

# BIOLOGIE DE QUELQUES ESPÈCES DE POISSON DU LAGON NÉO-CALÉDONIEN

## I. Détermination de l'âge (otolithométrie)

GÉRARD LOUBENS

Océanographe biologiste O.R.S.T.O.M.  
Antenne O.R.S.T.O.M., C.O.B., B.P. 337, 29273 Brest cedex

### RÉSUMÉ

La faune ichtyologique exploitée du lagon néo-calédonien comprend une centaine d'espèces presque toutes nectobenthiques qui fournissent 6 000 tonnes par an à la consommation locale. Cette série d'articles aborde l'étude des principales espèces des genres *Epinephelus*, *Gymnocranius*, *Lethrinus*, *Lutjanus* et *Nemipterus*, pêchées aux lignes à main et représentant les deux tiers de la production.

La détermination de l'âge est basée sur la lecture des otolithes examinés in toto. Chez les 27 espèces étudiées on observe une alternance régulière de zones hyalines larges et d'anneaux opaques. Les mesures faites montrent qu'il apparaît un anneau par an durant le dernier quadrimestre. La période de formation des anneaux est une période de croissance très ralentie pour l'otolithe, correspondant à la période la plus froide de l'année. Un tel système de marquage des otolithes, inverse de celui qui existe en zones froide ou tempérée, a déjà été observé quelquefois, toujours dans des zones voisines des tropiques (20 à 28° de latitude). En zone équatoriale la lecture in toto des otolithes est très difficile.

### RESUMEN

La fauna ictiologica explotada en la laguna de Nueva-Caledonia comprende una centena de especies, la mayoría nectobentónicas, que constituyen las 6 000 toneladas anuales consumidas en la localidad. Esta serie de artículos emprende el estudio de las principales especies de los géneros *Epinephelus*, *Gymnocranius*, *Lethrinus*, *Lutjanus* y *Nemipterus*, capturadas con líneas tenidas de las manos, las cuales representan dos tercios de la producción.

La determinación de la edad fue realizada mediante la lectura de los otolitos observados sin preparación especial. En las 27 especies estudiadas se ve una alternancia regular de zonas hialinas anchas y de anillos opacos. Las medidas realizadas señalan que aparece un anillo anual durante los últimos cuatro meses del año. El periodo de formación de los anillos es un periodo de crecimiento muy lento de los otolitos, correspondiente con el periodo más frío del año. Un tal sistema de marcación de los otolitos, inverso de lo que existe en las regiones frías o templadas, ya ha sido observado en las regiones vecinas de los trópicos (20-28° en latitud). En las regiones ecuatoriales la lectura de los otolitos es muy difícil sin una preparación previa especial.

### ABSTRACT

#### BIOLOGY OF SOME SPECIES OF FISHES FROM THE NEWCALEDONIAN LAGOON. I. AGE DETERMINATION (OTOLITHOMETRY)

The exploited ichthyological fauna of the New-caledonian lagoon includes a hundred species about all nectobenthic, producing the 6 000 annual tons needful to the local consumption. This series of articles begin with the study of the principal species of the genera *Epinephelus*, *Gymnocranius*, *Lethrinus*, *Lutjanus* and *Nemipterus*, fished with handlines and representing the two third of the fishery production.

The age determination is based on the lecture of the otolithes examined in toto. In the 27 studied species a regular

alternation of broad hyaline zones and opaque rings has been observed. The measures show it appears one ring for each year during the last four months. The period of ring formation is a very slow-growing period for the otoliths, corresponding with the coldest period of the year. Such a otolith marking system, inverse of that existing in cold or temperate regions, has already been observed sometimes, always in the zones neighbouring tropics (20 to 28° of latitude). In equatorial zones, the otolith in toto lecture is very difficult.

## INTRODUCTION

Les îles du Territoire de la Nouvelle-Calédonie sont entourées de lagons et de récifs coralliens dont la superficie, non comprise la zone éloignée et inhabitée des îles Chesterfield, est à peu près équivalente à celle des terres émergées, soit 19 000 km<sup>2</sup> (fig. 1). La faune ichthyologique de ces lagons est très riche et l'inventaire, qui est maintenant presque achevé, a mis en évidence la présence d'au moins un millier d'espèces (FOURMANOIR et LABOUTE, 1976). Une centaine d'entre elles environ forme la quasi-totalité des captures de la pêche artisanale qui fournit les 6 000 tonnes nécessaires à la consommation locale (LOUBENS, 1978).

Nous abordons dans cette série d'articles la biologie

des espèces capturées aux lignes de fond, c'est-à-dire les principales espèces des genres *Epinephelus*, *Gymnocranius*, *Lethrinus*, *Lutjanus*, et *Nemipterus*. Nous apportons en même temps quelques renseignements sur un certain nombre d'autres espèces, commercialisées ou non, dont nous n'avons eu que des échantillons réduits.

La littérature concernant les espèces néo-calédoniennes des genres cités est maigre et ne traite généralement pas des principaux aspects de la reproduction et de la croissance. Le travail de WALKER (1975) sur les *Lethrinidae* du Queensland (Australie) fait cependant exception. Quant aux populations néo-calédoniennes elles-mêmes, on ne dispose que de quelques notions sur la répartition, les habitats et le comportement.

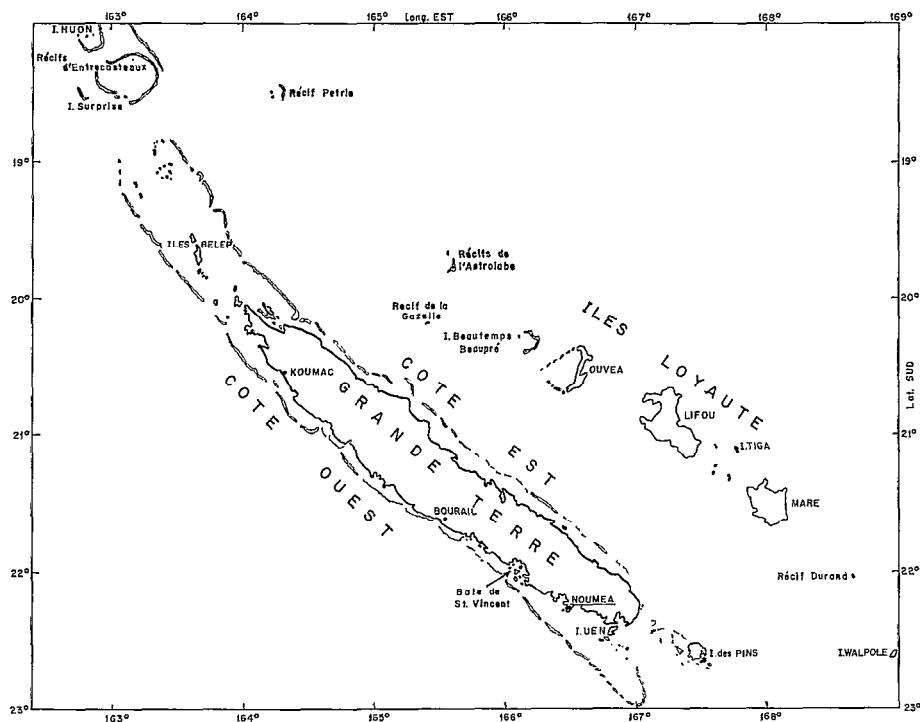


Fig. 1. — La Nouvelle-Calédonie et ses lagons.

## 1. LES ESPÈCES ÉTUDIÉES ET LA PÊCHE

Certains aspects de la pêche dans le lagon néo-calédonien ont été abordés dans une étude récente (LOUBENS, *op. cit.*) tandis que FOURMANOIR et LABOUE (1976) ont dressé un tableau de la faune ichtyologique. Nous rappellerons quelques-uns des résultats exposés dans ces travaux pour montrer la place des espèces étudiées dans la partie exploitée de la faune ichtyologique. La classification et la désignation des espèces adoptées sont celles de FOURMANOIR et LABOUE, sauf en ce qui concerne les familles indiquées ci-après pour lesquelles nous suivons GREENWOOD (1975). Cet auteur regroupe dans les *Luljanidae*, les trois sous-familles des *Luljaninae* (avec, pour les genres qui nous intéressent ici, *Luljanus* et *Symphorus*), des *Etelinae* (*Aprion*) et des *Caesioninae*; d'autre part les *Lethrinidae* comprennent non seulement les *Lethrini-*

*nae* (*Lethrinus*) mais aussi les *Monotaxinae* (*Gymnocranius*, *Monotaxis*, *Gnathodentex*).

La pêche en Nouvelle-Calédonie est une pêche artisanale pratiquée à bord de petites embarcations de moins de 10 mètres où prennent place deux à trois hommes. Les principales méthodes de pêche utilisées sont les pêches aux lignes à main équipées d'un petit nombre d'hameçons appâtés, les pêches au filet (filets maillants dormant, dérivant ou encerclant; filet de barrage; senne), la pêche sous-marine et la pêche à la traîne. La pêche professionnelle ne fournit que le cinquième environ des captures totales, le reste provenant de la pêche dite de plaisance qui est souvent une pêche vivrière.

Le tableau I indique la part des principales espèces ou groupes d'espèces dans la production de la pêche professionnelle. La pêche de plaisance est mal connue. On sait cependant que les plaisan-

TABLEAU I

Composition pondérale des apports de la pêche professionnelle à Nouméa en 1975 (d'après LOUBENS, 1978)

Espèce	%	Espèce	%
<i>Caranx</i> spp.....	1,2	<i>Mugil seheli</i> et <i>buchanani</i> .....	10,0
<i>Epinephelus</i> spp.....	11,7	<i>Mugil</i> , petites espèces.....	1,2
<i>Gerres</i> spp.....	0,4	<i>Naso unicornis</i> .....	4,1
<i>Gymnocranius japonicus</i> .....	1,8	<i>Plectropomus leopardus</i> .....	5,6
<i>Hemiramphus far</i> .....	0,5	<i>Pomadasys hasla</i> .....	0,3
<i>Labridae</i> (dont surtout <i>Bodianus perditio</i> ).....	1,1	<i>Rastrelliger kanagurta</i> .....	3,4
<i>Lethrinus chrysostomus</i> .....	4,1	<i>Scaridae</i> .....	1,2
<i>Lethrinus mahsena</i> .....	6,1	<i>Scomberomorus commerson</i> .....	3,4
<i>Lethrinus nebulosus</i> .....	25,8	<i>Siganus lineatus</i> .....	3,0
<i>Lethrinus variegatus</i> .....	1,8	<i>Sphryraena</i> spp.....	0,3
<i>Lethrinus</i> autres espèces.....	0,9	<i>Thunnus albacares</i> .....	0,8
<i>Luljanus amabilis</i> .....	3,0	Espèces diverses.....	5,6
<i>Luljanus</i> autres espèces.....	2,7		

ciers pratiquent davantage la chasse sous-marine que les professionnels, tandis que ces derniers sont les seuls à mettre en œuvre les grands filets encerclants ou barrants. L'ordre d'importance réelle des espèces peut donc être un peu différent. Il est clair néanmoins que toutes les espèces principales, en dehors des *Mugil*, de *Rastrelliger kanagurta* et de *Scomberomorus commerson*, sont des espèces nectobenthiques. Certaines de ces espèces (*Labridae*, *Scaridae*, *Naso unicornis*) sont étroitement reliées au faciès corallien; d'autres, comme *Lethrinus nebulosus*, aux plaines sableuses qui constituent le fond du lagon; la plupart, cependant, parcourent l'un et l'autre milieu au cours de leur cycle nycthéral d'activité.

Les espèces étudiées (tabl. II) représentent à peu près les deux tiers de la production. Elles sont toutes nectobenthiques en dehors de *Sphryraena bleekeri*, carnassier pélagique recherchant sa proie depuis le fond jusqu'à la surface.

Le genre *Lethrinus* est de beaucoup le plus important (38,7 % des apports) avec surtout *Lethrinus nebulosus* (25,8 %). Cette espèce est présente partout en abondance dans le lagon. Elle est principalement capturée de nuit aux lignes à main au-dessus des vastes plaines sableuses qui constituent le biotope le plus étendu du lagon. Les jeunes se tiennent également près des récifs ou près des rives basses où ils peuvent être pris avec des filets. Les captures sont réparties sur toute l'année avec un maximum

TABLEAU II  
Espèces étudiées et échantillons correspondants

Espèce	Fréquences des classes de longueur standard (mm) ( <i>Naso unicornis</i> : longueur à la fourche)								TOTAL
	80-149	150-199	200-249	250-299	300-399	400-499	500-599	600-705	
<i>Aprion virescens</i> .....		1		1		1	2	17	22
<i>Balistes frenatus</i> .....	1	31	84	36					152
<i>Bodianus perditio</i> .....	6	16	41	61	73	5			202
<i>Cephalopholis formosanus</i> .....		1	4	5	9				19
<i>Cephalopholis urodelus</i> .....	15	8							23
<i>Diagramma pictum</i> .....	1				4	17	11		33
<i>Epinephelus areolatus</i> .....	4	14	63	68	9				158
<i>Epinephelus fasciatus</i> .....	29	60	25	6					120
<i>Epinephelus hoedti</i> .....		4	7	3	7	15	15	1	52
<i>Epinephelus maculatus</i> .....	4	14	23	39	178	21			279
<i>Epinephelus merra</i> .....	9	19	1						29
<i>Epinephelus microdon</i> .....	3	4	4	6	18	18			53
<i>Epinephelus rhyncholepis</i> .....		7	21	36					64
<i>Epinephelus tauvina</i> .....		1	4	13	6				24
<i>Gymnocranius japonicus</i> .....	1	9	35	57	174	12			288
<i>Gymnocranius lehrinoides</i> .....	3	12	6	5	24				50
<i>Gymnocranius rivulatus</i> .....				2	9	8			19
<i>Lethrinus chrysostomus</i> .....	1	2	3	9	64	113	4		196
<i>Lethrinus lentjan</i> .....	6	22	13	14	5				60
<i>Lethrinus mahsena</i> .....	3	18	56	70	24				171
<i>Lethrinus nebulosus</i> .....	9	154	255	295	448	367	93	3	1624
<i>Lethrinus nematacanthus</i> .....	706	67							773
<i>Lethrinus variegatus</i> .....	7	84	179	208	54				532
<i>Lutjanus amabilis</i> .....		5	76	108	94	5			288
<i>Lutjanus fulviflamma</i> .....	16	20	30	8					74
<i>Lutjanus kasmira</i> .....	9	16	4						29
<i>Lutjanus quinquelineatus</i> .....	73	118							191
<i>Lutjanus villa</i> .....	11	48	61	28	2				150
<i>Naso unicornis</i> .....		1	3	4	15	15	7		45
<i>Nemipterus peroni</i> .....	32	160	34						226
<i>Parapercis hepophthalma</i> .....	3	15							18
<i>Plectropomus leopardus</i> .....	4	2	7	8	6	7	4	1	39
<i>Saurida undosquamis</i> .....	2	20	21	5					48
<i>Sphyraena bleekeri</i> .....				1		27	28	14	70
<i>Variola louti</i> .....			1	10	43	8			62
35 espèces.....	958	953	1061	1106	1266	639	164	36	6183

durant l'hiver austral. La chair de ce poisson n'est pas toxique. *Lethrinus chrysostomus* et *L. mahsena* (10,2 % des apports à eux deux) sont beaucoup plus liés aux récifs coralliens. *Lethrinus chrysostomus* est abondant dans le grand récif sud (fig. 2) où on le prend surtout de jour en dérive, en particulier dans les passes. *Lethrinus mahsena* ne quitte guère

les récifs coralliens sur lesquels on le capture de jour ou de nuit, surtout en saison chaude. C'est le seul *Lethrinus* qui a été capturé au cours d'une grande pêche au poison faite en bordure du récif Uime. *Lethrinus variegatus* est une espèce assez importante, très répandue, pêchée de jour comme de nuit en milieu corallien, mais susceptible de s'écarter des

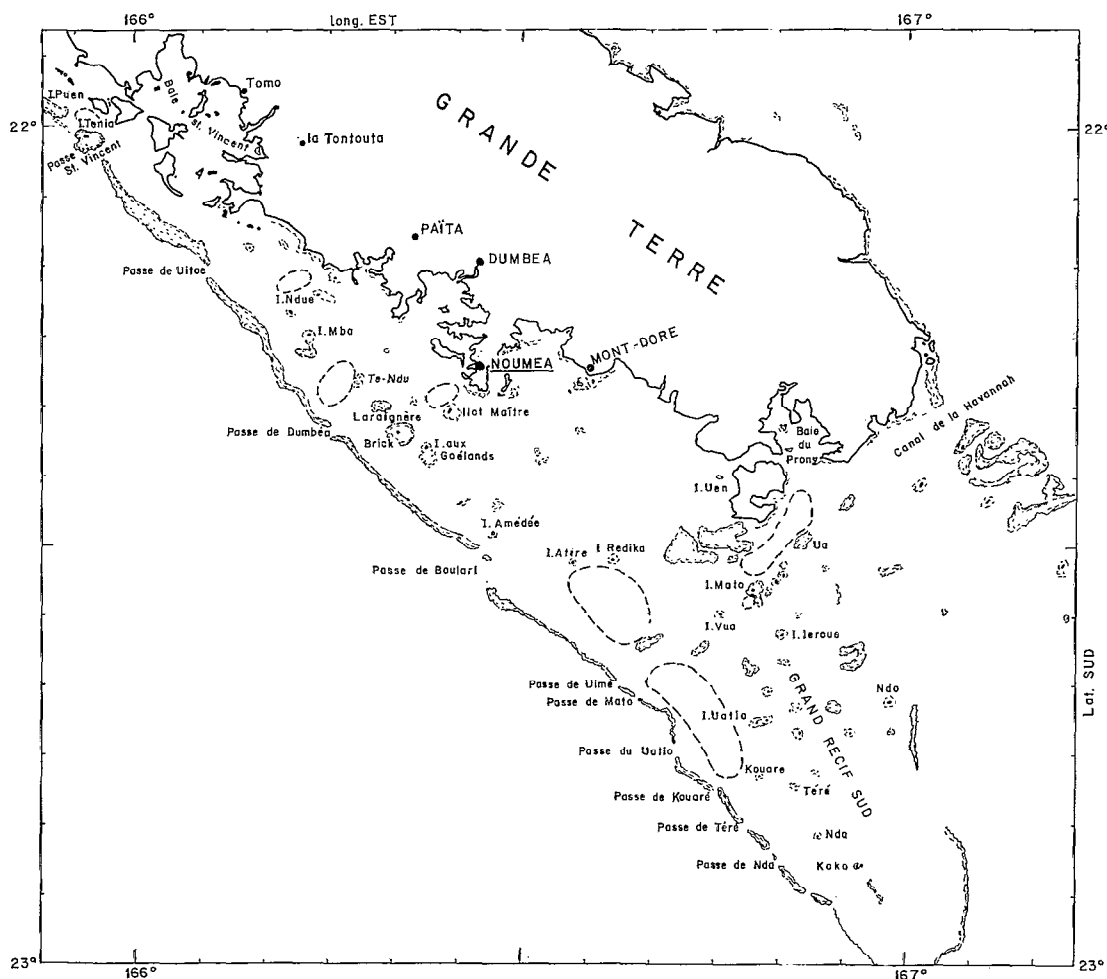


Fig. 2. - - Partie méridionale du lagon néo-calédonien |---| Principales zones de pêche O.R.S.T.O.M.

pâtés et récifs. *Lethrinus nematacanthus* est une petite espèce très abondante au voisinage des côtes sur fonds sablo-vaseux, où elle est prise en même temps que *Nemipterus peroni*. Autrefois exploitées par quelques professionnels, ces deux espèces restent très pêchées par les plaisanciers car elles sont très voraces et de capture facile.

Les *Epinephelus*, ou loches, représentent 12 % des apports. FOURMANOIR et LABOUE signalent la présence de 19 espèces, dont 8 seront étudiées ici. La part des différentes espèces ne peut être déterminée avec précision car les loches de grande taille, comprenant en particulier la plus grande partie des *Epinephelus cylindricus* et *lanceolatus* pêchés, sont vendues découpées en filets. Les deux espèces les plus abondantes sont *Epinephelus areolatus* et *E. maculatus*, à répartition inverse : *E. areolatus* domine dans les zones situées près des côtes, moins

coralliennes, à fonds sédimentaires fins, et *E. maculatus* dans les zones fortement coralliennes, à fonds de sable blanc. On les capture toute l'année de nuit ou de jour. Aux *Epinephelus* se rattache *Plectropomus leopardus*, abondant partout où la chasse sous-marine ne l'a pas décimé; les *Cephalopholis* de faible importance dans la production; *Variola louti* qu'on ne pêche en quantités notables que dans les passes du récif barrière.

Les *Lutjanus* comprennent aussi de nombreuses espèces (une quinzaine) dont les plus abondantes dans le lagon sont *Lutjanus amabilis*, *L. vitta*, *L. quinquelineatus* et *L. fulviflamma*. *Lutjanus amabilis*, poisson très apprécié, de taille moyenne, est pêché principalement de nuit et davantage en saison fraîche qu'en saison chaude. On le trouve à peu près partout; il ne semble éviter que les fonds chargés en sédiments très fins proches de la Grande

Terre (île principale de la Nouvelle-Calédonie). Il en est de même pour *Lutjanus villa*, poisson de petite taille de moindre importance. Les deux autres espèces ne sont guère commercialisées, la première étant très petite, la deuxième pouvant être toxique. Proche des *Lutjanus* dans la classification, *Aprion virescens* a été pris en petit nombre soit en pêche de dérive de jour dans les passes du grand récif sud, soit la nuit au poste un peu à l'intérieur du lagon.

En continuant la présentation des espèces étudiées par ordre d'importance commerciale, on trouve d'abord le seul herbivore de la série, *Naso unicornis*. C'est un *Acanthuridae* d'assez belle taille parfois pêché en quantités importantes sur les platiers récifaux à l'aide de filets barrants. Le groupe des *Gymnocranius* comprend 3 espèces paraissant principalement diurnes, rencontrées en milieu fortement corallien. La plus abondante des trois espèces, *G. japonicus*, a surtout été prise de jour en pêche de dérive dans les passes. *Bodianus perdilio* est le principal *Labridae* pêché. C'est une espèce corallienne diurne dont on peut capturer à la ligne des exemplaires de toutes tailles. *Diagramma pictum* (*Pomadasyidae*) est pris de nuit en petites quantités dans presque tous les milieux. *Sphyræna bleekeri* est utilisé surtout comme amorce ou appât pour la capture des autres poissons. Enfin nous donnerons quelques renseignements sur *Parapercis hexophthalma* (*Mugiloididae*), petite espèce corallienne diurne; *Saurida undosquamis* (*Synodidae*) capturé en même temps que *Lethrinus nemalacanthus* et *Nemipterus peroni*; *Balistes frenatus*, systématiquement rejeté par les pêcheurs qui le capture souvent le jour en milieu corallien.

## 2. RÉCOLTE ET TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS

Deux sortes d'échantillonnage ont été réalisées : d'une part des mesures de longueur sur les poissons débarqués, d'autre part des mesures, pesées et observations détaillées sur des poissons achetés ou pêchés au cours de sorties avec les bateaux de l'O.R.S.T.O.M. Le premier type d'échantillonnage n'a pu être mené à bien avec l'ampleur désirable et ne porte que sur 5 000 poissons mesurés en chambres froides d'octobre 1974 à octobre 1975. Seul le deuxième type d'échantillonnage mérite donc une description.

### 2.1. Récolte des échantillons

Les échantillons ont été obtenus par des achats (novembre 1974-septembre 1975) et surtout par des sorties de pêche (juin 1975-mai 1977). La pêche a été faite selon la principale méthode employée

localement, la pêche aux lignes à main : il s'agit de lignes en nylon, faiblement plombées, sans avançon, munies d'un ou deux hameçons appâtés posés sur le fond ou dérivant juste au-dessus. D'autres méthodes de pêche ont été mises en œuvre occasionnellement : filets maillants dormants, poison (Aquatox renfermant 5 % de roténone), traîne.

Les opérations de pêche ont été effectuées à l'aide d'une petite vedette de 8 mètres pouvant embarquer 2 ou 3 hommes à bord, et du VAUBAN, bateau de 24 mètres, qui a permis d'utiliser une dizaine de lignes simultanément. Il y a eu 55 sorties de un à deux jours avec la vedette de juin 1975 à mai 1977, et 7 sorties de deux ou trois jours avec le VAUBAN de septembre 1976 à avril 1977.

La zone prospectée, approximativement centrée autour du point 22°30' sud et 166°30' est, est la partie sud-ouest du lagon de part et d'autre de Nouméa. Elle s'étend sur 120 km environ depuis le plan d'eau séparant l'îlot Ténia et l'île Puen au nord, jusqu'à l'îlot Kouare (ou Marmite) au sud (fig. 2). En largeur elle va du récif barrière à l'ouest, à la longitude de la baie de Prony à l'est. Sa superficie est d'environ 2 000 km<sup>2</sup>.

Bien que relativement petite cette zone présente une très grande variété de milieux et de peuplements dont LEGAND (1952) donne une description générale. Postérieurement, d'assez nombreux articles se sont attachés à décrire certains éléments du paysage sous-marin ou certaines caractéristiques importantes du milieu comme la granulométrie des fonds, mais on est encore loin de disposer d'une description détaillée des principaux composants de l'ambiance organique et inorganique, accompagnée d'une carte de répartition des différents milieux. Dans cet ensemble complexe de biotopes intriqués, l'échantillonnage a porté seulement sur les milieux non littoraux.

Une sortie de pêche consiste à faire de nombreuses petites pêches d'une heure ou deux chacune, aux lignes de fond, de jour et de nuit, avec des hameçons de tailles variées, à proximité des récifs et pâtés coralliens ou au large, sur les différents fonds du lagon. On obtient ainsi de nombreux petits échantillons dont l'ensemble est probablement assez représentatif de la faune des carnivores necto-benthiques.

Le tableau II indique la composition par classe de taille des échantillons obtenus pour les espèces étudiées. Tous ces poissons ont été capturés aux lignes de fond en dehors des *Naso unicornis* (pêches au poison, filets) et d'une partie des *Lethrinus mahsena* et *Plectropomus leopardus* (pêches au poison).

La taille des espèces étudiées est très variée : les longueurs standards maximales s'échelonnent de moins de 20 cm (*Cephalopholis urodelus*, *Lethrinus*

*nemalacanthus*, *Luljanus quinquelinealus* et *Parapercis hexophthalma*) à plus de 70 cm pour *Aprion virescens* et *Sphyræna bleekeri*, et les poids maximums de 150-200 g à 7 kg (*Epinephelus hoedli*). Les nombres de poissons observés par espèce sont également très divers, souvent assez faibles, de sorte que les valeurs des principaux paramètres devront être considérées dans la plupart des cas comme une première estimation à contrôler et préciser par des observations supplémentaires.

## 2.2. Traitement des échantillons

Les poissons ont été mis dans la glace aussitôt après la capture, puis congelés à l'arrivée à Nouméa. Moins d'une semaine après ils ont été décongelés, puis examinés. Ce traitement entraîne certainement une légère perte de poids.

### 2.2.1. MESURES DE LA LONGUEUR

Les façons de mesurer un poisson sont assez nombreuses en fonction des habitudes et des possibilités. Aussi avons-nous été amené à prendre les quatre longueurs suivantes :

— La longueur standard LS, longueur du poisson depuis l'extrémité de la mâchoire supérieure jusqu'à l'articulation du pédicule caudal avec la caudale, mise en évidence en faisant jouer la caudale par rapport au pédicule.

— La longueur à la fourche LF, longueur prise de l'extrémité de la mâchoire supérieure jusqu'à l'extrémité des plus longs rayons de la caudale. Cette longueur est confondue avec la longueur totale chez la plupart des *Epinephelus* et des *Cephalopholis*. Elle est difficile à prendre chez *Naso unicornis*.

— La longueur totale LT, longueur du poisson depuis l'extrémité de la mâchoire supérieure à l'extrémité des plus longs rayons de la caudale. Cette mesure peut varier sensiblement selon la façon dont on dispose la caudale. Elle a été prise de façon à obtenir la plus grande longueur possible tout en conservant au poisson une position naturelle.

— La longueur hors-toute, LTT, longueur du poisson depuis l'extrémité de la mâchoire inférieure jusqu'à l'extrémité des plus longs rayons de la caudale. Cette mesure a été prise chez les *Serranidae* et *Sphyræna bleekeri*, dont la mâchoire inférieure dépasse vers l'avant la mâchoire supérieure.

La longueur totale et la longueur hors-toute sont manifestement plus difficiles à prendre et moins précises que les deux premières. La longueur à la fourche, plus facile à prendre sur le terrain en particulier sur les poissons congelés, est souvent moins précise que la longueur standard, car les rayons médians de la caudale peuvent être plus ou moins

endommagés ou ne pas dessiner une ligne bien définie. D'autre part, dans les comparaisons entre espèces, par exemple pour les courbes longueur-poids, elle introduit un élément de variabilité sans valeur, puisque le supplément de longueur par rapport à la longueur standard (5 à 25 % selon les espèces) est assez variable pour un poids supplémentaire toujours faible. Dans ce travail la longueur de référence choisie est donc la longueur standard.

### 2.2.2. AUTRES OBSERVATIONS, PRÉLÈVEMENTS ET MESURES

Il s'agit du sexe et de l'état sexuel notés à la dissection des poissons; des otolithes et des écailles en vue de la détermination de l'âge; du foie pour le dosage des produits ciguatoxiques par l'Institut Malardé (Tahiti) et pour l'étude du rapport hépatosomatique; d'un fragment de gonade pour la vérification des observations faites à la dissection.

Les pesées ont porté sur le poids du corps P, le poids du foie PF, le poids des gonades PG, le poids de l'otolithe (sagitta) gauche POG, le poids de l'otolithe droit POD.

L'ensemble de ces données, ainsi que les conditions de capture, l'âge en mois, et les longueurs rétrocalculées à partir des mesures faites sur la sagitta gauche, ont été mises sur cartes perforées pour le traitement par ordinateur.

## 3. DÉTERMINATION DE L'ÂGE

Trois méthodes ont été utilisées pour tenter de déterminer l'âge des poissons du lagon néo-calédonien : l'analyse des distributions de fréquence concernant les longueurs à la fourche des poissons débarqués, la lecture des écailles, et la lecture des otolithes.

La première méthode a été essayée en 1975 sur l'espèce la plus abondante, *Lethrinus nebulosus*. 3500 subadultes ou adultes de cette espèce ont été mesurés de mars à septembre. Il n'est apparu aucune augmentation interprétable des valeurs modales, ce qui s'explique facilement compte tenu, comme les résultats ultérieurs le montreront, du nombre des classes d'âge, de la lenteur de la croissance et de sa variabilité.

La lecture des écailles a été tentée sur trois espèces de *Lethrinus*, *L. nebulosus*, *L. nemalacanthus*, *L. variegatus* et sur 4 espèces de *Luljanus*, *L. amabilis*, *L. fulviflamma*, *L. quinquelinealus*, *L. villa*. Chez *Luljanus villa* et surtout chez *Lethrinus nemalacanthus*, on arriverait sans doute à des résultats admissibles, car il apparaît des marques assez nettes de type classique (discordance dans la disposition des cerculi) qui se distinguent assez clairement des

autres marques beaucoup plus floues. Chez les autres espèces, il y a pour presque tous les poissons des difficultés insurmontables, car à côté de quelques marques nettes, il existe tout un gradient de marques de moins en moins claires dans lequel il n'est pas possible d'établir de coupure objective. D'autre part la comparaison avec les otolithes montrent que les premières marques passent souvent inaperçues. Enfin le pourcentage des écailles régénérées est toujours très important, de l'ordre de 90 %, ce qui rend laborieux la recherche des bonnes écailles et oblige à adopter une zone de prélèvement sur le corps du poisson trop vaste.

La lecture des otolithes, au contraire, a été très satisfaisante dans l'ensemble, malgré des difficultés pour certaines espèces. C'est cette méthode qui a été finalement adoptée.

### 3.1. Méthodes de préparation et d'examen des otolithes

Des trois paires d'otolithes que possède chaque poisson, nous n'avons prélevé que les sagittas. C'est uniquement de celles-ci qu'il s'agira même si nous employons le terme plus général d'otolithes.

#### 3.1.1. PRÉLÈVEMENT ET CONSERVATION

Les sagittas ont été prélevés en coupant transversalement le poisson à un niveau légèrement variable selon les espèces mais qui est toujours très voisin, pour l'ensemble des *Lethrinidae*, *Lutjanidae* et *Serranidae*, du bord postérieur du préopercule. Ainsi, les capsules optiques sont généralement ouvertes à l'arrière sans que les sagittas soient détériorées. La conservation est faite à sec dans une enveloppe.

Juste après le prélèvement, l'otolithe est translucide, la zonation interne n'est pas apparente. Pour déterminer le temps nécessaire à son apparition, une série d'otolithes de *Lethrinus nebulosus* a été examinée 6 heures, 24 heures, 3 jours, une semaine, 15 jours et plusieurs mois après le prélèvement. Au bout d'une semaine la zonation est bien visible et ne change plus par la suite.

#### 3.1.2. MILIEU D'OBSERVATION

Les otolithes sont examinés plongés dans un liquide. Le milieu d'observation doit posséder les qualités suivantes : avoir un bon indice de réfraction; être transparent; ne pas être irritant pour les bronches de l'observateur qui en respire les émanations durant de longues heures; être fluide, car une bonne observation exige que l'on examine l'otolithe sous différents angles en le faisant changer de position et il ne faut pas que ces mouvements

introduisent des hétérogénéités dans le liquide, ce qui brouillerait l'image. Les différents milieux suivants ont été essayés : l'eau, la glycérine, le créosote, le baume, l'essence de girofle, l'essence d'anis. L'eau n'a pas un bon indice, la glycérine n'est pas assez fluide, le créosote et le baume sont irritants et colorés, l'essence de girofle a le même indice que l'essence d'anis (1,53) mais elle est aussi trop colorée. L'essence d'anis présente le maximum de qualités, nous l'avons presque toujours utilisé malgré les difficultés administratives (vente réglementée). L'essence de camomille, en vente libre, fournit aussi de bonnes images bien qu'elle soit légèrement teintée de jaune.

#### 3.1.3. MÉTHODES D'EXAMEN (fig. 3 et 4)

Les sagittas sont d'abord placés entiers sur la face proximale convexe, dans une petite cuve en verre à fond noir contenant de l'essence d'anis. Le fond noir est constitué par un disque de formica placé dans la cuve, et non à l'extérieur, pour éviter les reflets du verre. L'observation se fait en lumière réfléchie, les zones opaques paraissant donc blanches, et les zones hyalines noires. Chez les jeunes poissons, ce premier examen est souvent suffisant.

Il peut être nécessaire ensuite de faire bouger l'otolithe ou de soulever son bord dorsal pour observer le champ dorsal. Ces manœuvres permettent de distinguer les vraies marques, — zones de l'otolithe réellement plus opaques —, des fausses marques dues aux irrégularités de la surface ou du bord. Il peut arriver en effet surtout au voisinage du bord, qu'une marque nette en vue de dessus disparaisse en vue de côté. Chez les individus âgés, l'observation du champ dorsal est toujours nécessaire, car l'otolithe croît alors surtout en épaisseur. Pour cela l'otolithe est posé sur son bord ventral et le bord dorsal est soulevé avec une aiguille.

Après ce deuxième examen, il peut rester chez les poissons âgés quelques problèmes de dénombrement des anneaux situés près du bord de l'otolithe. Celui-ci est alors cassé transversalement au niveau du nucléus, soit avec les doigts, soit, dans les quelques cas où l'otolithe est trop épais pour cela, avec une lame de couteau bien affûtée placée sur l'otolithe et sur laquelle on donne un petit coup de marteau. La moitié postérieure de l'otolithe est placée debout grâce à un plomb où a été creusée une petite cavité, de façon à ce que la surface de la cassure soit horizontale. Si la surface est trop irrégulière elle est polie à la main sur un papier abrasif à grains fins.

La surface de la cassure est examinée en lumière rasante en utilisant un écran constitué par une fine tige métallique horizontale (aiguille coudée) placée dans le liquide de la cuve entre la source lumineuse et l'otolithe. Selon la position en hauteur



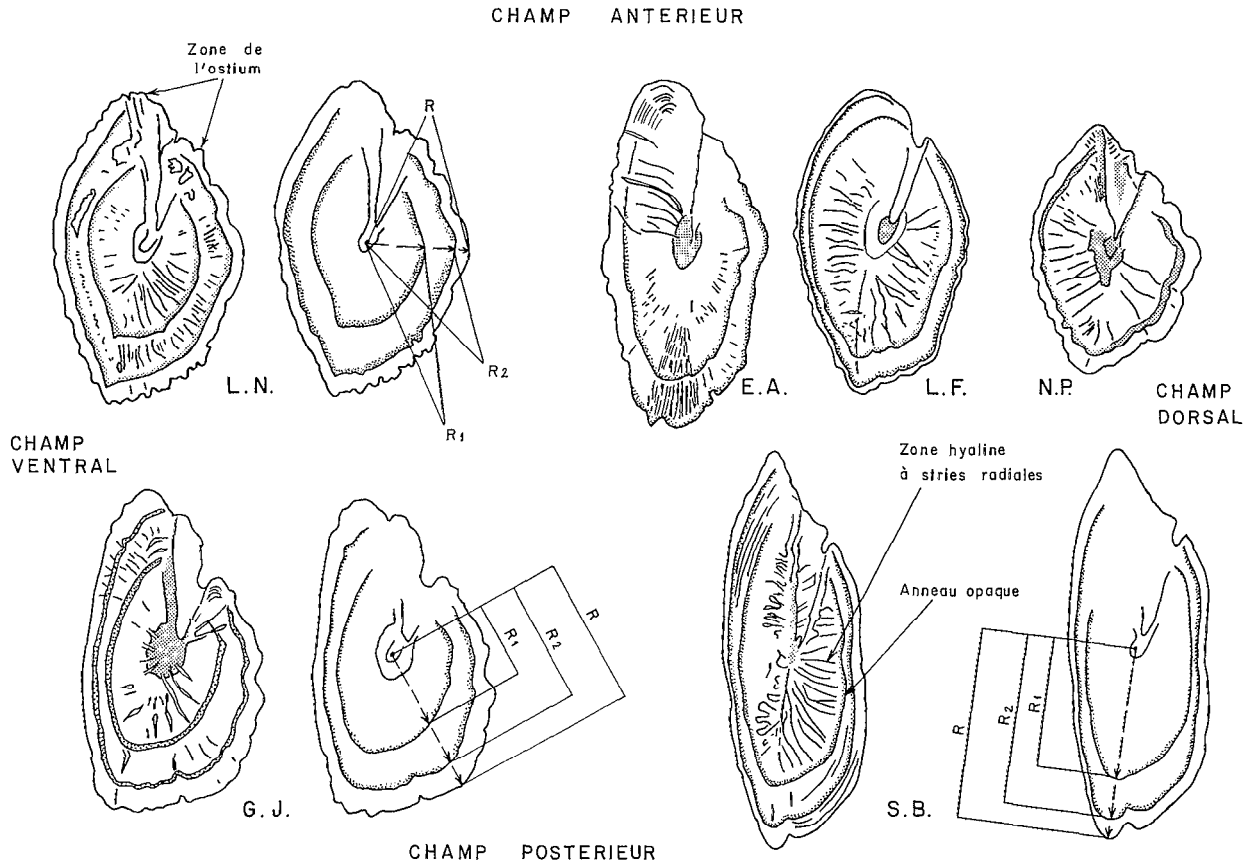


Fig. 3. — Sagittas gauches de quelques espèces, vues par la face distale, et mesures faites sur ces otolithes. L.N., *Lethrinus nebulosus* ; E.A., *Epinephelus areolatus* ; L.F., *Lutjanus fulviflamma* ; N.P., *Nemipterus peroni* ; G.J., *Gymnocranius japonicus* ; S.B. *Sphraena bleekeri*.

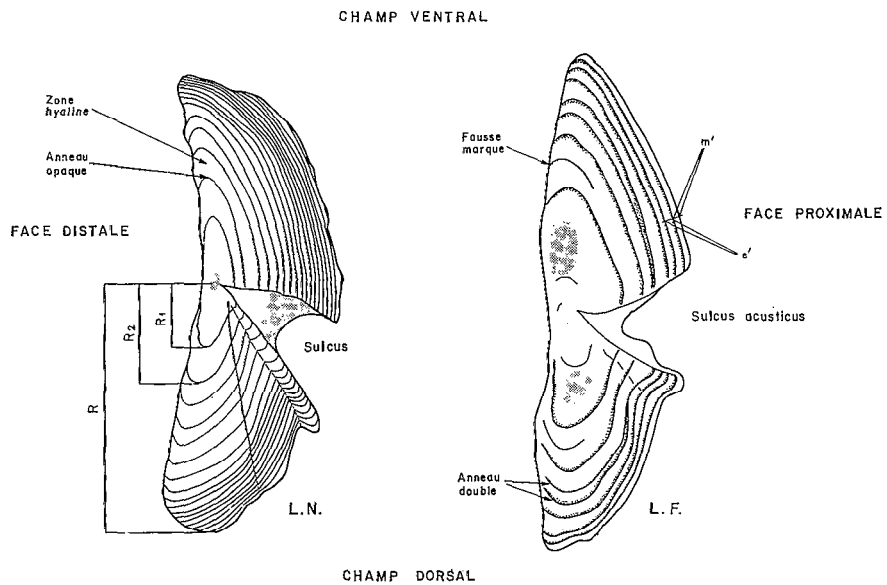


Fig. 4. — Coupes transversales passant par le noyau d'un otolithe de *Lethrinus nebulosus* (17 anneaux) et d'un otolithe de *Lutjanus fulviflamma* (6 anneaux).

de l'écran l'œil reçoit soit la lumière réfléchie par la surface de la cassure, — et l'otolithe apparaît alors avec une zonation comparable à celle qui est observée dans l'examen *in toto* de la face distale —, soit la lumière passant dans la partie de l'otolithe située juste au-dessous de la cassure et renvoyée vers le haut, — et la coloration des zones est inversée, celles qui sont opaques paraissant noires et celles qui sont translucides, blanches. Ce troisième examen permet en général de résoudre les dernières difficultés.

Nous avons essayé en outre sur des otolithes de *Lethrinus nebulosus* quelques autres procédés : éclaircissement au créosote; brûlage à la flamme; brunissement dans un bain chaud de glycérine; inclusion en résine, coupe et polissage fin de la tranche. Au mieux, ils n'apportent pas d'amélioration; souvent la zonation est au contraire plus confuse.

### 3.2. Description des structures observées et des mesures faites sur les otolithes

La configuration extérieure des otolithes d'un très grand nombre d'espèces de poisson du Pacifique sud tropical va donner lieu à la publication d'un catalogue, où l'on trouvera la photographie des sagittas des espèces que nous étudions (BOURRET et RIVATON, 1979). Nous décrirons seulement ici les zones et les figures généralement observées à l'intérieur des otolithes par les procédés indiqués.

#### 3.2.1. ASPECT DE L'OTOLITHE ENTIER

La face proximale ou interne de l'otolithe est celle qui est la plus proche du plan de symétrie du poisson et qui porte le sillon ou sulcus; elle est convexe. La face distale ou externe est celle qui est la plus éloignée du plan de symétrie; elle est faiblement concave ou quelquefois, plane.

La face distale d'une sagitta jeune observée sur fond noir en lumière réfléchie présente l'aspect suivant (fig. 3) en commençant par le centre :

— un noyau opaque blanc, pouvant paraître échancré en raison de la superposition de l'image de l'ostium;

— une zone hyaline concentrique grisâtre à stries radiales d'un blanc pur;

— un premier anneau opaque d'un blanc trouble, laiteux, parfois légèrement bleuté;

— une deuxième zone hyaline, généralement striée elle aussi;

— un deuxième anneau opaque, etc.

L'alternance des zones hyalines et des anneaux opaques se poursuit jusqu'au bord de l'otolithe. Les zones hyalines, d'abord très larges, deviennent vite beaucoup plus étroites alors que la largeur des

anneaux varie peu. Les stries radiales disparaissent généralement à partir de la troisième zone.

Cette structure très générale présente des variations de détail selon les espèces. Le noyau est plus ou moins gros, plus ou moins bien définie, et peut présenter deux petites zones concentriques d'opacité différente. Les stries radiales sont plus ou moins nombreuses, plus ou moins fines, regroupées dans certaines parties du champ ou dispersées partout. Elles peuvent prendre naissance dans le noyau, au bord du noyau ou laisser une bande astriée autour du noyau. Elles sont rectilignes ou sinueuses, simples ou divisées, distinctes ou anastomosées. Enfin, elles peuvent s'étendre jusqu'au premier anneau opaque ou s'arrêter un peu avant. La figure 3 donne quelques exemples de ces variations spécifiques. L'interruption des stries radiales au niveau des anneaux est intéressante car elle aide dans les cas difficiles à repérer le premier anneau qui est souvent moins bien défini que les suivants.

Les zones hyalines et les anneaux sont visibles dans tout le champ, sauf dans un petit secteur antéro-supérieur correspondant à l'ostium. Ils sont à peu près parallèles au bord de l'otolithe.

L'otolithe jeune, relativement plat, s'accroît d'abord dans les trois dimensions. Peu à peu la croissance en longueur et en largeur se ralentit et peut même s'arrêter complètement tandis que la croissance en épaisseur se poursuit. Les couches récentes, très resserrées, ne se déposent plus que sur la face proximale (fig. 4).

A ce réseau d'anneaux de grande taille, se superpose un deuxième réseau beaucoup plus fin et serré de visibilité très variable selon les zones de l'otolithe ou selon le poisson. Il s'agit de fines lignes opaques, du même blanc laiteux en lumière réfléchie que les anneaux, beaucoup plus nombreuses que les anneaux avec lesquels elles ne peuvent pas être confondues. Elles n'interviennent pas dans la suite de ce travail, mais nous les signalons cependant car elles semblent indiquer qu'il existe outre le rythme annuel correspondant aux anneaux, comme on le verra plus loin, un rythme de l'ordre du mois avec la même alternance de zones hyalines et de bandes opaques plus étroites.

Les problèmes d'interprétation rencontrés concernent les anneaux très rapprochés (anneaux doubles) dans une séquence où l'intervalle interannulaire est beaucoup plus grand, les anneaux incomplets c'est-à-dire visibles dans une partie du champ seulement, les anneaux semi-opaques. Ces problèmes sont peu nombreux. Si l'observation de la coupe ne permet pas d'aboutir à une conclusion, le poisson est rejeté.

#### 3.2.2. ASPECT EN COUPE TRANSVERSALE (fig. 4)

On observe en coupe la même alternance de zones

hyalines et d'anneaux opaques. Pour un otolithe donné il y a une correspondance évidente entre les anneaux observés sur la face distale et sur la coupe, tant dans leur nombre que dans leur disposition. L'otolithe grandit par l'adjonction de couches alternativement hyaline et opaque sur la face proximale et le pourtour de l'otolithe d'abord, puis uniquement sur la face proximale ensuite. Le champ proximal de l'otolithe (entre le noyau et la face proximale) s'élargit sans cesse, tandis que le champ distal garde l'épaisseur qu'il a à l'apparition du premier anneau.

En coupe les anneaux récents sont plus faciles à observer que sur l'otolithe entier, alors que c'est l'inverse pour les premiers anneaux. Les deux modes d'observation se complètent. La disposition des anneaux est très régulière le long du sulcus, alors qu'elle peut être confuse ailleurs.

L'observation de la coupe permet dans certains cas de résoudre les problèmes d'interprétation qui viennent d'être signalés. La figure 4 en donne deux exemples. On peut y voir un anneau, d'abord simple près du sulcus, qui se divise ensuite en formant un anneau double sur la face distale. Dans ce cas l'un des deux éléments de l'anneau double est souvent beaucoup moins opaque que l'autre. On voit aussi dans la figure 4 un faux anneau, visible par examen de la face distale mais qui en coupe, s'estompe et disparaît sans atteindre le sulcus. Ces faux anneaux sont également repérables par leur degré d'opacité plus faible.

### 3.2.3. DÉNOMBREMENTS ET MESURES

Le nombre d'anneaux a été compté sur chaque couple d'otolithe. Chez les vieux adultes, à partir de 15 anneaux environ, les dénombrements faits sur le même poisson ne donnent pas toujours le même résultat. Nous avons admis un écart maximum de 10 % entre ces dénombrements. Le nombre adopté est la moyenne des valeurs observées. Si l'écart dépasse 10 %, le poisson est rejeté.

Les mesures faites ont eu pour buts d'étudier la périodicité d'apparition des anneaux et de procéder au rétrocalcul des longueurs atteintes par le poisson à l'apparition des anneaux par l'intermédiaire de la relation entre le rayon de l'otolithe et la longueur standard.

Chez la plupart des espèces les anneaux sont bien définis, il est possible de repérer leur position. Pour cela on travaille sur l'otolithe gauche selon une direction définie par le centre du noyau et le sommet du dôme dorsal (fig. 3). On mesure le long de cette direction la distance  $R_1$  du centre de l'otolithe à la bordure distale du premier anneau; la distance  $R_2$  du centre de l'otolithe à la bordure distale du deuxième anneau; etc. jusqu'à  $R_n$ ,  $n$  étant le rang du

dernier anneau formé, et finalement la distance  $R$ , rayon de l'otolithe mesuré du centre du noyau au sommet du dôme dorsal. La largeur  $m$  de la zone comprise entre le dernier anneau et le bord de l'otolithe, zone appelée marge, s'obtient par différence.  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_n$ ,  $R$  et  $m$  sont exprimés en unité du micromètre à  $G \times 12$  (1 unité = 0,083 mm). L'axe de mesure est différent pour les *Gymnocranius* et *Sphyraena bleekeri* pour des raisons de définition et d'espacement des anneaux meilleurs dans les zones choisies (fig. 3).

A partir d'un certain nombre  $i$  d'anneaux, variable selon les espèces, la croissance de l'otolithe change de direction (3.2.1.). Les mesures de  $R$  deviennent difficiles et d'ailleurs elles n'ont plus d'intérêt car la corrélation entre  $R$  et la longueur standard devient très mauvaise. Le rétrocalcul ne sera donc plus possible, mais il reste nécessaire d'étudier pour ces individus plus âgés la périodicité d'apparition des anneaux.

Dans ce but, la largeur  $m'$  de la marge a été mesurée chez *Lelhrinus nebulosus* par observation du champ dorsal de l'otolithe. Pour les autres espèces, des mesures normalisées ont paru trop difficiles. Nous avons préféré mesurer sur chaque poisson en observant le champ dorsal ou la coupe, la largeur  $m'$  et l'écart  $e'$  entre les deux derniers anneaux.  $m'$  et  $e'$  sont exprimés en unités du micromètre à  $G \times 25$  (une unité = 0,04 mm).

### 3.3. Pourcentage de réussite dans les lectures

La procédure suivie a été la suivante : après une première lecture, tous les otolithes présentant une difficulté d'observation ou d'interprétation ont été revus puis une troisième lecture a été faite pour les cas difficiles. Pour *Lelhrinus nebulosus*, un autre observateur a refait la lecture sur une cinquantaine de spécimens : il y a eu un cas de désaccord partiel qui a pu être réglé à la deuxième lecture (MEUNIER *et al.* 1979).

La lecture des otolithes a été faite sur l'ensemble des poissons du tableau II, sauf les *Balistes frenatus*, *Naso unicornis*, *Bodianus perdilio*, *Saurida undosquamis*, et *Variola louti*. Nous avons examiné aussi des sagittas provenant d'une cinquantaine d'autres espèces dont nous n'avions qu'un petit nombre de représentants.

La lecture des otolithes est plus ou moins facile selon l'espèce. Par ordre de difficulté croissante les familles principales se classent ainsi : *Lelhrinidae*, *Nemipteridae*, *Sphyraenidae*, *Pomadasyidae*, *Lutjanidae* et *Serranidae*. Dans cette dernière famille les marques observées sur *Cephalopholis formosanus*, *C. urodetus* et *Epinephelus microdon* nous ont paru trop confuses pour être utilisables en toute

TABLEAU III

Croissance saisonnière de la marge de l'otolithe chez *Lethrinus nebulosus*.  $\bar{m}$  ou  $\bar{m}'$ , valeur moyenne de la largeur de la marge en unité du micromètre ; N, fréquence ; v, variance ; I, individus

I sans anneau				I à 1 anneau				I à 2 anneaux			
Mois	$\bar{m}$	N	v	Mois	$\bar{m}$	N	v	Mois	$\bar{m}$	N	v
1				1	5,0	5	3,20	1	2,9	47	0,58
2				2	6,0	8	4,50	2	4,3	31	1,10
3	19,0	2	1,00	3	8,3	15	3,00	3	4,5	31	2,38
4	19,4	11	6,45	4	9,3	39	1,49	4	5,4	26	0,86
5	20,8	4	0,30	5	10,1	20	2,29	5	6,0	13	0,92
6				6	9,8	34	1,79	6	6,5	71	1,63
7				7	11,1	7	4,69	7	7,5	41	1,23
8				8	11,2	17	2,18	8	8,1	33	2,33
9	24,0	1		9	6,4	5	25,04	9	6,9	44	15,79
9,1				9,1	0,5	2	0,25	9,1	0,3	10	0,44
9,2				9,2	10,3	3	2,89	9,2	8,9	34	1,91
10				10	1,5	2	0,25	10	2,1	14	10,69
10,1				10,1				10,1	0,5	11	0,66
10,2				10,2				10,2	8,0	3	2,16
11				11				11	1,9	17	0,41
12				12	5,2	5	5,20	12	1,9	11	0,45
I à 3 anneaux				I à 4 anneaux				I à 5 anneaux			
Mois	$\bar{m}$	N	v	Mois	$\bar{m}$	N	v	Mois	$\bar{m}$	N	v
1	2,5	37	0,36	1	2,1	10	0,09	1	1,9	9	0,54
2	3,2	13	0,49	2	4,0	1		2	2,3	14	0,49
3	3,3	21	0,51	3	3,1	17	0,88	3	2,5	22	0,52
4	4,5	15	0,65	4	3,9	11	0,26	4	2,9	8	0,86
5	4,8	12	1,02	5	5,0	14	1,43	5	3,7	11	0,56
6	5,1	16	0,86	6	4,4	8	1,98	6	3,9	14	1,64
7	5,8	18	2,40	7	5,3	10	1,01	7	3,1	20	0,39
8	5,8	8	1,19	8	4,9	10	0,89	8	3,6	12	0,74
9	2,6	32	7,05	9	3,1	14	4,21	9	2,6	25	2,96
9,1	0,1	16	0,06	9,1	0,0	4	0,00	9,1	0,0	7	0,00
9,2	5,2	16	0,90	9,2	4,3	10	0,61	9,2	3,6	18	0,46
10	0,3	32	0,25	10	0,3	18	0,87	10	1,3	24	2,31
10,1				10,1	0,1	17	0,06	10,1	0,0	13	0,00
10,2				10,2	4,0	1		10,2	2,9	11	0,45
11	1,2	15	0,29	11	1,1	9	0,10	11	1,0	5	0,00
12	2,0	22	0,86	12	1,3	11	0,56	12	1,6	13	0,39
I à 6 anneaux				I à 7 anneaux				I à 8 anneaux au moins			
Mois	$\bar{m}$	N	v	Mois	$\bar{m}$	N	v	Mois	$\bar{m}$	N	v
1	1,0	5	0,00	1				1	1,9	7	0,39
2	1,2	5	0,16	2	1,1	8	0,11	2	1,9	33	0,45
3	2,4	17	0,95	3				3	1,9	13	0,24
4	2,0	1		4				4	2,2	16	0,50
5	2,6	9	0,69	5	3,0	3	0,67	5	2,0	21	0,44
6				6				6	3,0	13	0,38
7	2,6	12	0,91	7	1,6	11	0,41	7	2,8	21	0,37
8				8				8	2,8	45	0,41
9	2,3	21	1,54	9	1,7	6	0,89	9	3,0	20	0,40
9,1	0,0	4	0,00	9,1	0,0	1		10	2,2	14	0,99
9,2	2,8	17	0,38	9,2	2,0	5	0,40	10,1	0,0	2	0,00
10	0,8	12	1,85	10	2,20	5	0,12	10,2	2,5	12	0,23
10,1	0,0	9	0,00	10,1				11	1,4	8	2,98
10,2	3,0	3	0,67	10,2				11,1	0,2	5	0,16
11	0,6	12	0,24	11	0,3	6	0,22	11,2	3,3	3	1,56
12				12				12	1,0	12	1,21
								12,1	0,4	9	0,30
								12,2	2,7	3	0,22

TABLEAU IV

Exemples de distributions de fréquence mensuelles de la largeur de la marge chez *Lehrinus nebulosus*. m ou m', largeur de la marge en unité du micromètre ; N, fréquence ; v, variance

Individus à 2 anneaux												
Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
m												
0									7	6		
1	2								3	4	4	3
2	11		3							1	10	6
3	25	8	5								3	2
4	9	12	8	4		3						
5		7	11	10	5	13	2	1	1	1		
6		3	1	10	4	23	3	2				
7		1		1	3	19	17	10	8			
8			3	1	1	6	12	8	10			
9						7	5	8	4	1		
10							2	2	1	1		
11								1	5			
12									5			
13								1				
N	47	31	31	26	13	71	41	33	44	14	17	11
m	2,87	4,26	4,45	5,42	6,00	6,47	7,51	8,09	6,93	2,14	1,94	1,91
v	0,58	1,10	2,38	0,86	0,92	1,63	1,23	2,33	15,8	10,7	0,41	0,45

Individus ayant au moins 8 anneaux												
Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
m'												
0,0										2	4	5
0,5												1
1,0	1	5	2	1	2						1	2
1,5	2	12	2	2	4			1				1
2,0	2	10	6	9	11	3	6	9	3	5	1	1
2,5	1	2	3		1		4	11	3	1		
3,0	1	3		3	2	7	6	17	8	6	1	2
3,5						1	4	1	4			
4,0		1		1	1	1	1	6	1			
4,5						1			1			
5,0											1	
N	7	33	13	16	21	13	21	45	20	14	8	12
m'	1,93	1,85	1,88	2,19	2,02	3,00	2,76	2,79	3,00	2,18	1,38	1,00
v	0,39	0,45	0,24	0,50	0,44	0,38	0,37	0,41	0,40	0,99	2,98	1,21

sûreté. *Bodianus perditio* et *Saurida undosquamis* ont des sagittas trop opaques.

Il reste donc 27 espèces présentant chez la plupart des individus une structure otolithique suffisamment claire. Pour ces espèces le pourcentage d'individus rejetés est toujours faible : 2 à 4 % dans les genres *Lehrinus*, *Gymnocranius* et *Nemipterus*, 2 à 7 % chez les *Lutjanus*, 2 à 8 % chez les *Epinephelus*

et *Plectropomus leopardus*. Il ne peut donc y avoir de biais notable à cause de ces rejets.

Une structure semblable à celle qui vient d'être décrite et assez claire en général, a été observée sur quelques individus de chacune des espèces suivantes : *Adioryx ruber* et *spiniferus*, *Albula vulpes*, *Anodontostoma chacunda*, *Amyperodon leucogrammicus*, *Caesio tile*, plusieurs grandes espèces d'*Epine-*

*phelus* (détermination incertaine), *Gerres filamentosus*, *Gnathodentex aureolineatus*; *Lethrinus harak*, *microdon*, *miniatus*, *obsoletus*, *reticulatus* et *xanthocheilus*; *Lutjanus argentimaculatus*, *bohar*, *gibbus*, *russeli*, *sebae*; *Mugil buchanani* et *seheli*, *Mugil sp.* (espèce de petite taille); *Plectorhynchus chaetodonoides*, *goldmani* et *picus*; *Pomadasys hasta*, *Rastrelliger kanagurta*, *Scomberomorus commerson*, *Sphyræna africana* et *jello*, *Variola louti*. Par contre les difficultés semblent très importantes pour les *Carangidae*, *Labridae*, *Mullidae*, *Scaridae* et *Siganidae* qui ont des otolithes généralement petits et souvent opaques.

Enfin il faut signaler l'existence de quelques otolithes anormaux, en totalité ou en partie, présentant des zones totalement opaques ou au contraire transparentes. Il peut s'agir de l'otolithe gauche ou droit, ou des deux à la fois. Chez *Lethrinus nebulosus*, sur 1 500 couples de sagittas il y avait 13 otolithes anormaux (0,4 %), dont 2 couples.

### 3.4. Chronologie des structures internes

La connaissance de la chronologie des structures observées dans les otolithes est indispensable pour la détermination de l'âge. Cette chronologie a été établie grâce aux mesures indiquées au 3.2.3.

#### 3.4.1. LETHRINUS NEBULOSUS

— Période d'apparition et période de formation des anneaux opaques. Quel que soit le nombre d'anneaux, la croissance de la marge, c'est-à-dire de la zone hyaline faisant suite au dernier anneau opaque formé, peut être décrite de la façon suivante (tabl. III et IV, fig. 5). De janvier à août la largeur de la marge d'abord faible s'accroît régulièrement. Les distributions de  $m$  sont unimodales. On ne rencontre aucun individu à marge nulle, c'est-à-dire présentant un anneau opaque au bord de l'otolithe.

En septembre et octobre la valeur moyenne de  $m$  baisse fortement tandis que, au contraire, la variance s'élève considérablement en raison du changement de forme des distributions qui deviennent bimodales. Il y a d'une part des individus à marge très large, d'autre part des individus à marge nulle ou très étroite chez lesquels l'anneau opaque vient d'apparaître. La distribution totale est formée de deux distributions partielles, souvent entièrement distinctes, dont les caractéristiques sont également données dans le tableau III. Ces distributions partielles sont désignées par le numéro d'ordre du mois suivi d'un indice (par exemple pour le mois de septembre 9,1 et 9,2). L'indice est 1 pour les individus à marge nulle ou étroite et 2 pour les individus à marge large.

Le minimum de  $\bar{m}$  a lieu en octobre, novembre ou même pour les adultes (individus à 8 anneaux

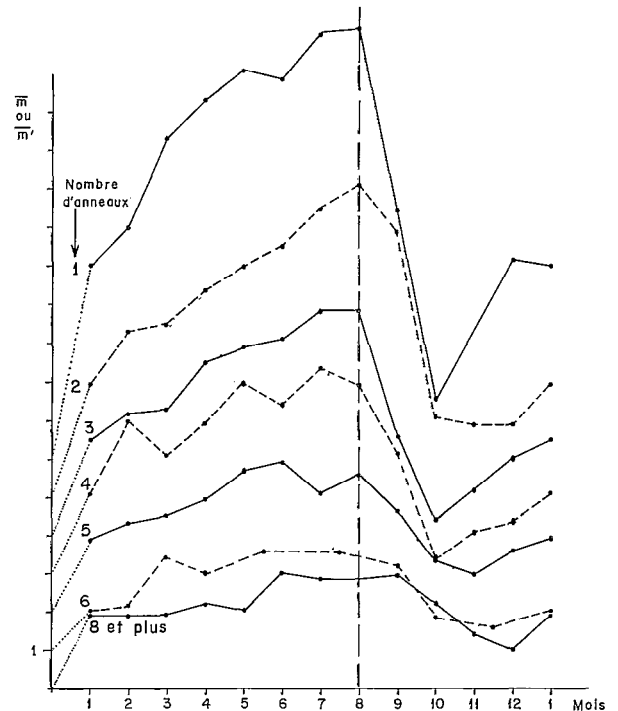


Fig. 5. — Variations mensuelles de largeur moyenne de la marge  $\bar{m}$  ou  $\bar{m}'$  en fonction du nombre d'anneaux chez *Lethrinus nebulosus*. Les origines des ordonnées sont décalées : les pointillés relient le premier point de chaque courbe à l'origine correspondante.

au moins) en décembre. Il s'accompagne d'un retour de la variance à des valeurs plus faibles, les distributions redevenant unimodales.

La période d'apparition des anneaux est celle pendant laquelle on observe des otolithes présentant un anneau opaque entièrement formé tout au long du bord. Chez les jeunes (individus ayant de 0 à 6 anneaux) elle s'étend de septembre à novembre avec un maximum en octobre. Chez les adultes, elle couvre les mois d'octobre, novembre et décembre. Ce décalage est probablement un artefact dû aux difficultés plus grandes d'observation pour les gros otolithes à croissance lente et à bord irrégulier : on ne peut être sûr de la présence de l'anneau que lorsque celui-ci se détache suffisamment du bord, ce qui se produit plus tard chez les adultes.

Si des anneaux complets n'apparaissent qu'à partir du mois de septembre, il est possible d'observer dès le mois de juillet sur une partie des individus une opacification de certaines parties du bord de l'otolithe. En août il n'est pas rare d'observer des fragments d'anneaux entièrement formés, parfois même déjà légèrement séparés du bord, alors que dans d'autres parties de l'otolithe l'opacification

TABLEAU V

Distributions de fréquence du rayon R de l'otolithe de *Lehrinus nebulosus* à l'apparition des 8 premiers anneaux (1 unité = 0,083 mm)

R	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>
16	1			36	1				
17	1			37					
18	7			38	2				
19	33			39	7				
20	100			40	15				
21	128			41	24				
22	169			42	30	4			
23	175			43	45	6			
24	120	1		44	58	11			
25	131	1		45	69	11	3		
26	67	3		46	73	18	4		
27	39	11		47	79	25	4	1	
28	21	26		48	79	40	4	2	
29	6	40		49	54	50	4	3	1
30	1	83		50	47	53	15	2	1
31	1	102		51	44	63	23	1	3
32		118	1	52	26	56	31	7	1
33		128	5	53	13	61	32	2	1
34		113	14	54	8	49	38	22	4
35		92	20	55	6	31	29	11	1
36		103	30	56	2	33	32	27	3
37		62	56	57		11	37	10	9
38		51	74	58	1	9	22	14	12
39		33	93	59		6	24	12	11
40		19	105	60	1	4	15	21	5
41		9	100	61		1	8	8	6
42		3	112	62		1	5	14	5
43		1	80	63			3	11	4
44			82	64			3	4	6
45		1	67	65		1	1	4	3
46			38	66			1	4	5
47			26	67				1	2
48			16	68					1
49			4	69			1	1	1
50				70					
51			2	71				1	
N	1000	1000	925	N	684	544	339	183	85
Ri	23,0	33,0	41,2	Ri	46,7	51,3	55,0	57,9	59,6
v	5,1	9,8	10,8	v	12,3	13,0	14,5	17,7	18,5

est à peine commencée. La période de formation des anneaux s'étale donc sur environ deux mois avant la période d'apparition.

— Nombre d'anneaux par poisson et par période d'apparition. Est-il possible qu'il apparaisse sur un poisson plus d'un anneau au cours d'une seule période d'apparition ?

Prenons par exemple le cas des individus à 2 anneaux. La croissance de la marge est d'environ 0,7 unité par mois (tabl. III). Si on imagine qu'un

premier anneau devienne visible début septembre et un autre fin novembre, l'écart entre les bords distaux de ces 2 anneaux ne peut être au maximum que de 2 unités. Or l'écart entre les anneaux de rang 2 et 3 est toujours bien supérieur. La distribution de  $R_3-R_2$  possède en effet les caractéristiques suivantes : fréquence 925 ; moyenne 7,6 ; variance 3,0. De plus les anneaux ont une largeur d'environ 1,5 à 2 unités ; les deux anneaux seraient pratiquement confondus. Un raisonnement analogue conduit au même résultat quel que soit le nombre d'anneaux.

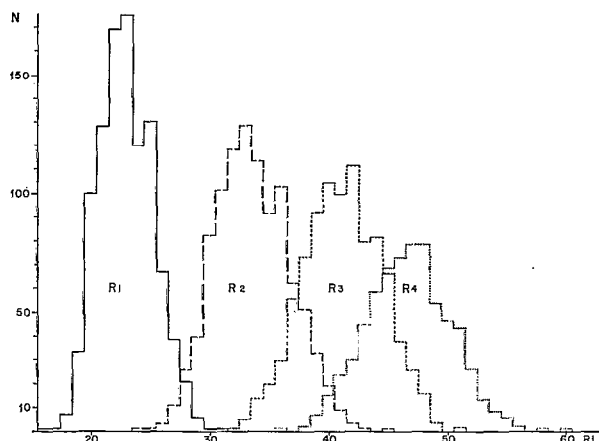


Fig. 6. — Distributions des valeurs de  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  et  $R_4$  en unité du micromètre (1 unité = 0,083 mm) chez *Lethrinus nebulosus*.

Il reste maintenant à voir s'il se forme obligatoirement un anneau opaque chaque année. Deux arguments conduisent à penser que l'absence de formation d'un anneau ne peut être qu'exceptionnelle. En effet, les distributions de  $R_i$  (tabl. V et fig. 6) sont des distributions unimodales symétriques. Dans le cas de  $R_1$  par exemple, si une fraction notable des individus ne formaient pas d'anneau opaque à la fin de la première période de croissance, la distribution de  $R_1$  comporterait un mode secondaire correspondant au mode présenté par la distribution de  $R_2$ . Ce mode serait d'ailleurs en dehors des limites de la distribution observée de  $R_1$ . Un autre argument réside dans la netteté des anneaux chez *Lethrinus nebulosus* : ou bien ils sont très nets, ou bien il n'y a rien. Si l'ensemble des facteurs externes et internes qui provoque la formation de ces anneaux avait une action parfois médiocre ou insuffisante, on observerait une certaine proportion d'anneaux peu marqués faisant le lien entre les anneaux nets et l'absence de marques.

Il apparaît donc chez *Lethrinus nebulosus* un anneau opaque par an pendant les derniers mois de l'année. Le bord distal de ces anneaux peut être considéré comme une ligne de discontinuité entre deux zones annuelles successives de croissance, c'est-à-dire comme un annulus.

— Croissance saisonnière de la marge de l'otolithe.

Elle est représentée par la figure 7 d'après les données du tableau III. Les distributions 9,1 et 10,1 correspondent à des individus plus jeunes de un an que ceux des distributions 9,2 et 10,2; elles ont donc servi à fixer la position des points représentatifs des premiers mois de chacune des années de croissance.

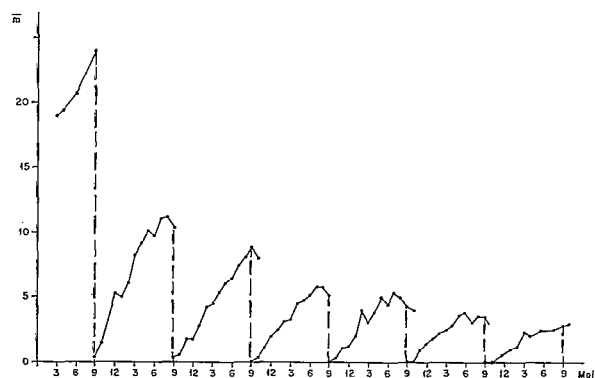


Fig. 7. — Croissance de la marge chez *Lethrinus nebulosus* durant les sept premières années d'existence.  $\bar{m}$ , largeur moyenne de la marge en unité du micromètre.

On constate que la croissance de la marge est rapide jusqu'en avril-mai, puisqu'elle se ralentit considérablement. Pour préciser ces variations, nous avons calculé pour chaque mois le pourcentage P % de la croissance totale que représente la croissance déjà accomplie le mois considéré, ceci pour l'ensemble des individus de 1 à 5 annulus (1 072 individus).

$$P \% = \sum_{i=1}^{i=5} \frac{\bar{m}_i}{\bar{R}_{i+1} - \bar{R}_i} \times n_i \div \sum n_i$$

avec  $\bar{m}_i$ , moyenne de  $m$  pour les individus à  $i$  annulus  
 $n_i$ , fréquence des individus à  $i$  annulus  
 $\bar{R}_i$ , valeur moyenne de  $R$  à l'apparition du  $i$  ième annulus.

Les valeurs de P % sont les suivantes :

Mois	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P %	23	35	42	58	64	81	94	90	98	105	104

P % augmente rapidement jusqu'en mai où la croissance est presque achevée. Durant les quatre derniers mois qui englobe la période de formation des anneaux, elle est très faible. Il ne semble pas cependant y avoir d'arrêt total, car on n'observe pas sur les otolithes de discontinuité nette indiquant la cessation du dépôt de matière, comme c'est le cas pour les épines (MEUNIER *et al.*, 1979).

### 3.4.2. *Lethrinus nematacanthus*, *Lethrinus variegatus*, *Nemipterus peroni*.

La croissance de la marge de l'otolithe est semblable à celle de *Lethrinus nebulosus* (tabl. VI, VII, VIII).



TABLEAU VI

Croissance saisonnière de la marge de l'otolithe chez *Lethrinus nematacanthus*.  $\bar{m}$ , valeur moyenne de la largeur de la marge en unité du micromètre à Gx12; N, fréquence; v, variance

Individus sans anneaux				Individus à 1 anneau			
Mois	$\bar{m}$	N	v	Mois	$\bar{m}$	N	v
1-2				1-2	2,6	11	0,65
3-4	18,5	2	0,25	3-4	3,7	13	0,83
5-6	22,5	10	1,85	5-6	6,1	27	4,32
7-8	23,7	6	0,89	7-8	5,3	29	1,87
9-10				9-10	0,5	14	1,79
				9-10,1	0,1	13	0,11
				9-10,2	5,0	1	
				11-12	1,0	7	0,43
Individus à 2 anneaux				Individus à 3 et 4 anneaux			
Mois	$\bar{m}$	N	v	Mois	$\bar{m}$	N	v
1-2	2,0	10	0,00	1-2	1,7	11	0,51
3-4	3,0	4	0,50	3-4	1,5	5	0,80
5-6	3,7	23	1,01	5-6	2,7	12	0,60
7-8	3,3	20	2,51	7-8	2,5	13	1,62
7-8,1	0,0	2	0,00	7-8,1	0,2	2	0,06
7-8,2	3,7	18	1,42	7-8,2	2,9	11	0,81
9-10	3,0	12	6,00	9-10	2,2	13	2,46
9-10,1	0,0	4	0,00	9-10,1	0,0	4	0,00
9-10,2	4,5	8	1,50	9-10,2	3,1	9	0,32
11-12	0,4	15	0,22	11-12	0,0	15	0,02

La largeur moyenne  $\bar{m}$  de la marge est minimum en novembre-décembre, augmente ensuite jusqu'au maximum de l'hiver austral puis diminue fortement en septembre-octobre avec l'apparition d'individus présentant un anneau opaque au bord de l'otolithe. En novembre-décembre on n'observe plus que des individus à marge nulle ou très étroite. Le cycle est le même qu'il s'agisse de jeunes (*Lethrinus nematacanthus* et *Nemipterus peroni* sans anneau; *Lethrinus variegatus* à 1 anneau) ou d'adultes (tous les autres). On observe aussi pour ces trois espèces un ralentissement, peut-être même un arrêt de la croissance de la marge durant la période de formation des des anneaux de juillet à octobre.

Les mêmes raisonnements conduisent à la même conclusion, l'apparition d'un anneau opaque chaque année de septembre à novembre.

3.4.3. AUTRES ESPÈCES

Le mode de présentation des résultats est légèrement différent, car il n'y a pas assez d'individus pour les séparer en fonction du nombre d'anneaux. Il faut réunir des individus d'âge et donc de vitesse

TABLEAU VII

Croissance saisonnière de la marge de l'otolithe chez *Lethrinus variegatus*.  $\bar{m}$ , valeur moyenne de la largeur de la marge en unité du micromètre à Gx12; N, fréquence; v, variance

Individus à 1 anneau				Individus à 2 anneaux			
Mois	$\bar{m}$	N	v	Mois	$\bar{m}$	N	v
1-2				1-2	3,3	9	1,33
3-4	8,7	3	1,56	3-4	3,4	16	1,25
5-6	10,5	2	0,25	5-6	5,2	10	1,16
7-8	11,5	2	2,25	7-8	4,9	13	1,15
9-10	5,9	7	32,98	9-10	1,3	84	4,32
9-10,1	1,0	4	0,00	9-10,1	0,4	71	0,24
9-10,2	12,3	3	3,56	9-10,2	5,9	13	0,99
11-12	3,3	3	1,56	11-12	1,0	11	0,36
Individus à 3 anneaux				Individus à 4 anneaux			
Mois	$\bar{m}$	N	v	Mois	$\bar{m}$	N	v
1-2	0,8	13	0,33	1-2	0,1	13	0,07
3-4	1,2	51	0,28	3-4	0,9	23	0,29
5-6	2,0	2		5-6			
7-8	1,6	7	1,10	7-8	1,0	3	0,67
9-10	0,8	28	1,60	9-10	0,4	14	0,37
9-10,1	0,1	20	0,05	9-10,1	0,0	10	0,00
9-10,2	2,6	8	0,73	9-10,2	1,2	4	0,20
11-12	0,2	18	0,14	11-12	0,0	23	0,00

TABLEAU VIII

Croissance saisonnière de la marge de l'otolithe chez *Nemipterus peroni*.  $\bar{m}$ , valeur moyenne de la largeur de la marge en unité du micromètre à Gx12; N, fréquence; v, variance

Individus sans anneau				Individus à 1 anneau			
Mois	$\bar{m}$	N	v	Mois	$\bar{m}$	N	v
1-2				1-2	3,3	11	2,21
3-4	18,5	2	0,25	3-4	4,1	24	1,53
5-6	22,0	2	0,00	5-6	5,9	21	3,27
7-8	21,8	8	0,69	7-8	6,7	23	2,65
9-10				9-10	2,6	12	7,72
				9-10,1	0,4	7	0,53
				9-10,2	5,6	5	0,64
				11-12	1,5	16	0,62
Individus à 2 anneaux				Individus à 3 et 4 anneaux			
Mois	$\bar{m}$	N	v	Mois	$\bar{m}$	N	v
1-2	2,0	1		1-2	0,7	3	0,22
3-4	2,0	2	0,00	3-4	1,5	1	
5-6	2,3	4	0,19	5-6	1,2	3	0,06
7-8	3,1	7	1,27	7-8	2,0	2	0,00
9-10				9-10	0,5	10	1,05
				9-10,1	0,0	8	0,00
				9-10,2	2,5	2	0,25
11-12	0,5	14	0,21	11-12	0,2	6	0,06

TABLEAU IX

Croissance saisonnière de la marge de l'otolithe chez les jeunes de quelques espèces : valeurs moyennes et variances du rapport  $m/e$ .  
N, fréquence ; v, variance

Espèce	Mois	1-2	3.4.5	6.7.8	9.10	9.10,1	9.10,2	11-12	11.11,1	11.12,2
<i>Epinephelus arcolatus</i> .....	N	4	8	6	15	12	3	9	9	
	$m/e$	0,73	0,71	1,03	0,21	0,03	0,90	0,14	0,14	
	v	0,04	0,08	0,15	0,17	0,00	0,26	0,02	0,02	
<i>Epinephelus maculatus</i> .....	N	3	11	24	29	7	22	13	11	2
	$m/e$	0,47	0,63	0,91	0,75	0,00	0,99	0,24	0,12	0,90
	v	0,01	0,03	0,04	0,22	0,00	0,05	0,11	0,02	0,09
<i>Gymnocranius japonicus</i> .....	N	17	53	3	18	1	17	17	11	6
	$m/e$	0,43	0,72	1,20	1,06	0,00	1,12	0,42	0,11	0,98
	v	0,03	0,05	0,05	0,17	0,00	0,11	0,19	0,02	0,03
<i>Lethrinus chrysostomus</i> .....	N	17	17	3	6	2	4	22	18	4
	$m/e$	0,51	0,61	1,03	0,67	0,00	1,00	0,25	0,09	0,98
	v	0,03	0,05	0,02	0,28	0,00	0,09	0,13	0,01	0,01
<i>Lethrinus mahsena</i> .....	N	17	6	20	35	5	30	31	18	13
	$m/e$	0,43	0,68	0,92	0,90	0,06	1,04	0,54	0,18	1,02
	v	0,03	0,05	0,03	0,13	0,01	0,10	0,19	0,02	0,03
<i>Lutjanus quinquelineatus</i> .....	N	10	5	16	21	5	16	11	11	
	$m/e$	0,73	0,74	1,22	0,74	0,00	0,98	0,40	0,40	
	v	0,04	0,13	0,05	0,23	0,00	0,08	0,03	0,03	
Les 6 espèces ensemble.....	N	68	100	72	124	32	92	103	67	25
	$m/e$	0,51	0,69	1,01	0,77	0,02	1,03	0,40	0,13	0,99

de croissance de la marge différents, ce qui ne permet pas d'utiliser telles quelles les valeurs de  $m$ .

Nous avons regroupé d'une part les jeunes, d'autre part les adultes afin de voir si la reproduction n'entraînait pas une modification du cycle de développement de la marge.

Pour les immatures nous avons calculé le rapport  $m/e$  entre la largeur de la marge et l'écart moyen interannulaire e correspondant au poisson. Pour un poisson à n anneaux, e est la moyenne de  $R_{n+1} - R_n$  obtenue sur l'ensemble des poissons de l'espèce considérée. Le rapport  $m/e$  représente donc la fraction de la croissance totale interannulaire accomplie au moment de la capture; il varie de 0 à 1 environ.

Pour les jeunes adultes on pourrait procéder de la même façon, mais chez les adultes plus âgés des mesures normalisées ne sont plus possibles (3.2.2.). Pour l'ensemble des adultes, on forme donc pour chaque poisson le rapport  $m'/e'$ , qui mesure la fraction de la croissance de la marge accomplie au moment de la capture, exprimé en fonction de l'accroissement interannulaire précédent;  $m'/e'$  est donc légèrement inférieur en moyenne à  $m/e$ .

Pour les 12 espèces considérées (tabl. IX et X), le cycle de croissance de la marge est très semblable à celui déjà décrit. On observe chez la plupart des espèces une période d'apparition des anneaux assez

étalée puisqu'en novembre-décembre il reste encore une proportion appréciable d'individus à marge large, comme c'est le cas pour les *Lethrinus nebulosus* adultes. Les différences entre les espèces ne sont généralement pas significatives compte-tenu de l'échantillonnage.

Il reste 11 autres espèces représentées par 20 à 60 spécimens, ce qui ne permet pas de suivre correctement le cycle complet de croissance de la marge. Les résultats des mesures faites s'inscrivent cependant très bien dans les descriptions précédentes et permettent d'admettre, pour ces espèces aussi, l'apparition d'un anneau opaque par an durant le dernier quadrimestre.

#### 3.4.4. FACTEURS EN CORRÉLATION AVEC LA FORMATION DES ANNEAUX OPAQUES

Considérons le cas des 4 espèces, *Lethrinus nebulosus*, *L. nematacanthus*, *L. variegatus* et *Nemipterus peroni* pour lesquelles la formation et l'apparition des anneaux ont pu être les mieux suivies. La formation des anneaux se produit de juillet à septembre et leur apparition de septembre à novembre (quelquefois dès le mois d'août pour *L. nematacanthus*, et jusqu'en décembre pour les *L. nebulosus* adultes).

TABLEAU X

Croissance saisonnière de la marge de l'otolithe chez les adultes de quelques espèces : valeurs moyennes et variances du rapport m'/e'. N, fréquence; v, variance

Espèce	Mois	1-2	3.4.5	6.7.8	9.10	9.10,1	9.10,2	11-12	11.12,1	11.12,2
<i>Epinephelus areolatus</i> .....	N	3	9	16	8	6	2	20	12	8
	m'/e'	0,63	0,51	0,76	0,28	0,03	1,00	0,42	0,03	1,00
	v	0,10	0,04	0,06	0,18	0,01	0,00	0,23	0,00	0,00
<i>Epinephelus fasciatus</i> .....	N	12	28	3	19	9	10	26	16	10
	m'/e'	0,47	0,60	0,80	0,46	0,00	0,88	0,38	0,06	0,90
	v	0,05	0,05	0,02	0,23	0,00	0,07	0,19	0,01	0,04
<i>Epinephelus hoedli</i> .....	N	4	4	7	17	8	9	5	4	1
	m'/e'	0,43	0,55	0,69	0,48	0,03	0,88	0,24	0,03	1,10
	v	0,01	0,03	0,04	0,20	0,00	0,04	0,19	0,00	0,00
<i>Epinephelus maculatus</i> .....	N	22	39	3	20	6	14	42	21	21
	m'/e'	0,44	0,62	0,97	0,52	0,07	0,75	0,44	0,08	0,80
	v	0,08	0,05	0,10	0,19	0,02	0,08	0,16	0,01	0,06
<i>Gymnocranius japonicus</i> .....	N	24	27		18	2	16	53	35	18
	m'/e'	0,19	0,41		0,86	0,00	0,97	0,35	0,05	0,94
	v	0,03	0,05		0,11	0,00	0,02	0,19	0,01	0,02
<i>Lethrinus chrysostratus</i> .....	N	27	22	2	14	1	13	38	19	19
	m'/e'	0,35	0,56	0,65	0,81	0,10	0,86	0,45	0,03	0,87
	v	0,03	0,05	0,00	0,06	0,00	0,02	0,20	0,01	0,04
<i>Lethrinus mahsena</i> .....	N	9	1	3	3	1	2	17	10	7
	m'/e'	0,38	1,00	0,83	0,60	0,00	0,90	0,48	0,05	1,09
	v	0,01	0,00	0,06	0,19	0,00	0,01	0,29	0,01	0,06
<i>Lutjanus amabilis</i> .....	N	50	23	31	85	23	62	26	26	
	m'/e'	0,54	0,64	0,88	0,65	0,01	0,89	0,09	0,09	
	v	0,06	0,05	0,05	0,18	0,00	0,04	0,02	0,02	
<i>Lutjanus fulviflamma</i> .....	N	9	2	17	11	3	8	9	5	4
	m'/e'	0,38	0,90	0,87	0,67	0,00	0,93	0,44	0,00	1,00
	v	0,04	0,00	0,02	0,19	0,00	0,03	0,25	0,00	0,00
<i>Lutjanus quinquelineatus</i> .....	N	3		11	28	7	21	7	6	1
	m'/e'	0,93		0,95	0,79	0,04	1,05	0,20	0,02	1,30
	v	0,17		0,04	0,21	0,01	0,02	0,20	0,00	0,00
<i>Lutjanus vitta</i> .....	N	16	10	55	22	6	16	33	33	
	m'/e'	0,58	0,82	1,03	0,79	0,00	1,08	0,22	0,22	
	v	0,03	0,05	0,05	0,25	0,00	0,03	0,04	0,04	
<i>Sphyræna bleekeri</i> .....	N		12	26	24	5	19	4	2	2
	m'/e'		0,52	0,77	0,59	0,00	0,75	0,40	0,05	0,75
	v		0,02	0,06	0,11	0,00	0,02	0,13	0,00	0,00
Les 12 espèces ensemble.....	N	179	177	174	269	77	192	280	189	91
	m'/e'	0,44	0,58	0,89	0,65	0,02	0,91	0,35	0,09	0,91

J	F	M	A	M	J	Jl	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
25,9	26,6	25,9	24,5	23,0	21,9	20,7	20,7	21,4	22,7	23,9	25,2	23,5

La température de l'eau de mer en surface à Nouméa mesurée pendant 9 ans à 7 h 00 du matin montre les variations mensuelles indiquées ci-dessus (LAUNAY, 1972).

On constate que la période de formation des anneaux opaques et de ralentissement de la crois-

sance de la marge coïncide avec la période froide, l'apparition des annulus avec le réchauffement des eaux, la période de croissance rapide de la marge avec la période chaude. On verra d'autre part que, pour *Lethrinus nebulosus*, on n'observe pas de cycle saisonnier de la condition, ce qui semble mettre

hors de cause les variations de la quantité de nourriture ingérée. On est donc conduit une fois de plus à mettre en cause l'influence directe de la température dans la formation de marques squelettiques, bien que la différence des températures moyennes mensuelles extrêmes ne soit que de 6 degrés.

On peut remarquer en outre que la maturité sexuelle n'entraîne pas de modification visible dans la chronologie de la croissance de l'otolithe, que ce soit entre les jeunes et les adultes d'une même espèce ou entre les adultes de ces quatre espèces, bien qu'elles aient des périodes de reproduction assez différentes (*Lethrinus nebulosus*, août-septembre; *Lethrinus nematacanthus*, juillet-novembre; *Lethrinus variegatus*, décembre-janvier; *Nemipterus peroni*, octobre-novembre).

### 3.5. Variations dans l'aspect et la lisibilité *in toto* des otolithes

Les otolithes des poissons de l'Indo-pacifique tropical ont été peu utilisés jusqu'à présent dans les études sur l'âge et la croissance. TALBOT (1960) a examiné des sagittas de *Lutjanus bohar* provenant de la côte orientale africaine à la limite du Kenya et du Tanganyka (6° lat. N). Il n'observe pas de zones translucides et opaques nettes, même après polissage, contrairement aux spécimens du lagon calédonien. RANDALL (1961) n'a trouvé aucune marque utilisable sur les écailles, les otolithes ou les vertèbres des *Acanthurus triostegus* des Hawaii (20° lat. N). Il est vrai que dans cette famille les otolithes sont souvent petits et opaques. TOOR (1964) a travaillé sur des *Lethrinus lentjan* du Golfe de Mannar (sud de l'Inde, 9° lat. N). Il remarque des zones concentriques alternativement opaques et transparentes, mais ne poursuit pas plus loin ses observations sans doute difficiles. Il lui faut en effet polir et éclaircir les otolithes, traitement inutile pour les *Lethrinus lentjan* de Nouvelle-Calédonie. EGGLESTON (1972) paraît être le premier à obtenir des résultats satisfaisants sur plusieurs espèces de *Nemipterus* de la région de Hong-Kong (22° lat. N).

Dans l'Atlantique tropical les travaux sur les otolithes ont été nombreux, mais la technique la plus souvent employée est celle du brûlage. Signalons au passage que la correspondance entre les zones observées avant et après brûlage n'est pas claire. DAGET et LE GUEN (1975) indique que, par chauffage, les zones hyalines deviennent brun foncé et les zones opaques blanches. Pour TESCH (1971), les zones noires après brûlage coïncident avec la limite entre les anneaux opaques et transparents. BLACKER (1974) donnent deux exemples, le premier en accord avec l'opinion de DAGET et LE GUEN, le deuxième

un peu différent puisque les anneaux noirs après brûlage correspondent à certaines parties seulement des zones hyalines.

En ce qui concerne l'observation *in toto* des otolithes les difficultés paraissent considérables dans le Golfe de Guinée. GHENO et LE GUEN (1968) renoncent à utiliser les sagittas des *Sardinella eba* de la région de Pointe Noire (Congo, 4° lat. S). Dans la même région SAMBA (1974), étudiant les otolithes de *Galeoïdes decadactylus* estime qu'il se formerait quatre anneaux chaque année sans apporter d'éléments décisifs à l'appui de son assertion.

Dans l'Atlantique tropical occidental deux auteurs ont déjà décrit des zonations d'otolithes semblables à celles des poissons de Nouvelle Calédonie : RODRIGUEZ (1962) sur les *Lutjanus synagris* de Cuba (22° N) et MOE (1969) sur les *Epinephelus morio* de la côte occidentale de Floride (27° N). THOMPSON et MUNRO (1978) ont travaillé sur 7 espèces de *Serranidae* des genres *Petrometopus*, *Cephalopholis*, *Epinephelus*, *Mycteroperca* dans la zone comprise entre la Jamaïque et le Nicaragua (14 à 17° lat. N). Pour 6 de ces espèces les otolithes, soit sont uniformément translucides, soit présentent une zonation ininterprétable. Seul *Mycteroperca venosa* montre des marques régulières sur le sulcus acusticus. Il est intéressant de noter que les *Epinephelus morio* pris à 14° de lat. N sur le plateau continental nicaraguien, ne présentent pas d'annulus, contrairement à ceux de Floride.

On peut donc constater que pour *Lutjanus bohar*, *Lethrinus lentjan* et *Epinephelus morio* la lecture *in toto* des otolithes est difficile ou impossible en zone équatoriale alors qu'elle est assez aisée en zone tropicale. En dehors de conditions hydrologiques particulières, les différences saisonnières extrêmes de température semblent devenir assez importantes vers 20° de latitude pour marquer les otolithes de façon suffisamment nette et constante. On trouve dans la littérature des observations analogues en ce qui concerne les écailles. CHEVÈY avait remarqué dès 1933 sur *Synagris* (synonyme de *Nemipterus japonicus*) que les individus capturés au Tonkin (21° lat. N) présentent des marques nettes sur les écailles contrairement à ceux de Cochinchine (10° lat. N). EGGLESTON (*op. cit.*) a retrouvé récemment ce résultat en remarquant que la lisibilité des écailles de *Nemipterus peroni*, bonne à Hong-Kong (22° lat. N), se détériore lorsqu'on se rapproche de l'équateur et qu'au Sud-Vietnam et en Thaïlande (10 à 13° lat. N) elles ne sont plus utilisables.

Dans les zones tempérées ou froides on a très souvent constaté la présence de bandes alternativement hyalines et opaques. Mais, contrairement aux observations faites en Floride, à Cuba et en Nouvelle Calédonie sur des poissons tropicaux au sens strict, c'est-à-dire vivant au voisinage des

tropiques, ce sont les zones opaques qui sont larges et les zones hyalines qui forment des anneaux étroits correspondant à de mauvaises conditions de vie.

Il se forme sur les otolithes d'un grand nombre d'espèces de poisson du lagon néo-calédonien un anneau opaque par an. L'observation de ces anneaux ne demande que des moyens simples et une préparation des otolithes très réduite. Nous verrons d'autre part dans un prochain article que la période de

reproduction est généralement assez bien définie et permet de fixer une date moyenne de naissance à 1 ou 2 mois près. Le problème de la détermination de l'âge peut donc être considéré comme résolu de façon commode avec une précision suffisante.

*Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M.  
le 18 mai 1979.*

### BIBLIOGRAPHIE

- BLACKER (R. W.), 1974. — Recent advances in otolith studies in : Sea fisheries research, Ed. by F. R. Harden Jones, Elek Science, London : 67-90.
- BOURRET (P.), RIVATON (J.). — Les otolithes des poissons actuels du Pacifique sud-ouest (*à paraître*).
- CHEVEY (P.), 1933. — The method of reading scales and the fish of the intertropical zone. Proc. 5th Pacific. Sc. Congr., Toronto : 3818-3829.
- DAGET (J.), LE GUEN (J.-C.), 1975. — Les critères d'âge chez les poissons. in : Problèmes d'écologie : la démographie des populations de vertébrés, ed. by M. Lamotte et F. Bourlière, Masson, Paris : 253-289.
- EGGLESTON (D.), 1972. — Patterns of biology in the *Nemipteridae*. *J. Mar. biol. Assoc. India*, vol. XIV, n° 1 : 357-364.
- FOURMANOIR (P.), LABOUTE (P.), 1976. — Poissons de Nouvelle-Calédonie et des Nouvelles Hébrides, Éditions du Pacifique, Papeete, 376 p.
- GUENO (Y.), LE GUEN (J.-C.), 1968. — Détermination de l'âge et croissance de *Sardinella eba* (Val.) dans la région de Pointe-Noire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. VI, n° 2 : 69-82.
- GREENWOOD (P. H.), 1975. — A history of fishes, ed. by J. R. Norman, 3rd ed., Ernest Benn, London, 467 p.
- LAUNAY (J.), 1972. — La sédimentation en baie de Dumbéa (Côte Ouest, Nouvelle-Calédonie). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Géol.*, vol. IV, n° 1 : 25-51.
- LEGAND (M.), 1952. — État actuel et perspectives de l'industrie du poisson dans les territoires français du Pacifique sud. *Cybiurn*, n° 7, 23 p.
- LOUBENS (G.), 1978. — La pêche dans le lagon néo-calédonien. *Rap. Sc. tech.* n° 1, Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, 52 p.
- MEUNIER (F.), PASCAL (M.), LOUBENS (G.), 1979. — Comparaison de méthodes squelettechronologiques et considérations fonctionnelles sur le tissu osseux acellulaire d'un ostéichthyen du lagon néocalédonien (*Lethrinus nebulosus*). *Aquaculture (à paraître)*.
- MOE (M. A.), 1969. — Biology of the red grouper *Epinephelus morio* (Valenciennes) from the eastern Gulf of Mexico. Prof. Pap. Ser. n° 10, Florida Dep. nat. Res. mar. res. Lab., St. Petersburg, U.S.A., 95 p.
- RANDALL (J. E.), 1961. — A contribution to the biology of the convict surgeonfish of the Hawaiian Islands, *Acanthurus triostegus sandwicensis*. *Pacific Science*, vol. XV, n° 2 : 215-272.
- RODRIGUEZ (Z. P.), 1962. — Estudios estadísticos y biológicos sobre la Biajaiba (*Lutjanus synagris*). Nota sobre investigaciones n° 4, Centro de Inv. Pesq., Cuba, 91 p.
- SAMBA (G.), 1974. — Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique d'un *Polynemidae* ouest-africain *Galeoïdes decadactylus* (Bloch). Thèse Univ. Bordeaux I, 114 p.
- TALBOT (F. H.), 1960. — Notes on the biology of *Lutjanidae* with special reference to *Lutjanus bohar* (Forskål). *Ann. S. Afr. Mus.*, vol. VI : 549-573.
- TESCH (F. W.), 1971. — Age and Growth in : Methods for assessment of fish production in fresh waters, Ed. by W. E. Ricker, 2nd ed., Blackwell, London ; *Int. Biol. Progr.*, London : 98-130.
- THOMPSON (R.), MUNRO (J. L.), 1978. — Aspects of the biology and ecology of Caribbean reef fishes : *Serranidae* (hinds and groupers). *J. Fish. Biol.*, vol. XII : 115-146.
- TOOR (H. S.), 1964. — Biology and fishery of the pigface bream, *Lethrinus lentjan* (Lacépède). III. Age and growth. *Indian J. Fish.*, A 11 (2) : 597-620.
- 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.