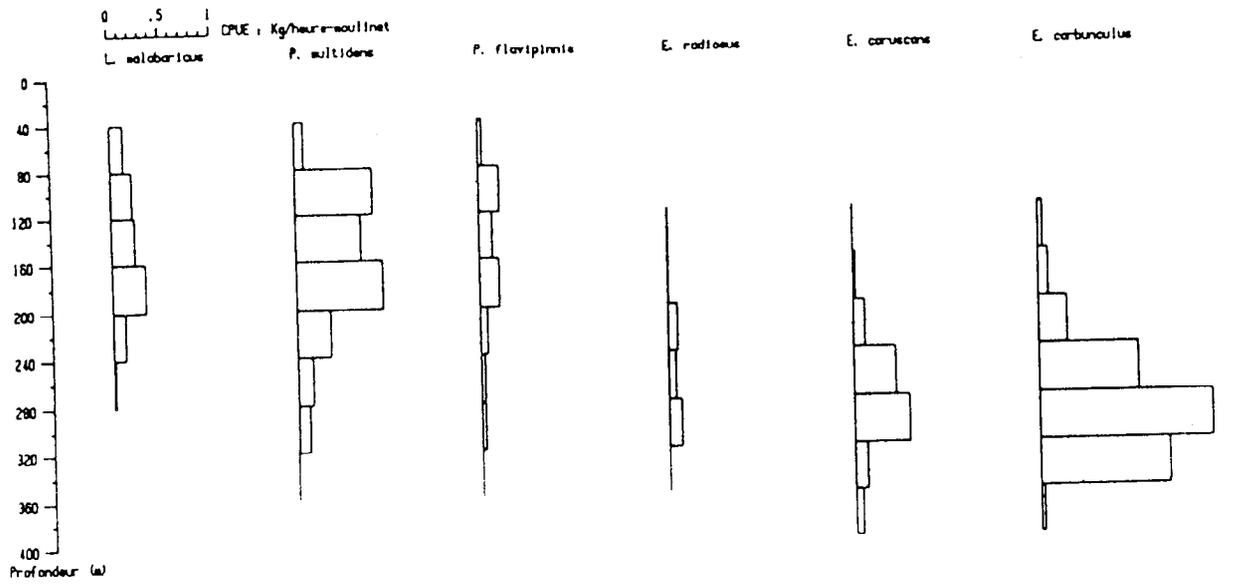


Fig. 9a - Pêche au moulinet : Evolution des C.P.U.E. (poids) en fonction de la profondeur de pêche

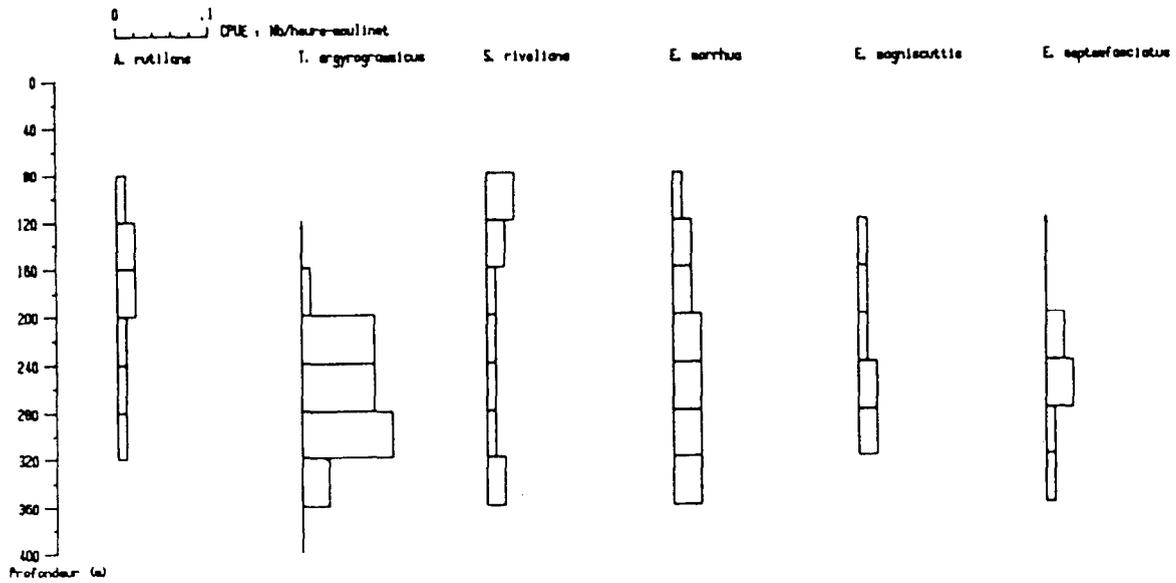
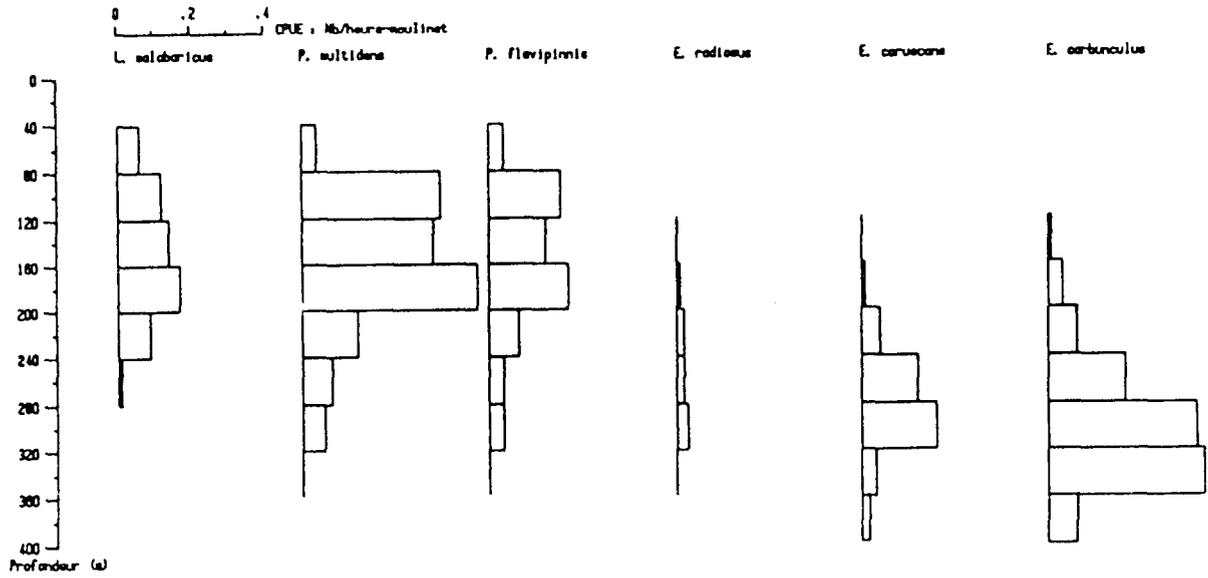


Fig. 9b - Pêche au moulinet : Evolution des C.P.U.E. (nombres) en fonction de la profondeur de pêche

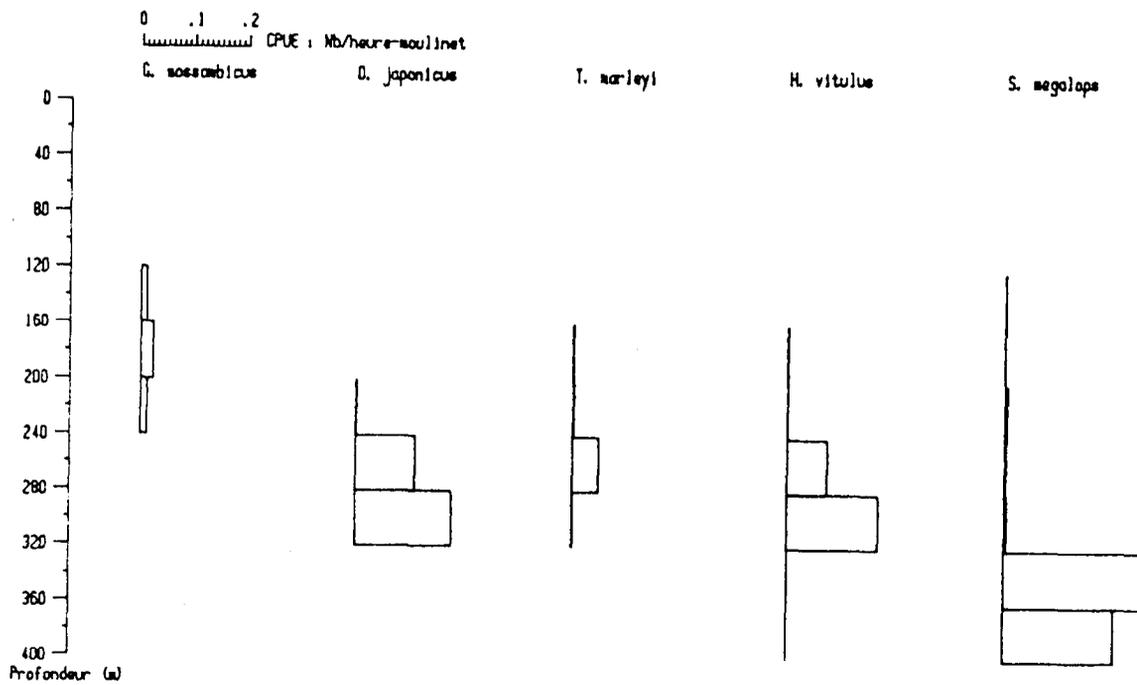
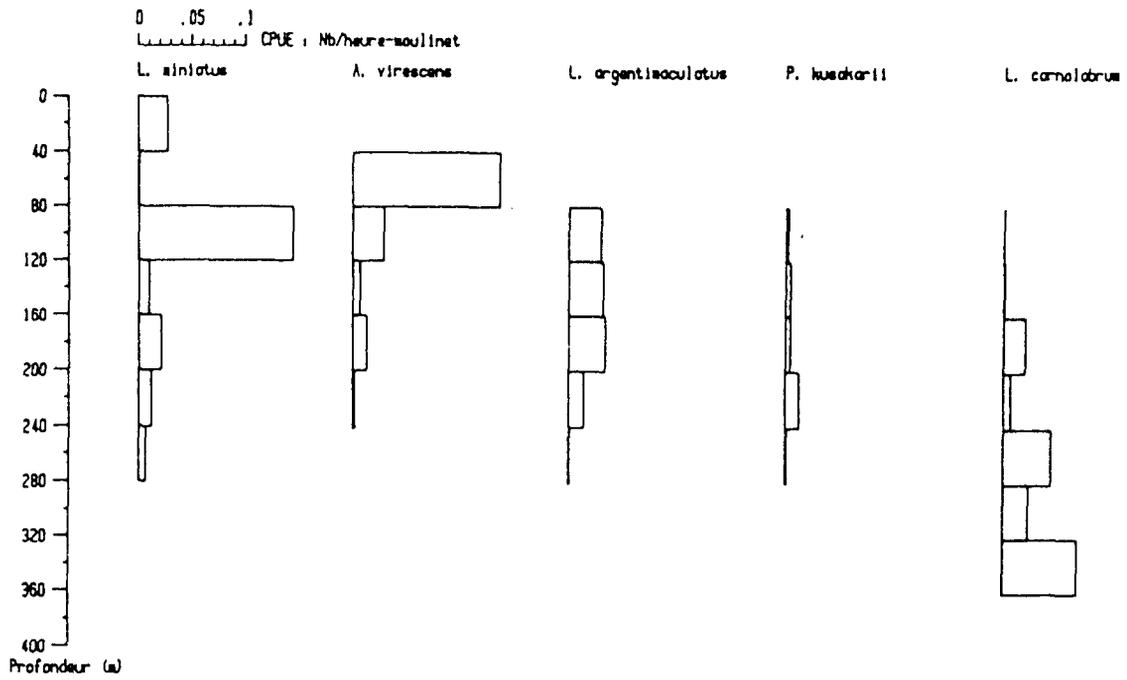


Fig. 9c - Pêche au moulinet : évolution des C.P.U.E. (nombres)  
en fonction de la profondeur de pêche

**Tableau 9 - Classement des espèces en fonction de la position bathymétrique de leurs concentrations maximales obtenues lors de pêches en eau profonde**

Superficielles (<120 m)	Intermédiaires (120 - 240 m)	Profondes (>240 m)
Adionyx spinifer	Aphareus rutilans	Centrophorus scalpratus
Alectis indicus	Branchiostegus wardi	Cephaloscyllium sp.
Aphareus furcatus	Carcharhinus albimarginatus	Epinephelus septemfasciatus
Aprion virescens	C. falciformis	Etelis carbunculus
Bodianus perditio	C. plumbeus	E. coruscans
Caranx ignobilis	Epinephelus areolatus	E. radiatus
C. lugubris	E. chlorostigma	Hexanchus vitulus
Carcharhinus amblyrhinchos	E. magniscuttis (1)	Lipocheilus carnolabrum
Cephalopholis formosanus	E. morrhua (1)	Loxodon macrorhinus
C. hemistiktos	E. retouti	Mustelus manazo
Epinephelus cylindricus	Gnathodentex mossambicus	Ostichthys japonicus
E. fasciatus	Gymnocranius japonicus	Ruvettus pretiosus
E. hoedti	G. lethrinoides	Satyrichtys sp.
E. maculatus	G. robinsoni	Squalus megalops
E. microdon	Gymnosarda unicolor	Taractichthys steindachneri
Galeocerdo cuvier	Lethrinus chrysostomus	Thyrstitoides marleyi
Lethrinus harak	L. miniatus	Triodon macropterus
L. kallopterus	Lutjanus argentimaculatus	Tropidinius argyrogrammicus
L. obsoletus	L. malabaricus	T. zonatus
L. variegatus	L. rufolineatus	
Lutjanus bohar	L. sebae	
L. fulvus	L. timorensis	
L. gibbus	L. sp.	
L. kasmira	Macolor sp.	
L. monostigma	Paracaesio gonzalesi	
Macolor niger	P. kusakarii	(1) Pourraient, à la rigueur
Plectropomus leopardus	P. stonei	être considérées
Pristipomoides filamentosus	Promethichthys prometheus	comme espèces profondes.
Sphyræna bleekeri	Pristipomoides auricilla	
Triænodon obesus	P. flavipinnis	
	P. multidentis	
	P. typus	
	Saloptia powelli	
	Seriola rivoliana	
	Sphyræna forsteri	
	Variola louti	

FOURMANDOIR (1979, 1980), RALSTON (1978), MEAD (1979c) et ANONYME (1978, 1980a). Bien que les informations soient dans l'ensemble assez concordantes, on note néanmoins certaines différences suivant les zones. Elles sont principalement dues au fait que les auteurs s'intéressent soit à l'extension maximale de l'habitat, soit aux profondeurs de meilleurs rendements ; elles sont aussi attribuables à l'échantillonnage, la qualité des informations augmentant avec l'effort de pêche. D'une façon générale, on note qu'une grande imprécision porte sur la limite inférieure de distribution des espèces les plus profondes. Malgré tout, des différences réelles semblent parfois exister entre zones. En Nouvelle-Calédonie, FOURMANDOIR (1979, 1980) indique que la profondeur de capture d'*Etelis carbunculus* est comprise entre 230 et 460 m, avec rendements maximums entre 330 et 420 m ; pour *E. coruscans*, la pêche se pratique de 290 à 500 m. Par ailleurs, cet auteur signale que "la température qui convient aux individus de grandes tailles est entre 11°C et 14°C. Quand il y a une thermocline très forte comme c'est par exemple le cas du

Canal de Mozambique en été (île Europa, îles Comores, Zanzibar), de la Mer de Chine au printemps et été (Vietnam, Philippines), les basses températures convenant à l'*Etelis* (moins de 14°C) peuvent être atteintes dès 180 m. En Nouvelle-Calédonie où il n'y a pas de rupture thermique, la pêche doit se pratiquer à plus de 300 m en toutes saisons". Cette remarque est à rapprocher de celle que nous avons faite au sujet des ondes internes et de celle de SMITH (communication personnelle) selon laquelle la distribution des poissons profonds pourrait être influencée par la présence de fronts thermiques qui existeraient à proximité du fond. Ainsi, les distributions verticales seraient dans une certaine mesure variables suivant les lieux ; en fonction des fluctuations des caractéristiques de l'environnement, elles pourraient donc l'être aussi suivant les saisons.

### Evolution de la diversité avec la profondeur

En zone tropicale, l'ichtyofaune démersale des petits fonds coralliens est caractérisée par la présence d'un très grand nombre d'espèces. Cette diversité chute brusquement au-delà de la rupture de la pente récifale externe, nous avons suivi son évolution lorsque la profondeur augmente. Dans un premier temps, nous avons calculé pour chaque classe de profondeur le nombre moyen d'espèces capturées par sortie et le nombre moyen d'espèces pêchées par heure de moulinet (tableau 10). A titre indicatif, nous avons aussi reporté dans le tableau 10 les poids individuels moyens des poissons capturés. On constate que les deux premiers indices, qui traduisent la richesse en espèces, diminuent lorsque la profondeur augmente, de façon d'ailleurs plus régulière pour le premier que pour le second. Toutefois, ils ne rendent pas compte de l'abondance respective de chaque espèce. C'est la raison pour laquelle nous avons utilisé l'indice de diversité spécifique I dérivé de la théorie de l'information de SHANNON (1948) qui tient compte à la fois du nombre d'espèces et de leurs effectifs respectifs (1). Nous l'avons calculé pour quatre tranches de profondeurs : 0-40 m, 40-80 m, 120-240 m et au-delà de 240 m. Etant donné le nombre restreint de pêches dans les couches superficielles, nous avons effectué les

---

(1) Indice de diversité spécifique  $I = - \sum_{i=1}^{i=n} p_i \log_2 p_i$ ,  $p_i$  représentant le pourcentage des individus appartenant à l'espèce  $i$ , la somme étant étendue aux  $n$  espèces de la communauté.

calculs correspondant sur les résultats de pêches aux casiers obtenus par MUNRO (1983) sur les récifs des Caraïbes et de pêches à la ligne réalisées par LOUBENS (1978) dans les grandes passes du sud du lagon de Nouvelle-Calédonie. Les résultats sont reportés dans le tableau 10.

**Tableau 10** - Evolution du nombre d'espèces, des poids individuels moyens et de l'indice de diversité spécifique I avec la profondeur

Prof. (m)	Nb. moy. d'espèces par sortie	Nb. moy. d'espèces par h. moulinet	Poids individuels moyens	Biotope	I
0- 40	7,0*	0,57*	1,5	Récifs (MUNRO, 1983)	4,88
40- 80	5,3*	0,39*	2,7	Passes (LOUBENS, 1978)	3,64
80-120	6,1	0,36	2,0		
120-160	6,7	0,38	2,1		
160-200	6,4	0,42	2,6	Pente externe intermédiaire	3,22
200-240	5,3	0,44	3,5		
240-280	5,0	0,35	3,2		
280-320	4,2	0,34	4,1	Pente externe inférieure	2,47
320-360	2,9*	0,21	-		

\* Nombre de pêches inférieur à 10 n'ayant pas permis le calcul de I.

Les indices correspondent à quatre biotopes différents. Le premier traduit l'extrême diversité de la faune récifale. Les deux biotopes suivants sont caractérisés par des diversités assez élevées dues à l'existence de niches écologiques encore variées et nombreuses. La variabilité des paramètres du milieu et les turbulences y sont telles que de larges possibilités évolutives et adaptatives peuvent se concrétiser, ce qui implique des capacités élevées de régulation des biocoenoses (DAGET, 1979). Il est donc probable qu'elles y ont atteint des états d'équilibre stables et que les réponses à l'exploitation y seront identiques. Le quatrième biotope, où l'indice de diversité est bas, est caractérisé par des paramètres de l'environnement contraignants. Le nombre d'espèces pouvant s'y développer de façon intensive est faible. Les capacités d'homéostasie seront réduites, c'est-à-dire que la réponse à l'exploitation sera rapide et forte. Les équilibres écologiques y sont plus instables que dans les eaux moins

profondes et la surexploitation conduira sans doute à des situations difficilement réversibles.

## 5. Variations nycthémerales

Pour des raisons pratiques évidentes, les pêcheurs n'ont pas eu la possibilité d'affecter une heure de capture à chacune de leur prise. En fonction de la période durant laquelle les pêches se sont déroulées, celles-ci n'ont donc pu être classées qu'en quatre catégories : pêches de jour, pêches de nuit, pêches de jour s'étant prolongées de nuit, pêches de nuit s'étant prolongées de jour. Pour mettre en évidence les variations nycthémerales, nous n'avons pris en compte que les deux premières et nous avons considéré l'archipel dans son ensemble. Les résultats des pêches au moulinet sont résumés dans le tableau 11. On constate qu'aucune profondeur supérieure à 360 m n'a été prospectée de nuit. Nous verrons que cet échantillonnage insuffisant a pour conséquence une certaine imprécision sur les variations nycthémerales de distribution des espèces les plus profondes. Globalement, les C.P.U.E. diurnes sont sensiblement les mêmes que les C.P.U.E. nocturnes (3,25 et 3,38 kg/heure de moulinet respectivement), ce qui pourrait inciter à penser que la pêche donne les mêmes résultats de jour et de nuit. En réalité, les variations des C.P.U.E. détaillées par tranches de profondeur de 40 m font ressortir une certaine migration des productions des couches profondes vers le haut durant la nuit (fig. 10). A rendement égal, on serait donc tenté de recommander une pêche de nuit, moins profonde, donc plus confortable que de jour. En fait, le choix dépend des espèces cibles. C'est la raison pour laquelle nous avons tenté de préciser les différences de capturabilité de jour et de nuit des principales espèces.

Dans un premier temps, nous n'avons pas tenu compte des profondeurs. Ne retenant que les espèces représentées de façon significative, nous avons simplement comparé les effectifs de nuit à ceux de jour. Toutefois, l'effort de pêche de nuit ayant été inférieur à celui de jour (2 248 heures de moulinet contre 4 735), nous avons auparavant attribué aux pêches de nuit le même effort qu'aux pêches de jour. Nous avons donc multiplié les effectifs de nuit par un facteur égal au rapport des efforts, soit 2,11. Nous avons ensuite fait ressortir la tendance nocturne (ou diurne) de chaque espèce en exprimant

Tableau 11 - Efforts, prises et C.P.U.E. par classes de profondeurs obtenus lors de pêches aux moulinets effectuées de jour et de nuit (requins compris)

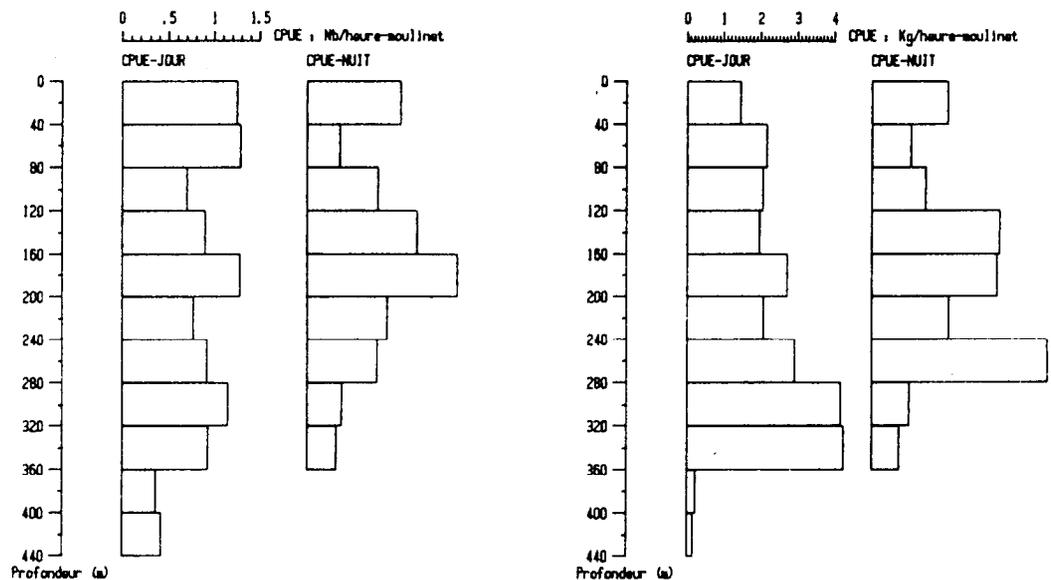
	Profondeurs Z (m)	Nb. de sorties	Effort (nb. h. moul.)	Prises		C.P.U.E.	
				Nb.	Poids	Nb.	Poids
	0 - 40	2	8	10	11,6	1,25	1,45
	40 - 80	2	17	22	36,7	1,29	2,16
	80 - 120	11	125	88	256,0	0,70	2,05
	120 - 160	38	475	426	929,9	0,90	1,96
J	160 - 200	43	496	635	1343,1	1,28	2,71
O	200 - 240	55	821	636	1702,1	0,77	2,07
U	240 - 280	60	753	693	2201,6	0,92	2,92
R	280 - 320	68	749	865	3115,8	1,15	4,16
	320 - 360	9	109	101	462,7	0,93	4,24
	360 - 400	1	14	5	3,3	0,36	0,24
	400 - 440	1	12	5	2,0	0,42	0,17
	Z inconnues	125	1156	1643	5312,6	1,42	4,60
	Total J	415	4735	5128*	15377,4*	1,08*	3,25*
	0 - 40	4	49	50	100,0	1,02	2,04
	40 - 80	1	26	9	27,1	0,35	1,04
	80 - 120	8	191	148	274,6	0,77	1,44
	120 - 160	15	318	381	1103,3	1,20	3,47
N	160 - 200	20	339	553	1151,0	1,63	3,40
U	200 - 240	21	461	399	953,5	0,87	2,07
I	240 - 280	13	291	222	1389,1	0,76	4,77
T	280 - 320	4	71	26	70,7	0,37	1,00
	320 - 360	1	26	8	19,1	0,31	0,73
	Z inconnues	30	476	906	2508,0	1,90	5,27
	Total N	117	2248	2702*	7596,4*	1,20*	3,38*
J+N	Total	532	6983	7830*	22973,8*	1,12*	3,29*
						(1)	(1)

\* Il s'agit de moyennes et non de totaux

(1) Ces chiffres diffèrent légèrement de ceux du tableau 3 car seules les pêches effectuées dans leur totalité soit de jour soit de nuit sont prises en compte.

les effectifs de nuit corrigés en % de la somme (J + Nc) des effectifs de jour J et des effectifs de nuit corrigés Nc. Le classement de rang par ordre de tendance nocturne croissante est donné par la figure 11. Les intervalles de confiance à 95 % y sont aussi reportés. Aux espèces fortement diurnes comme *Lipocheilus carnolabrum*, *Paracaesio kusakarui*, *Lutjanus timorensis*, *Pristipomoides filamentosus* et *Etelis radiosus* s'opposent celles qui sont très nocturnes telles que *Lutjanus malabaricus*, *L. argentimaculatus*, *Promethichthys prometheus*, *Ruvettus pretiosus* et *Ostichthys japonicus*. Au milieu du diagramme, aux pourcentages voisins de 50 % correspondent les espèces qu'on capture aussi bien de jour que de nuit comme *Pristipomoides flavipinnis*, *P.*

*multidens*, *Seriola rivoliana*, *Epinephelus areolatus*, *E. chlorostigma* et *Lethrinus miniatus*. Ainsi que nous l'avons signalé précédemment, les profondeurs supérieures à 300 m ayant été mal prospectées de nuit, il est difficile de conclure pour les espèces profondes telles qu'*Etelis coruscans* et *E. carbunculus* qui sont très abondantes dans les pêches de jour. En revanche, les deux requins profonds *Squalus megalops* et *Hexanchus vitulus* qui sont surtout capturés durant la nuit, alors que l'effort de pêche déployé y est moindre, ont très certainement une forte tendance nocturne.



**Fig. 10** - C.P.U.E. par classes de profondeurs obtenues lors de pêches au moulinet effectuées de jour et de nuit (requins compris)

Dans un deuxième temps, nous avons précisé les variations nyctémérales en faisant intervenir la profondeur. Pour les 22 espèces étudiées précédemment, nous avons calculé les C.P.U.E. en nombre par classes de profondeurs de 40 m (fig. 12a, b et c). Nous avons éliminé toutes les pêches commencées de jour et se poursuivant de nuit et vice versa, ce qui explique certaines discordances avec les schémas établis pour les distributions verticales globales (fig. 9a, b et c). L'absence de pêche de nuit au-delà de 360 m laisse toujours planer une incertitude quant à la répartition des espèces qui sont encore abondantes à ces profondeurs ; tel est le cas d'*Etelis carbunculus*, *Tropidinius*

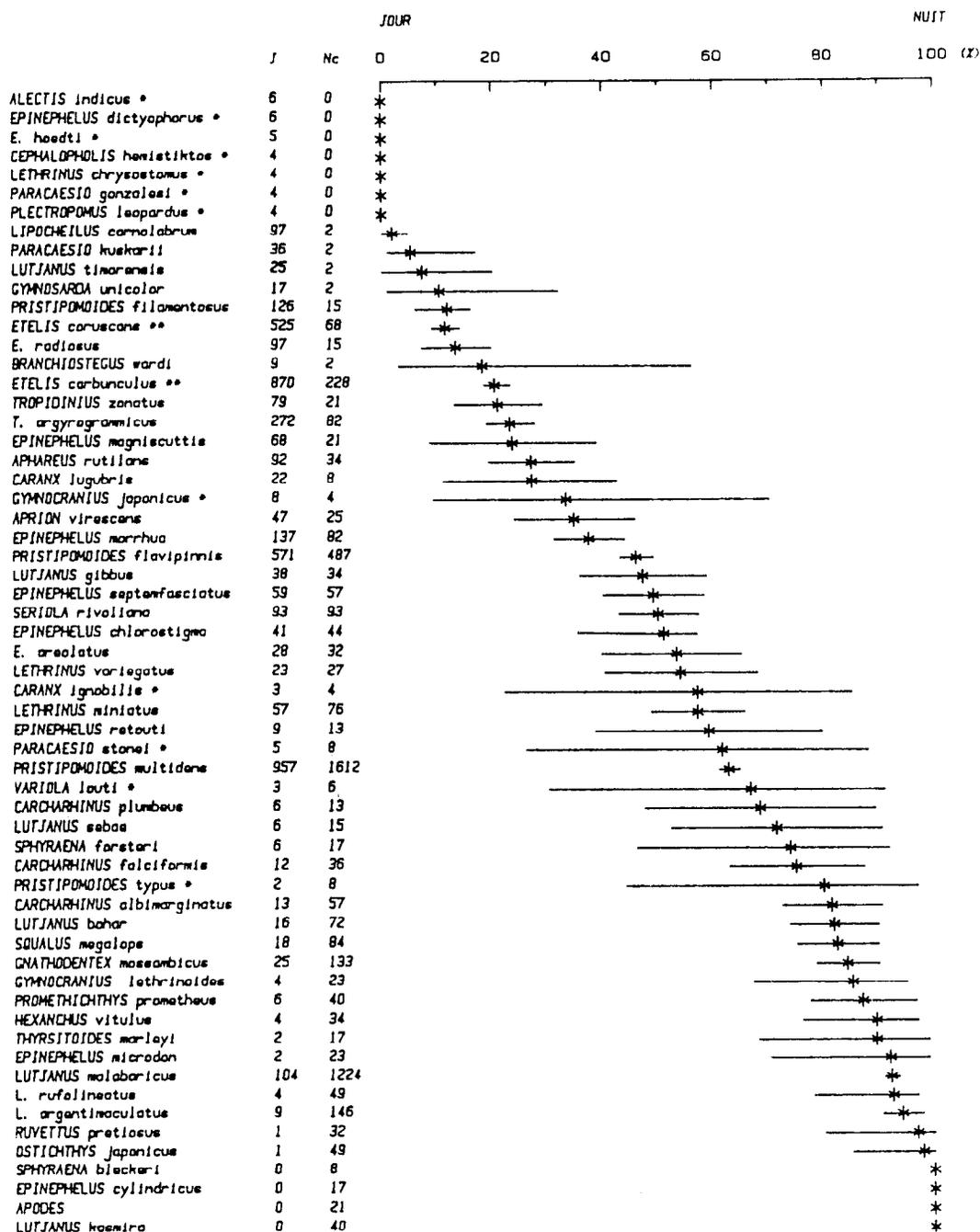


Fig. 11 - Tendances diurnes ou nocturnes de la capturabilité de quelques espèces et intervalles de confiance à 95 %.

- \* classement douteux : faibles effectifs
- \*\* classement douteux : profondeurs supérieures à 300 m peu prospectées de nuit (cf. tableau 11 et texte)

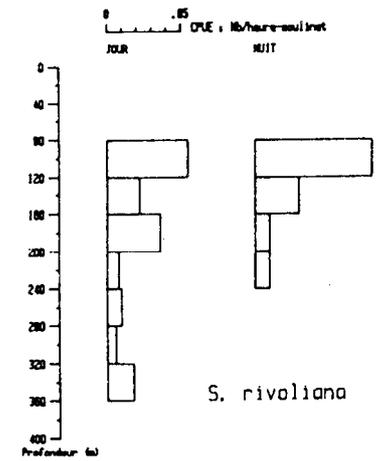
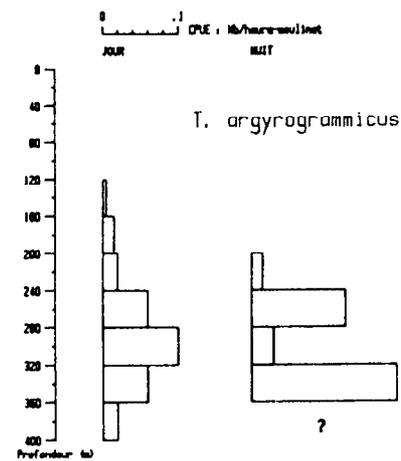
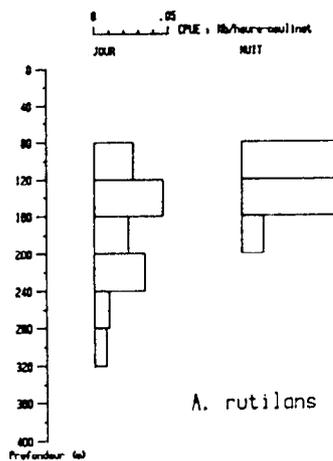
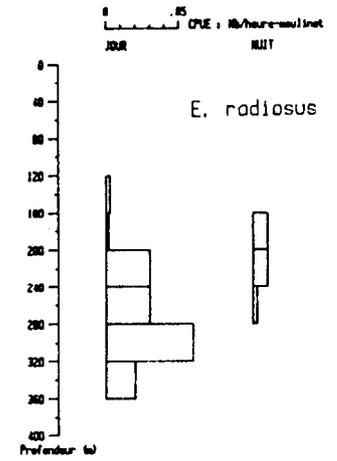
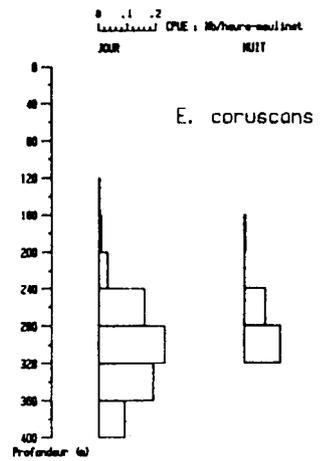
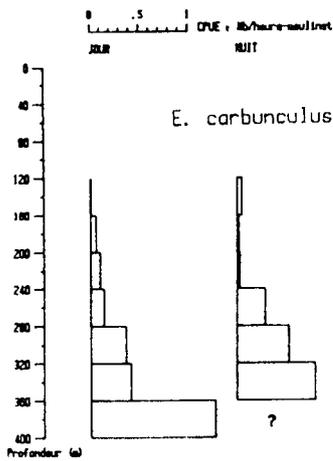
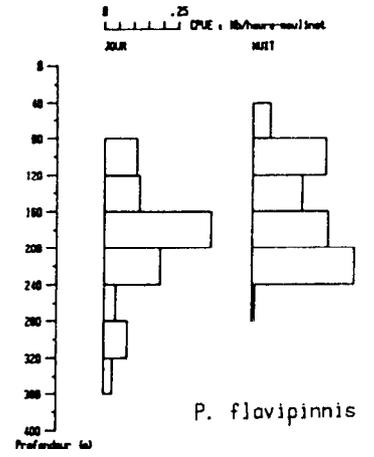
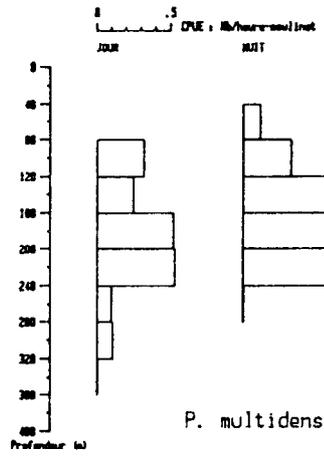
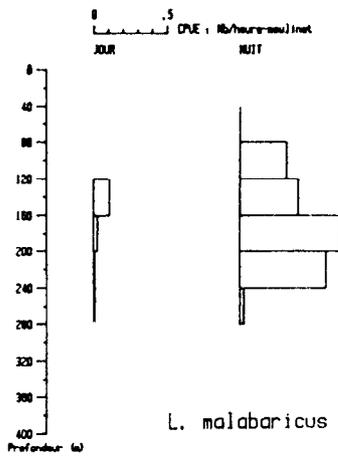


Fig. 12a - Variations nycthémérales des C.P.U.E. en nombres

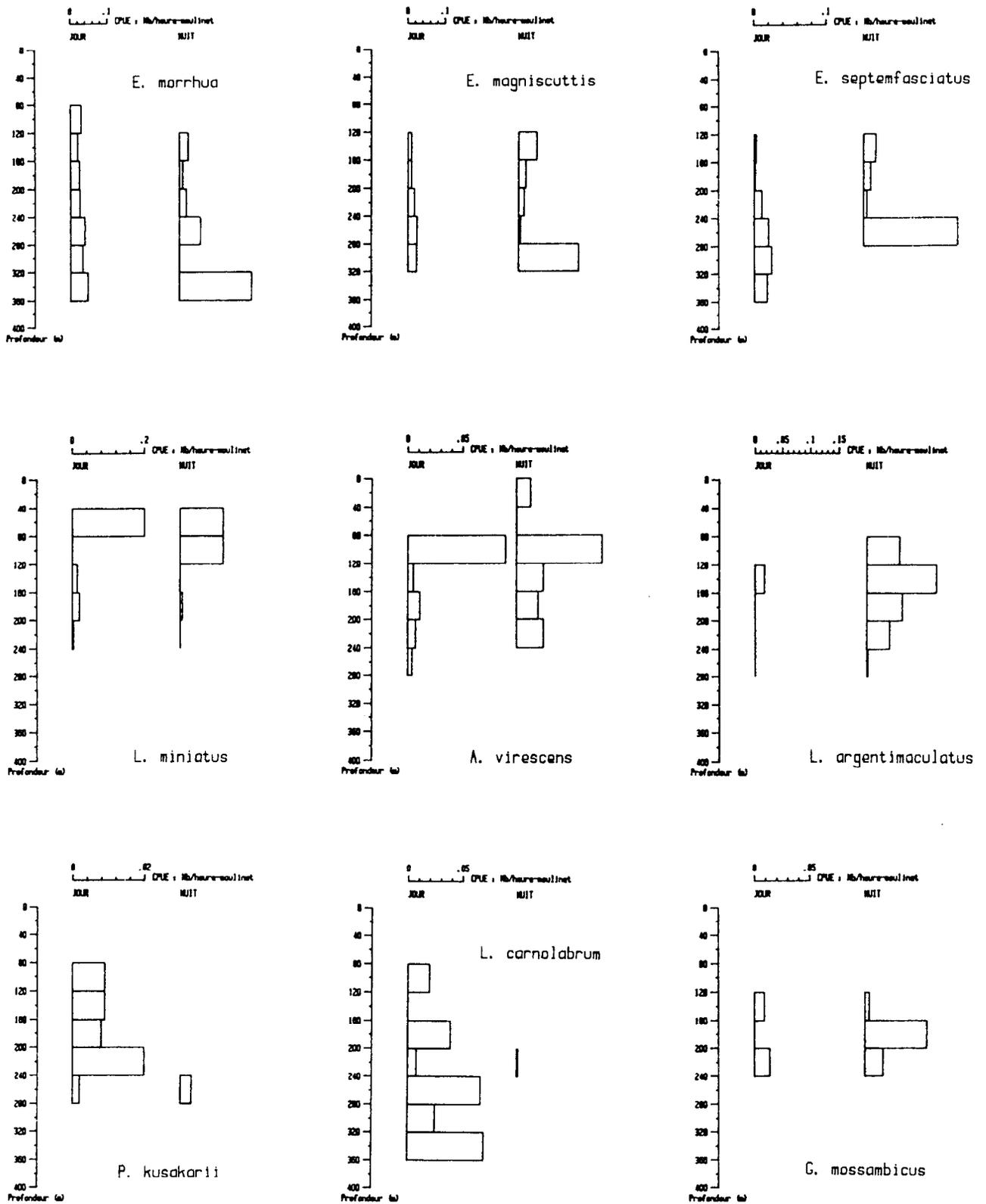


Fig. 12b - Variations nycthémérales des C.P.U.E. en nombres

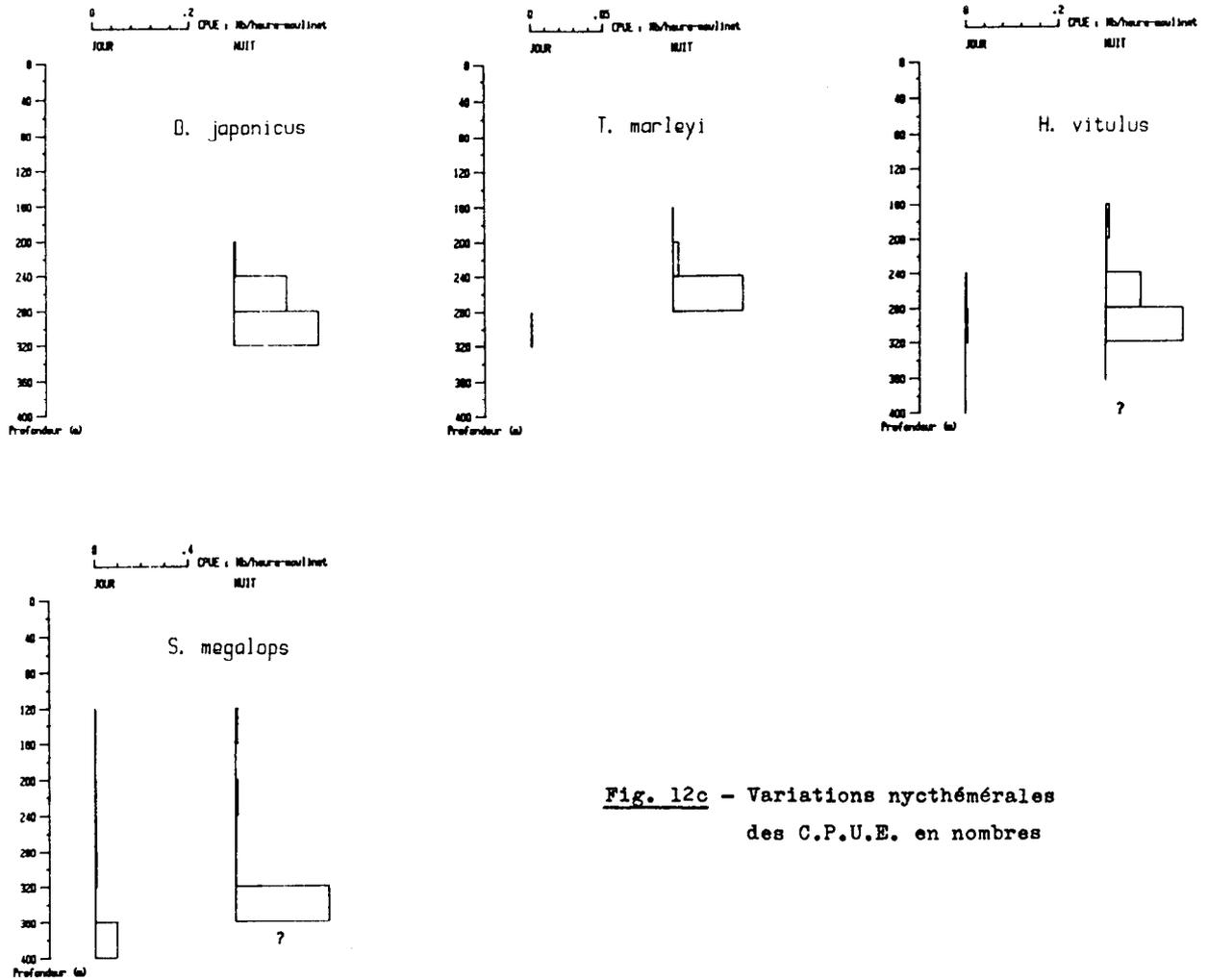


Fig. 12c - Variations nycthémérales des C.P.U.E. en nombres

*argyrogrammicus* et *Epinephelus morrhua*. D'une manière générale, on retrouve néanmoins les mêmes tendances que sur la figure 11, ce qui permet finalement de distinguer trois catégories : espèces principalement accessibles à la pêche de jour, espèces accessibles surtout de nuit, espèces capturées aussi bien de jour que de nuit avec, selon les cas, dominance ou non du caractère diurne ou nocturne (tableau 12).

Le fait le plus marquant semble être une "migration" nocturne verticale vers le haut d'une amplitude de 40 à 80 m. Ce déplacement apparent est particulièrement net pour les espèces vivant aux profondeurs intermédiaires (80 à 240 m) où les efforts de pêches déployés furent importants, aussi bien de jour que de nuit. Il s'agit notamment de *Pristipomoides flavipinnis*, *P. multidentis*, *Aphareus rutilans* et *Seriola rivoliana*. Ce phénomène, très fréquent chez de nombreux organismes marins aussi bien démersaux que pélagiques, pourrait

correspondre à de réelles migrations nocturnes déclenchées par phototropisme ou par modification du comportement trophique. Au niveau de l'ensemble de la production, toutes espèces confondues, il se traduit par le décalage observé sur la figure 10.

Tableau 12 - Périodes préférentielles de captures de quelques espèces

<u>Diurne</u>	<u>Diurne et nocturne</u>
Etelis radius	Aphareus rutilans
Gymnosarda unicolor	Aprion virescens
Lipocheilus carnolabrum	Branchiostegus wardi (N)
Lutjanus timorensis	Caranx lugubris (J)
Paracaesio kusakarii	Carcharhinus falciformis (N)
Pristipomoides filamentosus	C. plumbeus (N)
Tropidinius zonatus	Epinephelus areolatus
	E. chlorostigma
	E. magniscuttis (N)
	E. morrhua
	E. retouti
	E. septemfasciatus (N)
	Etelis carbunculus (J)
	E. coruscans (J)
	Gnathodentex mossambicus (N)
	Gymnocranius japonicus (J)
	Lethrinus harak
	L. miniatus (N)
	L. variegatus
	Lutjanus gibbus
	L. sebae (N)
	Mustelus manazo (J)
	Pristipomoides flavipinnis
	P. multident
	Seriola rivoliana
	Sphyaena forsteri (N)
	Tropidinius argyrogrammicus (N)
	Variola louti (N)

Nocturne

Epinephelus cylindricus  
 E. microdon  
 Gymnocranius lethrinoides  
 Hexanchus vitulus  
 Lutjanus argentimaculatus  
 L. bohar  
 L. kasmira  
 L. malabaricus  
 L. rufolineatus  
 Ostichthys japonicus  
 Promethichthys prometheus  
 Ruvettus pretiosus  
 Squalus megalops  
 Thyrstitoides marleyi

(J) : tendance plutôt diurne  
 (N) : tendance plutôt nocturne

## 6. Variations saisonnières

La configuration et la nature du fond ont une influence déterminante sur la répartition géographique des poissons démersaux, ce qui entraîne que certaines espèces sont plus abondantes que d'autres en un lieu donné. Pour étudier les variations saisonnières de l'une d'elles, il est donc essentiel de choisir un endroit où elle est abondante et d'y suivre l'évolution des C.P.U.E. tout au long de l'année, en s'efforçant, si possible, d'y déployer un effort de pêche constant. Les impératifs de rentabilité auxquels sont tenus les pêcheurs les ayant obligés à abandonner certaines zones aux époques où les prises étaient

mauvaises, les conditions idéales requises pour une étude de ce type n'ont donc pas été respectées. En regroupant trois années, mois à mois, nous avons malgré tout tenté de dégager les grandes tendances de l'évolution saisonnière de cinq espèces principales : *Etelis carbunculus*, *E. coruscans*, *Pristipomoides multidens*, *P. flavipinnis* et *Lutjanus malabaricus*. Il est entendu que ces tendances seraient à préciser avec un plus grand volume de données. Pour les *Etelis* spp., nous avons retenu la zone Toukoutouk - Pointe du Diable (zone 1, fig. 2) ; les distributions verticales montrant un maximum de concentration entre 240 et 360 m (fig. 9a et b), seuls les résultats des pêches effectuées à des profondeurs comprises entre ces extrêmes ont été utilisés. Pour les *Pristipomoides* spp., nous avons regroupé la zone 1 et la zone Téouma - Rentabao (zone 2, fig. 2) ; seule la tranche d'eau 80-200 m correspondant aux rendements maximums (fig. 9a et b) a été prise en compte. Pour *Lutjanus malabaricus*, nous avons utilisé les données issues de l'association des pêcheurs de Port-Orly, au nord-est de Santo.

Les variations mensuelles moyennes des efforts et des C.P.U.E. en nombre et en poids sont reportées sur la figure 13. *Etelis carbunculus* et *E. coruscans* ont des rendements maximums entre février et juin alors que les minimums se situent en fin d'année. Aux Hawaï, RALSTON (1978) note sensiblement les mêmes fluctuations pour *Etelis coruscans*, *Pristipomoides filamentosus*, *P. sieboldi* et *Aphareus rutilans*, avec toutefois un décalage de six mois par rapport à l'hémisphère austral. En ce qui concerne *Pristipomoides flavipinnis* et *P. multidens*, les maximums se situent entre avril et juillet. *Lutjanus malabaricus* est un poisson très nocturne relativement superficiel (fig. 9a et b) ; or, les pêcheurs de Port-Orly ne notent ni la profondeur ni leurs horaires de pêche. Dans le calcul des C.P.U.E. (capture par ligne par sortie), prendre en compte toutes les pêches, y compris les pêches diurnes profondes, peut fausser les résultats. C'est la raison pour laquelle nous avons tracé deux courbes : l'une donne l'évolution des C.P.U.E. calculées sur l'ensemble de 672 sorties, l'autre ne prend en compte que les 318 sorties pour lesquelles ce lutjan était présent dans les prises. On constate que les deux diagrammes traduisent la même évolution ; la pêche de *Lutjanus malabaricus* affecterait un maximum de rendement en décembre. RALSTON (1978) n'étudie pas cette espèce ; il rapporte toutefois les mêmes tendances pour *Aprion virescens* et *Seriola dumerili*.

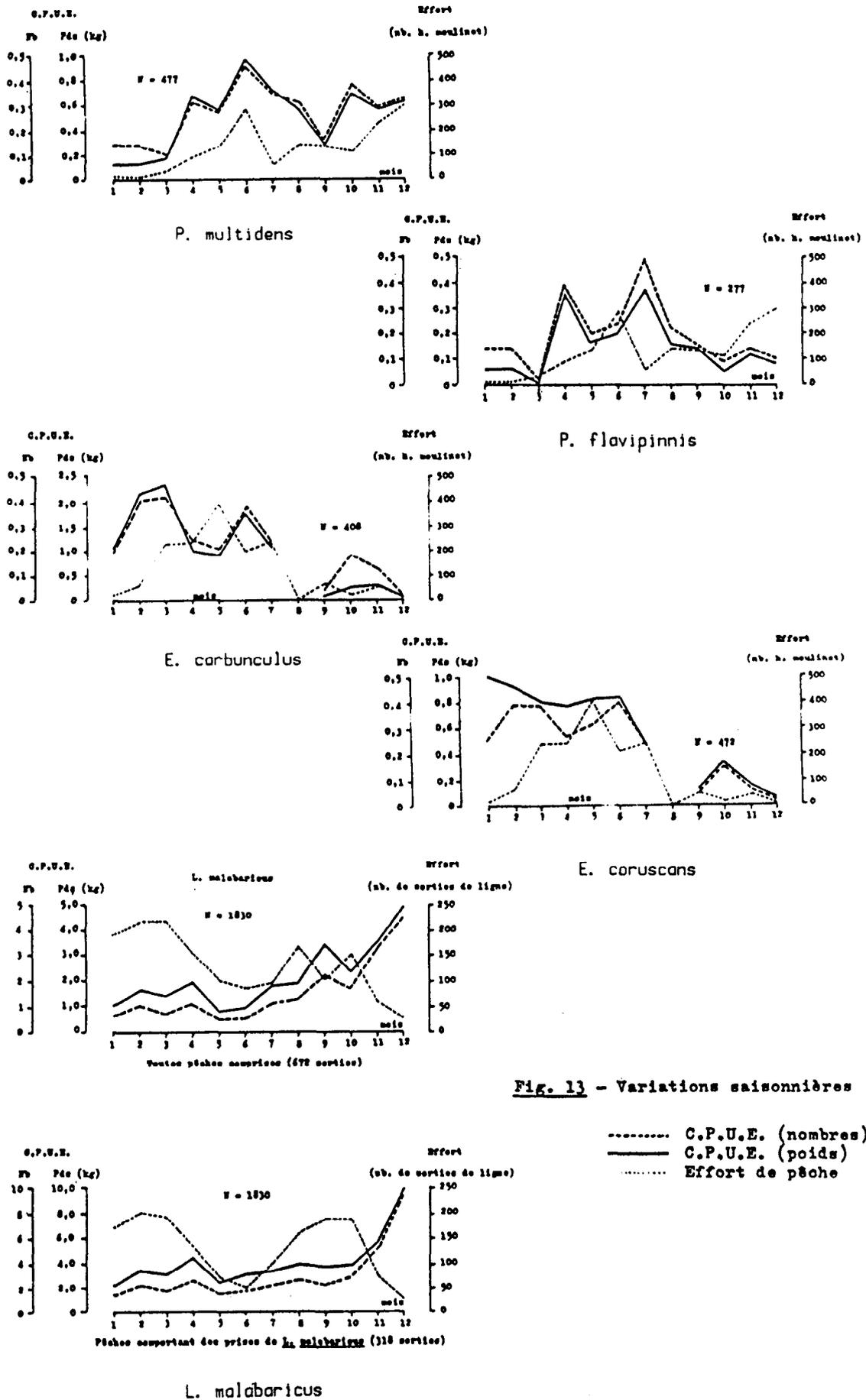


Fig. 13 - Variations saisonnières

D'une manière générale, RALSTON (1978) reste sceptique quant à ses conclusions sur les fluctuations saisonnières ; en effet, il envisage l'hypothèse selon laquelle elles seraient plutôt des artefacts dus aux variations des efforts, les pêcheurs hawaïens se concentrant sur quelques espèces cibles à certaines époques. Tel pourrait être le cas à Vanuatu, notamment de novembre à mars, c'est-à-dire durant la pleine saison des poissons pélagiques. En réalité, les entretiens avec les pêcheurs montrent que ceux-ci cessent momentanément de fréquenter les zones où la pêche devient mauvaise ; la réduction des efforts y est donc la conséquence d'une diminution des C.P.U.E. et non celle d'autres facteurs. Bien qu'elle ne soit pas très nette, surtout pour les *ETELIDAE*, il semblerait exister une certaine tendance à des variations saisonnières. Reste à trouver quel est le phénomène qui est à l'origine de ces éventuelles fluctuations. Il est peu probable qu'il s'agisse de migrations ; des modifications de comportement liées à un phénomène biologique comme la reproduction en sont plus certainement la cause.

#### 7. Influence de divers facteurs

Indépendamment des variations liées à la profondeur, au cycle nyctéméral et aux saisons, le succès des pêches dépend aussi d'autres facteurs : habileté du pêcheur, efficacité du matériel, conditions météorologiques, intensité et direction des courants de marée, nature et topographie des fonds, qualité des appâts et, probablement, luminosité et phases de la lune. D'une manière générale, leur influence est difficile à mettre en évidence car l'étude d'un seul facteur impliquerait que tous les autres demeurent constants pendant qu'il varie.

#### Compétence du pêcheur

Afin de montrer le rôle que la compétence des patrons pouvait avoir sur les rendements, nous en avons choisi six sur lesquels nous avons effectué des comparaisons deux à deux portant sur des pêches réalisées aux mêmes lieux et aux mêmes époques. Les tests de rang de WILCOXON et les analyses de variances ont fait ressortir des différences dans les efforts de pêches et dans les prises ; en revanche, ils n'en font apparaître aucune au niveau des C.P.U.E.. Cela signifie que certains pêcheurs déploient un effort plus intense que d'autres en séjournant plus longtemps sur les lieux de pêche, mais que leurs

rendements par heure de pêche effective sont toutefois du même ordre de grandeur que celui des autres. Il en résulte que nos données ne présentent pas de biais notoires imputables aux qualités individuelles des patrons.

#### Type de fond

Les pêcheurs connaissent bien les fonds favorables à la concentration de telle ou telle espèce. MEAD (1979c) signale trois types de fonds communs à tout le Pacifique, dont il existe de nombreuses variantes :

- (a) fonds plats à mélange de sable et de "corail" (1),
- (b) fonds à pente douce avec sable, "corail" et rochers,
- (c) fonds à pente abrupte avec "corail" et rochers.

S'y ajoutent les zones vaseuses de certaines baies profondes à estuaires et les plateaux à affleurement rocheux où le substrat a été mis à nu par de forts courants empêchant toute sédimentation. Selon MEAD (1979c), de nombreuses espèces de *CARANGIDAE* seraient ubiquistes ; il en est de même de *Tropidinius argyrogrammicus* et *T. zonatus*. Les trois types de fond seraient fréquentés par *Aprion virescens* avec préférence pour la présence de "corail", par *Lutjanus kasmira* qui affectionne le type (b) et par *Etelis carbunculus* qu'on trouve surtout sur (a) et (b). *Lutjanus gibbus*, *Lethrinus miniatus*, et tous les *Pristipomoides* seraient surtout présents sur (a) et (b). Tous les *Epinephelus*, *Aphareus rutilans*, *Lutjanus malabaricus*, *L. sebae* et *Gymnosarda unicolor* auraient une prédilection pour (b) et (c), ainsi que *Lutjanus argentimaculatus*, qui, toutefois, fréquenterait surtout les zones proches des mangroves et des rivières. Enfin, *Etelis coruscans*, *Seriola rivoliana* et les *GEMPYLIDAE* seraient plus strictement inféodés aux fonds de type (c) très abrupt. D'après FOURMANOIR (1979), les *Etelis* se tiennent le plus souvent sur des fonds rocheux, au pied de falaises sous-marines. Selon FOURMANOIR et LABOUTE (1976) *Pristipomoides flavipinnis*, qui est un poisson assez sédentaire, et *Pristipomoides multidentis* préféreraient les pentes assez douces aux falaises abruptes. En revanche, *P. filamentosus*, poisson très mobile qui forme parfois des bancs de plusieurs centaines

---

(1) Par "corail", il faut entendre des parties dures de dimensions comparables à celles de pierres.

d'individus, a été observé en plongée au niveau du tombant récifal. *Pristipomoides typus*, capturé en quelques exemplaires à Vanuatu est assez caractéristique des fonds vaseux situés à proximité des estuaires importants. D'après RALSTON (1978), *Etelis coruscans* se pêche près des affleurements rocheux, à proximité des pinacles et des zones à forte rupture de pente.

En interrogeant les pêcheurs Ni-Vanuatu et en nous inspirant des travaux de FOURMANOIR et LABOUE (1976), FOURMANOIR (1979, 1980), et MEAD (1979c), nous avons, dans la conclusion générale à ce document, dressé un tableau général qui donne, entre autres informations, les faciès fréquentés de façon préférentielle par les principales espèces.

### Eclaircissement

Bien que la quantité de lumière soit assez réduite au-delà de la couche euphotique, on peut penser que les poissons profonds sont malgré tout sensibles aux fluctuations d'éclaircissement, qu'il soit solaire (influence des saisons et de la nébulosité) ou lunaire. C'est ainsi que MEAD (1979) signale que les captures de *Ruvettus pretiosus*, et d'une façon générale de tous les *GEMPYDIDAE*, poissons très nocturnes, ont lieu par nuits sans lune. L'analyse de nos données n'a pas fait ressortir cette tendance.

### Appâts

La qualité de l'appât est déterminante dans le succès de la pêche. La bonite fraîche, *Katsuwonus pelamis*, est considérée comme l'un des meilleurs. Sa salaison en filets pendant quelques heures augmente sa tenue à l'hameçon en affermissant la chair ; congelée, elle perd une partie de son pouvoir attractif mais demeure excellente. Parmi les autres *SCOMBRIDAE*, *Euthynnus affinis* et *Auxis thazard* donnent d'assez bons résultats, contrairement au thon à nageoires jaunes, *Thunnus albacares*, qui est rarement utilisé. Parmi les appâts de substitution convenables, citons *Sphyræna barracuda*, et surtout *Selar crumenoptalmus*, très populaire dans les îles car il est facile à capturer à la côte avec des filets. Les avis des pêcheurs sont variables en ce qui concerne d'autres espèces (*Sardinella* spp., *Decapterus* spp.,

etc...)). Ils sont toutefois unanimes à déconseiller les poissons de fond, à l'exception peut-être des *GEMPYLIDAE*. Poulpes, seiches et calmars sont rarement utilisés car ils font partie intégrante de l'alimentation traditionnelle de subsistance. Les poulpes sont pêchés sur les récifs par les femmes et les enfants.

En cours de pêche, l'appât doit être fréquemment renouvelé de façon à maintenir la diffusion de l'odeur sur le fond. Nous avons calculé quelles sont les quantités nécessaires en utilisant les résultats de 528 sorties (tableau 13). En moyenne, un kilo d'appât permet la capture de 13,5 kg de poissons, ce qui équivaut à dire qu'une pêche de 100 kg de poissons profonds utilise 7,5 kg d'appât. Les rendements par kg d'appât fluctuent toutefois beaucoup d'une pêche à l'autre (écart-type supérieur à la moyenne). Ceci paraît normal étant donné la grande variabilité des prises et le fait qu'il faille autant d'appât pour attraper de petits poissons que des gros. A ce strict point de vue, on peut d'ailleurs recommander aux pêcheurs ayant des difficultés à se procurer de l'appât de se concentrer sur une pêche plus profonde qui est caractérisée par des individus de taille moyenne supérieure à celle des espèces intermédiaires (tableau 10).

Tableau 13 - Consommation d'appât

Nombre de sorties.....	528
Rendement par kg d'appât :	
- en poids (kg).....	13,47
- en nombre.....	4,78
- écart-type (kg).....	14,09
Consommation d'appât :	
- par prise de 100 kg.....	7,42
- par heure de pêche.....	1,04
- par heure de moulinet...	0,35

Les quantités d'appât requises sont donc importantes ; de ce fait, elles limitent souvent le développement de la pêche artisanale (1). C'est ainsi que certaines opérations lancées dans les îles se heurtent quotidiennement à ce problème, d'autant plus qu'elles ne disposent pas de moyen de conservation. C'est une des raisons pour lesquelles des dispositifs de concentration de poissons ont été mis en place dans plusieurs îles. Ils augmentent et régularisent la production en espèces pélagiques tout en réduisant la consommation en fuel. Ils contribuent ainsi de façon déterminante à la capture de poissons destinés non seulement à la consommation locale mais aussi à l'approvisionnement régulier en appâts.

#### B. Associations d'espèces

Pour un lieu, une profondeur et un moment donnés, un pêcheur expérimenté est en mesure de prédire quelles seront les espèces qu'il a le plus de chance de capturer et, parmi celles-ci, quelles seront les plus abondantes. Il paraît dès lors logique de distinguer plusieurs "pêches", chacune d'elles étant axée sur une ou plusieurs espèces caractéristiques. Ainsi parlera-t-on de la pêche des *Etelis*, de celle de *Pristipomoides multidens*, de celle de *Lutjanus malabaricus*, etc..., l'espèce cible servant ici à désigner un ensemble de conditions bien définies. Pour préciser ces "pêches" ou associations d'espèces, nous avons utilisé un programme de classification hiérarchique ascendante écrit en BASIC pour un ordinateur HP 9845. Sur 450 pêches considérées individuellement, les C.P.U.E. en nombres ont été calculées pour chacune des espèces qui étaient présentes dans plus de cinq pêches. Ces données ont permis d'établir la matrice d'association en utilisant comme critère de "dissimilarité" la distance du  $CHI^2$  (LEGENDE et LEGENDRE, 1979). Le traitement a conduit à l'établissement du graphe de classification hiérarchique de la figure 14.

L'interprétation de ce graphe et des groupements d'espèces qu'il suggère constitue la partie délicate et subjective de l'analyse. Elle consiste à définir les critères d'association, c'est-à-dire les

---

(1) FUSIMALOHI et GRANDPERRIN (1979) rapportent que certains pêcheurs des Îles Loyauté en étaient réduits à utiliser comme appât l'escargot géant d'Afrique, *Achatina fulica*. Curieusement, les rendements n'étaient pas nuls !

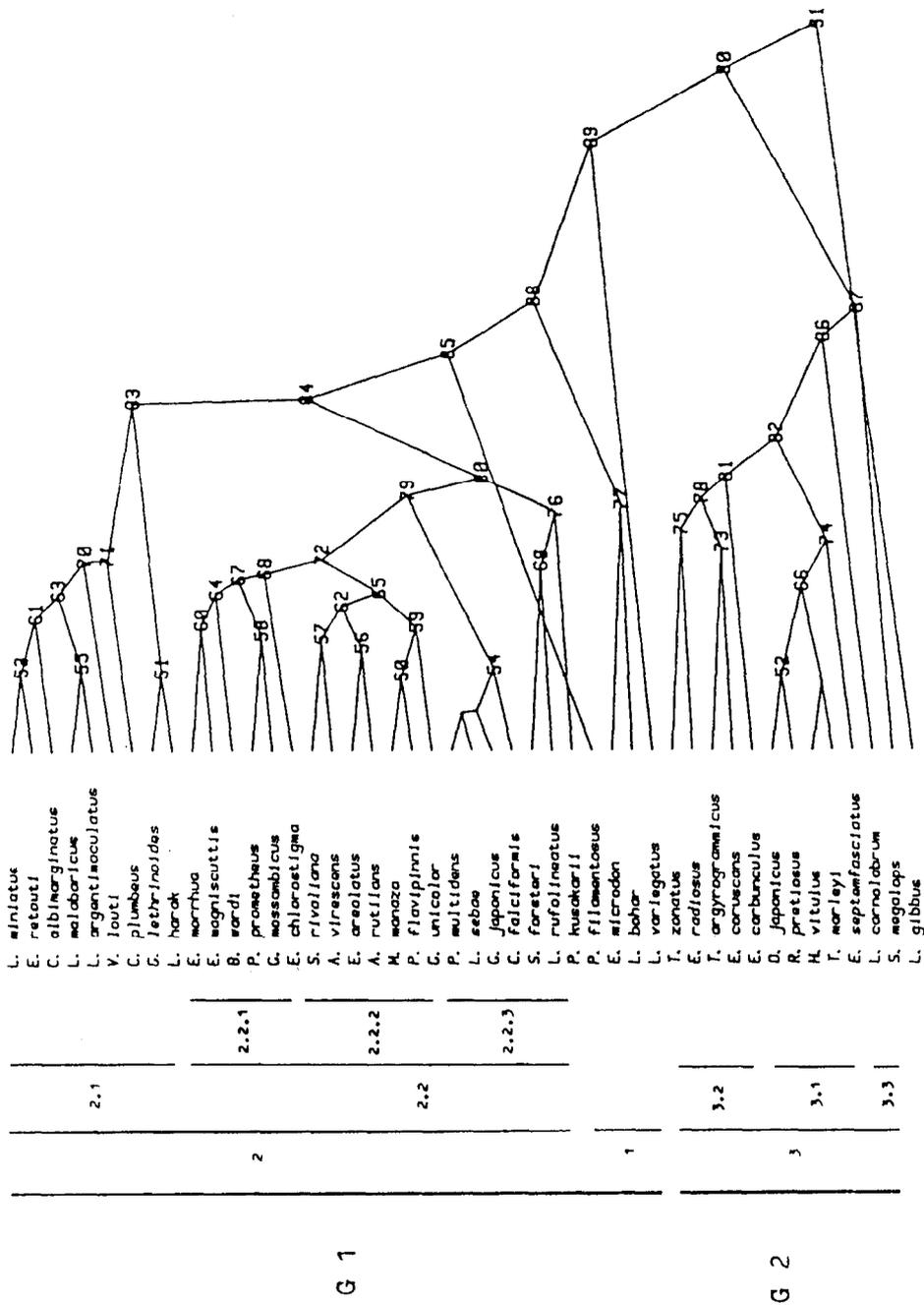


Fig. 14 - Associations d'espèces : graphe de classification hiérarchique pour les espèces qui étaient présentes dans plus de cinq pêches

facteurs qui sont à l'origine des regroupements et que les graphes de classification ne révèlent pas. A l'intérieur de chaque groupe, on choisit comme espèce repère celle dont on connaît bien les distributions spatio-temporelles et le comportement ; on estime ensuite que les espèces qui lui sont associées présentent des caractéristiques similaires. Les deux facteurs les plus déterminants dans l'organisation des associations sont évidemment la profondeur et l'éclairement. D'autres facteurs tels que le type de faciès, les saisons, la lune et les courants de marée, etc..., interviennent sans doute, mais il est impossible de mettre leur influence en évidence. Il est toutefois probable qu'ils sont à l'origine de certains classements difficilement explicables.

Deux groupes principaux G1 et G2 se séparent au noeud 90. D'un point de vue bathymétrique, ils correspondraient, d'une part aux espèces de la pente récifale externe supérieure et intermédiaire, d'autre part à celles de la pente récifale externe inférieure. La dichotomie conduit ensuite à faire intervenir, quand c'est possible, leurs tendances diurnes ou nocturnes.

(1) Espèces de la pente récifale externe supérieure

Il s'agit de *Pristipomoides filamentosus*, *Epinephelus microdon*, *Lutjanus bohar* et *Lethrinus variegatus*. Le classement en fonction de la période préférentielle de capture ne paraît pas déterminant puisque les unes sont très diurnes (*P. filamentosus*) et d'autres très nocturnes (*E. microdon*). Il semble que ce soit plutôt leur tendance à remonter très en surface qui les rapproche.

(2) Espèces de la pente récifale externe intermédiaire

(2.1) Espèces à activité nocturne dominante

Les espèces repères sont *Lutjanus malabaricus* et *L. argenti-maculatus* dont l'activité alimentaire nocturne est notoire. Leur sont associées des espèces nocturnes (*Carcharhinus albimarginatus*) ou à tendance nocturne (*Lethrinus miniatus*, *Variola louti*, *Carcharhinus plumbeus*),

mais aussi *Variola louti* capturée aussi bien de jour que de nuit. Bien qu'elle soit très nocturne, *Gymnocranius lethrinoides* apparaît en marge du groupe. Cela pourrait tenir à d'autres facteurs non identifiés. *Lethrinus harak* semble mal positionnée ici car très superficielle.

(2.2) Espèces à activité nyctémérale relativement constante

(2.2.1) Espèces fréquentant la limite inférieure de la couche

Les espèces repères sont *Epinephelus morrhua* et *E. magniscuttis*. Appartiennent au même groupement *Branchiostegus wardi*, *Gnathodentex mossaebicus* et *Epinephelus chlorostigma*. *Promethichthys prometheus*, très nocturne, comme tous les GEMPYLIDAE, est ici mal placé.

(2.2.2) Espèces fréquentant la limite supérieure de la couche

L'espèce repère est *Pristipomoides flavipinnis*. Lui sont liés *Seriola rivoliana*, *Epinephelus areolatus* et *Aphareus rutilans*. Bien qu'*Aprion virescens* soit considéré comme superficiel, on peut l'associer à ce groupe car on le capture jusqu'à 200 m. En revanche, il n'en est pas de même de *Mustelus manazo*, requin profond, ni de *Gymnosarda unicolor* qui est très diurne.

(2.2.3) Espèces fréquentant toute la couche intermédiaire

L'espèce repère est *Pristipomoides multidens*. Lui sont associées *Lutjanus sebae*, *Gymnocranius japonicus*, *Carcharhinus falciformis* et *Sphyræna forsteri*. Les positionnements de *Lutjanus rufolineatus*, très nocturne et de *Paracaesio kusakarii*, très diurne, paraissent douteux.

(3) Espèces de la pente récifale externe inférieure

(3.1) Espèces à activité nocturne dominante

Les espèces repères sont *Ruvettus pretiosus* et *Ostichthys japonicus*. Font partie de ce groupe *Hexanchus vitulus*, *Thyrstitoides marleyi* et, à un degré toutefois moindre, *Epinephelus septemfasciatus* qu'on peut capturer aussi de jour.

(3.2) Espèces à activité nycthémerale relativement constante

Ce groupe ne comprend que des *ETELIDAE* : *Tropidinius argyrogrammicus*, *T. zonatus*, *Etelis carbunculus*, *E. coruscans* et *E. radiosus*. Bien qu'on puisse les pêcher de nuit, ces espèces affectent toutefois une forte tendance diurne, à l'exception peut-être de *T. argyrogrammicus*.

(3.3) Espèces profondes non classables

Il s'agit de *Lipocheilus carnolabrum* très diurne et de *Squalus megalops* très nocturne. Ils ont apparemment pour seule caractéristique commune leur appartenance aux poissons profonds. Il est possible que le faciès puisse intervenir.

Enfin, *Lutjanus gibbus*, très superficiel et capturé aussi bien de jour que de nuit, semble échapper à tout regroupement.

Le diagramme des associations d'espèces fait ressortir des tendances en donnant une vision synthétique des liens qui existent entre espèces. Ces liens ne sont valables que d'un point de vue halieutique, car deux espèces ne sont associées que si elles sont pêchées ensemble ; la classification n'a donc pas valeur écologique. L'appartenance d'une espèce à un groupe n'exclut pas l'existence de liens avec les espèces d'un autre groupe car il n'y a pas rigidité des liaisons, la mer formant un continuum. Toutefois, le classement proposé ne permet pas de représenter les chevauchements d'associations.

## ETUDE DES TAILLES

### 1. Distributions des fréquences de tailles

Les distributions de fréquences de tailles sont reportées pour 25 espèces sur les figures 15a, b et c. Pour les six plus importantes, mâles et femelles ont été séparés. Il s'agit d'*Etelis coruscans*, *E. carbunculus*, *Pristipomoides multidens*, *P. flavipinnis*, *Tropidinius argyrogrammicus* et *Lutjanus malabaricus*. Les femelles des quatre premières sont nettement plus grandes que les mâles, aussi bien en ce qui concerne les tailles maximales que les modes. Ce phénomène est assez fréquent chez les poissons. Il se peut qu'il traduise des différences d'accessibilité aux engins de pêche mais il est plus probablement le reflet de la réalité. Les distributions de fréquences de tailles, et surtout les tailles maximales, ont été largement utilisées dans les chapitres concernant la reproduction, la croissance et la mortalité.

Dans le tableau 14 sont reportées les longueurs maximales  $L_{max}$  observées pour les principales espèces à Vanuatu et dans trois autres pays du Pacifique. Il s'agit de Fidji (ANONYME, 1978), des Iles Hawaï (RALSTON, 1978 ; UCHIDA et al, 1982) et de Nouvelle-Calédonie (FOURMANDOIR et LABOUTE, 1976 ; BARRO, 1980 ; LOUBENS, 1980a). On note des différences parfois importantes entre zones. Elles pourraient traduire des disparités dans les efforts car les chances d'attraper de grands individus augmentent avec le nombre de pêches ; elles pourraient aussi être la conséquence d'exploitations plus ou moins intensives ; elles pourraient enfin être le reflet de différences entre les potentiels de croissance dues à des facteurs de l'environnement plus ou moins contraignants tels que la température et la disponibilité en nourriture. En ce qui concerne les Hawaï, il est remarquable de constater que la taille maximale d'*Etelis carbunculus* est de 62 cm alors qu'elle est de 112 cm à Vanuatu. Aux Hawaï, à Tahiti et à La Réunion, FOURMANDOIR (1980) attribue l'absence de grands individus au fait "que la pêche en eau profonde à la ligne à main, pratiquée depuis longtemps, a fini par faire disparaître les gros individus". En Nouvelle-Calédonie, toutes les  $L_{max}$  observées sont inférieures à celles de Vanuatu. Pour ce

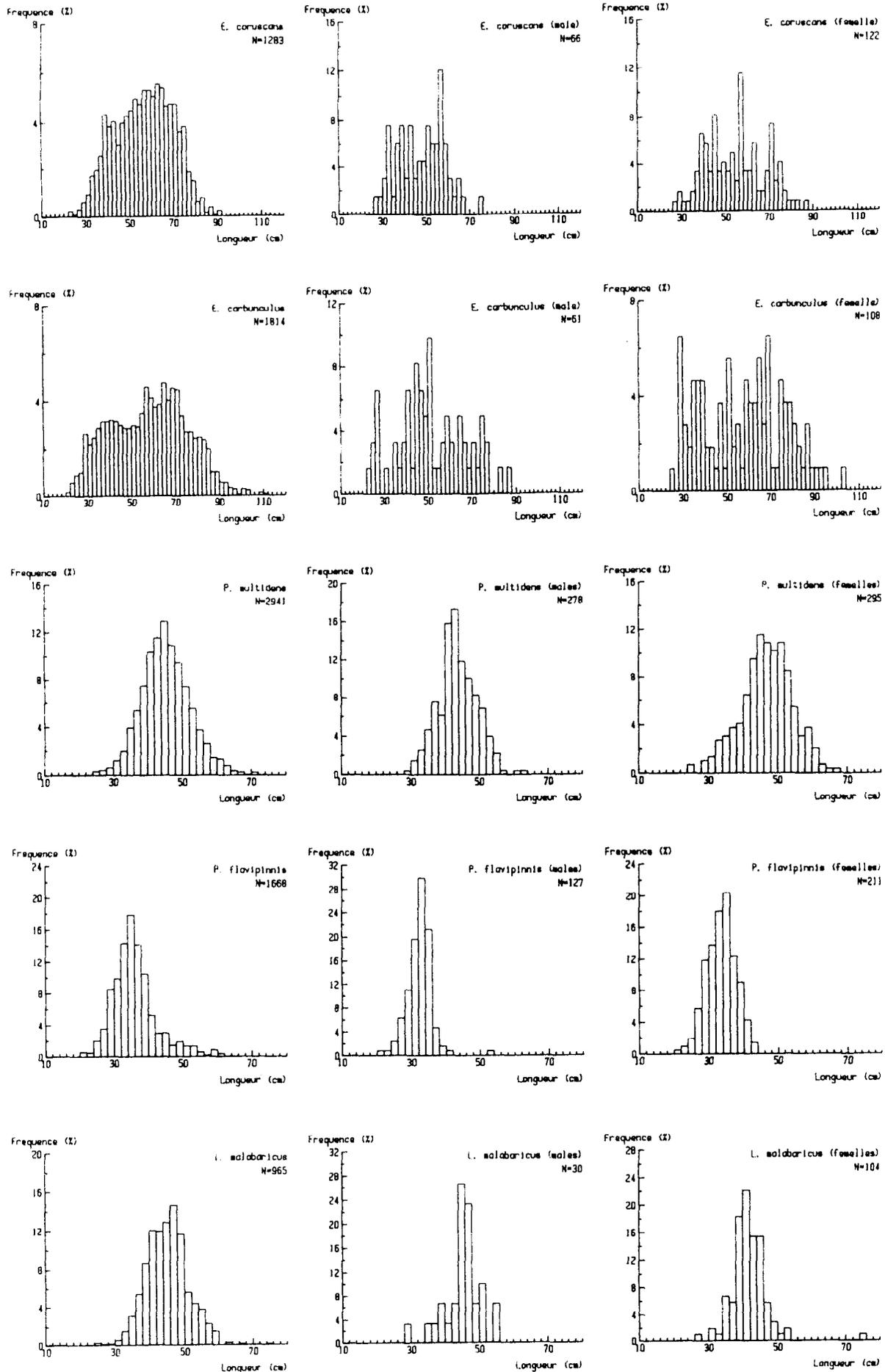
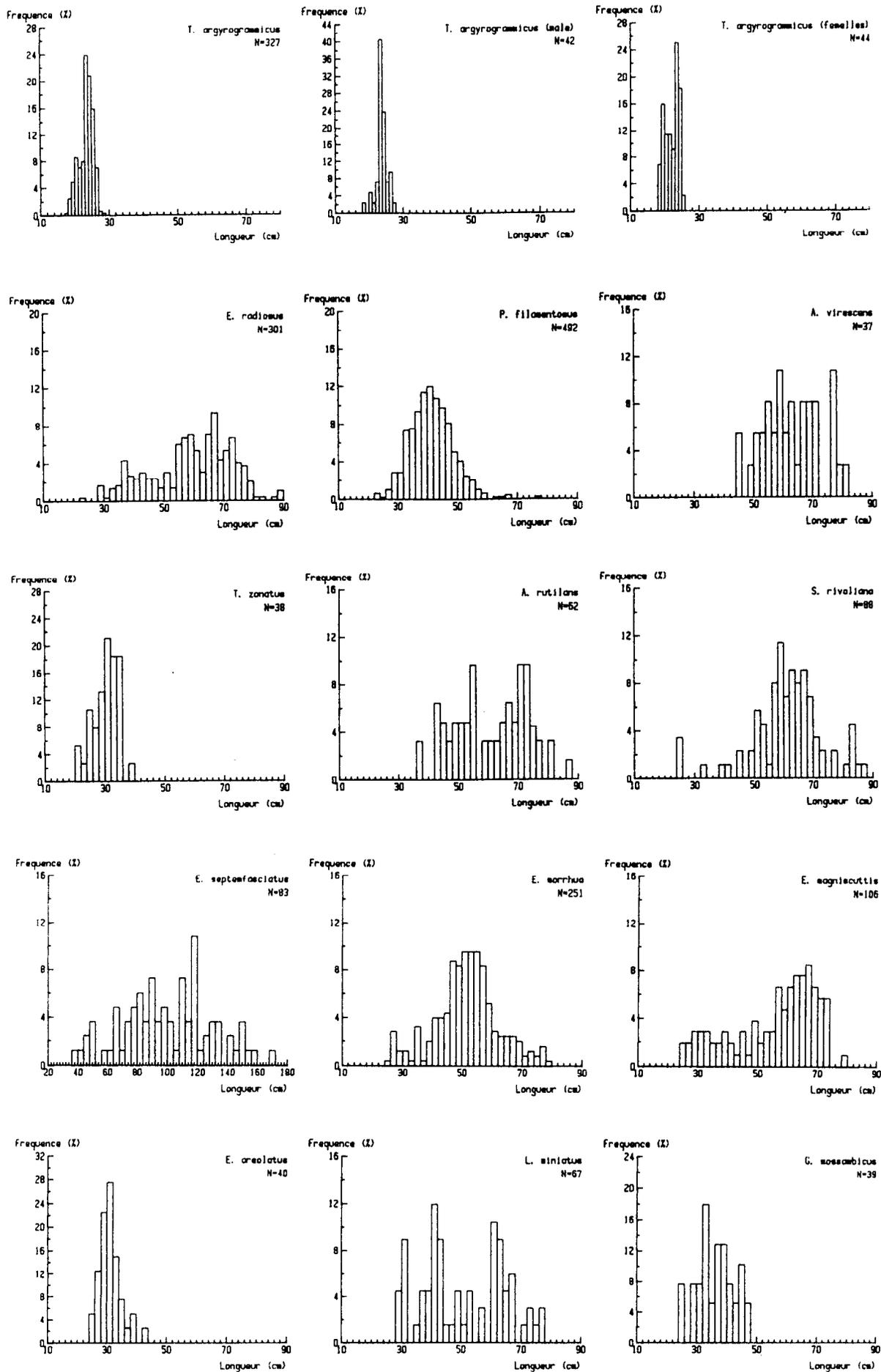


Fig. 15a - Distributions des fréquences de tailles



**Fig. 15b - Distributions des fréquences de tailles**

territoire, il s'agit, sauf pour *Etelis coruscans*, d'individus pêchés à l'intérieur du lagon et dans les passes, par profondeur moyenne de 30 m avec extrêmes ne dépassant pas 80 m. En admettant que les conditions de croissance soient sensiblement les mêmes pour ces deux zones voisines, on est dès lors en mesure d'avancer l'hypothèse selon laquelle certaines espèces pourraient commencer leur cycle vital à l'intérieur du lagon pour le terminer sur la pente récifale externe où elles atteindraient des tailles beaucoup plus grandes. Tel paraît notamment être le cas pour le rouget de palétuvier, *Lutjanus argenteamaculatus*. Toutefois, cette hypothèse n'explique pas la petite taille maximale d'*Etelis coruscans* observée pourtant sur un échantillon extrait de 23 tonnes de poissons chalutés sur les hauts-fonds situés au sud-est et au sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie, entre 250 et 450 m, en zone totalement inexploitée (BARRO, 1980).

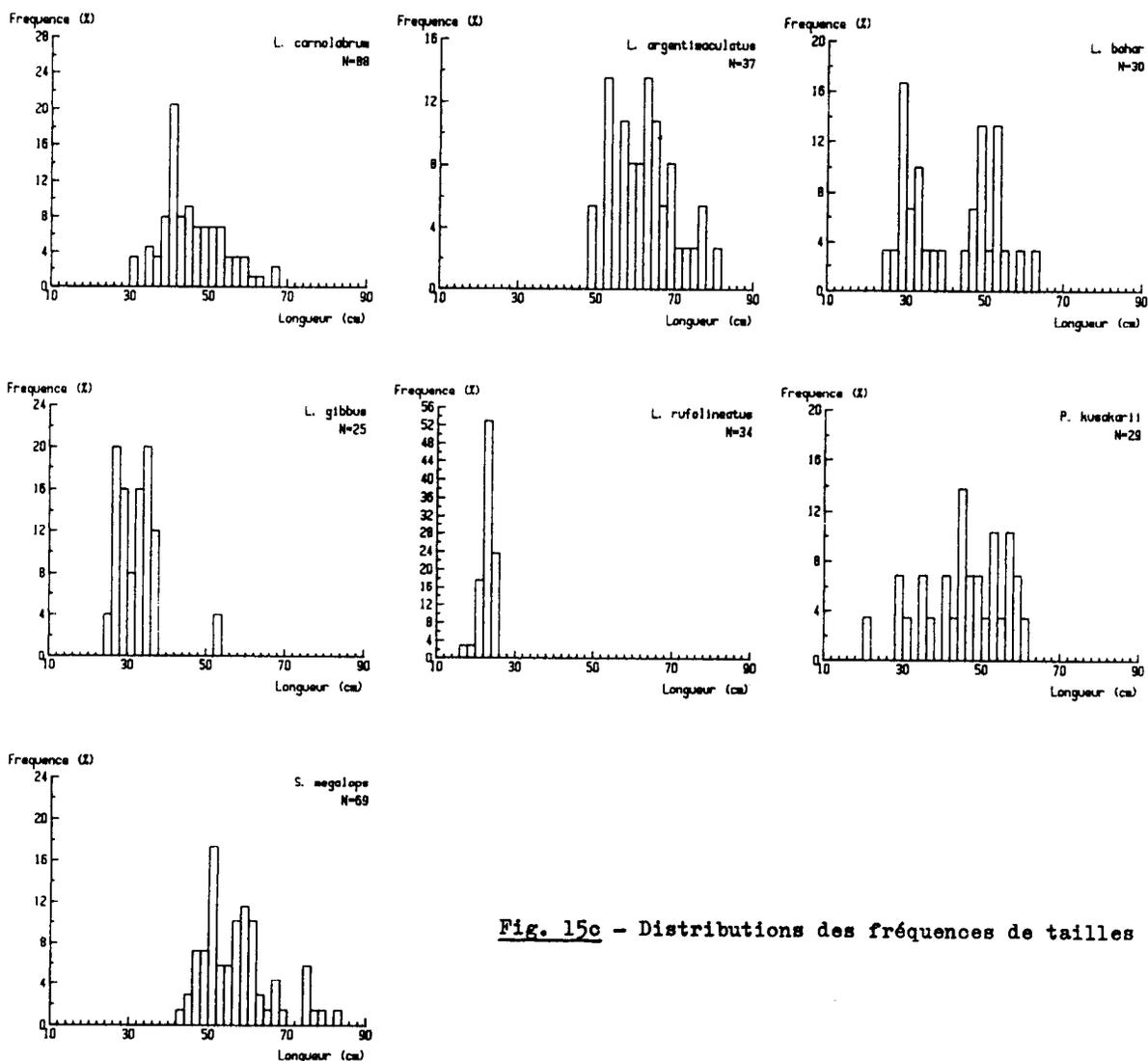


Fig. 15c - Distributions des fréquences de tailles

Tableau 14 - Longueurs maximales observées

	Vanuatu	Fidji	Hawaï	Nouvelle Calédonie (1)
<i>Aphareus rutilans</i> *	88	98	-	-
<i>Aprion virescens</i> *	82	-	80	71
<i>Epinephelus areolatus</i>	44	-	-	33
<i>E. hoedti</i>	71	-	-	62
<i>E. magnisouttis</i>	95	-	-	-
<i>E. microdon</i>	94	-	-	48
<i>E. morrhua</i>	79	-	-	90 (2)
<i>E. septemfasciatus</i>	170	-	-	-
<i>Etelis carbunculus</i>	112	103	63	-
<i>E. coruscans</i>	91	92	88	75 (2)
<i>E. radius</i>	89	-	-	-
<i>Gnathodentex mossambicus</i>	48	62	-	-
<i>Gymnocranius lethrinoides</i>	48	-	-	39
<i>Lethrinus miniatus</i>	78	-	-	-
<i>L. variegatus</i>	60	-	-	36
<i>Lipocheilus carnolabrum</i>	68	-	-	-
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	82	-	-	61
<i>L. bohar</i>	64	-	-	58
<i>L. gibbus</i>	52	-	-	37
<i>L. malabaricus</i>	76	68	-	-
<i>L. rufolineatus</i>	35	-	-	-
<i>Paracaesio kusakarii</i>	62	78	-	-
<i>Plectropomus leopardus</i>	69	-	-	64
<i>Pristipomoides filamentosus</i>	76	-	78	-
<i>P. flavipinnis</i>	65	62	-	-
<i>P. multidens</i>	76	-	-	-
<i>Seriola rivoliana</i>	92	98	-	-
<i>Sphyræna bleekeri</i>	101	-	-	70
<i>Squalus megalops</i> (3)	84	-	-	-
<i>Tropidinius argyrogrammicus</i>	29	-	-	-
<i>T. zonatus</i> *	40	-	49	-
<i>Variola louti</i>	45	-	-	44

- (1) Poissons pêchés à l'intérieur du lagon et dans les passes à l'exception de (2)  
 (2) Poissons pêchés sur des hauts fonds au large  
 (3) Longueur standard

\* DRUZHININ (1970) signale des longueurs maximales de 110 cm pour *Aphareus rutilans*, 102 cm pour *Aprion virescens* et 51 cm pour *Tropidinius zonatus*.  
 Il ne fournit pas les zones d'où proviennent ces données.

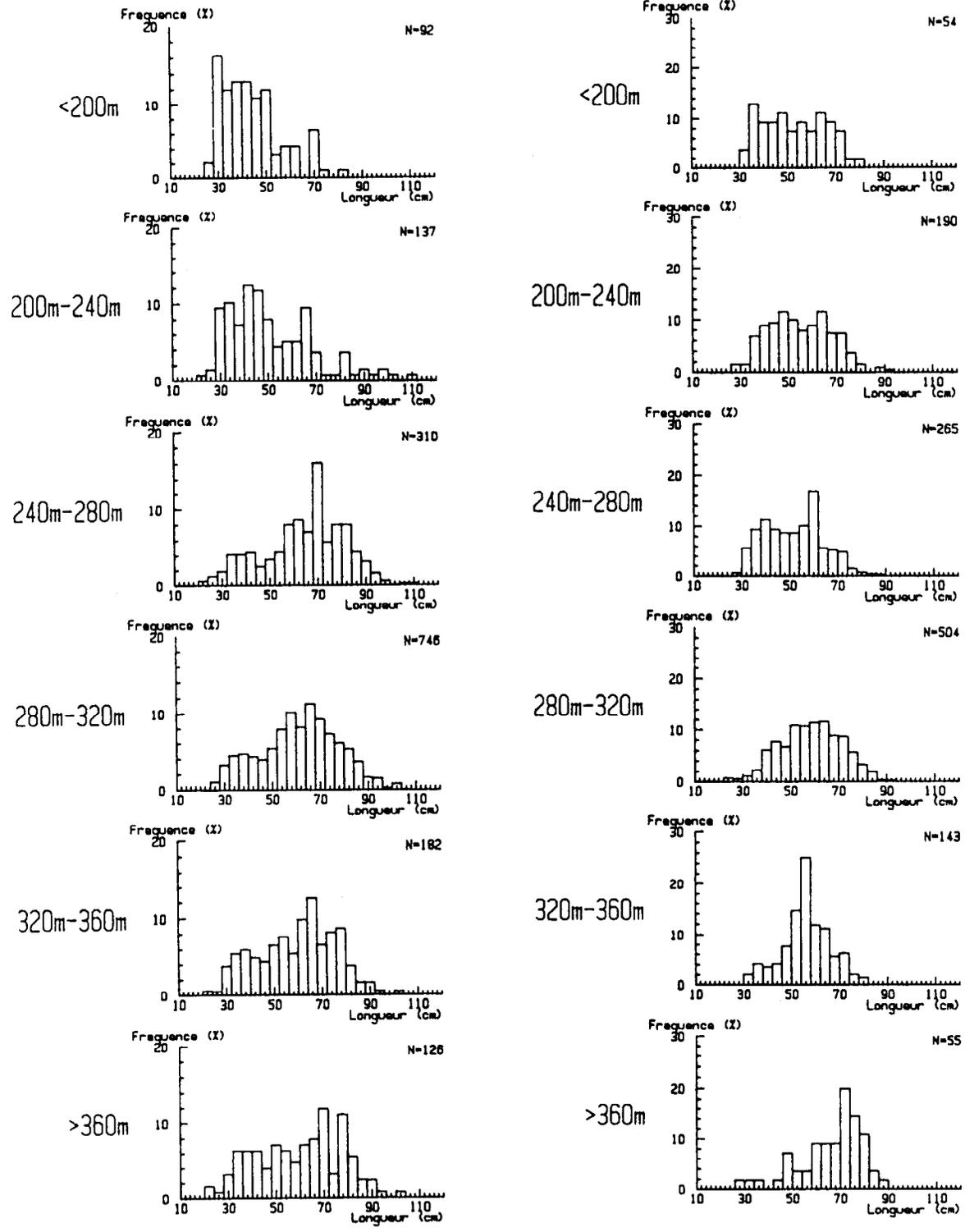
GRANT (1978) rapporte qu'au Queensland, les plus gros exemplaires de *Lutjanus malabaricus* atteignent 15 kg. En utilisant la clef longueur-poids que nous avons établie pour des tailles inférieures, on obtient une longueur à la fourche correspondante égale à 98 cm. Sur près de 1 000 individus mesurés, la plus grande taille que nous ayons observée était de 76 cm, ce qui correspond à un poids de 6,8 kg. Dans ces conditions, on peut se demander si une erreur d'identification n'est pas à la base de cet écart ; *Lutjanus malabaricus* est en effet souvent confondu par les pêcheurs avec *Lutjanus sebae* (GRANT, 1978).

## 2. Variations des tailles avec la profondeur

Se basant sur son immense expérience de pêche dans tout le Pacifique, MEAD (1979c) signale "qu'en général, on trouve un plus grand nombre de poissons de petites tailles dans la partie supérieure de l'habitat d'une espèce donnée et des poissons moins nombreux et plus gros dans la partie inférieure. Les conditions de pêche les meilleures se trouvent généralement entre ces deux extrêmes". Pour neuf espèces, il nous a été possible d'établir les variations de tailles avec la profondeur (fig. 16a, b et c). Chez *Etelis carbunculus*, on constate un brusque accroissement de tailles à 240-280 m. Les grands individus sont absents des profondeurs inférieures à 200 m. Les petits sont présents partout ; ils affectent toutefois des fréquences maximales pour les profondeurs inférieures à 240 m. Cette tendance a déjà été signalée en Nouvelle-Calédonie (FOURMANDOIR, 1979) et à Fidji (ANONYME, 1980a). La situation est moins nette pour *Etelis coruscans* ; au-delà de 280 m, on note toutefois une diminution des petits individus et une tendance à un décalage des modes vers les grandes tailles. On observe sensiblement la même chose chez *Etelis radiosus*, *E. magniscuttis* et *Epinephelus morrhua* ; ceci est confirmé par FOURMANDOIR (1980) pour *E. morrhua*. Les distributions de fréquences de tailles de *Pristipomoides multidentis*, *P. flavipinnis* et *Epinephelus septemfasciatus* n'affectent aucune variation avec la profondeur. Celles de *P. filamentosus* montrent un déplacement du mode et des tailles maximales vers la droite au-delà de 160-200 m ; aux Hawaï, RALSTON (1978) signale une stratification verticale dans les tailles de cette espèce, les plus petits individus étant situés les moins profonds. Bien qu'elle n'ait pas été démontrée ici, notons enfin la même tendance pour *Seriola rivoliana* (FOURMANDOIR, 1980) et pour *Gnathodentex mossambicus* (ANONYME, 1980a).

## 3. Sélectivité

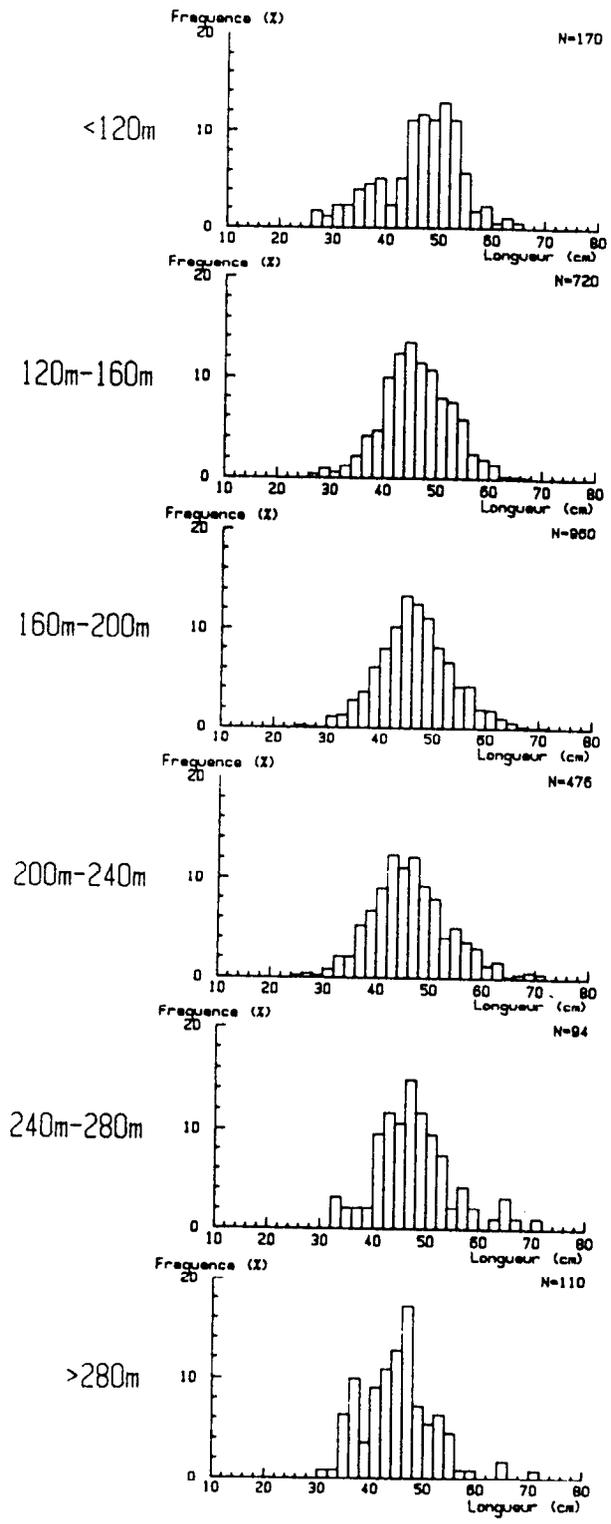
Alors que la sélectivité des chaluts a été beaucoup étudiée, celle des lignes est très mal connue. En effet, l'établissement d'une courbe de sélection s'effectue en comparant les distributions de fréquences issues de pêches commerciales à celles d'échantillons représentatifs de la population en place. Or, de telles données ne sont pas disponibles pour les pentes récifales externes. Aux îles Hawaï, RALSTON (1982), étudiant l'influence de la dimension des hameçons sur la



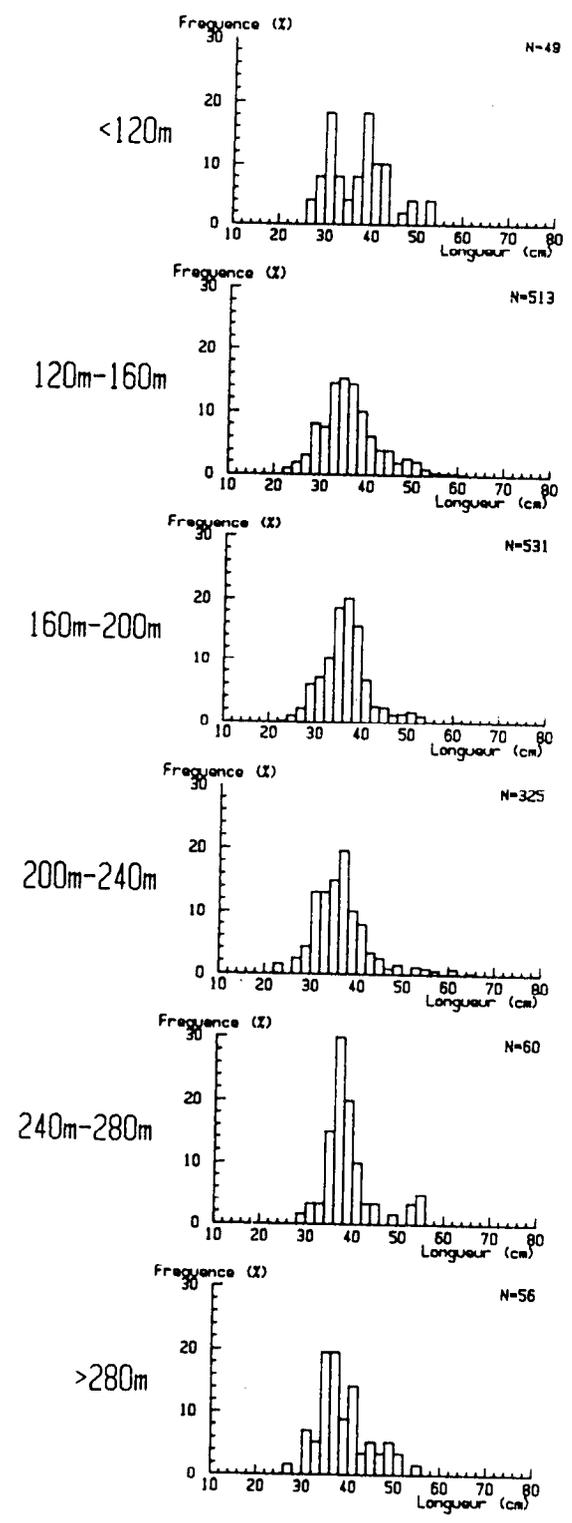
*E. carbunculus*

*E. coruscans*

Fig. 16a - Variations des tailles avec la profondeur



P. multidentis



P. flavipinnis

Fig. 16b - Variations des tailles avec la profondeur

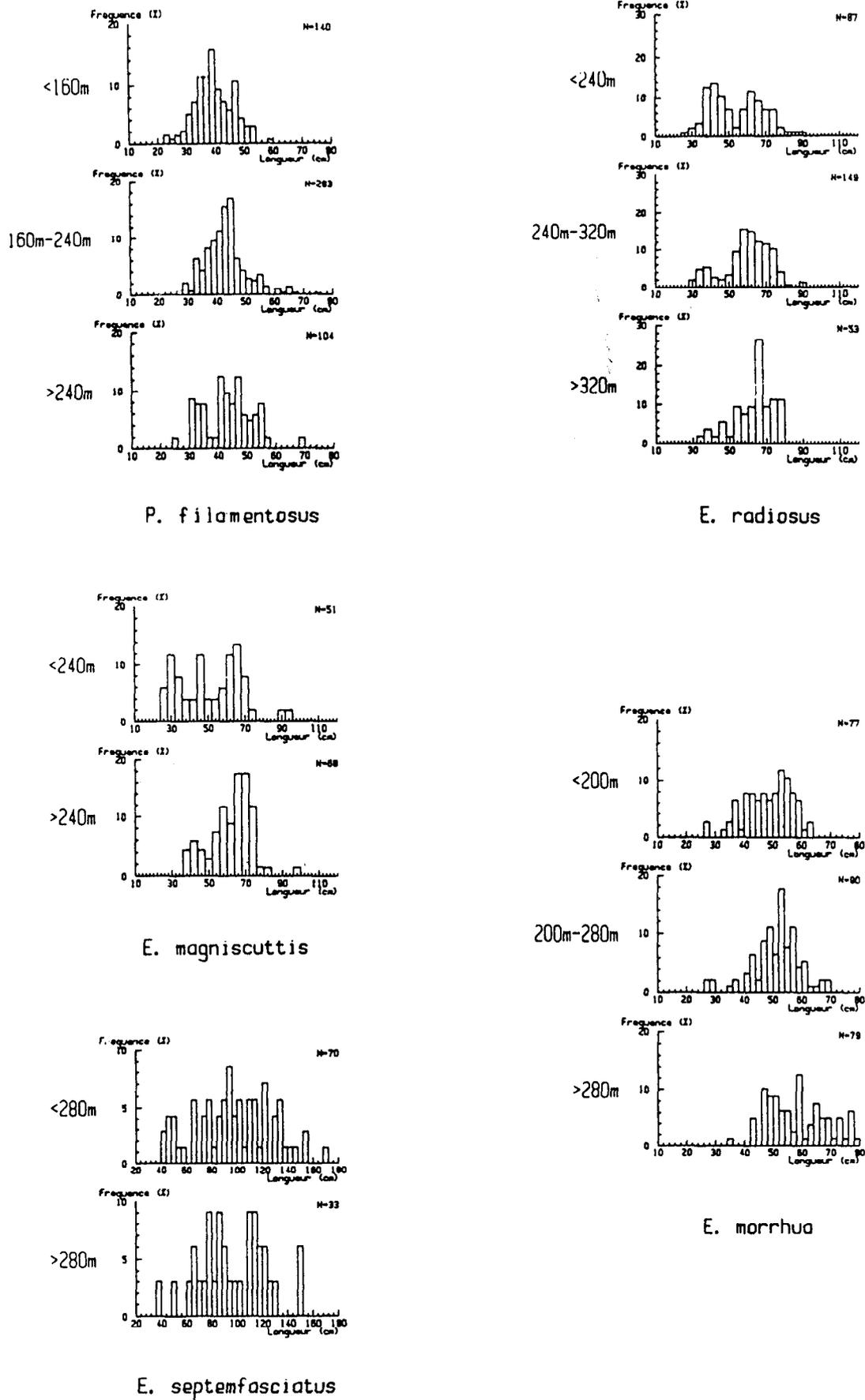


Fig. 16c - Variations des tailles avec la profondeur

taille de trois espèces, a néanmoins pu tirer des conclusions intéressantes sur la sélectivité des lignes. Il montre que la taille des hameçons couramment utilisés a peu d'influence sur celle des poissons. Par ailleurs, il estime que la courbe de sélection est une sigmoïde analogue à celle des chaluts. Enfin, il considère que toutes les tailles supérieures à 45 cm sont bien échantillonnées. Si l'on retient cette valeur pour l'ensemble de nos poissons, on constate que les plus petits comme *Lutjanus rufolineatus*, *Tropidinius argyrogrammicus* et *T. zonatus* n'atteignent jamais la longueur de plein recrutement ; par ailleurs, l'abondance des espèces telles que *Pristipomoides flavipinnis*, *Lutjanus gibbus* et *Epinephelus areolatus* est très sous-estimée car le mode de leur distribution de fréquence se situe en deçà de 45 cm. En réalité, si le critère de taille est très important, la dimension de la bouche et son adaptation à engloutir de grosses proies devraient aussi être prises en compte dans des études de sélectivité.

#### 4. Relations longueur-poids

L'étude très précise de l'évolution du rapport de la taille au poids a fréquemment pour but de suivre les fluctuations de l'état physiologique des poissons en relation avec leur environnement et leur activité (disponibilité en nourriture, migrations, reproduction). Nous nous sommes contentés d'établir les relations longueur-poids pour estimer la production à partir des longueurs lorsqu'il était impossible d'effectuer les pesées. Elles ont aussi été utilisées dans le calcul des coefficients de croissance. Elles sont données dans le tableau 15 pour les principales espèces, à l'exception toutefois d'*Etelis radiosus* et de *Pristipomoides filamentosus*. Plusieurs auteurs ont établi ces relations pour les poissons profonds. Citons notamment : BARRO (1982) pour *Etelis carbunculus* et *E. coruscans* ; MORIZE (1984) pour *Lethrinus miniatus*, *Lutjanus gibbus*, *Epinephelus microdon* ; UCHIDA et al (1982) pour *Etelis carbunculus*, *E. coruscans*, *Pristipomoides filamentosus*, *P. sieboldi* et *Tropidinius argyrogrammicus* ; LOUBENS (1980b) pour *Aprion virescens*, *Bodianus perditio*, *Cephalopholis formosanus*, *Epinephelus areolatus*, *E. fasciatus*, *E. hoedti*, *E. maculatus*, *E. microdon*, *Gymnocranius japonicus*, *G. lethrinoides*, *G. rivulatus*, *Lethrinus chrysostomus*, *L. variegatus*, *Lutjanus kasmira*, *Plectropomus leopardus*, *Sphyræna bleekeri* et *Variola louti* ; ANONYME (1978) pour *Pristipomoides flavipinnis*, *Aphareus rutilans*, *Lutjanus malabaricus*, *Paracaesio kusakarii*, *Gnathodentex mossambicus* et *Seriola rivoliana*. Il serait fastidieux de

comparer leurs résultats aux nôtres car il faudrait alors calculer les couples de valeurs correspondant à chaque formule. En effet, la seule comparaison des coefficients n'est pas aisée.

Tableau 15 - Relations longueur - poids

$$P = aLF^b \quad (LF \text{ exprimée en cm, } P \text{ en g})$$

	a	b
Aphareus rutilans	0,00336	3,311
Aprion virescens	0,00345	3,330
Caranx lugubris	0,01046	3,087
*Carcharhinus albimarginatus	0,00305	3,243
*C. falciformis	0,04635	2,750
Epinephelus areolatus	0,13556	2,327
E. magniscuttis	0,03916	2,754
E. morrhua	0,06058	2,624
E. septemfasciatus	0,00332	3,348
Etelis carbunculus	0,02161	2,950
E. coruscans	0,04105	2,758
Gnathodentex mossambicus	0,04012	2,824
Gymnocranius japonicus	0,02087	2,928
Gymnosarda unicolor	0,04087	2,800
*Hexanchus vitulus	0,00124	3,474
Lethrinus miniatus	0,03293	2,728
L. variegatus	0,18224	2,284
Lipocheilus carnolabrum	0,14897	2,488
Lutjanus argentimaculatus	0,00540	3,206
L. bohar	0,00003	4,606
L. gibbus	0,00006	4,646
L. malabaricus	0,00853	3,137
*Mustelus manazo	0,00229	3,198
Paracaesio kusakarii	0,01059	3,135
P. stonei	0,19977	2,402
Pristipomoides flavipinnis	0,02991	2,825
P. multidentis	0,02003	2,944
P. typus	0,03909	2,733
Seriola rivoliana	0,00636	3,170
Sphyraena barracuda	0,00080	3,487
*Squalus megalops	0,01264	2,879
Thyrsoitoides marleyi	0,00015	3,609
Tropidinius argyrogrammicus	0,00976	3,221
T. zonatus	2,50119	1,612

\* Il s'agit de la longueur standard et non de la longueur à la fourche.

## REPRODUCTION

Son étude a été considérablement gênée par le fait que les poissons étaient presque toujours vidés en mer avant d'être débarqués. Seuls quelques aspects de la reproduction ont donc été abordés pour les principales espèces. Les faibles effectifs n'ont pas permis de suivre l'évolution du rapport des sexes avec l'augmentation de la taille et d'en déduire d'éventuelles tendances à un hermaphrodisme protandrique, ou plus fréquemment progynique comme le signalent LOUBENS (1980a) chez *Epinephelus areolatus*, *E. fasciatus*, *Lethrinus variegatus* et WALKER (1975) chez *Lethrinus chrysostomus*. Nous n'avons pas non plus remarqué de cas d'hermaphrodisme synchrone comme le notent THOMSON et MUNRO (1974) chez un *Cephalopholis* des Caraïbes. Le seul sex-ratio significatif dont nous disposons a été calculé pour une série de pêches expérimentales pratiquées à Santo ; pour 656 *Pristipomoides multidens*, le rapport du nombre de mâles au nombre de femelles était égal à 1,18.

### 1. Maturation sexuelle

Les stades de maturation ont été généralement déterminés par examen macroscopique ; l'observation à la loupe binoculaire d'un fragment frais de gonade dilacéré dans l'eau fut parfois nécessaire. Il est toujours délicat de mettre au point une échelle de maturation applicable à plusieurs espèces car l'importance, la forme, la couleur et la vascularisation des gonades varient considérablement de l'une à l'autre. Nous en avons adopté une à sept stades. Elle est résumée dans le tableau 16. L'appréciation d'un stade n'est pas toujours aisée ; de plus, elle dépend dans une certaine mesure de l'observateur. En l'absence d'examen histologique, il a été parfois difficile de différencier les stades 4, 5 et 7. Nous n'avons pas souvent observé de stade 6 de ponte, probablement du fait de sa fugacité (FONTANA, 1969 ; CONNAND, 1977 ; LOUBENS, 1980a).

Tableau 16 - Echelle de maturation sexuelle

<u>Stade</u>	<u>Mâles</u>	<u>Femelles</u>
1*	Sexe indiscernable.	Sexe indiscernable.
2	Gonade peu développée, longue et mince ; translucide ; couleur blanchâtre à rosâtre.	Gonade peu développée mais toutefois plus grosse qu'un filament ; translucide ; légère vascularisation.
3	Testicule aplati ; couleur blanc rosâtre ; ne coule pas après section.	Ovaire opaque ; nette vascularisation de rose à rouge ; ovocytes non visibles à l'œil nu.
4	Testicule épais, blanc ; coule légèrement après section.	Ovaire bien développé à forte vascularisation ; couleur jaune à rouge sombre ; membrane transparente ; aspect granuleux ; ovocytes visibles à l'œil nu.
5	Testicule épais à section souvent triangulaire ; aspect de lait caillé ; couleur blanche, coule facilement après section.	Ovaire gonflé, granuleux à parois très minces et fragiles.
6	Coule.	Coule.
7	Testicule flasque, épuisé à forte vascularisation.	Ovaire épuisé à forte vascularisation ; couleur rouge bordeaux ; en début de stade, quelque ovocytes isolés peuvent apparaître encore après section

\* Le code 0 ordinairement utilisé pour ce stade a été remplacé par le code 1 pour des raisons pratiques de saisie des données.

Les gonades disponibles ont fait l'objet de pesées. Le calcul du rapport gonado-somatique (RGS) a été effectué en divisant le poids des deux gonades exprimé en grammes par celui du corps exprimé en kilos. Pour les cinq espèces principales, toutes tailles et toutes époques confondues, nous avons établi la correspondance entre les stades de maturation affectés par l'observateur au moment du prélèvement et les RGS moyens calculés a posteriori (fig. 17). La correspondance étant bonne, particulièrement pour les femelles, nous avons suivi l'évolution saisonnière de la maturation des gonades en utilisant seulement le RGS, mais en conservant toutefois les indications de ponte imminente, observée ou récente, que fournit l'apparition des stades respectifs 5, 6 et 7.

Les variations du RGS moyen en fonction du temps sont illustrées pour six espèces sur la figure 18. On constate que le RGS des mâles n'affecte pas de fluctuations aussi importantes que celui des

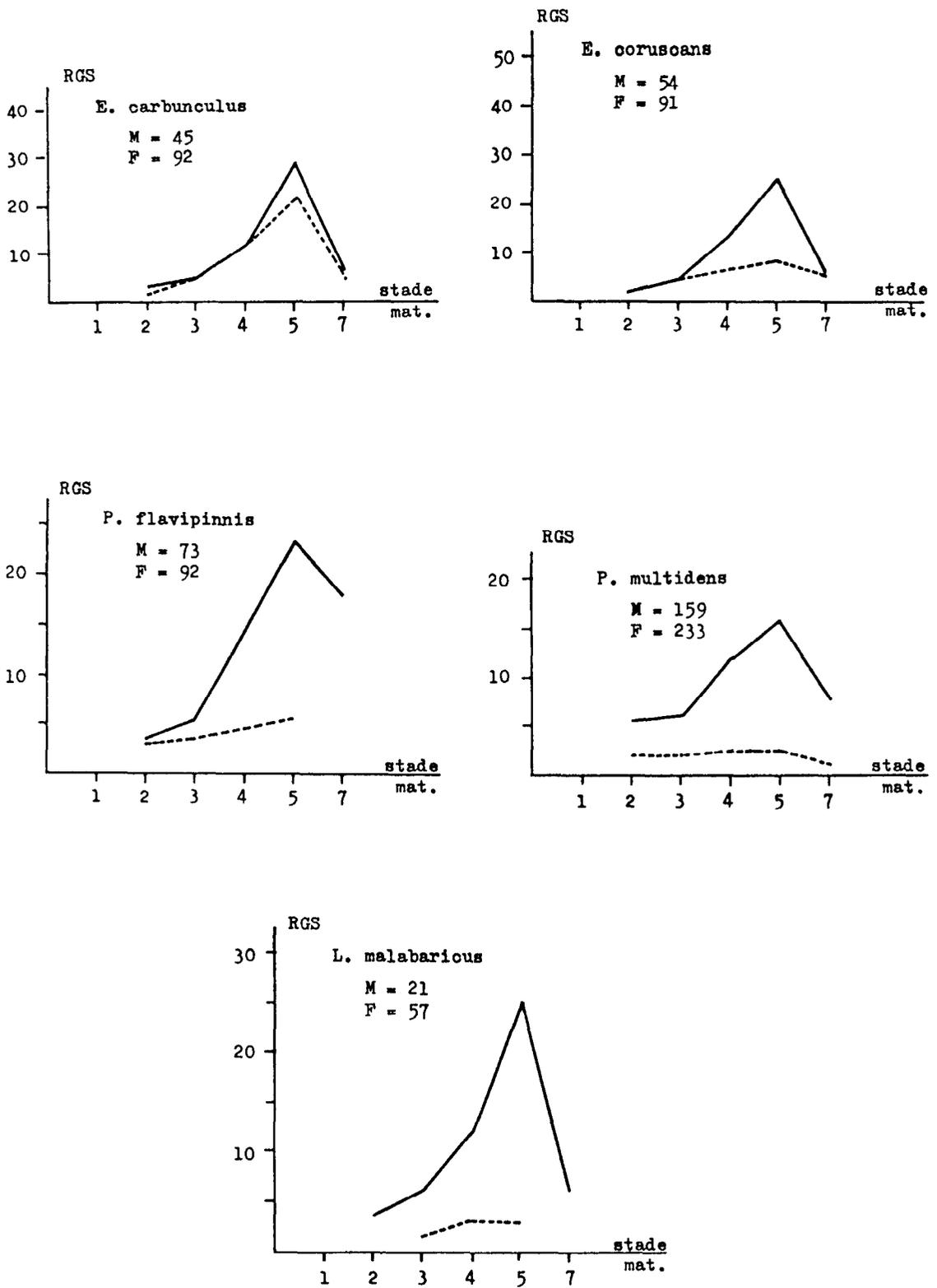


Fig. 17 - Correspondance entre stades de maturation et RGS

— femelles      - - - - - mâles

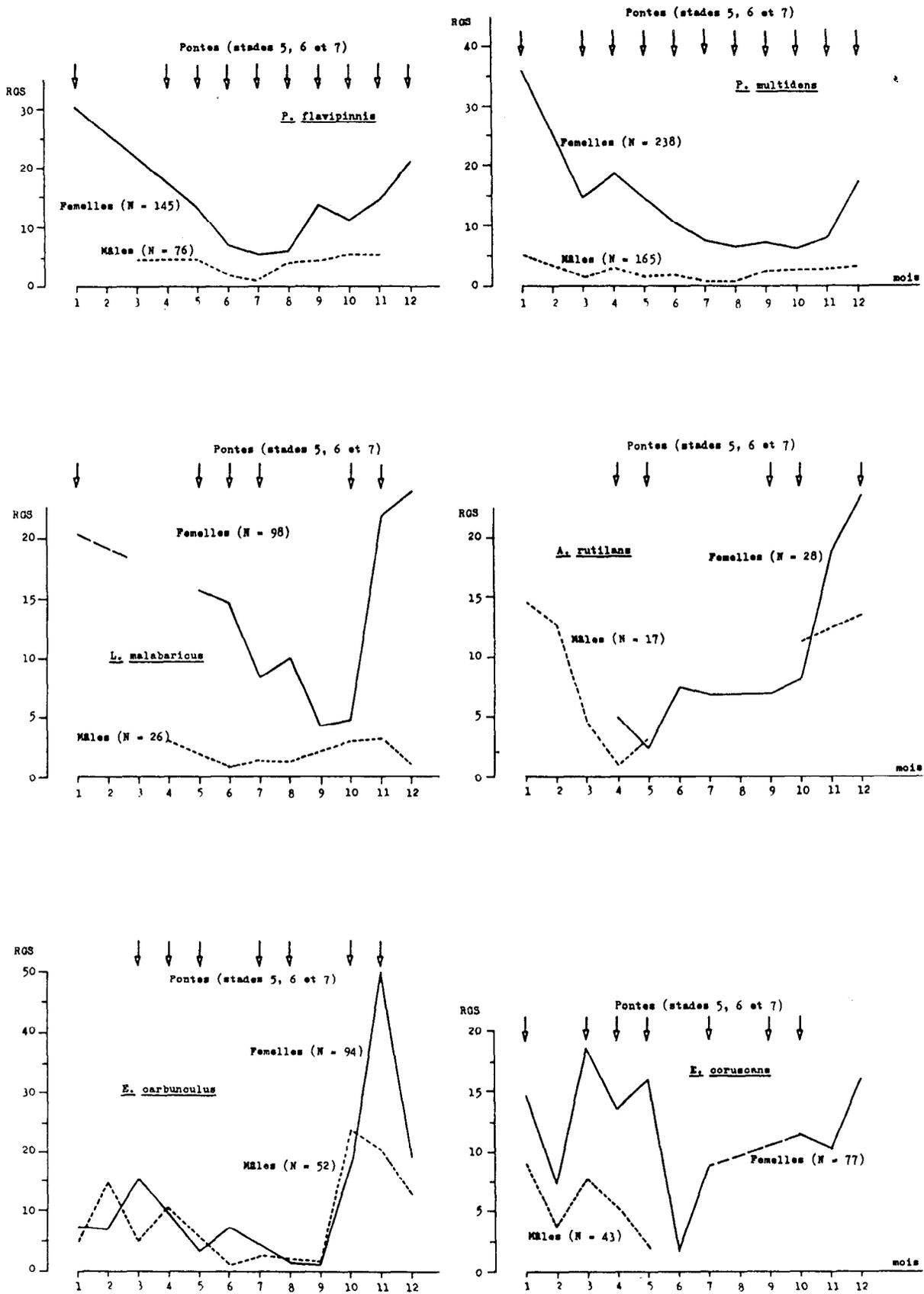


Fig. 18 - Evolution du RGS moyen en fonction du temps

femelles, sauf peut-être dans le cas d'*Aphareus rutilans* ; il évolue néanmoins sensiblement de la même façon. Pour *Pristipomoides multidentis*, *P. flavipinnis*, *Aphareus rutilans* et *Lutjanus malabaricus*, le RGS est nettement minimum durant l'hiver austral bien que des pontes soient observées toute l'année. Or, le maximum de concentration de ces espèces se situe à des profondeurs inférieures à 200 m (fig. 9a et b) et leur habitat vertical remonte jusqu'à 60-80 m (fig. 8a). A 200 m, les variations saisonnières de température, quoique faibles, peuvent toutefois dépasser le degré ; à 60-80 m, elles sont encore plus conséquentes. Dans ces conditions, la chute d'activité de reproduction en hiver est compatible avec le fait que les fluctuations de l'environnement ne sont pas négligeables aux profondeurs fréquentées par ces poissons. De plus, il est probable que la réduction de la durée d'éclairement en hiver joue un rôle considérable dans ces couches d'eau relativement superficielles. Les fluctuations du RGS moyen d'*Etelis carbunculus* et d'*Etelis coruscans* sont en revanche difficiles à interpréter. Ces espèces, plus profondes que les précédentes, présentent une abondance maximale entre 280 et 320 m (fig. 9a et b) et ne remontent pas en deçà de 140 m (fig. 8a). Elles sont donc relativement peu soumises aux variations saisonnières de température et d'éclairement. Ainsi, est-on tenté d'avancer l'hypothèse selon laquelle les espèces superficielles auraient tendance à présenter une activité de reproduction maximale en été, bien qu'elles soient susceptibles de pondre toute l'année, alors que les espèces profondes n'auraient pas de cycle si marqué. A quelques exceptions près, cette tendance semble se vérifier pour d'autres espèces du tableau 17, bien que peu de gonades aient été prélevées pour chacune d'elles. Des données plus complètes sont toutefois nécessaires pour confirmer cette hypothèse. D'une manière générale, pour toutes les espèces, y compris les profondes, une activité sexuelle intense au printemps (mois 10 et 11) semble être fréquemment la règle (fig. 18 et tableau 17).

Les informations concernant la période de ponte sont assez rares dans la littérature. En Nouvelle-Calédonie, FOURMANOIR et LABOUE (1976) la situent d'octobre à janvier pour *Aprion virescens* et en avril pour *Pristipomoides flavipinnis*. Lors d'une campagne effectuée en novembre-décembre, BARRO (1980) observait que les femelles de poissons profonds étaient à un stade avancé de maturation. Selon BARRO (1982), la reproduction d'*Etelis carbunculus* et d'*E. coruscans* se situerait en été avec un maximum en janvier.

Tableau 17 - Observations occasionnelles de pontes (0) et de RGS élevés (+)  
(le nombre de gonades observées est indiqué entre parenthèses)

Espèces	Mois											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Lipocheilus carnolabrum</i> (7)		0										
<i>Lutjanus argentimaculatus</i> (19)										0+	0+	
<i>Aprion virescens</i> (17)	0+									0+		
<i>Tropidinius zonatus</i> (7)										0+		
<i>Epinephelus magniscuttis</i> (12)	0										+	
<i>Lethrinus miniatus</i> (7)										+		
<i>L. variegatus</i> (8)										+		
<i>Gymnocranius japonicus</i> (7)										0		
<i>Gnathodentex mossembicus</i> (12)										0+		
<i>Caranx lugubris</i> (5)										0		
<i>Paracesio kusakarii</i> (11)	0			0+						+		+
<i>Epinephelus septemfasciatus</i> (8)				+						+		
<i>Pristipomoides filamentosus</i> (46)	0+			+								
<i>Etelis radiosus</i> (38)	0	0		0+		+				0+	0	
<i>Seriola rivoliana</i> (18)	0				0+	0+				+		0+
<i>Tropidinius argyrogrammicus</i> (82)		0		0+	0				0+	+	0+	
<i>Epinephelus morrhua</i> (36)			0	+	+	0+	+	0+	+	+		
<i>E. areolatus</i> (9)					0	0+				0		0+
<i>Thyrsitoïdes marleyi</i> (3)							0+					

## 2. Taille de maturité sexuelle

La taille de maturité sexuelle est généralement définie comme la longueur  $L_m$  à laquelle 50 % des individus sont matures. Nos effectifs trop faibles ne permettant pas son estimation, nous nous sommes contentés de déterminer les tailles minimales de maturité sexuelle observées. Ces tailles correspondent à l'apparition de RGS élevés et de stade 5, 6 et 7 de maturation (tableau 18). Par ailleurs, nous avons utilisé la relation établie par BEVERTON et HOLT (1959) liant la longueur maximale  $L_{max}$  à  $L_m$  ( $L_m = k L_{max}$ ). Ces auteurs assimilaient  $L_{max}$  à  $L_{\infty}$ . Or, si  $L_m$  est un paramètre biologique mesurable, il n'en est pas de même de  $L_{\infty}$  qui est un paramètre mathématique souvent bien différent de  $L_{max}$ . Il paraît donc préférable d'utiliser la longueur maximale moyenne,  $\bar{L}_{max}$ , définie comme étant "la dernière taille significativement présente dans les captures annuelles" (FONTANA, 1979). Pour  $\bar{L}_{max}$ , nous avons arbitrairement choisi la taille au-delà de laquelle la somme des effectifs non pris en compte est égale à 1 % des effectifs totaux.

Tableau 18 - Tailles minimales de maturité sexuelle observées

	Tailles minimales d'apparition de RGS élevés (1)	Tailles minimales d'apparition des stades 5, 6 et 7 (2)
<i>Epinephelus morrhua</i>	44	41
<i>Etelis carbunculus</i>	28	30
<i>E. coruscans</i>	38	33
<i>E. radiosus</i>	-	31
<i>Lutjanus malabaricus</i>	38	38
<i>Pristipomoides flavipinnis</i>	28	27
<i>P. multidentis</i>	32	33
<i>Tropidinius argyrogrammicus</i>	21	19

(1) Tailles minimales pour lesquelles le RGS était supérieur au RGS moyen calculé pour le stade 5 de maturation.

(2) Tailles minimales de premières apparitions des stades de maturation 5, 6 et 7.

Si l'on considère un échantillon représentatif d'une population, il est indiscutable que  $\bar{L}$  max est influencée par L max ; en effet, plus grande est la taille maximale, plus élevée sera la taille maximale moyenne. Or, L max peut varier d'une zone à l'autre (tableau 14). C'est ainsi que les valeurs trouvées par LOUBENS (1980a) en Nouvelle-Calédonie sont très inférieures aux nôtres. A partir de ses données, cet auteur a calculé un coefficient  $k = 0,71$ . L'appliquer à nos longueurs maximales, qui sont bien supérieures aux siennes, aurait entraîné une majoration injustifiée des tailles de maturité sexuelle des poissons de Vanuatu. C'est la raison pour laquelle nous avons préféré utiliser comme coefficient  $k$ , la moyenne des valeurs obtenues pour 34 espèces tropicales de la côte occidentale d'Afrique (ANONYME, 1977), soit  $k = 0,576$ .

Les tailles  $L_m$  de maturité sexuelle de 26 espèces ainsi calculées sont reportées dans le tableau 19, sans distinction de sexe. Si l'on retient 45 cm comme taille de plein recrutement, on constate, pour plusieurs espèces, que la pêche concerne des individus qui n'ont pas encore atteint leur maturité sexuelle. Ces espèces seront donc sensibles à une exploitation intensive car elle portera sur la totalité du stock de géniteurs. Il s'agit d'*Aphareus rutilans*, *Epinephelus septemfasciatus*, *Etelis carbunculus*, *E. coruscans*, *Seriola rivoliana*, *Squalus megalops* et à un degré moindre d'*Aprion virescens*, *Epinephelus*

Tableau 19 - Tailles de maturité sexuelle  $\bar{L}_m$  déduites des  
longueurs maximales moyennes  $\bar{L}_{max}$ .  
( $L_m = 0,576 \bar{L}_{max}$ )

	N(1)	L max(2)	$\bar{L}_{max}$	L m
<i>Aphareus rutilans</i>	67	88	84	48
<i>Aprion virescens</i>	40	82	78	44(4)
<i>Epinephelus areolatus</i>	45	44	39	22(5)
<i>E. magniscuttis</i>	110	95	71	40
<i>E. morrhua</i>	260	79	76	44
<i>E. septemfasciatus</i>	93	170	145	83
<i>Etelis carbunculus</i>	2068	112	94	54
<i>E. coruscans</i>	1845	91	82	47
<i>E. radiosus</i>	330	89	70	40
<i>Gnathodentex mossambicus</i>	46	48	45	25
<i>Lethrinus miniatus</i>	68	78	74	42
<i>L. variegatus</i>	27	60	53	30(5)
<i>Lipocheilus carnolabrum</i>	91	68	62	35
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	37	82	77	44
<i>L. bohar</i>	30	64	63	36
<i>L. gibbus</i>	25	52	38	21
<i>L. malabaricus</i>	976	76	60	35
<i>L. rufolineatus</i>	51	35	28	16
<i>Paracaesio kusakarii</i>	42	62	58	33
<i>Pristipomoides filamentosus</i>	503	76	60	35
<i>P. flavipinnis</i>	1772	65	58	33
<i>P. multidentis</i>	3101	76	64	37
<i>Seriola rivoliana</i>	88	92	86	49
<i>Squalus megalops</i> (3)	97	84	82	47
<i>Tropidinius argyrogrammicus</i>	391	29	25	14
<i>T. zonatus</i>	38	40	35	20

- (1) Effectifs
- (2) Longueur maximale observée
- (3) Il s'agit de la longueur standard
- (4) Valeur de  $L_m$  observée par TALBOT (1960) pour Aprion virescens en Afrique du Sud : 46 cm.
- (5) Valeurs de  $L_m$  observées par LOUBENS (1980a) dans le lagon de Nouvelle-Calédonie : Epinephelus areolatus 19  
Lethrinus variegatus 21.

*morrhua* et *Lutjanus argenteamaculatus*. En ce qui concerne les autres, l'exploitation commerciale n'atteint que des individus de tailles supérieures à celle de maturité sexuelle ; la surexploitation ne touchera donc qu'une partie des reproducteurs.

## CROISSANCE ET MORTALITE

L'estimation, donc la gestion des stocks, passe nécessairement par l'étude de la croissance et de la mortalité des poissons. Ce chapitre présente les résultats qui ont pu être obtenus sur les principaux LUTJANIDAE (sens large) (1) de la pente récifale externe.

### 1. Croissance

La croissance est habituellement modélisée par la relation de Von BERTALANFFY (1938) dans laquelle :

$$L = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$$

L : longueur à l'âge t,

$L_{\infty}$  : longueur asymptotique,

k : taux de croissance,

$t_0$  : âge à la longueur 0.

L'estimation des paramètres du modèle peut se faire en utilisant trois méthodes : lecture de marques périodiques sur structures dures, analyse des distributions de fréquences, marquage. Compte-tenu de l'habitat des espèces étudiées, le marquage n'est pas envisageable avec les techniques habituellement utilisées. Dans le cadre de petites pêcheries tropicales comme celle de Vanuatu, les deux premières méthodes se heurtent à deux difficultés majeures : l'une tient à l'uniformité des conditions de milieu, l'autre est liée aux problèmes que pose l'échantillonnage de grandes quantités de poissons dans un laps de temps

---

(1) Dans ce chapitre, nous avons, par commodité, réuni dans une même famille LUTJANIDAE et ETELIDAE ainsi que le font de nombreux auteurs, qui regroupent alors ces derniers dans la sous-famille des ETELINAE.

réduit. Néanmoins, il a été possible de déterminer les paramètres de croissance d'*Etelis carbunculus*, *E. coruscans*, *Pristipomoides flavipinnis* et *P. multidentis* par comptage des stries "journalières" d'otolithes. Pour *P. multidentis*, espèce la plus abondante, les distributions de fréquences de tailles ont été analysées grâce à la méthode de PAULY et DAVID (1981) que nous avons modifiée. Enfin, la "méthode auximétrique" (PAULY, 1980a) a permis de contrôler les résultats.

#### Ageage par otolithométrie

La technique de lecture des stries journalières d'otolithes proposée par PANNELLA (1971, 1974) puis reprise par de nombreux auteurs pour les poissons tropicaux (LE GUEN, 1976 ; RALSTON, 1976 ; BROTHERS et al, 1976 ; TAUBERT et CABLE, 1977 ; PANNELLA, 1980 ; BROTHERS, 1980 ; GJØSAETER et BECK, 1980 ; RALSTON et MIYAMOTO, 1981, 1983 ; TANAKA et al, 1981 ; MUGIYA et MURAMATSU, 1982 ; UCHIDA et al, 1982 ; VICTOR, 1982 ; BROTHERS et al, 1983 ; GOBERT, 1983), a été utilisée pour estimer l'âge et la croissance d'*Etelis carbunculus*, *E. coruscans*, *Pristipomoides multidentis* et *P. flavipinnis*.

La méthode, décrite en détail par BROUARD et al (1983), est résumée ci-après. Les otolithes sagitta sont prélevées par la face interne du crâne, ce qui n'endommage pas les poissons destinés à la commercialisation. Après nettoyage à l'eau, elles sont conservées à sec, sans précaution particulière, dans des sachets en papier blanc. La préparation comprend trois phases : inclusion dans une résine, réalisation de coupes fines de 100 microns avec une scie diamantaire, addition sur la coupe, pendant une trentaine de secondes, d'une solution d'acide chlorhydrique à 10 % destinée à augmenter les contrastes. La lecture se fait au microscope à immersion. Une caméra couplée à un écran de télévision facilite l'examen tant que les stries sont de largeur supérieure à la définition de l'image télévisée.

L'observation permet de distinguer deux types de zones. Les premières sont caractérisées par des stries régulières de premier ordre considérées comme journalières et dont la largeur diminue régulièrement du nucleus vers le bord de l'otolithe (fig. 19 et 20) ; à cette tendance



Fig. 19 - Coupe transversale fine d'otolithe d'Etelis carbunculus observée dans sa zone centrale. On distingue le nucleus (N) et vers la gauche le début du sulcus. Les stries journalières (J) apparaissent nettes et larges



100  $\mu$

Fig. 20 - Coupe transversale fine d'otolithe d'Etelis carbunculus  
(même coupe que celle de la fig. 19 et même grossissement)  
observée aux environs de la millième strie. Les stries  
sont moins larges qu'à proximité du nucleus.

générale se superposent des alternances d'élargissement et de rétrécissement (fig. 21) qui pourraient correspondre aux cycles lunaires (PANNELLA, 1980). Les secondes sont des zones sombres de discontinuité (fig. 21 et 22) de part et d'autre desquelles l'angle de la direction du dépôt des couches est différent. Elles correspondent peut-être à des périodes d'émission de gamètes, mais tout autre stress important pourrait en être l'origine. Déterminer les différentes causes de formation de ces zones est un travail délicat qui sera poursuivi ultérieurement.

Le comptage des stries a conduit à l'établissement des courbes de croissance de la figure 23. Les observations ont été ajustées au modèle de Von BERTALANFFY grâce à la méthode de minimisation de fonction de NELDER et MEAD (1965). Deux phénomènes rendent ces courbes inexactes pour les longueurs proches de  $L_{\infty}$ . D'une part le comptage des dernières stries devient très difficile lorsque les poissons sont âgés, d'autre part le dépôt de couches calcaires étant épisodique (RALSTON et MIYAMOTO, 1983), la quantité de jours non comptés croît lorsque l'âge augmente. Pour les grands individus, la sous-estimation de l'âge est donc beaucoup plus importante que pour les petits individus.

#### Analyse des distributions de fréquences de longueur

Parmi les différentes méthodes d'ajustement disponibles, nous avons retenu celle de PAULY (PAULY et DAVID, 1981 ; PAULY et al, 1980 ; PAULY, 1982a) en la modifiant toutefois de façon substantielle (Annexe 4). Cette méthode, basée sur l'utilisation du programme ELEFAN (1) écrit en BASIC consiste à maximaliser un critère appelé ESP ("Explained Sum of Peaks") qui est calculé comme suit. Soit l'ensemble des distributions de fréquences correspondant chacune à un instant T ; on fait subir à cet ensemble des translations dans le temps autant de fois que le nécessite la longévité apparente de l'espèce. On cherche ensuite à augmenter le contraste entre les "pics" et les "creux". On y parvient en lissant la courbe correspondant aux distributions de fréquences, puis en divisant les fréquences observées par les nouvelles fréquences "lissées". Ainsi, aux fréquences observées inférieures aux

---

(1) ELEFAN : Electronic Length-Frequency Analysis.



Fig. 21 - Coupe transversale fine d'otolithe de Pristipomoides flavipinnis.  
Les zones de discontinuité (D) sont nettes. On remarque aussi  
des plages d'alternance (Z) de zones d'élargissement et de  
rétrécissement des stries journalières

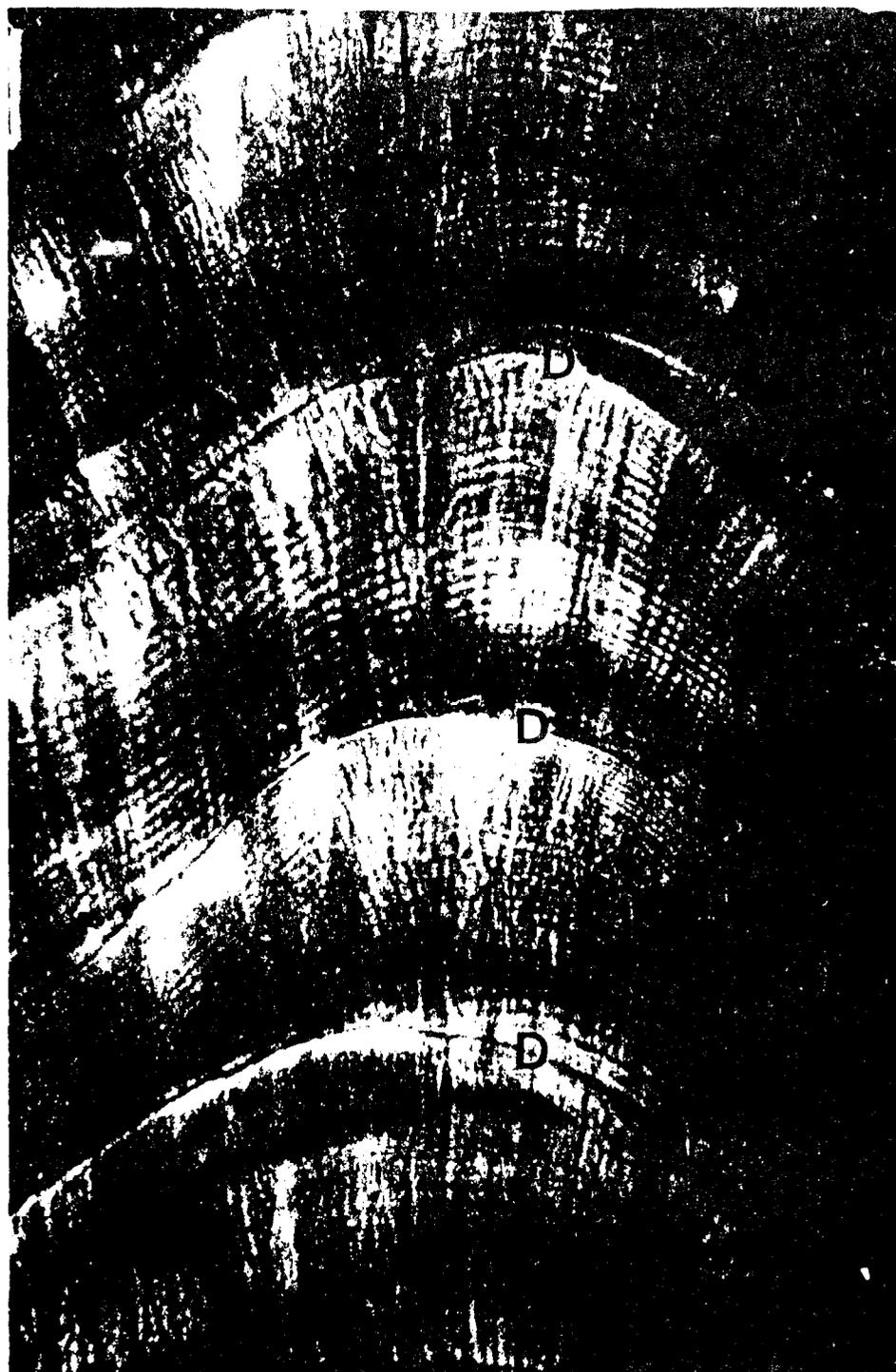
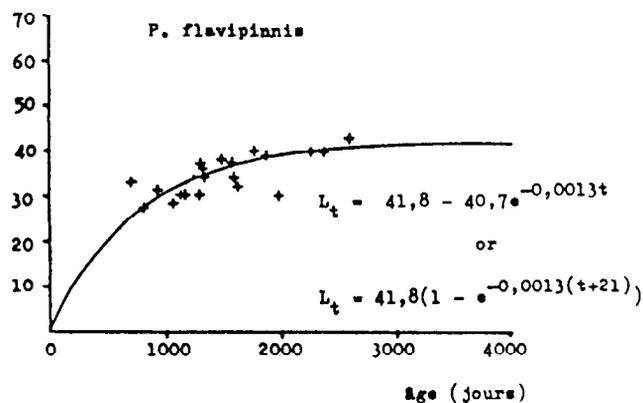
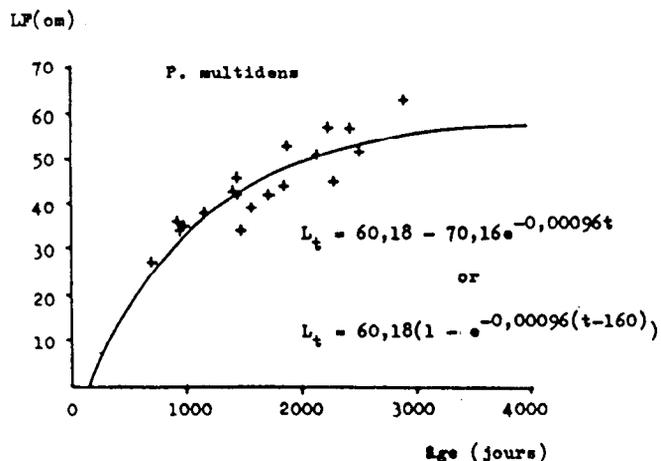
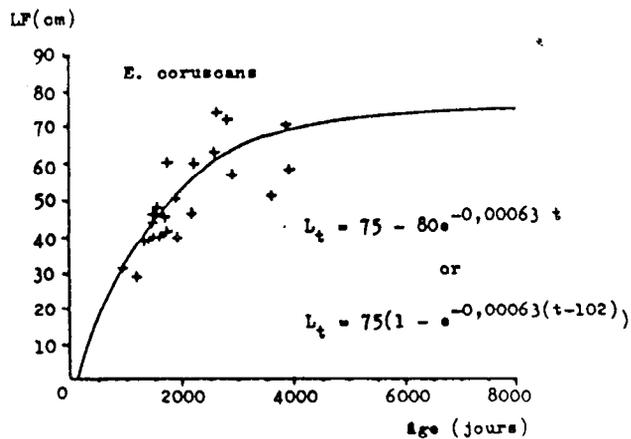
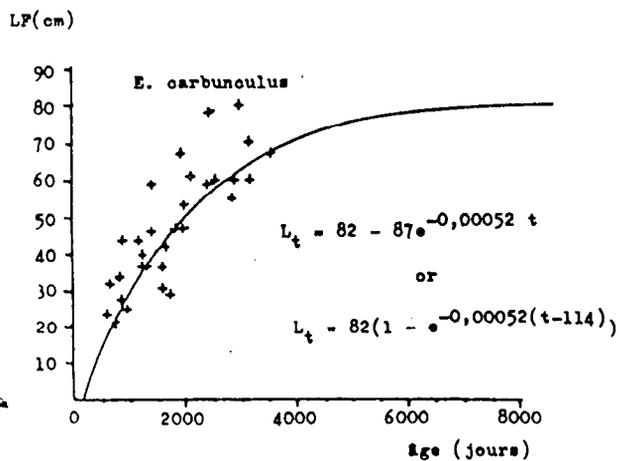


Fig. 22 - Coupe transversale fine d'otolithe d'Etelis coruscans.  
Des zones de discontinuité (D) séparent des séries de  
striations journalières. Ces marques pourraient correspondre  
à des périodes de ponte ou à d'autres formes de stress



**Fig. 23** - Courbes de croissance établies d'après les lectures d'otolithes, avec deux expressions des équations de Von BERTALANFFY (les longueurs sont exprimées en cm et les âges en jours)

fréquences "lissées" correspondent des valeurs du rapport qui sont inférieures à 1, alors qu'aux fréquences supérieures aux fréquences "lissées" correspondent des valeurs du rapport supérieures à 1. En soustrayant 1 à toutes ces valeurs, les "creux" sont dès lors représentés par des valeurs négatives et les "pics" par des valeurs positives. On choisit ensuite un couple de paramètres ( $L_{\infty}$ ,  $k$ ) ; il lui correspond une courbe de Von BERTALANFFY. Cette courbe passe par un certain nombre de "pics" positifs et de "creux" négatifs. La somme algébrique des valeurs des "pics" et des "creux" est appelée l'ESP. Par itération des paramètres ( $L_{\infty}$ ,  $k$ ), on obtient alors toute une série de courbes et d'ESP correspondantes. Selon PAULY et DAVID (1981), le

meilleur couple  $(L_{\infty}, k)$  sera celui qui passera par le maximum de "pics" de fréquences de longueurs et par le minimum de "creux" (1).

Cette méthode présente trois inconvénients :

- (a) Ne fixant pas les limites de recherche de la solution optimale, elle conduit parfois, après de laborieux calculs par itérations successives, à des valeurs de  $L_{\infty}$  et  $k$  correspondant à des cas absurdes.
- (b) Elle ne fournit qu'un seul ESP maximum, c'est-à-dire un seul couple de valeurs  $(L_{\infty}, k)$  alors qu'il en existe tout un ensemble de maximums locaux, chacun d'eux présentant a priori le même intérêt que les autres.
- (c) Le critère de l'ESP maximum n'a pas de sens biologique en soi. Il correspond à certaines hypothèses implicites et arbitraires sur la validité des modes. Elles peuvent ne pas correspondre à la réalité. En particulier, elles impliquent que les modes surnuméraires ainsi que l'absence de modes soient improbables. Elles conduisent aussi à l'affirmation qu'entre deux couples  $(L_{\infty}, k)$ , dont l'un suggère qu'un mode apparent est en fait la confusion de deux et l'autre qu'il n'en existe qu'un, il faille systématiquement choisir le premier.

Afin de remédier à ces inconvénients, nous proposons quelques modifications au programme ELEFAN I (Annexe 4). La première consiste à ne calculer les ESP qu'entre certaines limites de  $L_{\infty}$  et  $k$ . La seconde fait intervenir un espace à trois dimensions défini par les axes des  $k$ , des  $L_{\infty}$  et des ESP. L'ensemble des valeurs des ESP est assimilable aux cotes d'une surface dont la représentation graphique se fait par projection sur le plan défini par les axes des  $L_{\infty}$  et  $k$ , les crêtes (ESP maximums) correspondant aux zones foncées et les creux (ESP minimums) aux zones claires (fig. 24). On obtient ainsi une vision synthétique de l'ensemble des couples  $(L_{\infty}, k)$  possibles, les plus plausibles étant associés aux crêtes. Des informations exogènes aux distributions de

---

(1) Il s'agit des distributions de fréquences restructurées (Annexes 4 et 5).

SURFACE DES ESP  
PRISTIPOMIDES multidentis

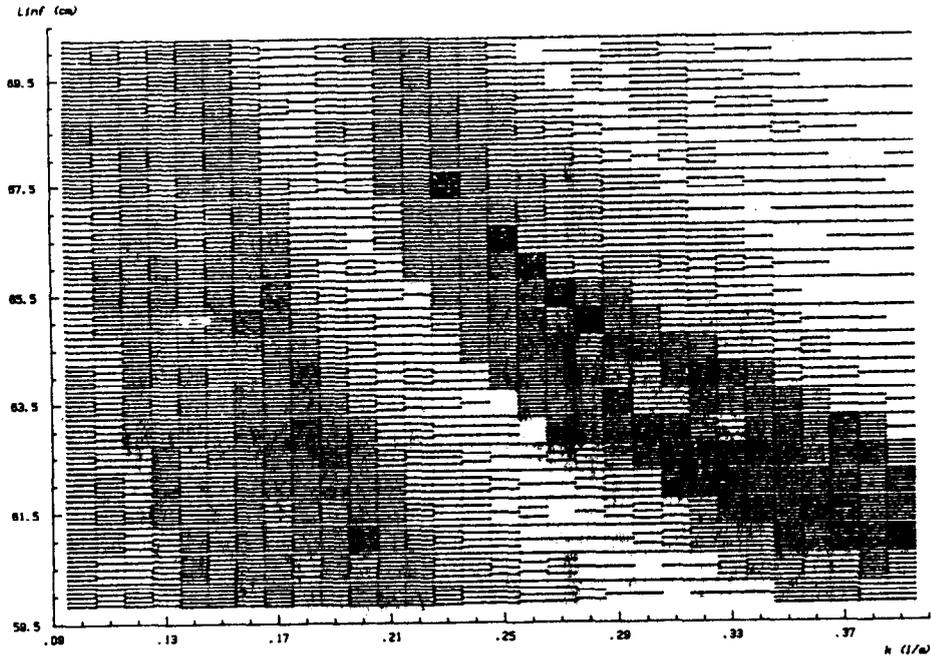


Fig. 24 - Surface des ESP (Pristipomoides multidentis)

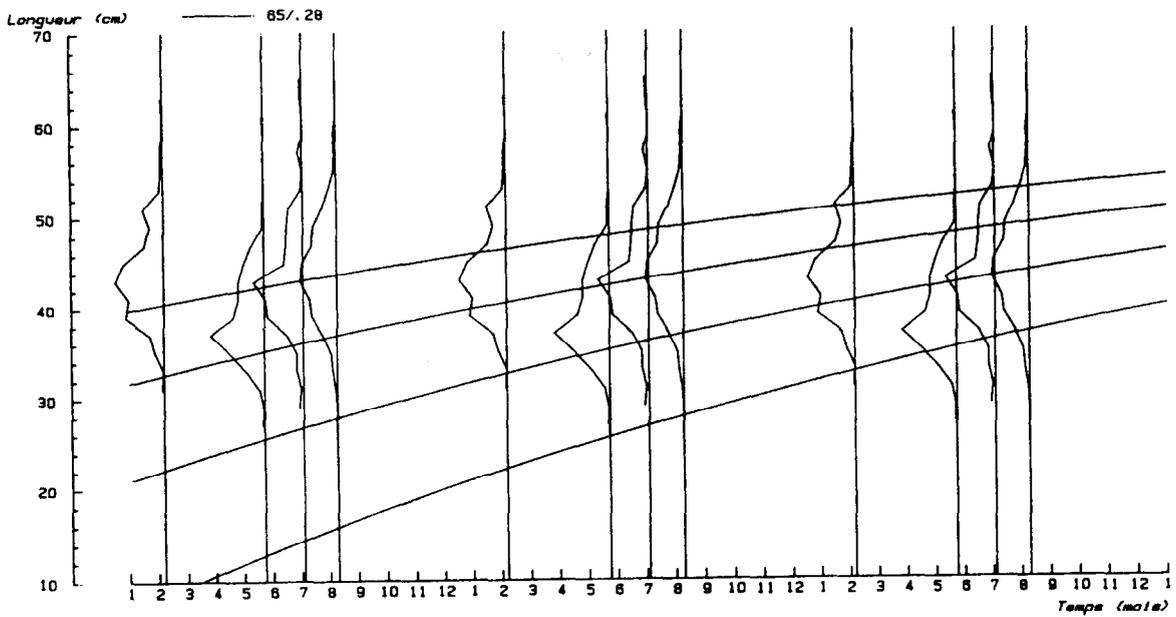


Fig. 25 - Courbes de croissance de Pristipomoides multidentis (N=1029)

fréquences faciliteront alors le choix du meilleur couple ( $L_{\infty}$ ,  $k$ ). A ce niveau intervient indiscutablement une grande part de subjectivité - mais c'est inéluctable - en partie atténuée par l'expérience.

La figure 24 présente la surface des ESP tracée à partir de quatre distributions de fréquence de taille de *Pristipomoides multident* obtenues pendant l'année 1984. Deux lignes de crête principales apparaissent. Dans ce cas précis, il semble que le couple de paramètres ( $L_{\infty} = 65$ ,  $k = 0,28$ ) défini par l'ESP maximum soit celui qui explique le mieux la croissance. Sur la figure 25, la courbe de croissance correspondante a été tracée pour quatre cohortes successives. Les mêmes calculs ont aussi été effectués sur plusieurs distributions de fréquences de tailles d'*Etelis coruscans*. L'image donnée par la représentation des ESP était si confuse qu'il ne fut pas possible de choisir un couple de paramètres. Cet échec peut être attribué au fait que cette espèce, plus profonde que la précédente, est peu soumise aux variations saisonnières susceptibles de déclencher des pics dans la reproduction.

#### Détermination du taux de croissance par auximétrie (1)

PAULY (1980a) définit un indice de potentialité de croissance ("Index of growth performance") de la façon suivante :

$$P = \log_{10} (k W_{\infty})$$

$k$  : coefficient de croissance exprimé en année<sup>-1</sup>

$W_{\infty}$  : poids exprimé en g.

Il montre que cet indice présente la caractéristique d'être relativement constant pour des espèces proches d'un point de vue taxinomique et écologique. Dans le tableau 20, nous avons reproduit quelques valeurs de  $W_{\infty}$  et  $k$  trouvées dans la littérature pour les LUTJANIDAE. On constate que  $P$  est sensiblement égal à 3, ce qui permet de transformer la relation précédente en  $k = 10^3/W_{\infty}$ . En retenant cette

---

(1) PAULY (1980a) utilise un papier graphique dit auximétrique (du grec "auxein" qui signifie "croissance" et "metron" qui signifie "mesure"). Le titre que nous avons choisi constitue donc un pléonasme. En raison de sa simplicité, nous l'avons toutefois préféré à un titre plus correct, mais plus long, tel que "Détermination du taux de croissance par la méthode de PAULY (1980a) utilisant un papier graphique auximétrique".

valeur, nous avons calculé le paramètre de croissance  $k$  pour les principaux LUTJANIDAE de Vanuatu. Pour y parvenir, nous avons assimilé  $L_{\infty}$  à  $\bar{L}_{max}$  telle que définie dans le chapitre sur la reproduction ; nous avons ensuite transformé  $L_{\infty}$  en  $W_{\infty}$  en utilisant les relations longueur-poids établies précédemment. Le tableau 21 récapitule les résultats. Les paramètres de croissance obtenus par cette méthode présente l'intérêt d'être applicables aux individus de grandes tailles, alors que les valeurs issues des lectures d'otolithes ne seraient strictement valables que pour les jeunes. Ils ont donc été utilisés pour déterminer la mortalité naturelle et la mortalité totale.

**Tableau 20** - Paramètre de Von BERTALANFFY et calcul du coefficient auximétrique  $P$  pour quelques LUTJANIDAE

Espèces	$k(1/a)$	$L_{\infty}$ (cm)	$W_{\infty}$ (g)	$P = \log_{10}(k.W_{\infty})$	Références
<i>Aprion virescens</i>	0,31	65,6	4680	3,16	LOUBENS, 1980 b
<i>Etelis carbunculus</i>	0,36	63,9	4500	3,21	UCHIDA <u>et al.</u> , 1982
"	0,19*	82	9500	3,26	BROUARD <u>et al.</u> , 1983
<i>Etelis coruscans</i>	0,23*	75	6100	3,15	BROUARD <u>et al.</u> , 1983
<i>Lutjanus bohar</i>	0,11	52	4200	2,66	LOUBENS, 1980 b
<i>L. campechanus</i>	0,17	94,1	12300	3,32	NELSON et MANOOCH, 1982
<i>L. malabaricus</i> (1)	0,064	-	13600	2,94	DRUZHININ, 1970
<i>Ocyurus chrysurus</i>	0,25	60	3600	2,95	THOMPSON et MUNRO, 1983
<i>Pristipomoides filamentosus</i>	0,15	78	6500	2,99	RALSTON et MIYAMOTO, 1983
"	0,31	97,1	13900	3,63	UCHIDA <u>et al.</u> , 1982
<i>P. flavipinnis</i>	0,42*	42	1100	2,66	BROUARD <u>et al.</u> , 1983
<i>P. multidentis</i>	0,35*	61	3600	3,10	BROUARD <u>et al.</u> , 1983
"	0,28*	65	4300	3,08	Présente étude

(1) Etant donné la valeur élevée de  $W_{\infty}$ , il se pourrait que *Lutjanus malabaricus* ait été confondu avec *Lutjanus sebae* (GRANT, 1978).

\* Vanuatu

Quelle que soit la méthode employée, il semblerait que les vitesses de croissance des principaux LUTJANIDAE de la pente récifale externe de Vanuatu soient faibles. Elles seraient moindres pour les espèces profondes (*Etelis carbunculus* et *E. coruscans*) que pour les espèces intermédiaires (*Pristipomoides flavipinnis* et *P. multidentis*). La productivité d'un stock dépendant à la fois de la fécondité de ses individus et de leur taux de croissance, celle des LUTJANIDAE profonds est vraisemblablement modeste, à moins qu'un taux de reproduction élevé

vienne compenser le faible taux de croissance. Dans l'état actuel de la pêcherie, les *Etelis carbunculus* et les *E. coruscans* de tailles supérieures à 60 cm représentent respectivement 44 % et 48 % des prises en nombre, ce qui correspond à 79 % et 69 % des captures en poids. Etant donnée l'importance actuelle donnée au développement de la pêche démersale profonde dans certaines zones de Vanuatu, il est probable que ces grands individus sont appelés à disparaître rapidement ; à moyen terme les rendements de pêche dans la partie inférieure de la pente récifale risquent de chuter.

**Tableau 21 - Paramètres de Von BERTALANFFY et coefficients de mortalité totale (Z) et de mortalité naturelle (M) pour six espèces principales de la pente récifale externe à Vanuatu**

	k(a <sup>-1</sup> )	L <sub>∞</sub> (cm)	Accroissement moyen (cm/an)		L̄(cm)	Lc(cm)	T(°C)	Z <sub>1</sub> (a <sup>-1</sup> )	Z <sub>2</sub> (a <sup>-1</sup> )	M(a <sup>-1</sup> )
			30<L<40	40<L<50						
<i>E. carbunculus</i>	0,07	94	4,12	3,42	57	28	15	0,07	0,089	0,149
<i>E. coruscans</i>	0,128	82	5,99	4,71	55	30	16	0,107	0,136	0,237
<i>L. malabaricus</i>	0,310	60	7,65	4,47	44	32	23	0,447	0,401	0,545
<i>P. flavipinnis</i>	0,356	58	8,06	4,39	35	27	23	0,648	1,006	0,602
<i>P. filamentosus</i>	0,295	60	7,28	4,26	41	31	23	0,467	0,587	0,527
<i>P. multidens</i>	0,244	64	7,01	4,53	44	34	22	0,375	0,460	0,448

$$k = 1000/W.$$

$W = aLm^b$  (a, b, obtenus grâce à la relation longueur/poids ;  $Lm$  = longueur maximale moyenne définie dans le chapitre sur la reproduction).

$$Lc = (L_{100} + L_0)/2 \text{ (cf. texte).}$$

T(°C) : température moyenne au niveau du maximum de concentration exprimée en degré Celsius.

Z<sub>1</sub> : mortalité totale calculée par régression du Log du nombre d'individus en fonction du temps (figure 25).

$$Z_2 = k(L_{\infty} - \bar{L})/(\bar{L} - Lc).$$

M : mortalité naturelle exprimée par la relation

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

PAULY (1982b), distingue la surexploitation qui porte sur l'accroissement pondéral du stock par croissance des individus, de celle qui concerne le recrutement, c'est-à-dire la population de géniteurs. En ce qui concerne *Etelis carbunculus* et *E. coruscans*, nous avons calculé qu'il faudrait laisser les individus atteindre 60 cm, c'est-à-dire l'âge de 10 ans, pour que les rendements ne chutent pas au-delà de 70 % de ce qu'ils sont actuellement. Une réglementation fixant cette limite serait

pour l'instant difficile à appliquer ; dans ces conditions, la surexploitation qui porte sur l'accroissement pondéral du stock par croissance semble inévitable. Par ailleurs, nous avons vu que les tailles de maturité étaient parfois supérieures à celles de plein recrutement (sélectivité) ; en théorie, il peut donc y avoir extinction de la population de géniteurs. La pente récifale externe intermédiaire est plus productive que la couche profonde, notamment parce que la pénétration de la lumière y est meilleure. Les taux de croissance des espèces qui y évoluent comme *Pristipomoides flavipinnis* et *P. multidentis*, étant de surcroît supérieurs à ceux des espèces plus profondes, il est probable que la surexploitation portant sur la croissance pondérale du stock sera moins rapide que pour les espèces profondes. Quant à la surexploitation intervenant au niveau du recrutement par régression du stock parental, elle paraît improbable car les individus atteignent la taille de plein recrutement alors qu'ils se sont déjà reproduits. Il semblerait donc que les ressources en *Pristipomoides* soient moins sensibles à l'exploitation que celles en *Etelis*. Plus accessibles car moins profondes, elles sont toutefois d'un accès aisé, de telle sorte qu'une certaine vigilance est néanmoins nécessaire pour prévenir tout déséquilibre.

## 2. Mortalité

La mortalité totale  $Z$  est égale à la somme de la mortalité naturelle  $M$  et de la mortalité par pêche. Si la pêche est inexistante,  $Z = M$ .

### Mortalité totale

Elle a été calculée selon deux méthodes. La première utilise la relation :

$$N = N_0 e^{-Z_1(t-t_0)}$$

$N$  : nombre d'individus au temps  $t$

$N_0$  : nombre d'individus au temps  $t_0$

$Z_1$  : mortalité totale instantanée

La régression de  $\log N$  en fonction de  $t$  permet de définir  $Z_1$ , qui est la pente de la droite. Les droites de régression établies pour

les principaux LUTJANIDAE profonds ont été représentées sur la figure 26. Le deuxième procédé consiste à appliquer la formule de BEVERTON et HOLT (1956) :

$$Z_2 = k(L_{\infty} - \bar{L}) / (\bar{L} - L_c)$$

k : taux de croissance

$L_{\infty}$  : longueur asymptotique

$\bar{L}$  : longueur moyenne

$L_c$  : longueur moyenne à la première capture

D'après la relation  $L_c = (L_{100} + L_0) / 2$  dans laquelle  $L_{100}$ , définie à partir des distributions de fréquences de tailles annuelles, est la taille à partir de laquelle les fréquences n'augmentent plus de façon constante.  $L_0$  est la première classe de taille observée. Les résultats apparaissent dans le tableau 21.

#### Mortalité naturelle

La formule empirique de PAULY (1980b) a été appliquée pour le calcul des mortalités naturelles :

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

$L_{\infty}$  = longueur asymptotique (cm)

k = taux de croissance (année<sup>-1</sup>)

T = température moyenne du milieu (°C)

Les résultats sont reportés dans le tableau 21. On y constate, qu'à l'exception des valeurs obtenues pour *Pristipomoides flavipinnis*, les deux façons de calculer Z conduisent approximativement aux mêmes résultats. On constate ensuite que la mortalité naturelle est du même ordre de grandeur que la mortalité totale ; la mortalité par pêche est donc proche de zéro. Ce résultat était prévisible. L'exploitation des poissons demersaux étant récente à Vanuatu, les stocks y sont encore vierges et l'effet de la pêche n'est pas encore sensible. Pour les *Etelis*, on constate que M est nettement supérieure à Z. Ce résultat apparemment absurde peut cependant s'expliquer. En effet, Z ayant été calculée pour des individus de tailles supérieures à 60 cm, n'est donc

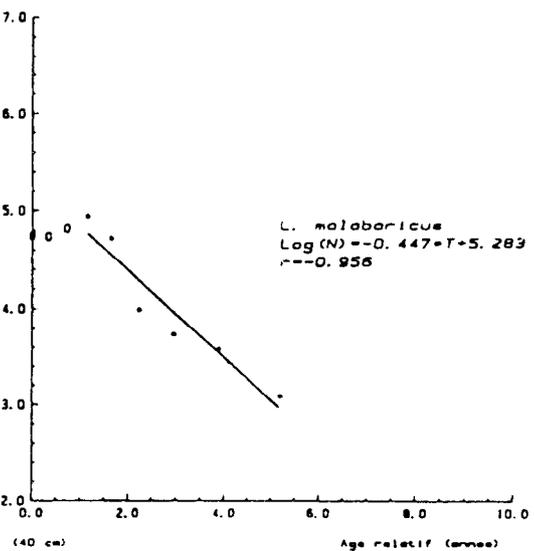
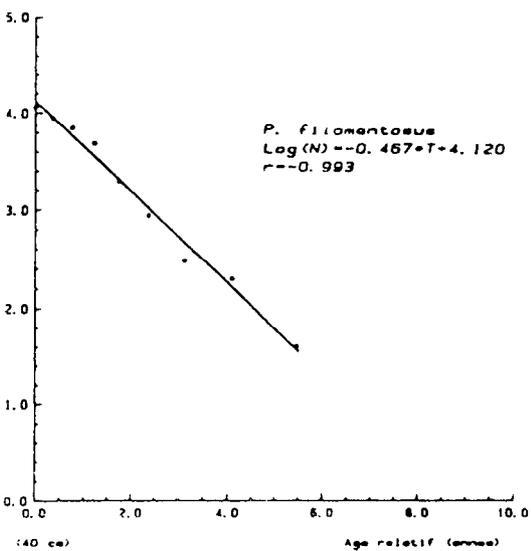
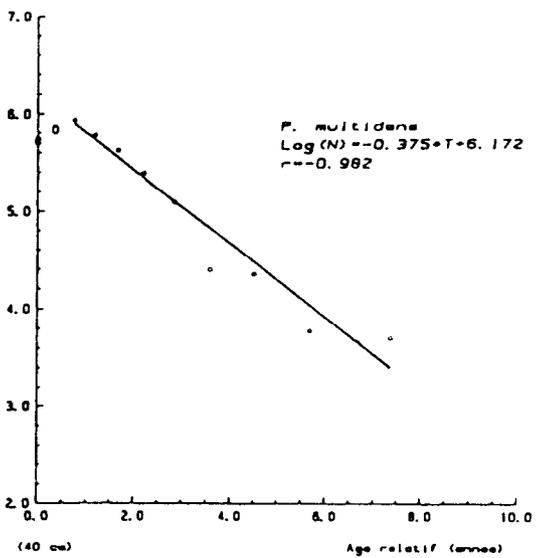
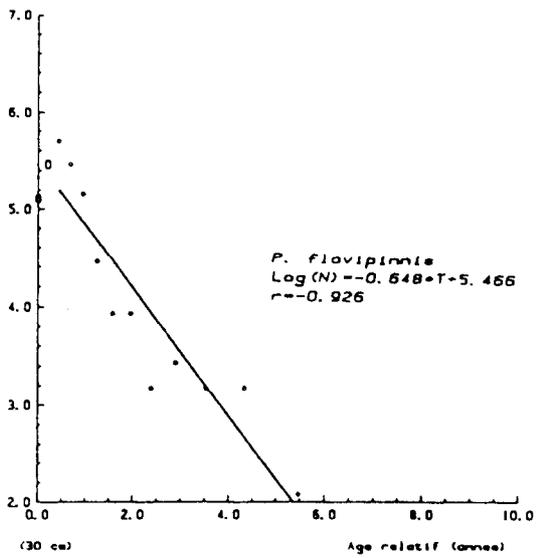
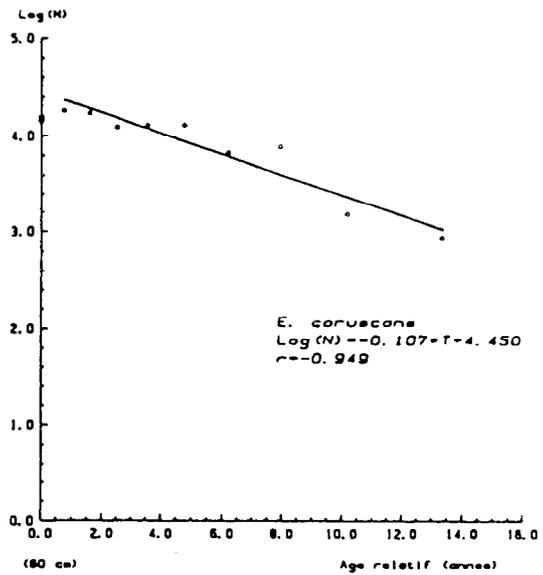
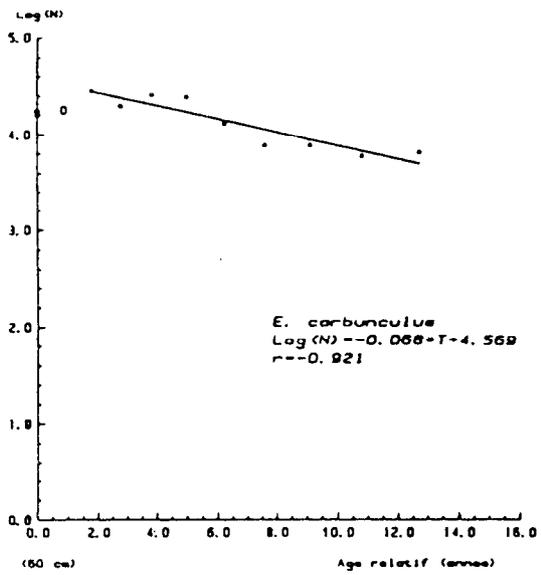


Fig. 26 - Mortalité totale  $Z_1$  calculée pour quelques espèces ( $Z_1$  est la valeur de la pente de la droite)

strictement valable qu'au-delà de cette taille. Il concerne des individus ayant peu de prédateurs et subissant peu de stress puisqu'ils vivent en profondeur. En revanche, les individus de tailles inférieures à 60 cm vivent moins profonds (fig. 16a), c'est-à-dire dans un milieu plus agressif où leurs prédateurs sont plus nombreux. Il est donc normal que leur mortalité soit plus forte que celle des grands individus. En d'autres termes les différences observées entre Z et M chez les *Ételis* ne sont vraisemblablement pas dues à une estimation aberrante de paramètres ; elles traduiraient plutôt un changement d'habitat en cours de cycle vital.

Les calculs de mortalités effectués sur les stocks des poissons démersaux profonds de Vanuatu sont d'une importance considérable. Ils confirment la validité de la formule de PAULY pour estimer la mortalité naturelle et fournissent une image de l'état des stocks au moment zéro de leur exploitation. L'étude de la dynamique des populations et de sa modélisation est souvent freinée par les difficultés rencontrées dans l'estimation des paramètres de base. Les travaux réalisés à Vanuatu sur des stocks encore vierges permettront une gestion rationnelle et rendront possible l'application de modèles théoriques concernant leur évolution.

## PRODUCTION

Les données obtenues à Vanuatu sur les prises et les efforts de pêche sont encore insuffisantes pour envisager toute forme de modélisation. Même l'approximation proposée par GULLAND (1971) pour les stocks vierges ou sous-exploités ( $P.M.E. = 0,5 M \times B_m$ , dans laquelle M est la mortalité naturelle et  $B_m$  la biomasse vierge), ou celle plus compliquée de CADDY et CSIRKE (1983), ne peuvent s'appliquer à la pêcherie de ce pays. En effet, l'estimation de  $B_m$ , habituellement effectuée par chalutage, échantillonnage ou marquage, est actuellement impossible sur la pente récifale externe. En revanche, la méthode de EGGERS et al (1982), basée sur l'estimation des "champs de capture" de nasses ou d'hameçons pourrait y être utilisée, à condition de réaliser

de très nombreuses poses de palangres. Toutefois, comme il l'a été suggéré (WELCOME et GULLAND, 1980 ; ANONYME, 1980b), on peut proposer des ordres de grandeur de production potentielle par comparaison à des régions aux caractéristiques écologiques semblables et aux productions bien définies. L'archipel des îles Hawaï a été pris comme référence. Dans un premier temps, nous discuterons des similitudes entre les deux zones ; nous estimerons ensuite la productivité de la pêche démersale profonde à Vanuatu en utilisant les résultats obtenus aux Hawaï par RALSTON et POLOVINA (1982).

### 1. Similitude des îles Hawaï et de Vanuatu

L'essentiel des îles de Vanuatu se situent entre 15°S et 18°S alors que les îles Hawaï s'étendent de 19°N à 22°N. Si ces dernières sont donc légèrement plus éloignées de l'équateur que Vanuatu, les unes et les autres appartiennent à la zone tropicale car, dans le Pacifique, l'équateur thermique coïncide avec l'équateur géographique. Ces deux archipels ont la même structure caractérisée par l'absence de lagon et une pente récifale externe très accusée. En ce qui concerne la faune démersale profonde, les deux régions présentent une étroite parenté. Aux Hawaï, entre 80 et 240 m, les principales espèces exploitées par la pêche commerciale sont *Pristipomoides filamentosus*, *Epinephelus quernus*, *Seriola dumerili* et *Tropidinius zonatus*. Entre 200 et 350 m, dominent *Aphareus rutilans*, *Pontinus macrocephalus*, *Etelis coruscans*, *E. carbunculus* et *Pristipomoides sieboldi*. Hormis *Pontinus macrocephalus* (SCORPAENIDAE), toutes ces espèces, ou des espèces voisines, se retrouvent à Vanuatu. *Pristipomoides filamentosus*, qui constitue les prises les plus importantes aux Hawaï, semble moins abondant à Vanuatu où il est remplacé par *P. multidentis* et *P. flavipinnis*. D'après nos données et celles d'UCHIDA et al (1979, 1982), les C.P.U.E. sont du même ordre de grandeur dans les deux zones ; il ne semble donc pas exister de nettes différences d'abondance apparente.

Les caractéristiques physico-chimiques ainsi que les productions primaires des deux régions sont présentées dans le tableau 22. Pour les Hawaï, les mesures ont été faites à 12 milles de la côte ouest de l'île d'Hawaï (BIENFANG et SZYPER, 1981). Pour Vanuatu, nous avons vu dans les généralités qu'une série (A) a été réalisée à 100 milles à l'ouest d'Efaté, l'autre (B) le long du méridien 170°E. Dans tous les

cas, elles ont été effectuées suffisamment loin des côtes pour que les "effets d'îles" ne soient pas ressentis avec force ; si toutefois ils existent, il est probable qu'ils sont du même type dans les deux archipels. Les paramètres physico-chimiques sont voisins dans les deux zones. Les résultats d'évaluation de production primaire paraissent contradictoires pour Vanuatu ; au vu de ces seules données, il n'est pas possible de dire qu'une région est plus productive que l'autre. Cependant, les travaux de DANDONNEAU (1982) tendent à montrer que la production primaire serait plus grande à Vanuatu. Si les chaînes trophiques conduisant aux poissons démersaux profonds sont les mêmes dans les deux régions, on peut donc s'attendre à des productions potentielles proches, peut-être légèrement plus importantes à Vanuatu qu'aux Hawaï.

**Tableau 22 - Comparaison Hawaï - Vanuatu : données physico-chimiques à 200 m et production primaire**

	Hawaï	Vanuatu (A)	Vanuatu (B)
Température (°C)	17	18	20
Salinité (‰)	34,5	35,5	35,4
O <sub>2</sub> dissous (ml/l)	4	3,9	4
Chlorophylle (mg/m <sup>2</sup> )	24,5 <sup>(1)</sup>	72 <sup>(2)</sup>	23 <sup>(2)</sup>
Production primaire (mgC/m <sup>2</sup> /h)	8,79 <sup>(3)</sup>	37,6 <sup>(4)</sup>	3,3 <sup>(5)</sup>

- (1) intégré sur 0-260 m      (4) intégré sur 0-170 m  
 (2) intégré sur 0-200 m      (5) intégré sur 0-100 m  
 (3) intégré sur 0-120 m

## 2. Estimation de la production potentielle de Vanuatu

Aux Hawaï, l'effort de pêche maximum est déployé à proximité de l'isobathe 100 brasses (185 m). Dans le calcul de la P.M.E., RALSTON et POLOVINA (1982) ont donc rapporté les prises à la longueur de cet isobathe. Ils ont estimé la P.M.E. de deux zones. L'une regroupe les îles Maui, Lanai, Kohoolawe et Molokai (MLKM) ; elle participe pour 56 % aux captures totales de tout l'archipel ; la longueur de l'isobathe 100 brasses y est de 390 milles ; la P.M.E. annuelle y est de 106 tonnes, soit 272 kg par mille d'isobathe 100 brasses et par an. L'autre entoure Oahu ; elle fournit 12 % des captures totales ; la longueur de l'isobathe 100 brasses y est de 150 milles ; la P.M.E. annuelle y est de 15,7 tonnes, soit 105 kg par mille d'isobathe 100 brasses et par an.

Nous avons supposé - et il est légitime de le faire au vu des cartes - que la topographie des fonds à Vanuatu est sensiblement la même qu'aux îles Hawaï et que la longueur de l'isobathe 100 mètres est peu différente de celle de l'isobathe 100 brasses. Les valeurs obtenues aux Hawaï, appliquées à l'ensemble de Vanuatu où la longueur de l'isobathe 100 m est de 1 400 milles (2 600 km), permettent d'y estimer, en première approximation, une P.M.E. qui serait comprise entre 147,0 et 380,8 tonnes/an. Autour d'Efaté, où la longueur de l'isobathe 100 m est de 130 milles (240 km), la P.M.E. serait comprise entre 13,7 et 35,4 tonnes/an.

Les valeurs avancées peuvent paraître basses. Si elles étaient appliquées avec rigueur par les planificateurs, elles risqueraient d'entraver l'essor de la pêcherie. En revanche, dans le cas où elles seraient ignorées, les responsables d'un développement trop ambitieux pourraient commettre des erreurs lourdes de conséquences pour les investisseurs. Nous allons donc essayer de les affiner. Les P.M.E. calculées aux Hawaï sont sous-estimées du fait que les prises commerciales ne sont pas appréhendées dans leur totalité et que la pêche de plaisance, qui y est très importante, n'est pas prise en compte. Dans ces conditions, estimant que la P.M.E. puisse en fait être multipliée par un facteur proche de deux, elle atteindrait des valeurs comprises entre 300 et 700 tonnes/an pour l'ensemble de Vanuatu. La superficie mesurée par planimétrie entre les isobathes 100 et 400 m étant égale à 7 360 km<sup>2</sup>, la P.M.E. serait ainsi de l'ordre de 1 kg/ha/an. En appliquant une C.P.U.E. moyenne de 3 kg/heure observée dans nos pêches et en se basant sur l'activité de bateaux du même type que ceux du Service des Pêches (150 sorties de pêche profonde par an ; quatre à cinq heures de pêche par sortie avec trois moulinets) on a calculé pour chaque île le nombre de bateaux qui correspondrait à une exploitation équilibrée (tableau 23) ; il serait de l'ordre de 120 pour l'ensemble de Vanuatu où la P.M.E. totale avoisinerait 740 tonnes/an et de 16 pour Efaté pour une P.M.E. proche de 100 tonnes/an.

En Nouvelle-Calédonie, BARRO (1980) a collecté d'intéressantes données de chalutages effectués sur les hauts-fonds inexploités situés au sud-est et au sud-ouest de la Grande Terre. Sur un total de 43 traits, nous avons éliminé tous les traits profonds (500-600 m) pour ne prendre en compte que les 18 plus superficiels (220-320 m).

Tableau 23 - P.M.E. par zone et nombre de bateaux type Alia  
correspondant à la P.M.E.

Zones	Longueur de l'isobathe 100 m (mille)	Surface comprise entre isobathes 100 et 400 m (ha)	P.M.E. (tonnes par an)	Nombre de bateaux*
Torres	64	20 596	21	3
Banks	136	45 826	46	8
Santo + Malo	235	142 970	143	24
Malekula	165	101 344	101	17
Maewo	70	33 468	33	5
Ambae	52	11 843	12	2
Pentecôte	75	25 000	25	4
Ambrym	68	26 650	27	4
Paama-Lopévi-Epi	101	76 512	77	13
Sheperd	86	45 354	45	7
Efaté	126	95 330	95	16
Erromango	75	53 658	54	9
Tanna	65	42 438	42	7
Anatyum	40	14 816	15	2
<b>Total Vanuatu</b>	<b>1 358</b>	<b>735 805</b>	<b>736</b>	<b>121</b>

\*Bateau catamaran type Alia ; 3 moulinets ;  
4 à 5 h de pêche profonde ; 150 sorties de pêche  
profonde par an ; C.P.U.E. moyenne 3 kg/heure moulinet

Les captures d'*Etelis carbunculus* et d'*E. coruscans* y furent de 25695 kg (Annexe 6). Compte-tenu de la forme et de la dimension de l'engin, nous avons estimé à 50 m sa largeur effective de capture, ce qui permet de calculer la surface totale chalutée, soit 811 ha. *Etelis coruscans* représentant 90 % des captures d'*Etelis*, nous avons utilisé le coefficient  $M = 0,237$  de mortalité naturelle (tableau 21). Dans ces conditions, l'application de la formule d'approximation  $P.M.E. = 0,5 M \times Bm$  fournit pour les *Etelis* une P.M.E. égale à 3,7 kg/ha/an. Pour Vanuatu, entre 220 et 320 m, nous n'avons pas calculé quel pourcentage des captures totales représente celles des *Etelis*. On peut toutefois l'estimer à 80-90 % en poids. Dans ces conditions, la P.M.E. calculée d'après les données de BARRO (1980) et appliquée à Vanuatu serait voisine de 4 kg/ha/an entre 220 et 320 m, c'est-à-dire quatre fois plus grande que celle que nous avons déduite des résultats obtenus aux Hawaï. Elle serait de l'ordre de 3 000 t/an que près de 500 bateaux pourraient exploiter. Par prudence, nous n'avons pas osé faire apparaître ces

chiffres dans le tableau 23 car la productivité des hauts-fonds de Nouvelle-Calédonie est peut-être très différente de celle de la pente récifale externe de Vanuatu.

Bien qu'elles soient très approximatives, ces valeurs devraient néanmoins permettre de guider les services de développement dans le choix de leurs objectifs. Les ressources en poissons démersaux de la pente récifale externe sont finalement assez limitées, ce qui implique qu'une grande vigilance soit appliquée dans leur exploitation. A ce titre, les opérations de collecte de données simplifiées et de mensurations des principales espèces, qui ont été lancées dans les îles, permettront, au fil des années, de suivre l'évolution des C.P.U.E. et des tailles moyennes, donc de l'état des stocks.

## CONCLUSIONS

Le but de toute recherche halieutique est de fournir des éléments de gestion rationnelle permettant de défendre au mieux les intérêts des pêcheurs tout en sauvegardant les ressources qu'ils exploitent. A Vanuatu, bien que les activités de pêche artisanale soient structurées depuis peu de temps, l'effort récemment déployé en matière de recherche a néanmoins permis de préciser un certain nombre de points de la biologie des principales espèces de poissons démersaux profonds et d'estimer quelques paramètres qui seront indispensables à une modélisation ultérieure (tableau 24). Le milieu où évoluent les poissons profonds est globalement assez stable dans le temps et dans l'espace pour que ne s'y manifestent pas de phénomènes violemment contrastés en un lieu donné. Toutefois, les structures thermiques verticales peuvent varier dans le détail d'une zone à l'autre, entraînant des différences dans les répartitions bathymétriques des espèces. Par ailleurs, on commence à soupçonner l'importance des ondes internes et des fronts thermiques dont le rôle pourrait être renforcé par les effets d'île.

L'étude des C.P.U.E. globales, toutes espèces et toutes pêches comprises, fait ressortir une extrême variabilité dans les prises.

Celle-ci est la conséquence de l'hétérogénéité des conditions dans lesquelles se déroulent les pêches ; en effet, lieu, profondeur, substrat, conditions météorologiques, moment du nyctémère, etc..., fluctuent fortement d'une sortie à l'autre. C'est la raison pour laquelle les résultats doivent être analysés d'une part en les détaillant au niveau spécifiques, d'autre part en tenant compte de la profondeur et de l'heure de capture. Cette approche permet de définir des groupements d'espèces superficielles, intermédiaires et profondes qui, suivant les cas, sont capturées soit de jour, soit de nuit, soit aussi bien de jour que de nuit. Il semble qu'un phénomène de déplacement nocturne vertical vers le haut, d'une amplitude de 40 à 80 m soit assez généralisé. L'étude des variations saisonnières implique encore plus de rigueur ; elles ne pourront être mises en évidence que si les facteurs de fluctuations liées à la géographie et à la bathymétrie demeurent figés. La matrice d'associations d'espèces, établie à partir des fréquences de capture, sans tenir compte des conditions propres à chaque pêche, puisque le critère associatif est purement mathématique, coïncide relativement bien avec les groupements précédents. Elle définit plusieurs "pêches", chacune d'elles étant caractérisée par une espèce cible à laquelle d'autres lui sont associées et que le pêcheur capturera aux mêmes lieux, aux mêmes profondeurs et aux mêmes moments qu'elle. Ces liens ne sont valables que d'un point de vue halieutique ; ils n'ont aucune valeur écologique. En effet, deux espèces ne seront associées que si elles sont pêchées ensemble ; en revanche, des espèces présentant des comportements alimentaires différents ne seront pas liées, même si elles ont les mêmes exigences écologiques, c'est-à-dire si elles se côtoient étroitement au sein du milieu.

L'étude des fréquences de tailles montre que les longueurs maximales affectent parfois d'importantes variations d'une zone à l'autre du Pacifique. Dans certains cas, elles sont la conséquence de différences effectives observées dans les niveaux d'exploitation. Dans d'autres, elles traduisent le fait que les prises ne proviennent pas des mêmes profondeurs ; c'est ainsi que pour de nombreuses espèces, les grands individus ont tendance à délaisser les couches superficielles, lesquelles sont en revanche fréquentées de façon préférentielle par les petits. Cette stratification bathymétrique pourrait d'ailleurs expliquer pourquoi les tailles maximales des poissons pêchés dans les lagons ne semble pas atteindre celles des individus qui sont capturés à l'extérieur.

Tableau 24 - Récapitulatif des caractéristiques de quelques espèces

	<i>Etelis carbunculus</i>	<i>Etelis coruscans</i>	<i>Etelis radiosus</i>	<i>Pristipomoides filamentosus</i>	<i>Pristipomoides flavipinnis</i>	<i>Pristipomoides multidentis</i>	<i>Lutjanus malabaricus</i>	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	<i>Lutjanus rufolineatus</i>	<i>Aphareus rutilans</i>	<i>Aprion virescens</i>	<i>Lipchoeilus carnolabrum</i>	<i>Paracaesio kusakerii</i>	<i>Tropidinius argyrogrammicus</i>
Extension de l'habitat (m)	120 460*	120 460*	120 340	60 320	60 340	60 340	60 200	(40) 260	100 280	80 320	(40) 220	80 360	100 280	120 380
Concentration maximale (m)	280 360	240 320	200 320	100 180	80 200	80 200	100 200	80 100	80 200	120 200	40 80	160 360	120 240	200 320
Températures conc. max. (°C)	18 14	19 16	21 16	25 22	26 21	26 21	25 21	26 25	26 21	24 21	27 26	22 14	24 19	21 16
Types fond recherchés	rochers, fortes pentes	rochers, pieds de falaises	rochers, fortes pentes	rochers, fortes pentes	petits rochers sur faible pente	petits rochers sur faible pente	rochers, pentes fortes à très fortes	petites fortes proches estuaires	petits rochers sur faible pente	rochers, pentes fortes à très fortes	petits rochers sur fond de sable	rochers, fortes pentes, pieds falaise	sable, rochers, faible pente	tout substrat sauf vase
Jour et/ou nuit	J + N	J + N	J	J	J + N	J + N	N	N	N	J + N	J + N	J	J	J + N
L modale (cm)	64	64	67	41	35	45	47	63	24	72	59	40	45	24
L max. (cm)	112	91	89	76	65	76	76	82	35	88	82	68	62	29
L max. (cm)	94	81	70	57	50	61	55	77	28	84	78	62	58	25
L mat. sex. (cm)	54	47	40	35	33	37	35	44	16	48	44	35	33	14
$P(g) = aL^b$	a	0,02161	0,04105		0,02991	0,02003	0,00853	0,00540		0,00336	0,00345	0,14897	0,01059	0,00976
	b	2,950	2,758		2,825	2,944	3,137	3,206		3,311	3,330	2,488	3,135	3,221
P max. (kg)	24,0	10,4			4,0	6,9	6,8	7,4		9,2	8,1	5,4	4,4	0,5
k (a <sup>-1</sup> )	0,07	0,128		0,295	0,356	0,244	0,310							
L <sub>∞</sub> (cm)	94	82		58	60	64	60							
Z1 (a <sup>-1</sup> )	0,07	0,107		0,467	0,648	0,375	0,447							
M (a <sup>-1</sup> )	0,159	0,237		0,602	0,527	0,448	0,545							
L à 1 an	6	10		15	18	14	16							
L à 2 ans	12	19		26	31	25	28							
L à 5 ans	28	39		45	50	45	47							
L à 10 ans	47	59		55	58	58	57							
L à 20 ans	71	76		58	60	64	60							

Tableau 24 (suite) - Récapitulatif des caractéristiques de quelques espèces

	<i>Tropidinius zonatus</i>	<i>Epinephelus magniscuttia</i>	<i>Epinephelus morrhua</i>	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	<i>Gnathodentex mossambicus</i>	<i>Gymnocreanius lethrinoides</i>	<i>Lethrinus miniatus</i>	<i>Ostichthys japonicus</i>	<i>Ruvettus pretiosus</i>	<i>Thyraitoides marleyi</i>	<i>Seriola rivoliana</i>	<i>Hexanchus vitulus</i>	<i>Squalus megalops</i>
Extension de l'habitat (m)	80 360	120 340	100 360	140 380	120 240	20 180	20 280	200 320	200 300	140 320	80 360	160 440	120 460 <sup>+</sup>
Concentration maximale (m)	220 260	200 320	200 360	200 280	160 240	80 100	80 120	240 320	200 280	200 280	80 160	240 320	320 400
Températures conc. max. (°C)	20 18	21 16	21 14	21 18	22 19	26 25	26 24	19 16	21 18	21 18	26 22	19 16	16 13
Types de fond recherchés	tout substrat sauf vase	rochers, pentes fortes à très fortes	rochers, pentes fortes à très fortes	rochers, pentes fortes à très fortes	petits rochers, pentes douces	sable, petits rochers, fonds plats	petits rochers sur faible pente	rochers, fortes pentes	rochers, fortes pentes	rochers, fortes pentes	rochers fortes pentes	sable, petits rochers, fonds plats	vase, sable, rocs, pentes douces
Jour et/ou nuit	J	J + N	J + N	J + N	J + N	N	J + N	N	N	N	J + N	N	N
L modale (cm)	31	67	53	118	33		42				58		51
L max. (cm)	40	95	79	170	48	48	78	37	150	160	92	129	84
$\bar{L}$ max. (cm)	35	71	74	145	45		74				86		82
L mat. sex. (cm)	20	40	44	83	25		42				49		47
$P(g) = aL^b$	a	2,50119	0,03916	0,06058	0,00332	0,04012	0,03293			0,00015	0,00636	0,00124	0,001264
	b	1,612	2,754	2,624	3,348	2,824	2,728			3,609	3,170	3,474	2,879
P. max. (kg)	1,0	11,0	5,8	97,4	2,3		4,8			13,5	10,7	26,6	4,4

L'indice de diversité spécifique affecte une décroissance nette des couches superficielles vers les plus profondes. Dans ces dernières, où les conditions de milieu sont assez contraignantes quoique peu fluctuantes, le nombre d'espèces adaptées à bien s'y développer est faible ; les capacités d'homéostasie de la faune en place y sont probablement réduites, de telle sorte que sa réponse à une exploitation intensive sera rapide et forte, conduisant à des situations de surpêche difficilement réversibles. Cette hypothèse est confirmée par les études portant sur la reproduction, la croissance et la mortalité.

En ce qui concerne la reproduction, on constate une tendance générale à une activité sexuelle intense au printemps, avec toutefois un étalement des pontes toute l'année pour de nombreuses espèces. Cet étalement concernerait surtout les plus profondes, c'est-à-dire celles qui vivent dans un milieu à fluctuations saisonnières faibles. La taille de maturité des "petites espèces" telles que *Pristipomoides filamentosus*, *P. multidentis* et surtout *P. flavipinnis*, se situe bien en-deçà de celle de plein recrutement qui est liée à la sélectivité des hameçons ; les adultes ont donc largement le temps de se reproduire avant d'entrer dans la pêcherie. La situation est différente pour les "grandes espèces" comme *Etelis carbunculus* et *E. coruscans* pour lesquelles la taille de maturité sexuelle est située au-delà de celle de recrutement ; elles seront donc sensibles à une exploitation intensive car la pêche porte sur la totalité des géniteurs.

Les vitesses de croissance des principales espèces commerciales semblent assez faibles. Elles seraient toutefois plus élevées pour les espèces superficielles et intermédiaires (*Pristipomoides* spp.) que pour les espèces profondes (*Etelis* spp.).

Ainsi, tout porte à penser qu'à la stratification bathymétrique des pentes récifales externes correspondrait une stratification dans la vulnérabilité à une pêche intensive. A Vanuatu, les calculs des coefficients de mortalité montrent que les stocks sont actuellement vierges. Cette situation privilégiée permet la capture fréquente d'*Etelis* de grandes tailles, donc très âgés. Si la pression de pêche était amenée à s'accroître de façon notable, il est probable que ces

grands individus disparaîtraient rapidement, comme tel semble être le cas dans d'autres pays du Pacifique où la pêche commerciale est active depuis un demi-siècle. Les difficultés d'accès aux ressources les plus profondes constituent néanmoins un obstacle à leur exploitation ; en revanche celles des couches superficielles et intermédiaires sont plus accessibles. Il apparaît donc que c'est sur la totalité de la pente récifale externe qu'il faille envisager une gestion des stocks dans un avenir proche. Les paramètres estimés dans ce document ne sont pas définitifs. Le calcul de la P.M.E. implique nécessairement l'analyse de séries statistiques représentatives des fluctuations à long terme. Ces séries n'étant pas disponibles à Vanuatu, l'utilisation des résultats obtenus dans des zones où de telles données existent a permis de proposer des valeurs provisoires de P.M.E. qu'il faudra ajuster par la suite. Faute de mieux, elles permettent actuellement aux planificateurs locaux d'orienter les décisions qu'ils ont à prendre. Elles sont par ailleurs utilisables par tous les pays du Pacifique où les conditions géomorphologiques et hydroclimatiques présentent d'étroites parentés avec Vanuatu et où la pêche des poissons démersaux profonds de la pente récifale externe entre dans sa phase initiale de développement.

#### REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le Service des Pêches et en particulier son Directeur, Monsieur CROSSLAND, pour le souci constant d'étroite collaboration dont il a fait preuve, ainsi que tous les pêcheurs sans qui cette étude n'aurait pas été possible. Notre profonde gratitude va aussi à Monsieur CAMPILLO, Représentant de l'ORSTOM à Vanuatu, dont la totale confiance et la grande compréhension furent un soutien permanent. Nous témoignons aussi notre reconnaissance au personnel ORSTOM et notamment à Monsieur KOULON, notre collaborateur local, dont la constance et l'efficacité sont dignes d'éloges.

## BIBLIOGRAPHIE

Les documents précédés de \* sont aussi disponibles en anglais

- ANONYME - 1977 - Inventaire critique des données utilisées pour l'étude de la reproduction. In *Rapport du groupe de travail sur la reproduction des espèces exploitées du Golfe de Guinée*. Dakar, nov. 1977, ORSTOM-ISRA : 8-20.
- ANONYME - 1978 - Deepwater snapper survey, In *Fiji Fisheries Division, 1978 Annual Report*, Suva, Fiji : 74-92.
- ANONYME - 1980a - *Annual report 1980*, Fisheries Division, Ministry of Agriculture and Fisheries, Fiji, 99 p.
- ANONYME - 1980b - Quelques problèmes scientifiques sur les pêcheries multispécifiques. Rapport de la conférence d'experts sur l'aménagement des pêcheries multispécifiques. Rome, 20-23 septembre 1977. *FAO Doc. Tech. Pêches*, 181, 46 p.
- ANONYME - 1984 - *Interim report on frozen storage trials of Pristipomoides species from Vanuatu*. Tropical Development and Research Institute, 16 p.
- BARRO, M. - 1980 - *Rapport de mission à bord du chalutier japonais "KAIMON MARU" (du 26 novembre au 10 décembre 1980)*. Centre ORSTOM de Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 21 p.
- BARRO, M. - 1982 - *Données préliminaires sur la biologie d'Etelis carbunculus et d'Etelis coruscans en Nouvelle-Calédonie*. Centre ORSTOM de Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 2 p.
- BERTALANFFY, L. (Von) - 1938 - A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, 10 : 181-213.
- BEVERTON, R.J.H. et S.J. HOLT - 1956 - A review of methods of estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P. - v. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer*, 140(1) : 67-83.
- BEVERTON, R.J.H. et S.J. HOLT - 1959 - A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics. In G.E.W. WOLSTENHOLME et M. O'CONNOR (ed.). *Ciba Foundation colloquia on ageing*, Churchill, London, 5 : 142-180
- BIENFANG, F.K. et J.P. SZYPER - 1981 - Phytoplankton dynamics in the subtropical Pacific off Hawaii. *Deep Sea Research*, 28(9) : 981-1000.

- BROTHERS, E.B. -1980 - Age and growth studies on tropical fishes. In S.B. SAILA and P.M. ROEDEL (Ed.). *Stock assessment for tropical small-scale fisheries*. Proceedings of an international workshop held September 19-21, 1979 at the University of Rhode Island, Kingston, R.I. International Center for Marine Resource Development, Univ. of Rhode Island, Kingston : 119-136.
- BROTHERS, E.B., C.P. MATHEW et R. LASKER - 1976 - Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishes. *Fish. Bull. (U.S.)*, 74(1) : 1-8.
- BROTHERS, E.B., D.M.B. WILLIAMS et P.F. SALE - 1983 - Length of larval life in twelve families of fishes at "One Tree Lagoon", Great Barrier Reef, Australia. *Mar. Biol.* 76 : 319-324.
- BROUARD, F., R. GRANDPERRIN, M. KULBICKI et J. RIVATON - 1983 - Notes sur les lectures de stries journalières observées sur les otolithes de poissons démersaux profonds à Vanuatu. *Mission ORSTOM de Port-Vila, Notes et documents d'Océanographie* 8, 9 p. (also available as "Note on observations of daily rings on otoliths of deepwater snappers, *ICLARM Translations* 3, 8 p., 1984).
- CADDY, F. et J. CSIRKE - 1983 - Approximations to sustainable yield for exploited and unexploited stocks. *Océanogr. trop.* 18(1) : 3-5.
- CHAPMAN, L. et G. PRESTON - (en préparation) - *Deep Sea Fisheries Development Project. Report of 3rd visit to Vanuatu*. South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia.
- CONNAND, C. - 1977 - Contribution à l'étude du cycle sexuel et de la fécondité de la sardinelle ronde, *Sardinella aurita* : pêche sardinière dakaroise en 1975 et premier semestre 1976. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 15(4) : 301-312.
- \*CROSSLAND, J. - 1980 - Les poissons de la pente externe des récifs. *Lettre d'information de la Commission du Pacifique Sud sur les pêches*, 21 : 27-36.
- CROSSLAND, J. - 1984a - *The Vanuatu village fisheries development programme*. Fisheries Department, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Government of Vanuatu, 32 p.
- CROSSLAND, J. - 1984b - *Port-Vila Fisheries Ltd : the establishment and operation of a government owned fish market company*. Fisheries Department, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Government of Vanuatu, 23 p.
- CROSSLAND, J. - 1984c - Fish marketing in Vanuatu. *FAO Infofish, Marketing Digest*, 6/84 : 22-24.
- CROSSLAND, J. et R. GRANDPERRIN -1980 - The development of deep bottom fishing in the tropical Pacific, *South Pacific Commission Occasional publication*, 17, 13 p.
- DAGET, J. -1979 - Echantillonnage et information, diversité spécifique In MASSON (éd.) *Les modèles mathématiques en écologie* : 9-28.

- DANDONNEAU, Y. - 1982 - Time and space variations of surface chlorophyll in the Pacific Ocean : first results. *ORSTOM Nouméa, Océanographie, Rec. Trav.* 9, n° 246, 19 p.
- DANDONNEAU, Y., H. CARDINAL, J.L. CREMOUX, J.M. GUILLERM, P.MOLL, J.P. REBERT et P. WAIGNA - 1981 - Rapport de la campagne Hydrothon 5 à bord du N.O. Coriolis, 2-12 juin 1981 - *ORSTOM Nouméa, Océanographie, Rapports scientifiques et techniques*, 23, 38 p.
- DRUZHININ, A.D. - 1970 - The range and biology of snappers (Family Lutjanidae). *J. ichthyology*, 10 : 717-736.
- EGGERS, D.M., N.A. RICKARD, D.G. CHAPMAN et R.R. WHITNEY - 1982 - A methodology for estimating area fished for baited hooks and traps along a ground line. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39 : 448-453.
- EGINTON, R. et R.H. JAMES - 1979 - *Report on the South Pacific Commission Outer Reef Artisanal Fisheries Project in Solomon Islands (5 April 1977 - 31 January 1978)*, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 11 p.
- EGINTON, R. et P. MEAD - 1978 - *Report on the South Pacific Commission Outer Reef Fisheries Project in Funafuti, Tuvalu (21 September 1976 - 28 March 1977)*, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 19 p.
- FONTANA, A. - 1969 - Etude de la maturité sexuelle des sardinelles *Sardinella eba* (Val.) et *Sardinella aurita* (Val.) de la région de Pointe-Noire. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 7(2) : 101-114.
- FONTANA, A. - 1979 - *Etude du stock démersal côtier congolais*. Thèse Univ. Paris VI/Museum, 300 p.
- FOURMANDIR, P. - 1979 - *Pêche des Etelis en Nouvelle-Calédonie avec mise au point sur les deux espèces à détermination controversée*. Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, SPC/Fisheries 11/WP 13, 8 p.
- \*FOURMANDIR, P. - 1980 - *Pêche profonde en Nouvelle-Calédonie. Lettre d'information de la Commission du Pacifique Sud sur les pêches*, 20 : 15-20.
- FOURMANDIR, P. et J. CHABANNE - 1980 - *Pêche à la palangre profonde en Polynésie Française*. *ORSTOM Tahiti, Notes et Doc. Océanogr.*, 80/26, 19 p.
- FOURMANDIR, P. et P. LABOUTE - 1976 - *Poissons de Nouvelle-Calédonie et des Nouvelles Hébrides*. Ed., Les éditions du Pacifique, 376 p.
- \*FUSIMALOHI, T. - 1978 - *Report on the South Pacific Commission Deep Sea Fisheries Development Project in Niue (3 July - 31 August 1978)*, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 7 p.
- \*FUSIMALOHI, T. - 1979 - *Rapport sur le projet de développement de la pêche profonde à Tanna (Nouvelles-Hébrides), 11 septembre - 8 décembre 1978 et 12 février - 16 mars 1979*. Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie. 11 p.

- FUSIMALOHI, T. et J. CROSSLAND - 1980 - *Report on the South Pacific Commission Deep Sea Fisheries Development Project in West New Britain, Papua New Guinea (5 September - 14 December 1979)*, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 14 p.
- \*FUSIMALOHI, T. et R. GRANDPERRIN - 1979 - *Rapport sur le projet de développement de la pêche profonde en Nouvelle-Calédonie (9 avril - 3 septembre 1979)*. Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 28 p.
- \*FUSIMALOHI, T. et R. GRANDPERRIN - 1980 - *Rapport sur le projet de développement de la pêche profonde à Wallis et Futuna (13 février - 2 juillet 1980)*, Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 25 p.
- FUSIMALOHI, T. et G. PRESTON - 1983 - *Deep Sea Fisheries Development Project. Report of 2nd visit to Vanuatu, 12 August 1980 - 14 June 1981*. South Pacific Commission Noumea, New Caledonia, 41 p.
- GJØSAETER, J. et I.M. BECK - 1980 - *Age determination of fish species from Mozambique using daily rings in otoliths*, FI : Moz./77/001, Mimeo, FAO, Rome, 10 p.
- GOBERT, B. - 1983 - *Observations préliminaires sur la microstructure des otolithes de Sardinella maderensis des côtes congolaises. Doc. Sci. Centre ORSTOM de Pointe-Noire, NS 60*, 10 p.
- GRANDPERRIN, R. - 1983 - *Prospection de certaines zones côtières et de quelques monts sous-marins à Vanuatu. Mission ORSTOM de Port-Vila, Notes et documents d'océanographie, 9*, 40 p.
- GRANT, E.M. - 1978 - *Guide to Fishes*. The Department of Harbours and Marine, Brisbane, Queensland, 768 p.
- GULBRANDSEN, G. - 1977 - *Outer reef fishery in Western Samoa*. Working paper 9, South Pacific Commission Ninth Regional Technical Meeting on Fisheries (Noumea, New Caledonia, 24-28 January 1977), 15 p.
- GULLAND, J.A. - 1971 - *The fish resources of the ocean*. West Byfleet, Surrey, Fishing News (Books) Ltd., for FAO, 255 p. Rev. ed. of *FAO Fish Tech. Pap.*, 97, 425 p.
- \*HUME, H. - 1975 - *Rapport sur le projet de petite pêche à l'extérieur du récif aux Nouvelles-Hébrides*. Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 13 p.
- HUME, H. - 1976 - *Report on the South Pacific Commission Outer Reef Fisheries Project in the Cook Islands (1 December 1975 - 31 May 1976)*. South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 21 p.
- HUME, H. et R. EGINTON - 1976 - *Report on the South Pacific Commission Outer Reef Fisheries Project in Western Samoa (1 April - 31 October 1975)*, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 19 p.
- LEGENDRE, L. et P. LEGENDRE - 1979 - *Ecologie numérique. 2. La structure des données écologiques*. Ed. MASSON, Paris et les Presses de l'Université du Québec, Collection d'Ecologie 12, 254 p.

- LE GUEN, J.C. - 1976 - Utilisation des otolithes pour la lecture de l'âge des Sciaenidés intertropicaux ; marques saisonnières et journalières. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 14(4) : 331-338.
- LOUBENS, G. - 1978 - La pêche dans le lagon néo-calédonien. *Centre ORSTOM de Nouméa, Océanographie, Rapp. Sci. et Techn.* n° 1, 52 p.
- LOUBENS, G. - 1980a - 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. - 1980b - Biologie de quelques espèces de poissons du lagon néo-calédonien. III Croissance. *Cahiers de l'Indo-Pacifique*, 2(2) : 101-153.
- MASUDA, H., C. ARAGA et T. YOSHINO - 1975 - *Coastal fish of Southern Japan*. Ed., Faculty of Marine Science and Technology, Tokai University, 379 p.
- MEAD, P. - 1978 - *Report on the South Pacific Commission Deep Sea Fisheries Development Project in American Samoa (28 March - 2 July 1978)*, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 13 p.
- MEAD, P. - 1979a - *Report on the second visit of the South Pacific Commission Deep Sea Fisheries Development Project to Niue (24 August - 26 October 1979)*, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 27 p.
- MEAD, P. - 1979b - *Report on the South Pacific Commission Deep Sea Fisheries Development Project in the Kingdom of Tonga (3 June - 20 September 1978)*, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 12 p.
- \*MEAD, P. - 1979c - Espèces communes de poissons de fond capturées au cours des opérations de pêche de la CPS. *Lettre d'information de la Commission du Pacifique Sud sur les pêches*, 18 : 1-4.
- MEAD, P. - 1980a - *Report on the visit of the South Pacific Commission Deep Sea Fisheries Development Project to Fiji (8 November - 13 December 1979 and 13 March - 1 September 1980)*, 21 p.
- MEAD, P. - 1980b - *Report on the second visit of the South Pacific Commission Deep Sea Fisheries Development Project to the Kingdom of Tonga (15 June - 25 August 1979)*, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 18 p.
- MEAD, P. et J. CROSSLAND - 1979 - *Report on the South Pacific Commission Deep Sea Fisheries Development Project in Kosrae, Trust Territory of the Pacific Islands (17 April - 27 May 1979)*, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 12 p.
- MEAD, P. et J. CROSSLAND - 1980 - *Report on the South Pacific Commission Deep Sea Fisheries Development Project in Yap district, Trust Territory of the Pacific Islands, (25 September 1978 - 29 March 1979)*, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 29 p.

- 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, premiers résultats. *ORSTOM Tahiti, Notes et Doc. Océanogr.*, 22 : 14-35.
- MUGIYA, Y. et J. MURAMATSU - 1982 - Time marking methods for scanning electron microscopy in goldfish otoliths. *Bull. Jap. Soc. Fish.*, 48(9) : 1225-1232.
- MUNRO, I.S.R. - 1967 - *The fishes of New Guinea*, Victor, C.N. Blight, Government Printer, Sydney, Australia, 651 p.
- MUNRO, J.L. - 1983 - The composition and magnitude of trap catches in Jamaican waters. In J.L. MUNRO (ed.) *Caribbean Coral Reef Fishery Resources*, ICLARM Studies and Reviews 7 : 33-49.
- NELDER, J.R. et R. MEAD - 1965 - A simplex method for function minimization. *Computer Journal*, 7 : 308-313.
- NELSON, R.S. et C.S. MANOOCH III - 1982 - Growth and mortality of red snappers in the West-central Atlantic Ocean and Northern Gulf of Mexico. *Transactions of the American Fisheries Society*, 111 : 465-475.
- PANNELLA, G. - 1971 - Fish otoliths : daily growth layers and periodical patterns. *Science (Wash.)*, 173(4002) : 1124-1127.
- PANNELLA, G. - 1974 - Otolith growth patterns : an aid in age determination in temperate and tropical fishes. In T.B. BAGENAL (ed.). *The ageing of fish*. UNWIN Brothers Ltd., Old Woking, Surrey, England : 28-39.
- PANNELLA, G. - 1980 - Growth patterns in fish sagittae. In D.C. RHOADS and R.A. LUTZ (ed.). *Skeletal growth of aquatic organisms : biological records of environmental change*. (Topics in geobiology series, vol. 1). Plenum Publ., New York : 519-556.
- PAULY, D. - 1980a - A new methodology for rapidly acquiring basic information on tropical fish stocks : growth, mortality and stock recruitment relationships. In SAILA, S.B. et REEDEL, P.M. (ed.). *Proceedings 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. - 1980b - On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 39(2) : 175-192.
- PAULY, D. - 1982a - Studying single - species dynamics in a tropical multispecies context. In Theory and management of tropical fisheries, Ed., D. PAULY et G.I. MURPHY, ICLARM Conference Proceedings 9, 360 p.
- \*PAULY, D. - 1982b - Une sélection de méthodes simples pour l'estimation des stocks de poissons tropicaux. *FAO Circulaire sur les pêches n° 729, FIRM/C729 (Fr)*, 57 p.

- PAULY, D. et N. DAVID - 1981 - ELEFAN I a BASIC program for the objective extractions of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforsch.*, 28(4) : 205-211.
- PAULY, D., N. DAVID et J. INGLES - 1980 - ELEFAN I : User's instruction and program listings (rev. 2). Mimeo. pag. var.
- \*PETIT, M. et C. HENIN - 1982 - Radiométrie aérienne et prospection thonière, Rapport final Vanuatu. *Mission ORSTOM de Port-Vila, Notes et documents d'Océanographie*, 3, 98 p.
- RALSTON, S. - 1976 - Age determination of a tropical reef butterflyfish utilizing daily growth rings in otoliths. *Fish. Bull. (U.S.)*, 74(4) : 990-994.
- RALSTON, S. - 1978 - *A description of the bottomfish fisheries of Hawaii, American Samoa, Guam and the Northern Marianas. A report submitted to the Western Pacific Regional Fisheries Management Council, Honolulu, Hawaii. (first draft), 102 p.*
- RALSTON, S. - 1982 - Influence of hook size in the Hawaiian deep-sea handline fishery. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39 : 1297-1302.
- RALSTON, S. et G.T. MIYAMOTO - 1981 - Estimation of the age of a tropical reef fish using the density of daily growth increments, In E.D. GOMEZ, C.E. BIRKELAND, R.W. BUDDEMEIER, R.E. JOHANNES, J.A. MARSH, Jr and R.T. TSUDA (Ed.). *The reef and man. Proceedings of the fourth international coral reef symposium, vol. 1. Marine Sciences Center, University of the Philippines, Quezon City : 83-88.*
- RALSTON, S. et G.T. MIYAMOTO - 1983 - Analyzing the width of daily otolith increments to age the Hawaiian snapper, *Pristipomoides filamentosus*. *Fishery Bulletin*, 81(3) : 523-535.
- RALSTON, S. et J.J. POLOVINA - 1982 - A multispecies analysis of the commercial deep-sea handline fishery in Hawaii. *Fish. Bull.*, 80(8) : 435-438.
- \*RANCUREL, P. - 1979 - Rapport sur une campagne exploratoire de pêche profonde aux Nouvelles-Hébrides. *Lettre d'information de la Commission du Pacifique Sud sur les pêches*, 18 : 12-14.
- RANDALL, J.E. et A. BEN-TUVIA - 1983 - A review of the groupers (*Pisces : Serranidae : Epinephelidae*) of the Red Sea, with description of a new species of *Cephalopholis*. *Bull. Marine Science*, 33(2) : 373-426.
- ROTSCHI, H., P. HISARD et F. JARRIGE - 1972 - Les eaux du Pacifique occidental à 170°E entre 20°S et 4°N. Coupes et cartes dressées par les océanographes du Centre ORSTOM de Nouméa. *Travaux et documents de l'ORSTOM*, 19, 113 p.
- SHANNON, C.E. - 1948 - A mathematical theory of communication. *Bull. Syst. tech. J.*, 27 : 379-423.
- TALBOT, F.H. - 1960 - Notes on the biology of the *Lutjanidae* (*Pisces*) of the East African Coast, with special reference to *Lutjanus bohar* (Forsk.) *Annals S. African. Mus.*, 46 : 549-573.

- TANAKA, K., Y. MUGIYA et J. YAMADA - 1981 - Effects of photoperiod and feeding on daily growth patterns in otoliths of juvenile *Tilapia nilotica*. *Fish. Bull. (U.S.)*, 79(3) : 459-465.
- TAUMAIA, P. et J. CROSSLAND - 1980a - Report on the South Pacific Commission Deep Sea Fisheries Development Project in Koror, Palau, Trust Territory of the Pacific Islands (1 Novembre 1979 - 31 January 1980), South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 18 p.
- TAUMAIA, P. et J. CROSSLAND - 1980b - Report on the South Pacific Commission Deep Sea Fisheries Development Project in Truk (1 February - 31 March 1980), South Pacific Commission, New Caledonia, 15 p.
- TAUMAIA, P. et M. GENTLE - 1982 - Report on the Deep Sea Fisheries Development Project in Funafuti, Tuvalu (18 November 1980 - 15 February 1981), South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 29 p.
- TAUMAIA, P. et M. GENTLE - 1983 - Deep Sea Fisheries Development Project : report of visit to Kiribati (23 April - 18 November 1980), South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 27 p.
- THOMSON, R. et J.L. MUNRO - 1983 - The biology, ecology and bionomics of the snappers, Lutjanidae. In J.L. MUNRO (ed.). *Caribbean coral reef fishery resources*. ICLARM Studies and reviews 7, ICLARM Manila, Philippines : 94-109.
- TAUBERT, B.Ø et D.W. CABLE - 1977 - Daily rings in otoliths of three species of *Lepomis* and *Tilapia mossambica*. *J. Fish. Res. Board Can.*, 34 : 332-340.
- UCHIDA, R.N., B.M. ITO et J.H. UCHIYAMA - 1979 - Surveys of bottom fish resource in the North Western Hawaiian Islands. South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, SPC/Fisheries 11/WP 4, 17 p.
- UCHIDA, R.N., D. TAGAMI et J.H. UCHIYAMA - 1982 - Results of bottom fish research in the northwestern Hawaiian Islands. South Pacific Commission 14th Regional Technical Meeting on Fisheries, Background Paper 2, 14 p.
- VICTOR, B.C. - 1982 - Daily otolith increments and recruitment in two coral-reef wrasses, *Thalassoma bifasciatum* and *Halichoeres bivittatus*. *Marine Biology*, 71 : 203-208.
- WALKER, M. - 1975 - Aspects of the biology of Emperor fishes, Family *Lethrinidae* in North Queensland Barrier Reef waters. Ph. D. Thesis, James Cook University, Townsville, Australia, 241 p.
- WELCOMME, R.L. et J.A. GULLAND - 1980 - Methods for assessing the resources available to small-scale fisheries. FAO, IPFC/80/SYM/SP/7, 10 p.

LOCATION		Trip number:		Departure time:		Fishing area:		Boat:		Fuel:																
				Return time:				Skipper:		Amount:																
DATE	TIME	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
ENGINE HOURS		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
METHODS	Trolling																									
	Bottom fishing	Handreel																								
		Handline																								
	FISHING DEPTH (m)																									
CATCH RATE	Numbers																									
	Weight (kg)																									
WEATHER		CREW (Names):				BAIT		FISHING EFFORT																		
WIND						Type	Wt (kg)	No. of trolling lines																		
SEA								No. of handreels																		
CURRENT						No. of trainees:		No. of handlines																		
BOTTOM CATCHES (including sharks)			TROLL CATCHES			REMARKS:																				
Species		No.	Wt (kg)	Species								No.	Wt (kg)													
		TOTALS:																								
		CATCHES OTHER METHODS																								
TOTALS				TOTALS				TOTAL CATCH PER TRIP		No.	Wt (kg):															

Annexe 2 - Feuilles d'enquête utilisées dans les opérations de  
développement des pêches au niveau du village

VILLAGE FISHING PROJECT  
BIOLOGICAL FORM

		Project location	<input type="text"/>
Boat name	<input type="text"/>		
		Time out	<input type="text"/>
Departure date	<input type="text"/>		
		Time in	<input type="text"/>
Return date	<input type="text"/>		
		Fishing depth (m)	<input type="text"/>
Fishing zone (see chart)	<input type="text"/>		
		Number of reels fishing	<input type="text"/>
		Bottom fishing total catch (kg) (do not include the sharks)	<input type="text"/>
		Troll fishing total catch (kg)	<input type="text"/>

Fish name	Fish measurement (fork length in cm)
<i>Etelis coruscans</i>	
<i>E. carbunculus</i>	
<i>E. radiosus</i>	
<i>Pristipomoides multidens</i>	
<i>P. flavipinnis</i>	
<i>P. filamentosus</i>	
<i>Epinephelus morrhua</i>	
<i>E. magniscuttis</i>	
<i>E. septemfasciatus</i>	
<i>Lutjanus malabaricus</i>	
<i>Aphareus rutilans</i>	

Remarks :

### Annexe 3 - Saisie et traitement des données

L'équipement utilisé fut un microordinateur HEWLETT-PACKARD 85 équipé d'un traceur (plotter) et d'une imprimante (printer). Cet ensemble présente deux inconvénients majeurs : une mémoire vive de faible dimension (environ 30 K octets) et un stockage sur cassette ayant pour conséquence une vitesse relativement faible d'accès aux données et des risques de perte d'information par usure des bandes magnétiques.

### SAISIE

Les données ont été organisées selon trois grands ensembles, le numéro de pêche assurant le lien entre elles :

- données "PRISES et EFFORTS" concernant la pêche proprement dite et ses résultats globaux (bordereau de codage, fig. 27),
- données "ESPECES" regroupant les informations portant sur les effectifs et les poids des différentes espèces (bordereau de codages, fig. 28),
- données "BIOLOGIE" c'est-à-dire longueurs et poids individuels, sexe, maturation et poids des gonades, etc... (bordereau de codage, fig. 29).

Le diagramme de la figure 30 résume le fonctionnement du logiciel de saisie. Les trois programmes ACQPRI, ACQESP et ACQB00 permettent respectivement la saisie des données "PRISES et EFFORTS", "ESPECES" et "BIOLOGIE". Dans les deux premiers cas, les données sont enregistrées par ordre de numéros de pêche dans les fichiers PR1XX et ESPXX (XX désignant le numéro de fichier). Dans le troisième, elles sont classées par espèce dans les fichiers de type BXXXYY (XXX désignant le code espèce et YY le numéro de fichiers pour l'espèce XXX). Les trois programmes EDICOR, REPDAT et LISDAT ont pour fonctions respectives la correction, la replication et l'édition des données. Enfin, le programme PROCOD permet d'introduire dans le fichier CODESP le code et le nom des

PÊCHE ARTISANALE : PRISES ET EFFORTS

N° de pêche 1

Date début de sortie 2  3  4

Heure départ 5  6  Heure retour 7  8  9

Nb heures repos 10  11

Zone 12  Lieu 13

Latitude (S) 14  Longitude (E) 15

Bateau 16  Type 17  Consommation 18  Equipage 19

Pêche de fond 20

Profondeurs: minimale 21  maximale 22

Engin 23  Nb. de lignes 24  Nb hameçons/ligne 25

Nb. heures de pêche 26  27  jour/nuit 28

Appâts: Type 29  quantité (0,1kg) 30

Prise totale (0,1kg) 31

Nb poissons 32  Nb. espèces 33

Pêche à la traîne 34

Profondeur de traîne 35

Nb lignes 36  Nb. heures 37  38  Type leurre 39

Prise totale (0,1kg) 40

Nb. poissons 41  Nb. espèces 42

Conditions à la mer

Vent 43  Mer 44  Courant (0,1 nœud) 45

Pêcheur 46  Lune 47

Fig. 27 - Bordereau de codage des données "PRISES et EFFORTS"





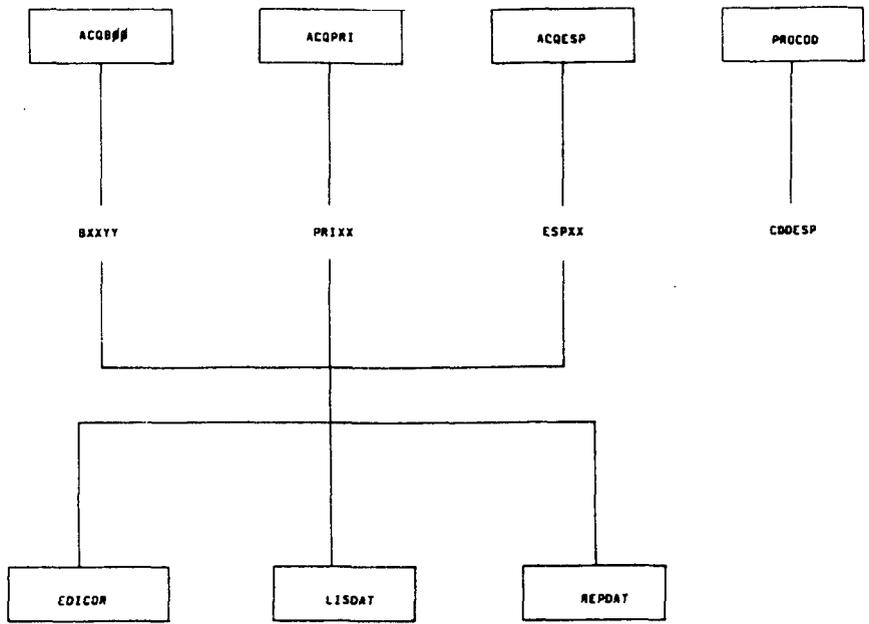


Fig. 30 - Schéma du logiciel de saisie des données

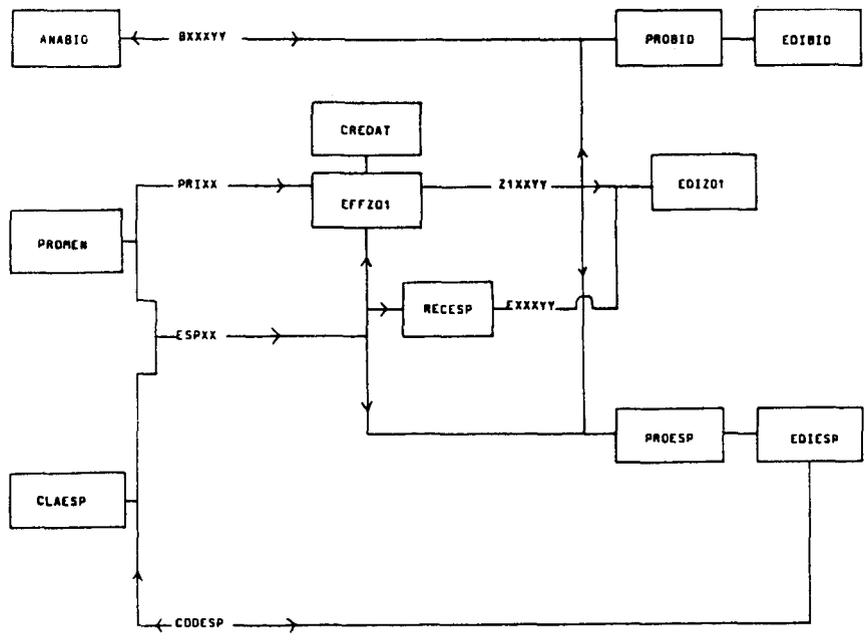


Fig. 31 - Schéma du logiciel de traitement des données

nouvelles espèces répertoriées ; des options de correction et d'édition sont incluses dans ce programme.

## TRAITEMENT

Le diagramme de la figure 31 résume le fonctionnement du logiciel qui comprend deux types de programmes : programmes à "accès direct" et programmes à "accès indirect". Les premiers (à gauche sur la figure) ont directement accès aux fichiers de base. Les seconds recherchent des informations dans plusieurs types de fichiers qui sont dérivés des fichiers de base ; ils ont pour but d'accélérer le traitement.

### 1. Programmes à accès direct (au nombre de trois)

ANABIO n'utilise que les données des fichiers BXXXYY. Il donne les informations sur les relations longueur-poids, RGS, maturité, fréquences de longueur.

PROMEN a été rédigé dans le but de fournir rapidement au Service des Pêches, sur une base mensuelle, les données d'efforts et de rendements de pêche de fond et de traîne, toutes espèces confondues et espèce par espèce.

CLAESP permet d'obtenir les fréquences d'apparition des espèces et de classer ces espèces par nombre décroissant d'individus pêchés.

### 2. Programmes à accès indirect

Les caractéristiques de l'ordinateur sont telles que la manipulation des fichiers de base PR1XX est lourde. Pour éviter des traitements trop laborieux, il a donc été nécessaire de concevoir des fichiers dérivés simplifiés dans lesquels les informations retenues sont légèrement modifiées (par exemple, élimination des données concernant les requins) et réorganisées zone par zone. Ces informations sont enregistrées dans les nouveaux fichiers Z1XXYY (XX : code zone ; YY : numéro de fichier pour la zone XX) grâce aux programmes EFFZ01 et CREDAT. De la même façon, le programme RECESP permet d'extraire des fichiers de base ESPXX (valeurs des prises en poids et en nombre pour

toutes les espèces), les données concernant une espèce déterminée. Ces dernières sont stockées dans des fichiers EXXXYY (XXX : code espèce ; YY : numéro de fichiers de l'espèce XXX).

Trois programmes de traitement utilisent les fichiers simplifiés :

PROBIO se sert des données "BIOLOGIE" et des données "PRISES et EFFORTS". Pour une espèce donnée, il permet d'obtenir l'évolution dans le temps des fréquences de longueur, du RGS et de la maturité sexuelle ainsi que la relation longueur-profondeur de pêche. Le programme associé EDIBIO édite les résultats.

EDIZO 1 fournit pour des zones déterminées toutes les informations concernant les rendements et les efforts de pêche. Les résultats espèce par espèce sont obtenus en introduisant les fichiers EXXXYY.

PROESP établit les listes de présence-absence des différentes espèces par classes de profondeurs pour des zones données. Il est associé à EDIESP qui édite les résultats.

Annexe 4 - Logiciel d'analyse des distributions des fréquences de tailles  
dérivé du programme ELEFAN I de PAULY et DAVID (1981)

a) Saisie des données

```
10 ! PROGRAMME P1/SAI
20 ! SAISIE DES DONNEES POUR TR
  AITEMENT ELEFAN I
30 !
40 !
50 OPTION BASE 0
60 DIM N$(39)
70 CLEAR
80 DISP "SAISIE DES DONNEES POU
  R ANALON" @ DISP
90 DISP "Nom du fichier " ; @ INP
  UT F$
100 CLEAR
110 DISP "Nom de l'espece " ; @ IN
  PUT N$
120 DISP "Nbre d'echantillons " ;
  @ INPUT N1
130 DISP "Taille d'un intervalle
  " ; @ INPUT A3
140 DISP "Taille minimale " ; @ IN
  PUT A1
150 DISP "Taille maximale " ; @ IN
  PUT A2
160 N2=(A2-A1)/A3
170 DISP "Le fichier est-il cree
  : O/N" ; @ INPUT R0$
180 IF R0$="O" THEN 220
190 IF R0$#"N" THEN 170
200 N=100+40*N1*N2
210 CREATE F$,1,N
220 ASSIGN# 1 TO F$
230 PRINT# 1 ; N$,N1,N2,A3,A1,A2
240 FOR S1=0 TO N1-1
250 CLEAR @ L,F=0 @ I=1
260 DISP "Mois et jour de l'echa
  ntillon" ; S1+1 @ INPUT M,D
270 CLEAR @ DISP "Echantillon" ; S
  1+1 @ DISP "Mois" ; M
280 IF I=2 THEN DISP "Donnees pr
  ecedentes:" ; L-A3 ; F
290 ON I GOSUB 370,390
300 IF F#9999 THEN PRINT# 1 ; S1
  ,L,F,M,D @ L=L+A3 @ GOTO 270
310 NEXT S1
320 S1=9999
330 PRINT# 1 ; S1,L,F,M,D
340 ASSIGN# 1 TO *
350 CLEAR @ DISP "FIN DE SAISIE
  DES DONNEES."
360 END
370 DISP @ DISP "Longueur, freu
  ence " ; @ INPUT L,F
380 I=2 @ RETURN
390 DISP @ DISP "Longueur " ; L
400 DISP "Frequence (9999 si
  'FIN') " ; @ INPUT F
410 RETURN
```

b) Analyse des données

```

10 REM ELEFAN I VERSION 2
20 ! MODIFICATIONS ORSTOM VANUA
   TU DU 01/08/84
30 ! PROGRAMME P2/ANA
40 !
50 OPTION BASE 0
60 CLEAR
70 DISP "          ELEFAN I VERS
   2          " @ DISP
80 U2=0
90 COM T0(12),SHORT S(30,30)
100 COM F1(12,60),F0(60),L1(48),
   L2(48),N$[39]
110 BEEP @ DISP "Nom du fichier"
   ;
120 INPUT F$
130 BEEP @ DISP "Installez la K7
   , puis faire CONT" @ PAUSE
140 ASSIGN# 1 TO F$
150 BEEP @ CLEAR @ DISP TAB(6);"
   ... INITIALISATION..."
160 FOR I=0 TO 11
170 T0(I)=0
180 FOR J=0 TO 60 @ F1(I,J)=0 @
   NEXT J
190 NEXT I
200 BEEP @ CLEAR @ DISP "IMPRESS
   ION DES DONNEES: O/N";@ INPU
   T S$
210 IF S$#"O" AND S$#"N" THEN 20
   @
220 READ# 1 , N$,N1,N2,A3,A1,A2
230 IF S$="N" THEN 310
240 PRINT @ PRINT "ESPECE: ";N$
   @ PRINT
250 PRINT F$ @ PRINT "====="
260 PRINT "NB ECHANT.";N1
270 PRINT "NB INTERV.";N2
280 PRINT "TAILLE INTERVALLE";A3
290 PRINT "LONG. MIN.";A1
300 PRINT "LONG. MAX.";A2
310 READ# 1 ; S1,L,F,M,D
320 FOR I=0 TO N1-1
330 IF S$="N" THEN 360
340 PRINT @ PRINT "ECHANTILLON";
   S1+1 @ PRINT D;"/";M
350 PRINT @ PRINT "LONGUEUR ";TA
   B(15);"FREQUENCE" @ PRINT
360 L1(I)=L
370 T0(I)=M+(D-1)/31
380 IF S1>I THEN 470
390 J=(L-L1(I))/A3+1
400 F1(I,J)=F
410 L3=L
420 IF S$="N" THEN 440
430 PRINT L;TAB(15);F
440 READ# 1 ; S1,L,F,M,D
450 IF S1>9999 THEN 470
460 GOTO 380
470 L2(I)=L3
480 J1=1
490 J2=(L2(I)-L1(I))/A3+1
500 R=0
510 FOR J=J1 TO J2
520 K1=J-1
530 K2=J-2
540 W1=J+1
550 W2=J+2
560 F0(J)=0
570 IF K2<0 THEN K2=0
580 IF W1>J2 THEN W1,W2=0 @ GOTO
   600
590 IF W2>J2 THEN W2=0
600 M2=F1(I,J)+F1(I,K1)+F1(I,K2)
   +F1(I,W1)+F1(I,W2)
610 M2=M2/5
620 IF M2#0 THEN F0(J)=F1(I,J)/M
   2 @ R=R+F0(J)
630 NEXT J
640 R=R/J2
650 IF R=0 THEN 690
660 FOR J=J1 TO J2
670 F1(I,J)=F0(J)/R-1
680 NEXT J
690 FOR J=J1 TO J2
700 IF F1(I,J)<0 THEN GOTO 850
710 K1=J-1
720 K2=J-2
730 W1=J+1
740 W2=J+2
750 IF W1>J2 THEN W1,W2=0 @ GOTO
   770
760 IF W2>J2 THEN W2=0
770 IF K2<0 THEN K2=0
780 M2=0
790 F1(I,0)=-1
800 IF F1(I,K1)<=-1 THEN M2=M2+1
810 IF F1(I,K2)<=-1 THEN M2=M2+1
820 IF F1(I,W1)<=-1 THEN M2=M2+1
830 IF F1(I,W2)<=-1 THEN M2=M2+1
840 F1(I,J)=F1(I,J)*EXP(-M2)
850 NEXT J
860 M2=0
870 M3=0
880 FOR J=J1 TO J2
890 IF F1(I,J)>0 THEN M2=M2+F1(I
   ,J) @ GOTO 910
900 M3=M3+F1(I,J)
910 NEXT J
920 R=1
930 IF M3<>0 THEN R=M2/M3
940 FOR J=J1 TO J2
950 IF F1(I,J)<0 AND F1(I,J)<>-1
   THEN F1(I,J)=F1(I,J)*(-R)
960 NEXT J
970 REM END OF DEEMPHASIZE
980 REM COMPUTE ASP
990 J=J1
1000 IF J>J2 THEN GOTO 1100
1010 IF F1(I,J)<=0 THEN J=J+1 @
   GOTO 1000

```

```

1020 U1=F1(I,J)
1030 J3=J+1
1040 IF J3>J2 THEN U2=U2+U1 @ GO
      TO 1100
1050 IF F1(I,J3)>U1 THEN U1=F1(I
      ,J3) @ J3=J3+1 @ GOTO 1040
1060 IF F1(I,J3)>0 THEN J3=J3+1
      @ GOTO 1040
1070 U2=U2+U1
1080 J=J3+1
1090 GOTO 1000
1100 FOR J=1 TO J2
1110 IF F1(I,J)=-1 THEN F1(I,J)=
      0
1120 NEXT J
1130 NEXT I
1140 CLEAR
1150 ASSIGN# 1 TO *
1160 BEEP @ DISP "IMPRESSION DE
      L'ECHANTILLON RE- STRUCTURE
      : O/N "; @ INPUT S$
1170 IF S$#"0" AND S$#"N" THEN 1
      160
1180 IF S$="N" THEN 1280
1190 PRINT @ PRINT "ECHANTILLON
      RESTRUCTURE "
1200 PRINT "-----"
1210 FOR I=0 TO N1-1 @ PRINT @ P
      RINT "ECHANTILLON";I+1 @ PR
      INT
1220 PRINT "LONGUEUR";TAB(15);"F
      REQUENCE" @ PRINT
1230 FOR J=1 TO (L2(I)-L1(I))/A3
      +1
1240 PRINT L1(I)+(J-1)*A3;TAB(15
      );F1(I,J)
1250 NEXT J
1260 NEXT I
1270 PRINT @ PRINT "ASP=";U2
1280 CLEAR @ FOR I=0 TO 9 @ BEEP
      @ NEXT I
1290 DISP " <<< SURFACE DES ES
      P >>> " @ DISP
1300 DISP "Longevite "; @ INPUT T
      9
1310 DISP "Linf minimum, Linf ma
      ximum "; @ INPUT Z0,Z9
1320 DISP "Pas de Linf "; @ INPUT
      Z1
1330 DISP "K minimum, K maximum
      "; @ INPUT K0,K9
1340 DISP "Pas de K "; @ INPUT K1
1350 DISP "Echantillon de depart
      "; @ INPUT C0 @ C0=C0-1
1360 IF C0>N1-1 THEN BEEP @ GOTO
      1350
1370 DISP "Longueur initiale "; @
      INPUT L0
1380 DISP "Increment de longueur
      initiale "; @ INPUT P1
1390 IF P1=0 THEN P1=A3
1400 I9=(Z9-Z0)/Z1 @ J9=(K9-K0)/
      K1
1410 Z=Z0-Z1
1420 FOR I=0 TO I9
1430 Z=Z+Z1 @ K=K0-K1
1440 FOR J=0 TO J9
1450 K=K+K1
1460 S0,R=0 @ P=L0
1470 CLEAR @ DISP USING "K,2D,A,
      2D,A" ; "CALCULS DE S(",I,"
      ",J,")"
1480 T=FNB2(P) @ S(I,J),R1=0 @ C
      1=C0
1490 C2=C1 @ GOSUB 1880
1500 C2=(C1+1) MOD N1
1510 T1=(T0(C2)-T0(C1)) MOD 12
1520 IF T1=0 THEN T1=12
1530 T1=T1/12 @ T=T+T1
1540 IF T>T9 THEN 1590
1550 GOSUB 1880
1560 IF R1=1 THEN 1590
1570 C1=C2
1580 GOTO 1500
1590 T=FNB2(P) @ R1=0 @ C1=C0
1600 C2=(C1-1) MOD N1
1610 T1=(T0(C1)-T0(C2)) MOD 12
1620 IF T1=0 THEN T1=12
1630 T1=T1/12 @ T=T-T1
1640 IF T<0 THEN 1690
1650 GOSUB 1880
1660 IF R1=1 THEN 1690
1670 C1=C2
1680 GOTO 1600
1690 IF S(I,J)>S0 THEN S0=S(I,J)
      @ P2=P
1700 P=P+P1 @ IF P<L0+A3 THEN 14
      80
1710 S(I,J)=S0
1720 NEXT J
1730 NEXT I
1740 CLEAR @ DISP "Enregistremen
      t: O/N "; @ INPUT R0$
1750 IF R0$="N" THEN 2020
1760 IF R0$#"0" THEN 1740
1770 DISP "Nom du fichier"; @ INP
      UT F$
1780 DISP "Le fichier est-il cre
      e: O/N "; @ INPUT R0$
1790 IF R0$="0" THEN 1810
1800 IF R0$#"N" THEN 1780 ELSE N
      =120+(I9+1)*(J9+1)*8 @ CREA
      TE F$,1,N
1810 ASSIGN# 1 TO F$
1820 PRINT# 1 ; N$,C0+1,L0,Z0,Z9
      ,Z1,K0,K9,K1
1830 FOR I=0 TO I9 @ FOR J=0 TO
      J9 @ PRINT# 1 ; S(I,J) @ NE
      XT J @ NEXT I
1840 ASSIGN# 1 TO *
1850 CLEAR @ DISP "ENREGISTREMEN
      T TERMINE"
1860 STOP
1870 !
1880 !
1890 L=FNB1(T)
1900 IF (L(A2)*(L)A1)=0 THEN R1=
      1 @ RETURN
1910 C=(A3+L-L1(C2))\A3
1920 IF C<1 THEN RETURN
1930 S(I,J)=S(I,J)+F1(C2,C)
1940 RETURN
1950 DEF FNB1(X)
1960 X=EXP(-(K*X))
1970 FNB1=Z*(1-X)
1980 FN END
1990 DEF FNB2(X)
2000 FNB2=LOG(Z/(Z-X))/K
2010 FN END
2020 END

```

c) Représentation de la surface des ESP

```

10 ! ORSTOM VANUATU
20 ! PROGRAMME P3/ESP
30 ! EDITION SURFACE DES ESP
40 !
50 !
60 PLOTTER IS 705
70 DEG
80 OPTION BASE 0
90 DIM N$(40)
100 COM S(30,30)
110 CLEAR @ DISP "          SORTIE DES
    SURFACES ESP " @ DISP
120 DISP "Nom du fichier ";@ INP
    UT F$
130 CLEAR @ DISP "Installez la K
    7 adquat; puis faire CONT
    " @ PAUSE
140 CLEAR @ ASSIGN# 1 TO F$
150 READ# 1 ; N$,E0,L,L0,L9,L1,K
    0,K9,K1
160 I9=(L9-L0)/L1
170 J9=(K9-K0)/K1
180 FOR I=0 TO I9
190 FOR J=0 TO J9
200 READ# 1 ; S(I,J)
210 IF I=0 AND J=0 THEN M0,M9=S(
    0,0) @ GOTO 240
220 IF S(I,J)>M9 THEN M9=S(I,J)
230 IF S(I,J)<M0 THEN M0=S(I,J)
240 NEXT J
250 NEXT I
260 !
270 !
280 !
290 LIMIT 10,250,10,180
300 LOCATE 10,10+70*J9/I9,20,90
310 SCALE K0-K1,K9+K1,L0-L1,L9+L
    1
320 FXD 2,1 @ PEN 1
330 CSIZE 1.8,.6
340 LAXES -K1,L1,K0-K1,L0-L1,4,4
350 CSIZE 1.8,.6,15
360 MOVE K0-K1,L9+L1*1.5 @ LORG
    4 @ LABEL "Linf (cm)"
370 MOVE K9+K1,L0-2*L1 @ LORG 9
    @ LABEL "k (1/a)"
380 LORG 6 @ MOVE K9+2*K1,L0+(L9
    -L0)/2 @ LDIR 90
390 LABEL USING "19A,2Z" ; "Echa
    ntillon init.:",E0
400 LABEL USING "16A,3D.0" ; "Lo
    ngueur init.:",L
410 LABEL USING "8A,2D.4D,4X,8A,
    2D.4D" ; "ESPmin: ",M0,"ESPm
    ax: ",M9
420 LDIR 0
430 CSIZE 2.5,.9,15 @ LORG 4 @ M
    OVE K0+(K9-K0)/2,L9+3*L1
440 LABEL "SURFACE DES ESP" @ LA
    BEL N$
450 SCALE 0,J9+2,0,I9+2
460 PEN 2
470 FOR I=0 TO I9
480 FOR J=0 TO J9
490 C=(S(I,J)-M0)/(M9-M0)
500 C=IP(C*10)+1
510 GOSUB 550
520 NEXT J
530 NEXT I
540 STOP
550 !
560 MOVE J+.5,I+.5
570 K=0
580 IMOVE 0,1/C @ K=K+1/C
590 IF K>1 THEN RETURN ELSE IDRA
    W 1,0
600 IMOVE 0,1/C @ K=K+1/C
610 IF K>1 THEN RETURN ELSE IDRA
    W -1,0
620 GOTO 580

```

d) Représentation des courbes de croissance

```

10 ! PROGRAMME P4/CRB
20 ! REPRESENTATION DES COURBES
  DE CROISSANCE
30 !
40 !
50 OPTION BASE 1
60 INTEGER C1
70 COM T(12,50),M(12),L1(12),L2
  (12),N*[40]
80 S0=INF
90 CLEAR @ DISP "Nom du fichier
  ";@ INPUT F$
100 DISP "Faire CONT si pret." @
  PAUSE
110 CLEAR @ DISP "LECTURE DU FIC
  HIER"
120 ASSIGN# 1 TO F$
130 READ# 1 ; N$,N1,N2,A3,A1,A2
140 READ# 1 ; S1,L,F,M,D
150 IF S1=9999 THEN 210
160 IF S0*S1 THEN I=S1+1 @ S0=S1
  @ L1(I)=L
170 L2(I)=L
180 T(I,1+(L-L1(I))\A3)=F
190 M(I)=M+(D-1)/31
200 GOTO 140
210 CLEAR @ DISP "CALCULS"
220 T9=0
230 FOR I=1 TO N1
240 T0=0 @ J1=1 @ J2=1+(L2(I)-L1
  (I))\A3
250 FOR J=J1 TO J2 @ T0=T0+T(I,J
  ) @ NEXT J
260 FOR J=J1 TO J2
270 T(I,J)=T(I,J)*100/T0
280 IF T(I,J)>T9 THEN T9=T(I,J)
290 NEXT J
300 NEXT I
310 GOSUB 740
320 CLEAR @ DISP "Histogramme (1
  ) ou courbe (2) ";@ INPUT C8
330 DISP "Echelle maximum des fr
  equences ;" @ INPUT C7
340 C=0 @ F9=C7*.95/T9
350 FOR I=1 TO N1
360 IF N1=1 THEN P=C+1+M(I)/12 E
  LSE P=M(I)+C
370 J2=1+(L2(I)-L1(I))\A3
380 IF C8=1 THEN 400
390 MOVE P,L1 @ DRAW P,L2
400 FOR J=J1 TO J2
410 F=F9*T(I,J) @ L=A3*(J-1)+L1(
  I)
420 IF J=J1 THEN MOVE P-F,L+A3/2
430 IF C8=1 THEN CLIP P-F,P,L,L+
  A3 @ FRAME ELSE DRAW P-F,L+A
  3/2
440 NEXT J
450 NEXT I
460 IF N1#1 THEN 490
470 C=C+1
480 IF C>=C0-1 THEN 510 ELSE 350
490 C=C+12
500 IF C+1<=C0*12 THEN 350
510 !
520 !
530 !
540 CLEAR @ DISP " PARAMETRES DE
  VAN BERTALANFFY" @ DISP
550 DISP "Entrez Linf,K ";@ INPU
  T Z,K
560 DISP "Longueur et echantillo
  n de          depart ";@ INPUT X
  0,D0
570 DISP "Temps minimal (en anne
  e) ";@ INPUT S0
580 DISP "Type de ligne ";@ INPU
  T V0
590 CLIP C1,C2,L1,L2
600 IF N1=1 THEN S9=S0+C2 ELSE S
  9=1+(S0+C0)*12
610 S2=(M(D0)-1)/12 @ S1=FN82(X0
  )
620 S2=FP(S1)-S2
630 LINETYPE V0,3
640 IF N1=1 THEN GOSUB 1080 ELSE
  GOSUB 1150
650 CLEAR @ DISP "Legende Parame
  tres: O/N ";@ INPUT R0$
660 IF R0$="O" THEN 680
670 IF R0$="N" THEN 540 ELSE BEE
  P @ GOTO 650
680 DISP "Longueur de l'echantil
  lon ";@ INPUT E0
690 DISP "Position ";@ INPUT E1,
  E2
700 UNCLIP
710 T$=VAL$(Z)&"/"&VAL$(K)
720 MOVE E1,E2 @ IDRAW E0,0 @ IM
  OVE E0*.2,0 @ LOG2 @ CSIZE
  2,1,.15 @ LABEL T$
730 GOTO 540
740 !
750 !
760 !
770 CLEAR @ DISP "S'assurer que
  le PLOTTER est surON; puis f
  aire CONT." @ PAUSE
780 PLOTTER IS 705
790 DEG
800 CLEAR @ DISP "Lmin=";A1;"Lma
  x=";A2
810 DISP "Echelle des longueurs
  (min,max) ";@ INPUT L1,L2
820 DISP "Grad. laire, frequence
  des grad.2aires ";@ INPUT L
  3,L4
830 DISP "Longevite ";@ INPUT C0
840 DISP "Etiquette annuelle (1)
  ou men- suelle (2) ";@ INP
  UT C9

```

```

850 IF C9=2 AND N1=1 THEN BEEP @
      GOTO 840
860 CLEAR
870 IF N1=1 THEN C2=C0 @ C1=0 EL
      SE C2=1+C0*12 @ C1=-1
880 LIMIT 0,250,0,180
890 LOCATE 10,130,30,90
900 CSIZE 2,1
910 SCALE 0,C2,L1,L2
920 LAXES 0,L3,0,0,0,L4
930 MOVE 0,L2*1.02 @ LORG 4 @ CS
      IZE 2,1,15 @ LABEL "Longueur
      (cm)"
940 SCALE C1,C2,L1,L2
950 XAXIS L1,1,1,C2
960 LORG 6 @ CSIZE 2,1
970 FOR I=1 TO C2
980 MOVE I,L1-(L2-L1)*.01
990 ON C9 GOSUB 1040,1070
1000 NEXT I
1010 MOVE C2,L1-(L2-L1)*.05 @ LO
      RG 9 @ CSIZE 2,1,15
1020 IF N1=1 THEN LABEL "Temps (
      annee)" ELSE LABEL "Temps (
      mois)"
1030 RETURN
1040 IF N1=1 THEN LABEL I @ RETU
      RN
1050 IF (I-1)\12=(I-1)/12 THEN L
      ABEL (I-1)/12
1060 RETURN
1070 LABEL 1+(I-1) MOD 12 @ RETU
      RN
1080 !
1090 MOVE 0,FNB1(S0)
1100 FOR S=S0 TO S9 STEP 1
1110 DRAW S-S0,FNB1(S+S2)
1120 NEXT S
1130 PENUP
1140 RETURN
1150 !
1160 S0=S0*12
1170 MOVE 1,FNB3(S0)
1180 FOR S=S0 TO S9 STEP .2
1190 DRAW S-S0+1,FNB3(S)
1200 NEXT S
1210 PENUP
1220 RETURN
1230 !
1240 DEF FNB1(X)
1250 X=EXP(-(K*X))
1260 FNB1=Z*(1-X)
1270 FN END
1280 DEF FNB2(X)
1290 FNB2=LOG(Z/(Z-X))/K
1300 FN END
1310 DEF FNB3(X)
1320 M=X MOD 12/12
1330 A=X\12
1340 X1=A+M+S2
1350 FNB3=FNB1(X1)
1360 FN END

```

Annexe 5 - Restructuration des échantillons (Pristipomoides multidentis)

ESPECE PRITIPOMOIDES multidentis

PRI84

=====

NB. ECHANT. 4  
 NB. INTERV. 22  
 TAILLE INTERVALLE 2  
 LONG. MIN. 20  
 LONG. MAX. 64

ECHANTILLON 1

7 / 2

LONGUEUR	FREQUENCE	ECHANTILLON RESTRUCTURE
30	1	-5.42633533524E-2
32	0	0
34	5	-9.48518274371E-2
36	8	-8.52581881079E-2
38	22	.30056955021
40	20	-8.45062022676E-3
42	26	.32103305711
44	23	.25393296533
46	11	-.101781566915
48	8	-8.90534739962E-2
50	12	.73177442781
52	2	-.176028775607
54	1	-.20647013117
56	1	3.06769295017E-2
58	0	0
60	0	0
62	1	7.15536004381E-2

ECHANTILLON 2

24 / 5

LONGUEUR	FREQUENCE	ECHANTILLON RESTRUCTURE
26	1	1.42806521723E-2
28	1	-.18748460116
30	3	-.152088430014
32	10	-3.21981729059E-2
34	19	.34646732439
36	29	.80112896971
38	17	.01042199895
40	14	-2.65929141317E-2
42	14	.22835615559
44	11	.29369424897
46	7	.13803585003
48	1	-.214836187955
50	1	-.114547036374
52	0	0
54	0	0
56	0	0
58	0	0
60	1	8.29259360873E-2

ECHANTILLON 3  
4 / 7

LONGUEUR	FREQUENCE	ECHANTILLON RESTRUCTURE
28	2	6.76125417851E-2
30	1	-8.88260014246E-2
32	3	-2.77912670052E-2
34	3	-9.49486080124E-2
36	7	-5.04901351778E-2
38	15	.08841417565
40	16	.07433518632
42	21	.41006493204
44	8	-6.92647922425E-2
46	7	-6.34609169906E-2
48	7	.0859120741
50	6	.104980031582
52	1	- .127666286964
54	0	0
56	2	.099533596543
58	0	0
60	0	0
62	1	6.22034303155E-2
64	1	6.22034303155E-2

ECHANTILLON 4  
10 / 8

LONGUEUR	FREQUENCE	ECHANTILLON RESTRUCTURE
24	1	- 240952979459
26	3	3.69231560426E-2
28	4	- .1860567283
30	7	- .139336514548
32	14	- .072389196489
34	19	- .237438649914
36	41	.02070292554
38	70	.24637100466
40	77	.097516851
42	102	.35880737894
44	96	.29138489285
46	68	.00301599196
48	66	.23510642707
50	41	.0950259541
52	23	-8.39960923436E-2
54	8	- .372058143991
56	4	- .394255843806
58	9	1.1528930211
60	1	- .506284860059
62	1	- .417840899858
64	1	.112862305511

ASP= 5.05351776587

Annexe 6 - Chalutage sur des hauts-fonds en Nouvelle-Calédonie :  
 caractéristiques des traits et captures pondérales d'Etelis  
carbunculus et d'E. coruscans, d'après les données de BARRO  
 (1980)

N° des traits	Profondeurs extrêmes	Distances parcourues (m)	Captures d' <u>Etelis</u> (kg)
5	258-264	6 480	20
7	240-288	10 000	10
8	286-293	4 630	0
9	232-250	6 110	0
10	268-270	8 330	0
11	312-318	10 560	0
18	254-300	12 040	5 200
19	230-320	10 740	300
20	220-280	9 260	140
24	244-320	9 260	1 500
25	230-250	15 740	2 400
26	230-284	14 450	13 500
27	250-280	11 300	60
28	236-264	7 040	45
35	230-282	12 960	2 400
36	240-300	11 670	120
41	254-280	930	0
42	234-310	740	0
		<hr/>	<hr/>
		162 240	25 695