

Biologie de quelques espèces de Poissons du lagon néo-calédonien.

III. Croissance

Gérard LOUBENS

Antenne O.R.S.T.O.M., Centre Océanologique de Bretagne,
B.P. n° 337, 29273 Brest Cedex.

RÉSUMÉ

L'étude de la croissance d'une vingtaine d'espèces de Poissons (*Lethrinidae*, *Lutjanidae*, *Serranidae*) du lagon néo-calédonien est basée sur l'observation et la mesure des otolithes. Après avoir fourni les relations usuelles nécessaires (relations entre les différentes mesures de la taille, entre la longueur et le poids), on indique les méthodes de rétrocalcul et d'ajustement des données à une relation de VON BERTALANFFY. Pour chaque espèce sont déterminées les longueurs moyennes aux différents âges; l'âge et la taille de maturité sexuelle; l'âge d'arrêt de la croissance; les âges, longueurs et poids maximaux moyens et absolus. La longévité est élevée et atteint 19 ans en moyenne. La croissance durant la première année n'est que très faiblement reliée au potentiel de croissance. Elle est nettement plus rapide en général que ne le prévoit le modèle de VON BERTALANFFY établi pour des poissons d'au moins 1 an. Dans la moitié des cas il apparaît des différences de croissance liées au sexe, généralement en faveur des mâles. La comparaison avec les croissances observées sur des espèces voisines du Golfe du Mexique et de la mer des Caraïbes indique une bonne cohérence d'ensemble des résultats.

SUMMARY

This study into the growth of about twenty Fish species (*Lethrinidae*, *Lutjanidae*, *Serranidae*) from the New Caledonian lagoon is based on the observation and measure of the otoliths. After the usual necessary relations between different measures of the

Fondation Singer-Polignac, 43, avenue Georges-Mandel, 75016 Paris,
Cahiers de l'Indo-pacifique, Volume 2, n° 2, 1980, p. 101-153, ISSN 0180-9954.

9 JANV. 1985

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

N° :

16414, ex 1

COB

B

size and between length and weight, methods of back-calculation and data fitting to a VON BERTALANFFY relation are indicated. For each species are given mean lengths for ages; age and length at sexual maturity; age of stopped-growth; absolute and mean maximum ages, lengths and weights. Longevity is high, 19 years on an average. The growth during the first year is only slightly correlated with the growth potential, and is generally more rapid than the one indicated by the VON BERTALANFFY model established for older fishes. There are growth differences related to sex in half of the species, generally in favour of males. The comparison with growth of related species from the Gulf of Mexico and the Caribbean sea shows a good coherence of the results.

ABSTRACT

Growth of twenty Fish species (*Lethrinidae*, *Lutjanidae* et *Serranidae*) from the New Caledonian lagoon based on the observation of the otoliths (back calculation and direct method).

SYNOPSIS

Croissance d'une vingtaine d'espèces de Poissons (*Lethrinidae*, *Lutjanidae* et *Serranidae*) du lagon néo-calédonien d'après l'observation des otolithes (rétrocalcul et méthode directe).

L'étude des principales espèces de Poissons du lagon néo-calédonien se poursuit dans cet article par la présentation des résultats obtenus sur la croissance. La place des espèces étudiées dans la production de la pêche, les méthodes de prélèvement et de traitement des échantillons, la détermination de l'âge par l'otolithométrie ont fait l'objet d'un premier article (LOUBENS, 1978) suivi d'un second travail portant sur la sexualité et la reproduction (LOUBENS 1980). Rappelons seulement que les espèces étudiées représentent environ les deux tiers des débarquements. Quelques-unes d'entre elles, capturées en même temps que les espèces commercialisées, sont sans importance économique. Il s'agit au total d'une trentaine d'espèces comprenant des *Lethrinidae* (3 espèces de *Gymnocranius*, 6 espèces de *Lethrinus*), des *Lutjanidae* (5 espèces de *Lutjanus*, *Aprion virescens*) et des *Serranidae* (8 espèces d'*Epinephelus*, *Plectropomus leopardus*). La liste des espèces et la structure par classe de longueur standard des échantillons correspondants sont indiquées en annexe dans le tableau A-I ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Les tableaux placés en annexe sont numérotés A-I, A-II, etc.; ceux laissés dans le texte gardent la numérotation habituelle (I, II, etc.).

I. RELATIONS UTILES

Les poissons sont mesurés de plusieurs façons selon les habitudes et les circonstances. Il est souvent nécessaire de pouvoir passer de l'un à l'autre type de mesure. Les tableaux A-II, A-III, et A-IV répondent à cette nécessité en fournissant les relations entre la longueur standard LS, la longueur à la fourche LF, la longueur totale LT et la longueur hors tout LTT. Les trois premières longueurs sont bien connues, il faut préciser cependant qu'elles ont été prises à partir de l'extrémité de la mâchoire supérieure. De plus, chez beaucoup de *Serranidae*, la caudale ne présente pas de fourche; la mesure de LF ne peut donc être faite. La longueur hors tout est la longueur du Poisson depuis l'extrémité de la mâchoire inférieure jusqu'à l'extrémité des plus longs rayons de la caudale. Elle a été prise chez les *Serranidae* et *Sphyræna bleekeri*, Poissons dont la mâchoire inférieure est proéminente.

Les relations entre les longueurs sont linéaires avec des coefficients de corrélation toujours très élevés, comme il est usuel en la matière. La longueur à la fourche atteint 105 à 120 % de la longueur standard; la longueur totale 115 à 130 % de la longueur standard, davantage encore chez *Variola louti* et *Bodianus perditio* dont les caudales sont filamenteuses.

Le modèle classique $P = aL^b$ convient très bien pour la relation entre le poids du corps et la longueur L, la longueur de référence choisie étant la longueur standard LS (tableau A-V). Les coefficients de corrélation sont toujours très élevés (0,96 à 1,00). Les pentes des axes majeurs réduits, en coordonnées logarithmiques, varient de 2,753 à 3,203 avec une moyenne très proche de 3 (3,007). Les valeurs qui s'écartent le plus de 3 proviennent d'ailleurs d'échantillons de petite taille (effectif inférieur à 50).

II. TRAITEMENT DES DONNÉES

L'âge de chaque Poisson est connu à 1 mois près environ grâce aux trois éléments suivants : le nombre d'annulus sur les otolithes (il apparaît un annulus chaque année), la date de capture, la période de reproduction pour l'espèce considérée. On connaît en outre la longueur du Poisson (longueur standard), le rayon R de l'otolithe (sagitta gauche) et les longueurs R_i du rayon de l'otolithe à l'apparition des annulus. La mesure de R_i n'est possible en général que pour les 7 ou 8 premières années d'existence.

A partir de ces données, la croissance en longueur peut être calculée, pour les premières années, soit par la méthode directe — on établit directement la relation qui existe entre les longueurs et les âges observés — soit par le rétrocalcul. Après les 7 ou 8 premières années, il ne reste plus que la méthode directe.

1. MÉTHODE DE RÉTROCALCUL

La méthode sera exposée en prenant comme exemple le cas de *Lethrinus variegatus*. Il faut d'abord étudier la relation qui existe entre la longueur standard et le rayon R de l'otolithe. On procède ensuite pour chaque Poisson au calcul des longueurs à l'apparition des différents annulus.

a) Relation entre la longueur standard L ⁽²⁾ et le rayon R de l'otolithe

Comme l'on cherche à transformer les valeurs de R en valeurs de L, la relation à établir est celle qui représente la régression de L en R. L est en millimètres, R en unités du micromètre (12 unités = 1 mm).

Le tableau I donne pour les différentes valeurs de R la moyenne \bar{L} et l'écart-type s des distributions conditionnelles de L. Les points de coordonnées R, \bar{L} sont portés sur la figure 1 qui met en évidence deux parties B et C de la ligne de régression assimilables à des segments de droite. Les équations des droites de régression correspondant à ces deux segments sont :

$$(1) \begin{cases} R \text{ variant de } 21 \text{ à } 37 \text{ et } \bar{L} \text{ de } 114 \text{ à } 282 \text{ mm,} \\ L = 10,420 R - 101,5, \quad N = 421, \quad r = 0,887, \end{cases}$$

$$(2) \begin{cases} R \text{ variant de } 38 \text{ à } 47 \text{ et } \bar{L} \geq 286 \text{ mm,} \\ L = 3,514 R + 155,2, \quad N = 86, \quad r = 0,339. \end{cases}$$

Pour R variant de 21 à 37, le coefficient de corrélation r est élevé, les points R, \bar{L} s'écartent peu à peu de la droite de régression dans tout l'intervalle considéré. On peut tenter d'appliquer le test de linéarité de la régression, les conditions d'application du test étant approximativement remplies : les distributions conditionnelles de L sont des distributions, sinon normales, du moins en cloche; les variances conditionnelles de L ne sont pas trop différentes les unes des autres. Le rapport entre la variance

⁽¹⁾ La longueur standard LS sera désormais désignée par la lettre L pour simplifier l'écriture.

relative à la non-linéarité de la régression et la variance résiduelle est égale à 1,1, valeur nettement inférieure à la valeur $F(95\%) = 1,8$ pour 14 et 405 degrés de liberté. L'hypothèse de la linéarité est acceptable.

TABLEAU I

Variations de la longueur standard L (mm) en fonction du rayon R de l'otolithe chez *Lethrinus variegatus*. R en unités du micromètre (0,083 mm); s , écart-type; N , fréquence.

R	Longueur standard			N
	\bar{L}	intervalle	s	
21	113,7	102-121	8,3	3
22-23	123,0	123-123	0,0	2
24	155,5	149-162	6,5	2
25	161,0	151-170	8,6	4
26	172,4	136-191	16,3	8
27	182,8	153-206	12,9	21
28	189,6	169-219	15,4	22
29	197,3	172-230	15,4	32
30	208,3	185-243	13,3	34
31	217,6	183-280	18,3	36
32	239,1	197-297	20,4	46
33	244,6	204-276	15,6	46
34	252,0	211-303	21,6	50
35	262,4	230-335	20,6	39
36	274,5	240-323	19,3	34
37	281,9	245-333	18,0	42
38	286,2	241-327	21,4	28
39	299,7	250-345	26,9	14
40	295,9	266-343	19,6	19
41-42	298,2	272-326	17,5	12
43-44	303,1	275-358	26,0	7
45 à 47	321,0	297-348	19,2	6

Pour R supérieur à 37, la corrélation est faible. Cela est dû au mode de croissance de l'otolithe qui, chez les Poissons de grande taille, croît surtout en épaisseur (LOUBENS, 1978). Le rétrocalcul donne alors des résultats imprécis.

Pour R variant de 0 à 20 il n'y a pas de données. Il est cependant certain que la relation (1) représentant la partie B (fig. 1) ne convient pas pour les très jeunes Poissons, car on aboutirait à des otolithes de 1 mm de rayon, soit 2 mm en largeur et davantage encore en longueur, pour des Poissons venant d'éclore, alors que 10 mois plus tard, à l'apparition du premier annulus, R n'atteint que 1,5 mm. Il est probable que la ligne de régression

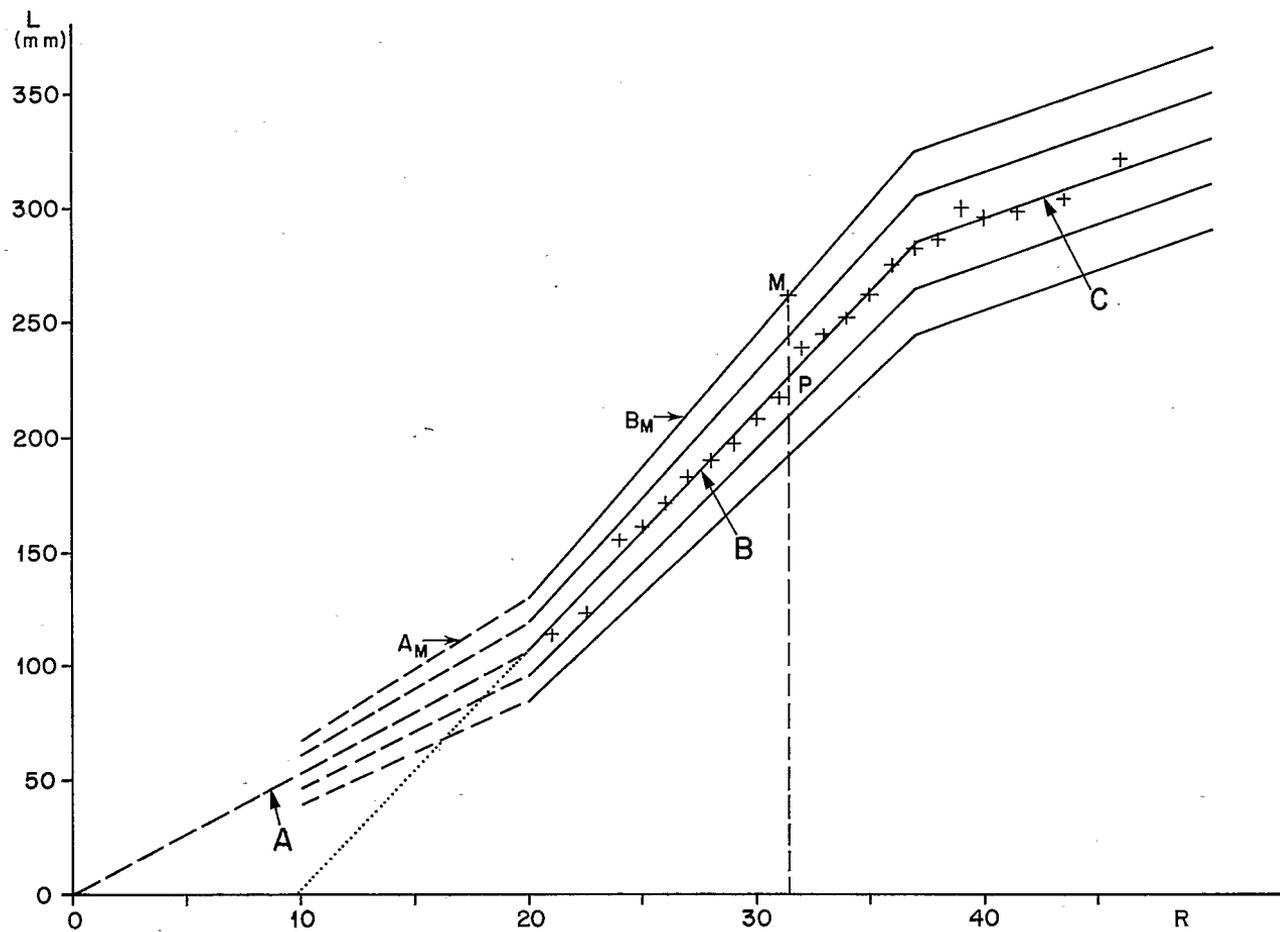


Fig. 1. — Relation entre la longueur standard L et le rayon de l'otolithe R chez *Lethrinus variegatus*.

passe près de l'origine, et, en l'absence de données, nous avons supposé qu'elle passe par l'origine (partie A en tirets).

La relation $L = f(R)$ est donc globalement sigmoïdale. Cette forme se retrouve chez la plupart des espèces étudiées pour lesquelles les parties B et C, et dans quelques cas, la partie supérieure de A, ont été observées. L'assimilation à un seul segment de droite de chacune des parties A, B, C est bien sûr une approximation. Lorsque les données sont abondantes on peut calculer une série d'équations représentant mieux les données. C'est le cas de *Lethrinus nebulosus* pour lequel on peut établir les 8 relations suivantes :

Intervalle de R	Fréquence	Droite de régression
20-32	85	$L = 6,32 R - 23,2$
33-38	216	$L = 7,46 R - 58,9$
39-44	313	$L = 7,56 R - 55,2$
45-50	265	$L = 11,53 R - 231,3$
51-56	259	$L = 8,96 R - 101,5$
57-62	153	$L = 8,12 R - 51,4$
63-68	94	$L = 7,71 R - 26,3$
70-95	73	$L = 4,56 R + 182,2$

La pente des droites de régression, d'abord relativement faible s'élève, passe par un maximum puis s'abaisse à nouveau, ce qui montre la nature sigmoïdale de la ligne de régression. La droite correspondant aux plus petits Poissons observés passe très près de l'origine, confirmant l'hypothèse faite précédemment pour A.

Pour quelques espèces, en particulier les *Lutjanus*, la droite correspondant à la partie B passe très près de l'origine, de sorte que la partie A est probablement très réduite ou même absente.

b) Rétrocalcul proprement dit

Le rétrocalcul est fait à partir des segments A et B des lignes de régression, à l'exclusion des parties C pour lesquelles les corrélations sont généralement médiocres. Dans les intervalles de R correspondant à B la corrélation est toujours bonne, de l'ordre de 0,9. En ce qui concerne la longueur au premier annulus elle correspond assez souvent à la partie supérieure de A qui a été soit observée, soit extrapolée de la façon indiquée précédemment. Dans ce dernier cas, les nombres correspondants sont mis entre parenthèses

dans les tableaux de résultats. L'erreur possible ne peut dépasser quelques millimètres, car on se trouve encore très près de la partie observée de la courbe.

Remarquons enfin que l'on ferait souvent une grosse erreur en supposant qu'il existe une relation linéaire $L = aR$ ou $L = aR + b$ dans tout l'intervalle de variation.

On peut procéder au rétrocalcul de plusieurs façons :

— si R_i désigne le rayon de l'otolithe d'un Poisson à l'apparition du i -ième annulus, le plus simple et le plus rapide est de calculer \bar{R}_i , puis L_i à l'aide de la relation (1);

— on procède au rétrocalcul Poisson par Poisson, mais en négligeant les variations résiduelles. Pour un Poisson représenté par exemple par le point M, on fait comme s'il était en P sur la droite de régression;

— dans une troisième méthode qui sera employée ici, on s'efforce de tenir compte de toutes les variations, qu'elles soient dues à la régression ou résiduelles. Ces dernières sont assez importantes puisque l'écart-type des distributions conditionnelles de L est de l'ordre de 20 mm (tableau I). Il est donc nécessaire d'en tenir compte si l'on s'intéresse aux accroissements annuels individuels $L_i - L_{i-1}$.

Pour cela on considère que la loi de croissance relative individuelle, représentative pour un Poisson donné de la relation $L = f(R)$, est semblable à celle mise en évidence à l'échelle de la population échantillonnée, mais plus ou moins décalée selon les individus. Considérons par exemple un Poisson représenté sur la figure 1 par le point M situé à deux écarts-types s du point P de la droite de régression (s est l'écart-type de la distribution conditionnelle de L). Le point représentatif du Poisson considéré est supposé avoir parcouru, au cours de la croissance, les segments de droite A_M et B_M situés à deux écarts-types des segments A et B. L'hypothèse faite paraît proche de la réalité, puisque les variations individuelles résiduelles de poids ou de longueur d'un organe sont en général le résultat d'un processus progressif se déroulant tout au long de la croissance.

Pratiquement nous avons tracé des droites situées en unités d'écart-type s , à une distance constante de la droite de régression. Les écarts-types s varient d'une façon aléatoire d'une classe de R à l'autre et d'autre part ils ont tendance à croître avec R. On prend donc des valeurs moyennes \bar{s} relatives à différents intervalles de R. Sur la figure 1, pour la partie B de la ligne de régression par exemple, il y a une série de 4 segments situés respectivement à $-2\bar{s}$, $-\bar{s}$, $+\bar{s}$ et $+2\bar{s}$. En ne considérant que les classes bien

représentées, \bar{s} passe de 14 environ pour $R = 27$ à 20 pour $R = 37$. Les 5 segments sont donc convergents vers la gauche en fonction de cette diminution avec R des variances conditionnelles de L . Il ne reste plus ensuite qu'à dresser un tableau de correspondance $R \rightarrow L$ donnant pour chaque valeur de R les 5 valeurs de L correspondant aux 5 segments de droite. Pour un Poisson donné on considère la colonne qui fournit la valeur de L la plus proche de la valeur observée et les L_i correspondant aux R_i mesurés sont lus dans cette colonne.

RICKER et LAGLER (1942) cités par TESCH (1971), ont proposé une correction analogue pour tenir compte de ces variations individuelles, mais elle suppose implicitement que les graphes de toutes les lois individuelles, sont des droites convergentes sur l'axe des LS.

Si on ne s'intéresse qu'aux longueurs moyennes \bar{L}_i , le calcul à partir de \bar{R}_i fournit les mêmes résultats que la méthode employée. Pour *Lethrinus variegatus* on obtient les couples de valeurs suivantes :

	\bar{L}_2	\bar{L}_3	\bar{L}_4	\bar{L}_5
1 ^{re} méthode	185,6	232,4	256,7	270,3
3 ^e méthode	185,1	232,6	257,6	268,6

c) Phénomène de LEE

On a observé assez souvent que la longueur moyenne rétrocalculée pour un âge donné diminuait lorsque l'âge des Poissons de l'échantillon augmentait (phénomène de LEE). D'une façon plus générale il est important de savoir si ces longueurs moyennes rétrocalculées ne varient pas en fonction de l'âge moyen des échantillons considérés. Un tel biais, à moins de pouvoir être interprété et corrigé — ce qui est généralement impossible —, apporte un doute sur la valeur des résultats ou tout au moins sur leur précision.

La figure 2 indique pour une dizaine d'espèces les variations de la longueur standard moyenne rétrocalculée à l'apparition du premier annulus \bar{L}_1 en fonction de l'âge moyen des Poissons constituant les échantillons. Chaque point représente une trentaine de Poissons, beaucoup plus dans le cas de *Lethrinus nebulosus*. On n'observe aucune augmentation ou diminution nette de \bar{L}_1 avec l'âge, les variations semblent aléatoires. L'analyse de la variance faite pour *Lethrinus nebulosus* (1500 observations réparties en 12 classes) montre bien qu'il y a hétérogénéité, mais celle-ci

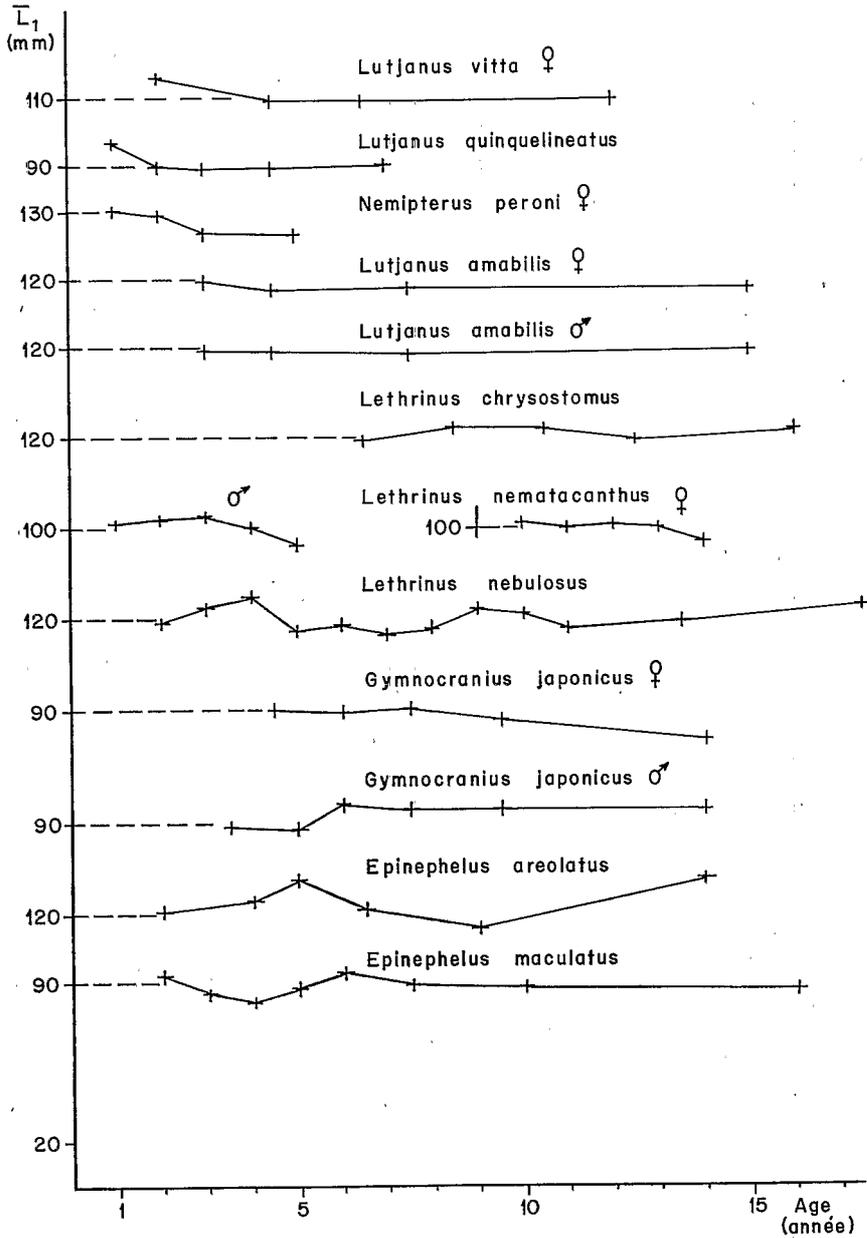


Fig. 2. — Variations de la longueur standard moyenne \bar{L}_1 en fonction de l'âge moyen des Poissons des échantillons.

ne peut être mise sur le compte de l'âge, comme l'indique la figure 2. Les graphiques obtenus pour \bar{L}_2 sont analogues à ceux de \bar{L}_1 . Les résultats du rétrocalcul peuvent donc être considérés comme indépendants de la structure en âge des échantillons.

2. MÉTHODE DIRECTE

Disposant pour chaque Poisson de l'âge en mois et de la longueur standard en millimètres on peut calculer les longueurs moyennes à 1, 2, ..., n ans, en regroupant les Poissons par intervalle d'âge de 12 mois d'amplitude centrés sur 1, 2, ..., n ans. La longueur moyenne à 2 ans \bar{L}_2 , par exemple, sera calculée à partir des Poissons de 19 à 30 mois. Il faut vérifier que les âges moyens des Poissons des échantillons sont bien voisins de 1, 2, ..., n . Cette condition est rarement réalisée pour la première année car on capture en général seulement les plus âgés; d'autre part les échantillons pour cette période sont souvent réduits. Il s'en suit que l'estimation de \bar{L}_1 n'a pu être faite dans la majorité des cas que par le rétrocalcul.

Les échantillons obtenus comprennent une proportion notable d'individus âgés ou même très âgés. Il a donc souvent été possible d'observer toute la croissance. Les longueurs moyennes croissent de plus en plus lentement avec l'âge et finissent généralement par rester stables, compte tenu de la variabilité, et par former un palier. On peut donc définir pour chaque espèce une

TABLEAU II

Estimation de la longueur maximale moyenne \bar{L}_M pour les *Lethrinus nebulosus* femelles. \bar{t} , âge moyen dans chaque groupe d'âge; \bar{L} , longueur standard moyenne; N, fréquence.

Groupe d'âge en année mois		\bar{t} (an)	\bar{L} (mm)	Variance	N
15-16	175-198	15,5	513	658	18
17-18	199-222	17,7	537	1070	11
19-20	223-246	19,4	537	528	9
21-22	247-270	21,8	562	1922	7
23-25	271-306	24,1	535	815	5
26-28	307-342	27,4	536	956	4
17-28	199-342		542	1152	36

longueur maximale moyenne \bar{L}_M obtenue en faisant la moyenne des tailles de tous les individus appartenant à ce palier. Il s'agit en somme d'un L_∞ observé. Si on considère le début du palier, on peut estimer de façon approximative un âge à partir duquel la croissance peut être considérée comme nulle : c'est l'âge d'arrêt de la croissance t_a ⁽³⁾.

Le tableau II et la figure 3 traitent le cas des *Lethrinus nebulosus* femelles. A partir du groupe d'âge 17-18 ans jusqu'au groupe d'âge 26-28, les longueurs moyennes sont stables et il n'apparaît aucune différence significative. En regroupant tous les Poissons de 17 à 28 ans, on obtient une longueur moyenne de 542 mm supérieure de façon hautement significative à celle du groupe 15-16 ans. On peut donc prendre 542 comme estimation de la longueur maximale moyenne \bar{L}_M .

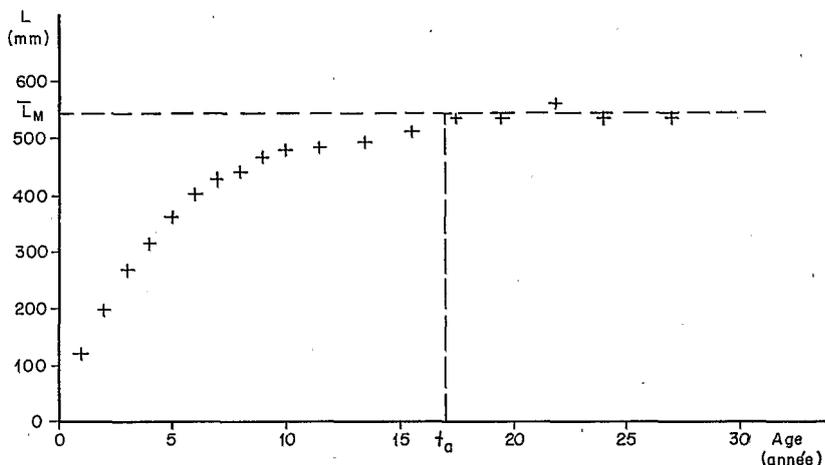


Fig. 3. — Estimation de la longueur maximale moyenne \bar{L}_M et de l'âge d'arrêt de la croissance t_a chez *Lethrinus nebulosus*.

Les données ne permettent pas toujours d'utiliser les tests statistiques usuels, on se contente alors de prendre la longueur moyenne des individus les plus âgés, à condition que le graphique donne l'impression que le palier est atteint.

⁽³⁾ L'âge d'arrêt de la croissance t_a avait été appelé âge de cessation de la croissance A_c dans notre article sur la sexualité et la reproduction, par suite de l'impossibilité de mettre au point un système de notation à la fois simple et tenant compte des symboles usuels.

3. MODÈLE DE VON BERTALANFFY

La relation de VON BERTALANFFY

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

peut s'écrire :

$$L_\infty - L_t = L_\infty e^{-Kt_0} e^{-Kt}$$

L_∞ n'est autre que la longueur maximale moyenne \bar{L}_M . En prenant comme nouvelle variable $y = \bar{L}_M - L_t$, et $L_\infty e^{-Kt_0}$ étant une constante, on est ramené à une relation exponentielle de la forme $y = ae^{-Kt}$. C'est cette forme qui a été utilisée pour les ajustements puisque L_∞ pouvait être estimée directement à partir des observations. Les calculs s'en trouvent d'ailleurs simplifiés et peuvent être faits avec une petite calculatrice de bureau.

Dans ces ajustements on cherche à représenter le mieux possible, à partir des données fournies par le rétrocalcul et la méthode directe, la taille moyenne des Poissons à tous les âges qu'ils sont susceptibles d'atteindre. Si une relation de VON BERTALANFFY représentait exactement la croissance en longueur durant toute la vie du Poisson, on obtiendrait les mêmes résultats quelle que soit la composition de l'échantillon servant à l'ajustement. Or l'on sait que, si le modèle de VON BERTALANFFY est souvent convenable, il n'est pas cependant parfait, en particulier au début de la vie du Poisson. D'autre part il faut compter avec les variations aléatoires ou non, souvent importantes dans les phénomènes de croissance. Il résulte de tout cela des ajustements pouvant être assez différents selon l'intervalle d'âge considéré et les poids attribués à chaque âge. Il faut donc faire un choix parmi tous les ajustements possibles.

Les ajustements ont été faits en utilisant simplement la longueur maximale moyenne \bar{L}_M et les couples âge t — longueur moyenne \bar{L}_t fournis par le rétrocalcul. On se sert donc finalement, selon les espèces, de 4 à 8 couples $t, \bar{L}_M - \bar{L}_t$. Les raisons de ce mode d'ajustement seront exposées en les illustrant par les résultats des calculs faits sur *Lutjanus fulviflamma* (tableau III). Pour cette espèce l'échantillonnage a permis d'obtenir 65 poissons de 19 à 274 mois, d'un âge moyen de 90 mois (sept ans et demi). Le rétrocalcul a donné les résultats suivants :

Age t (mois)	10	22	34	46
Longueur moyenne \bar{L}_t (mm)...	100	145	171	188
Longueurs L_t (mm).....	65 à 131	121 à 189	147 à 205	164 à 225
Effectif N.....	60	61	48	26

Le palier d'arrêt de croissance commence vers 13 ans. Les longueurs des 15 individus de 13 à 23 ans permettent de définir \bar{L}_M et son intervalle de sécurité (95 %) : 248 ± 12 .

Un ajustement sera considéré comme bon si les longueurs calculées à l'aide de la relation exponentielle sont très voisines des longueurs rétrocalculées et si en outre la longueur calculée pour l'âge de 13 ans, qui est pour *Lutjanus fulviflamma* l'âge d'arrêt de croissance t_a , est très proche de la longueur maximale moyenne \bar{L}_M . Dans le tableau III, pour permettre des comparaisons plus

TABLEAU III

Croissance en longueur de *Lutjanus fulviflamma* : comparaison de différents ajustements (modèle de VON BERTALANFFY). N, effectif; r, coefficient de corrélation.

Age mois an	Rétro- calcul	Numéros des ajustements									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12 1	110	111	111	112	109	112	107	87	141	-132	220
24 2	150	147	148	147	145	146	147	139	161	41	220
36 3	175	173	175	174	171	173	175	175	177	135	220
48 4	191	192	195	193	191	193	196	198	190	187	220
60 5		207	209	207	206	209	211	215	201	215	219
72 6		218	219	218	217	221	221	225	209	230	219
96 8		231	233	232	231	237	234	238	222	243	218
156 13		244	245	244	244	254	245	247	239	248	217
\bar{L}_M		248	248	248	248	260	248	248	248	248	248
K (mensuel)		0,025	0,026	0,025	0,025	0,022	0,028	0,033	0,017	0,051	-0,0007
r		0,996	0,879	0,865	0,994	0,995	0,895	0,823	0,719	0,725	0,022
N		4	195	100	15	4	20	35	49	15	14
Intervalle d'âge (mois)		10 à 46					19 à 42	19 à 78	19 à 126	43 à 78	79 à 126

aisées, on a fait figurer des longueurs rétrocalculées estimées aux âges 12, 24, 36 et 48 mois d'après les résultats obtenus à 10, 22, 34 et 46 mois. La durée de la première période de croissance n'est en effet que de 10 mois, d'où un décalage de 2 mois entre les âges à l'apparition des annulus et les nombres entiers d'années.

L'ajustement n° 1 a donc été fait avec les 4 points t , $\bar{L}_M - \bar{L}_t$ du rétrocalcul; il est très bon.

L'ajustement n° 2 prend en compte les 195 couples de valeurs fournis par le rétrocalcul (60 pour $t = 10$ mois, 61 pour $t = 22$, 48 pour $t = 34$ et pour $t = 46$). Dans l'ajustement n° 3 basé aussi sur les rétrocalculs, on a donné un poids égal à chaque âge en prenant au hasard 25 couples pour chacun des 4 âges 10, 22, 34 et 46 mois. Dans l'ajustement n° 4 on a utilisé à nouveau les 4 points t , $\bar{L}_M - \bar{L}_t$ du rétrocalcul mais en leur donnant un poids très différent (8, 4, 2, 1) pour essayer de tenir compte de la diminution d'abondance des classes d'âge. Ces trois ajustements sont excellents et fournissent des résultats très semblables entre eux et à ceux du premier.

Les échantillons utilisés pour les ajustements 2 et 3 offrent l'avantage théorique de tenir compte des variations individuelles et de pouvoir fournir, en appliquant par exemple la méthode classique de TOMLINSON-ABRAMSON, des intervalles de sécurité pour les longueurs moyennes aux différents âges et pour K . En réalité la précision indiquée par cette méthode paraît souvent illusoire dans la mesure où les hypothèses de base, en particulier la normalité des distributions conditionnelles de L en fonction de t , ne sont pas préalablement vérifiées et où, d'autre part, l'hétérogénéité du matériel biologique n'a que peu de rapport avec des fluctuations purement aléatoires. Dans le cas présent, la variabilité des croissances individuelles et les intervalles de sécurité sur les longueurs moyennes sont connus directement par les résultats du rétrocalcul et ceux de la méthode directe (tableau A-XVIII). Quant aux variations réelles de K elles peuvent être mieux évaluées en procédant à différents calculs avec différents échantillons, comme l'a fait, par exemple, DURAND (1978) sur les *Alestes baremoze* du bassin tchadien.

L'ajustement n° 5 a été fait pour voir l'influence d'une erreur sur l'estimation de \bar{L}_M . On a donc pris les 4 points t , $\bar{L}_M - \bar{L}_t$ du rétrocalcul, mais avec $\bar{L}_M = 260$ mm, qui est la limite supérieure de l'intervalle de sécurité de \bar{L}_M . Seules les longueurs des Poissons âgés se trouvent sensiblement modifiées.

Les 65 *Lutjanus fulvivflamma* ont été répartis en différents groupes d'âge (tableau III) à partir desquels on a procédé aux ajustements 6 à 10. Ces ajustements sont mauvais et même parfois très mauvais. Seul le n° 6, basé sur les 20 poissons les plus jeunes (19 à 42 mois), fournit des résultats convenables, ce qui rejoint une des conclusions de DURAND (*op. cit.*) selon laquelle « il faut surtout mettre l'accent sur les classes jeunes qui offrent des croissances notables ».

En conclusion, la méthode rapide proposée ici, — estimation de \bar{L}_M par les résultats de la méthode directe et ajustement à l'aide des couples t , $\bar{L}_M - \bar{L}_t$ provenant des résultats du rétrocalcul relatifs aux premières années de croissance rapide — permet de représenter très correctement les résultats de croissance observés, comme le montre l'ensemble des résultats des tableaux A-VI à A-XXI. Il faut noter cependant que cet ajustement n'est valable que dans l'intervalle d'étude, c'est-à-dire à partir de l'apparition du premier annulus (9 à 12 mois). Pendant la première année on verra que la croissance en longueur est en général nettement plus rapide que ne le prévoit le modèle de VON BERTALANFFY établi pour des Poissons d'au moins 1 an.

III. RÉSULTATS

1. PRÉSENTATION

Les nombres de Poissons par espèce obtenus au cours de l'échantillonnage sont très variables (tableau A-I), les résultats obtenus seront donc plus ou moins détaillés.

Les croissances en longueur des 16 principales espèces étudiées sont présentées individuellement dans les tableaux A-VI à A-XXI. Pour chaque espèce on indique les résultats du rétrocalcul (moyenne, écart-type et fréquence des distributions de longueur standard à l'apparition des annulus), les résultats de la méthode directe et les longueurs moyennes calculées d'après la relation de VON BERTALANFFY (V. B.). La première période de croissance, de la naissance à l'apparition du premier annulus, a une durée variable de 9 à 12 mois selon les espèces, ce qui explique les nombres décimaux figurant parfois dans la colonne « Age » des résultats du rétrocalcul. Le tableau IV décrit de façon synthétique la croissance en longueur et en poids de ces 16 espèces.

TABLEAU IV

Données sur la croissance des 16 principales espèces étudiées. L, longueur standard en millimètres;
P, poids du corps en grammes; t, âge en années; r, coefficient de corrélation.

Espèce	Sexe	Maturité sexuelle			t _a	Maxima moyens		Maxima absolus			L _t = L _M - ae ^{-Kt}		
		t _m	L _m	P _m		L _M	P _M	t _M	L _M	P _M	a	K	r
Epinephelus areolatus		2	190	172	11	276	535	18	328	1 035	171,9	0,331	0,991
Epinephelus fasciatus					15	230	390	19	258	544	174,9	0,160	0,995
Epinephelus maculatus		5	310	810	12	402	1 730	20	495	2 820	388,3	0,281	0,998
Gymnocranius japonicus	m	8	330	1 205	15	395	2 010	25	430	2 440	366,6	0,223	0,999
	f	7	280	754	15	351	1 440	21	370	1 625	335,1	0,240	0,998
Lethrinus chryostomus	m				14	489	3 290	22	533	4 590	488,1	0,263	0,999
	f	6	370	1 470	12	457	2 730	14	472	2 840	466,7	0,272	0,999
Lethrinus lentjan		3,5	200	245	11	292	735	15	331	1 080	291,2	0,330	0,999
Lethrinus mahsena					13	327	1 240	24	355	1 430	306,7	0,292	1,000
Lethrinus nebulosus	m	8	420	1 995	15	509	3 460	24	555	4 670	493,6	0,220	0,998
	f	9	450	2 410	17	543	4 130	27	620	5 960	533,4	0,212	0,998
Lethrinus nematacanthus	m	1	100	27	4	160	113	7	185	175	158,7	0,870	0,982
	f	1	100	28	4	140	74	7	157	107	108,3	0,856	0,987
Lethrinus variegatus		2,5	210	253	9	303	745	15	358	1 290	257,2	0,431	0,991
Lutjanus amabilis	m	3	210	281	10	334	1 140	33	442	2 285	256,7	0,260	0,996
	f	3	210	278	10	293	760	37	382	1 750	225,2	0,343	0,995
Lutjanus fulviflamma					13	248	490	23	285	748	184,5	0,300	0,996
Lutjanus quinquelineatus		2,5	130	73	10	173	177	22	195	256	102,5	0,366	0,990
Lutjanus vitta	m	2	150	89	8	282	655	12	312	905	225,7	0,324	0,983
	f	2	150	92	8	238	372	12	264	508	157,5	0,302	0,996
Nemipterus peroni	m	1	150	74	4	235	312	5	240	335	193,1	0,798	0,998
	f	1	130	49	4	197	179	6	219	240	110,6	0,579	0,995
Sphyraena bleekeri		2	450	706	7	692	2 460	10	702	2 635	473,8	0,373	0,999

Pour 12 autres espèces, nous donnons (tableau V) des résultats préliminaires basés sur une trentaine de Poissons par espèce. Grâce au rétrocalcul et du fait qu'il s'agit en moyenne de Poissons assez âgés, cet échantillonnage réduit permet d'obtenir cependant plus de 200 couples âge-longueur répartis tout au long de la croissance. Le tableau A-XXII indique pour ces 12 espèces les longueurs moyennes ajustées.

TABLEAU V

Données sur la croissance de 12 espèces secondaires. L, longueur standard en millimètres; P, poids du corps en grammes; t, âge en années; r, coefficient de corrélation.

Espèce	t _a	Maxima moyens		Maxima absolus			$L_t = \bar{L}_M - ae^{-Kt}$		
		\bar{L}_M	\bar{P}_M	t _M	L _M	P _M	a	K	r
Aprion virescens	14	656	4 680	26	705	5 970	604,0	0,307	0,998
Diagramma pictum	13	522	3 085	31	584	4 640	510,1	0,281	0,994
Epinephelus hoedti	13	581	6 100	26	625	6 885	573,0	0,277	0,999
Epinephelus merra	10	179	174	17	202	253	144,6	0,271	0,998
Epinephelus rhyncholepis	8	279	690	15	293	828	245,6	0,491	0,998
Epinephelus tauvina		307	900	18	325	1 090	246,2	0,292	0,999
Gymnocranius lethrinoides	13	370	1 620	18	390	1 760	338,2	0,282	0,998
Gymnocranius rivulatus	10	464	3 050	17	497	3 500	408,5	0,230	0,997
Lutjanus bohar		520	4 240	38	580	5 850	421,2	0,110	0,999
Lutjanus kasmira		211	295	8	241	445	166,8	0,380	0,999
Parapercis hexoptalma	6	181	115	14	195	172	130,6	0,457	0,995
Plectropomus leopardus	11	500	3 150	19	640	6 145	425,1	0,158	0,984

Enfin pour 16 autres espèces, le tableau VI fournit les âges, longueurs et poids maximaux observés d'après des échantillons réduits mais comportant quelques adultes d'assez grande taille. Cela donne une première idée des longévités et des potentiels de croissance.

2. LONGÉVITÉ

La longévité est évaluée par l'âge maximum observé t_M . Elle est probablement nettement sous-évaluée pour toutes les espèces représentées dans les échantillons par un petit nombre d'individus. Malgré cela on remarque qu'elle est presque toujours élevée, parfois même très élevée.

TABLEAU VI

*Age (années), longueur standard (mm),
et poids (g) maximaux observés pour quelques espèces.*

Espèce	t_M	L_M	P_M
<i>Adioryx spinifer</i>	13	258	572
<i>Caranx ignobilis</i>	9	764	10 765
<i>Epinephelus summana</i>	16	208	263
<i>Lethrinus harak</i>	15	243	450
<i>Lethrinus obsoletus</i>	14	250	501
<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	18	607	5 870
<i>Lutjanus gibbus</i>	18	370	1 735
<i>Lutjanus sebae</i>	35	695	13 810
<i>Monotaxis grandoculis</i>	11	392	2 730
<i>Mugil buehanani</i>	8	493	2 515
<i>Mugil seheli</i>	8	467	1 990
<i>Plectorhynchus chaetodonoides</i>	21	431	2 715
<i>Plectorhynchus picus</i>	11	392	1 970
<i>Pomadasys hasta</i>	12	318	873
<i>Sphyræna jello</i>	24	998	7 440
<i>Symphorus nematophorus</i>	43	745	11 080

Pour les 44 espèces envisagées (tableaux IV, V et VI) la longévité moyenne est de 18,8 ans. Elle dépasse 20 ans chez 16 espèces, 30 ans chez 5 espèces. Par famille, ce sont les *Lutjanidae* qui montrent les longévités les plus remarquables avec une moyenne de 25,4 ans et le maximum maximum de 43 ans chez *Symphorus nematophorus*. Les longévités minimales s'observent

pour 2 espèces de petite taille, abondantes sur les fonds sédimentaires entourant la Grande Terre (île principale de la Nouvelle-Calédonie), *Lethrinus nematacanthus* (7 ans) et *Nemipterus peroni* (6 ans).

Rappelons quelques observations antérieures concernant certaines des principales familles considérées ici, obtenues soit par des examens d'écailles ou d'otolithes, soit par des élevages en aquarium.

Famille et espèce	Longévité (ans)	Auteur	Méthode
<i>Holocentridae</i> :			
<i>Adioryx spinifer</i>	> 10	DE GRAAF (1977)	aquarium
<i>Myripristis murdjan</i>	> 10	DE GRAAF (1977)	aquarium
<i>Lutjanidae</i> :			
<i>Lutjanus decussatus</i>	16	DE GRAAF (1977)	aquarium
<i>Lutjanus griseus</i>	9	STARCK (1971)	écaille
<i>Lutjanus synagris</i>	7	RODRIGUEZ (1962)	otolithe
<i>Nemipteridae</i> :			
<i>Nemipterus virgatus</i>	6	EGGLESTON (1972)	otolithe
<i>Serranidae</i> :			
<i>Cephalopholis miniatus</i>	> 8	DE GRAAF (1977)	aquarium
<i>Cromileptes altivelis</i>	> 9	DE GRAAF (1977)	aquarium
<i>Epinephelus fario</i>	17	DE GRAAF (1977)	aquarium
<i>Epinephelus morio</i>	26	MOE (1969)	otolithe
<i>Mycioperca sp.</i>	16	DE GRAAF (1977)	aquarium

En outre des spécimens d'*Acanthuridae*, de *Balistidae*, d'*Ephippidae*, de *Grammistidae*, de *Monodactylidae* et de *Scorpaenidae* ont pu être conservés durant 10 à 20 ans en aquarium (RANDALL, 1961 et DE GRAAF, 1977).

Ces longévités peuvent paraître étonnantes, puisqu'elles ne le cèdent en rien à celles indiquées, par exemple, par BEVERTON et HOLT (1959) ou par MUUS et DAHLSTROM (1973) pour les Poissons d'eaux froides ou tempérées. On estime généralement en effet que la longévité des Poissons tropicaux est nettement plus faible, en raison de la température plus élevée qui entraîne une accélération des processus responsables de la croissance. En réalité, si les études de croissance sur les Poissons des zones chaudes du globe sont déjà nombreuses, les données sur les durées de vie maximales sont encore rares, soit qu'on ne puisse déterminer l'âge des très grands adultes, soit que l'exploitation les ait fait disparaître. Sur un plan théorique,

si une température plus élevée est effectivement favorable à un développement rapide, bien d'autres facteurs interviennent, comme la densité des peuplements ou la disponibilité de la nourriture, qui peuvent contrebalancer l'influence du premier.

3. AGE D'ARRÊT DE CROISSANCE

L'âge d'arrêt de croissance t_a ne peut être fixé que de façon approximative étant donné la forme de la courbe $L = f(t)$. Il est intéressant cependant à considérer puisqu'il marque le début d'une nouvelle phase qu'on peut appeler la sénescence. Celle-ci serait caractérisée par ces deux phénomènes, l'arrêt de la croissance et la diminution de la fécondité relative qui a été observée assez souvent chez les vieux Poissons.

Pour les espèces considérées ici, t_a est beaucoup plus faible que t_M tout en restant assez élevé. Le palier d'arrêt de croissance est souvent très long avec de fortes variations résultant en partie des différences d'échantillonnage. Souvent la durée de ce palier atteint ou dépasse la durée de vie antérieure.

Cet âge d'arrêt de croissance semble avoir rarement été considéré jusqu'à présent. LE GUEN (1971) évalue celui des *Pseudolithus elongatus* du Kouilou (Congo) à 6 ans, alors que les plus grands adultes dépassent 10 ans. Les résultats que MOE (1969) a obtenus sur *Epinephelus morio* indiquent un arrêt de croissance vers 13 ans avec un âge maximal de 26 ans.

4. POTENTIEL DE CROISSANCE

Le potentiel de croissance d'une espèce peut être évalué par la longueur et les poids maximaux moyens, \bar{L}_M et \bar{P}_M , qu'atteignent les individus de l'espèce considérée. Idéalement le potentiel de croissance serait cette longueur et ce poids lorsque les conditions sont optimales. Pratiquement ce potentiel se réalise de différentes façons à l'intérieur de l'aire de répartition de l'espèce, ce qui peut aboutir pour une même espèce à plusieurs couples \bar{L}_M, \bar{P}_M en fonction des variations de l'ambiance organique et inorganique. De plus le potentiel peut être différent en fonction du sexe.

Le potentiel de croissance est évidemment une caractéristique capitale de l'espèce au point de vue de la production, la deuxième étant la vitesse avec laquelle ce potentiel est atteint, et la troisième les conditions de milieu,

plus ou moins étroites (espèces sténobiotes ou eurybiotes), qui permettent sa réalisation.

En ce qui concerne les 28 espèces des tableaux IV et V pour lesquelles on dispose d'une estimation de ce potentiel, les longueurs maximales varient de 140 mm (*Lethrinus nematacanthus* femelles) à 692 mm (*Sphyraena bleekeri*); les poids maximaux moyens de 74 g (*Lethrinus nematacanthus* femelles) à 6 100 g (*Epinephelus hoedti*). Les potentiels de ce lot d'espèces commerciales presque toutes nectobenthiques sont donc très différents, bien que le lot ne comprenne pas de représentants des très nombreuses petites espèces et des quelques très grandes espèces présentes dans la zone d'étude.

Il est intéressant de remarquer que les maximums absolus de longueur et surtout de poids peuvent être très supérieurs aux maximums moyens. Dans certains cas (*Epinephelus areolatus* et *Lutjanus amabilis*) P_M atteint le double de \bar{P}_M . Pour des espèces dont les individus sont tous ou en partie sédentaires, et dans une zone comme le lagon néo-calédonien présentant de nombreux micromilieus imbriqués et très différents, la croissance des individus peut être assez variable en fonction des endroits où ils se trouvent. Une preuve directe en a été fournie par STARCK (1971) sur les *Lutjanus griseus* de Floride. Chez cette espèce les adultes se rassemblent pour la fraie en milieu récifal. Après la fraie une partie d'entre eux s'éloigne, les autres restant sur place. Les marquages ont montré des différences de croissance considérables : 1,7 mm par mois pour les individus récifaux, 7,4 mm par mois pour les individus vivant au large.

5. ÉTAPES DE CROISSANCE

On a vu qu'un modèle de VON BERTALANFFY pouvait représenter correctement la croissance en longueur à partir de l'apparition du premier annulus, c'est-à-dire approximativement à partir de l'âge de 1 an. De la naissance à 1 an le modèle établi pour des âges supérieurs ne convient presque jamais, comme le montre le tableau VII, où figurent les longueurs à la naissance L_0 ($L_0 = \bar{L}_M - a$) calculées d'après les relations de VON BERTALANFFY des tableaux IV et V. Que l'on prenne comme origine des temps la fécondation (œuf d'environ 1 mm) où l'éclosion (larve de quelques millimètres), les valeurs calculées sont généralement plus élevées, ce qui signifie que la croissance réelle est plus rapide pendant la première année que ne le prévoit le modèle.

Il faut donc distinguer du point de vue de la dynamique de la croissance au moins deux périodes dans la vie du Poisson, la première année d'une part, et l'ensemble des autres années pour lequel un modèle de VON BERTALANFFY est acceptable. On sera très probablement amené à découper

TABLEAU VII

*Longueurs à la naissance L_0 (longueurs standard en millimètres)
calculées d'après les relations de VON BERTALANFFY*

Espèce	L_0	Espèce	L_0
Aprion virescens	52	Lethrinus nebulosus, ♂	15
Diagramma pictum	12	Lethrinus nebulosus, ♀	10
Epinephelus areolatus	104	Lethrinus nematacanthus, ♂	1
Epinephelus fasciatus	55	Lethrinus nematacanthus, ♀	32
Epinephelus hoedti	8	Lethrinus variegatus	46
Epinephelus maculatus	14	Lutjanus amabilis, ♂	77
Epinephelus merra	34	Lutjanus amabilis, ♀	68
Epinephelus rhyncholepis	33	Lutjanus bohar	99
Epinephelus tauvina	61	Lutjanus fulviflamma	63
Gymnocranius japonicus, ♂	28	Lutjanus kasmira	44
Gymnocranius japonicus, ♀	16	Lutjanus quinquelineatus	70
Gymnocranius lethrinoides	32	Lutjanus vitta, ♂	56
Gymnocranius rivulatus	55	Lutjanus vitta, ♀	80
Lethrinus chrysostomus, ♂	1	Nemipterus peroni, ♂	42
Lethrinus chrysostomus, ♀	-10	Nemipterus peroni, ♀	86
Lethrinus lentjan	1	Parapercis hexoptalma	50
Lethrinus mahsena	20	Plectropomus leopardus	75
		Sphyræna bleekeri	218

en plusieurs étapes la première année d'existence dès que les connaissances s'amélioreront. Pour des espèces voisines, la littérature (EHRlich, 1975; RUSSEL, ANDERSON et TALBOT, 1977) indique l'existence d'une première phase pélagique pouvant durer jusqu'à 3 mois et précédant l'installation en zone côtière ou récifale.

6. VITESSE DE CROISSANCE ET SEXE

Les différences de croissance liées au sexe sont assez fréquentes. Les 28 espèces étudiées se répartissent à ce propos en plusieurs groupes.

Les mâles grandissent plus vite que les femelles chez 6 espèces : *Gymnocranius japonicus*, *Lethrinus chrysostomus*, *Lethrinus nematacanthus*, *Lutjanus amabilis*, *Lutjanus vitta* et *Nemipterus peroni*. *Gymnocranius lethrinoides* se rattache probablement à ce groupe, mais les données sont encore un peu insuffisantes pour conclure définitivement. La différence entre les longueurs maximales moyennes, exprimée en pour-cent de la plus petite des deux, est en moyenne de 13 % (7-19 %). En poids les différences sont bien plus importantes et, dans les cas extrêmes de *Lutjanus vitta* et *Nemipterus peroni*, les grands mâles atteignent à l'arrêt de croissance 175 % du poids des femelles.

Les femelles grandissent un peu plus vite que les mâles chez deux espèces, *Lethrinus nebulosus*, et *Sphyraena bleekeri*; mais la différence des longueurs maximales moyennes n'est que de 6 à 7 %.

Pour 13 espèces, dont 8 *Serranidae* hermaphrodites protogynes, l'échantillonnage ne met pas en évidence de différences de croissance significatives. Il reste enfin 6 espèces pour lesquelles l'échantillonnage n'a pas été suffisant.

BERTIN (1958) estimait que « en règle générale, ce sont les femelles qui l'emportent par la taille ». La masse des données accumulées ces 20 dernières années impose une nouvelle révision bibliographique.

Les différences sexuelles de taille apparaissent dès l'âge de 1 an dans 5 cas sur 8, à 2 ans pour *Lutjanus amabilis* et *Sphyraena bleekeri*, à 3 ans seulement pour *Lethrinus nebulosus*. Dans tous les cas elles sont déjà apparentes au moment de la maturité sexuelle.

7. PÉRIODE DE RÉALISATION DU POTENTIEL DE CROISSANCE

Disposant d'un lot d'espèces de potentiels assez différents, il est intéressant de voir durant quelle période de la vie du Poisson ces potentialités se réalisent, autrement dit quels sont les accroissements annuels en corrélation étroite avec la longueur maximale moyenne \bar{L}_M . Les accroissements annuels A_i utilisés sont ceux calculés à partir des relations de VON BERTALANFFY (tableau VIII) sauf le premier A_1 qui n'est autre que

la longueur à 1 an, \bar{L}_1 . *Sphyraena bleekeri* et *Aprion virescens* ont été laissées de côté car il ne s'agit pas d'espèces nectobenthiques et leur forme très allongée est différente de celle des autres espèces.

TABLEAU VIII

Accroissements annuels A_i
et longueurs maximales moyennes \bar{L}_M (longueur standard en millimètres)

Espèce	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	\bar{L}_M
<i>Diagramma pictum</i>	137	94	71	54	41	31	522
<i>Epinephelus areolatus</i>	153	34	25	18	13	9	276
" <i>fasciatus</i>	81	22	19	16	13	12	230
" <i>hoedti</i>	146	106	79	61	45	35	581
" <i>maculatus</i>	109	72	54	41	31	23	402
" <i>merra</i>	69	26	20	15	12	9	179
" <i>rhyncholepis</i>	129	58	36	22	13	8	279
" <i>tauvina</i>	123	47	34	26	20	14	307
<i>Gymnocranius japonicus</i> ♂	102	58	47	38	30	24	395
" <i>japonicus</i> ♀	87	57	44	35	27	22	351
" <i>lethrinoides</i>	115	63	47	36	27	20	370
" <i>rivulatus</i>	140	66	53	42	34	26	464
<i>Lethrinus chrysostomus</i> ♂	114	86	67	51	40	30	489
" <i>chrysostomus</i> ♀	102	84	65	49	37	29	457
" <i>lentjan</i>	83	58	43	30	22	16	292
" <i>mahsena</i>	98	58	43	32	25	18	327
" <i>nebulosus</i> ♂	120	77	61	50	39	33	509
" <i>nebulosus</i> ♀	119	81	65	53	43	35	543
" <i>nematacanthus</i> ♂	93	39	16	7			160
" <i>nematacanthus</i> ♀	94	26	12	4			140
" <i>variegatus</i>	136	58	38	25	16	11	303
<i>Lutjanus amabilis</i> ♂	136	46	35	27	20	16	334
" <i>amabilis</i> ♀	133	47	32	24	16	12	293
" <i>bohar</i>	143	39	36	31	29	25	520
" <i>fulviflamma</i>	111	36	26	19			248
" <i>kasmira</i>	97	36	25	17	11	8	211
" <i>quinquelineatus</i>	102	22	15	10	8		173
" <i>vitta</i> ♂	119	45	33	23	17	13	297
" <i>vitta</i> ♀	122	30	22	17	12	9	238
<i>Nemipterus peroni</i> ♂	148	29	19	13			237
" <i>peroni</i> ♀	135	16	11	9			197
<i>Parapercis hexophthalma</i>	98	31	19	12	8	5	181
<i>Plectropomus leopardus</i>	137	53	45	39	33	28	500
Moyenne de A _i ou de \bar{L}_M	116	52	38	29	24	27	333
écart-type	22	23	19	15	12	9	128
effectif	33	33	33	33	28	27	33

On dispose pour les 6 premiers accroissements de 33 à 27 couples \bar{L}_M/A_i (il y a deux couples pour une seule espèce lorsque les croissances des mâles et des femelles sont différentes). Les coefficients de corrélation obtenus sont les suivants :

corrélation \bar{L}_M/A_1 0,426;

corrélation \bar{L}_M/A_2 0,845;

corrélation \bar{L}_M/A_3 0,917;

corrélation \bar{L}_M/A_4 0,950;

corrélation \bar{L}_M/A_5 0,960;

corrélation \bar{L}_M/A_6 0,962.

Les seuils de significativité du coefficient de corrélation, pour une population à 2 variables normales et 30 degrés de liberté, sont de 0,35 (coefficient de risque 5 %) et 0,45 (coefficient de risque de 1 %). Les distributions de \bar{L}_M et de A_i n'étant pas normales, ces valeurs ne sont qu'indicatives. On peut dire cependant que la corrélation est très faible entre le premier accroissement annuel et la longueur maximale moyenne. Pour donner un exemple, un *Lutjanus quinquelineatus* ($\bar{L}_M = 173$ mm) croît aussi vite pendant la première année qu'un *Lethrinus chrysostomus* femelle ($\bar{L}_M = 457$ mm). Il semble donc que, au cours de la première année, des conditions de vie relativement homogènes effacent les différences spécifiques et prennent le pas dans un premier temps sur les potentialités propres à chaque espèce qui ne se manifestent que plus tard, à partir de la deuxième année.

IV. COMPARAISON AVEC LES TRAVAUX ANTÉRIEURS

Après avoir examiné les travaux antérieurs, très peu nombreux, concernant les 28 espèces étudiées ici, on comparera les résultats obtenus en Nouvelle-Calédonie avec ceux en provenance d'autres régions du globe et portant sur des espèces voisines au point de vue systématique et biologique.

1. TRAVAUX ANTÉRIEURS SUR LES ESPÈCES CONSIDÉRÉES DANS CET ARTICLE

La bibliographie est vite faite, puisque quatre études seulement ont pu être repérées.

TOOR (1964) a tenté l'étude de la croissance des *Lethrinus lentjan* du golfe de Mannar (sud de l'Inde, 9° lat. N) par la méthode de PETERSEN et par la lecture des otolithes et des écailles. L'auteur considère souvent comme des modes représentatifs d'une cohorte de très faibles variations de pourcentage qui peuvent être aléatoires; la filiation des modes proposée est très fragile. En ce qui concerne les otolithes et les écailles, la périodicité d'apparition des marques observées n'a pas été établie.

SIVALINGAM (1969) s'est intéressé aux prises des chalutiers opérant sur le Wadge Bank (Sri Lanka). L'espèce principale est *Lethrinus nebulosus*. Là encore l'utilisation des distributions de fréquence des longueurs faite dans cet article est très contestable : une partie seulement des pics de fréquence sont retenus, et parmi ceux-ci certains sont très peu marqués.

Plus récemment WALKER (1975) a examiné les écailles de 500 *Lethrinus chrysostomus* de la région de Townsville (Queensland, Australie). La comparaison de ses résultats avec les nôtres est faite dans le tableau IX. Pour la Nouvelle-Calédonie, les nombres indiqués concernent les femelles puisque ce sexe est très largement prédominant dans les échantillons jusqu'à l'âge de 8 ans.

TABLEAU IX

Croissance comparée des Lethrinus chrysostomus du Queensland et de la Nouvelle-Calédonie (âge en années, longueur standard en millimètres)

Age	Queensland	Nouvelle-Calédonie
1	252	116
2	310	179
3	354	248
4	384	299
5	415	336
6	445	365
7	471	388

On constate qu'à l'âge de 1 an les *Lethrinus chrysostomus* du Queensland ont la même taille que ceux de Nouvelle-Calédonie à 3 ans. Ensuite, à partir de 25 cm, les croissances sont semblables, un peu plus rapides au Queensland.

Ce désaccord sur le début de la croissance peut s'expliquer par la nature différente du matériel utilisé pour les lectures d'âge, écailles au Queensland, otolithes en Nouvelle-Calédonie. En effet, dans ce dernier pays, la comparaison des marques observées sur les écailles et les otolithes, faite sur 3 espèces de *Lethrinus* et 4 espèces de *Lutjanus*, a montré que les premiers annulus sont peu ou pas visibles sur les écailles alors qu'ils sont nets sur les otolithes (LOUBENS 1978). Il est possible qu'il en soit de même au Queensland et que les 2 premiers annuli n'aient pas pu être observés.

Enfin TALBOT (1960) rappelle brièvement les travaux de WHEELER sur les *Lutjanus bohar* des Chagos (Océan indien, 6° lat. S). Le groupe de 1 an atteint 137 mm (Nouvelle-Calédonie, 143 mm à 1 an). Les accroissements annuels suivants sont de 93 et 87 mm, soit nettement plus que ceux, — calculés sur un très petit nombre d'exemplaires —, obtenus en Nouvelle-Calédonie.

2. ESPÈCES NECTOBENTHIQUES TROPICALES DE CARACTÉRISTIQUES VOISINES

Il est intéressant de comparer, à potentiels de croissance semblables, les croissances observées en Nouvelle-Calédonie à celles d'espèces voisines provenant d'autres régions tropicales du globe. Il s'agit surtout de travaux effectués dans l'Atlantique tropical occidental.

Les comparaisons ne sont pas faciles par suite d'une grande hétérogénéité dans la présentation des résultats. Les longueurs utilisées sont souvent différentes, sans que les relations permettant de passer de l'une à l'autre soient fournies. Certains auteurs donnent uniquement les longueurs moyennes à l'apparition des annulus, longueurs qui correspondent à des durées variables en fonction des dates de naissance et des périodes d'apparition des annulus. D'autres auteurs indiquent, par exemple, la longueur moyenne de la classe l^+ , c'est-à-dire la longueur moyenne des Poissons de l'échantillon ayant un annulus. Leur âge moyen n'est donc pas connu de façon précise, mais il est évidemment plus élevé de quelques mois que l'âge à l'apparition du premier annulus. Ce décalage, s'il est négligeable pour des Poissons âgés, est important pour les premières années de croissance.

Nous nous sommes efforcés d'exprimer tous les résultats en termes de longueur standard et de nombres entiers d'années. Il vaudrait mieux, bien sûr, travailler sur les poids, mais les difficultés sont alors inextricables. L'homogénéisation complète de la présentation des résultats n'est pas

forcément possible mais il faudrait, semble-t-il, fournir dans toutes les études de croissance : les relations entre la longueur standard, la longueur à la fourche, la longueur totale; la relation longueur-poids; les longueurs moyennes pour des nombres entiers d'années; ou, tout au moins, les âges moyens auxquels correspondent les longueurs moyennes présentées.

Lutjanus griseus et *Lutjanus synagris* sont des espèces abondantes dans le golfe du Mexique et la mer des Caraïbes. La croissance de *Lutjanus griseus* a été étudiée par STARCK (1971) en Floride grâce à des lectures d'écaillés, et par Claro MADRUGA et Bustamente POLA (1977) à Cuba grâce à l'examen des otolithes. Cette dernière méthode a également permis à Rodriguez PINO (1962) de fournir une estimation de la croissance des *Lutjanus synagris* de Cuba. *Lutjanus griseus* atteint 489 mm, *Lutjanus synagris* 415 mm; ces deux espèces peuvent être comparées à *Lutjanus amabilis* ($L_M = 442$ mm) (tableau X).

TABLEAU X

Croissance comparée de *Lutjanus amabilis*, *L. griseus* et *L. synagris*
(âge en années, longueur standard en millimètres)

Age	<i>Lutjanus amabilis</i>	<i>Lutjanus griseus</i>		<i>Lutjanus synagris</i>
		Floride	Cuba	
1	134	95	157	82
2	181	140	215	133
3	214	187	259	169
4	240	234	293	193
5	258	272	319	217
6	271	312	335	

En ce qui concerne *Lutjanus griseus*, STARCK a travaillé sur les écaillés, Claro MADRUGA et Bustamente POLA sur les otolithes. Ces derniers estiment que le premier anneau formé n'est pas annuel comme les suivants, et ils n'en tiennent pas compte pour l'estimation de la croissance. Compte tenu de cette divergence d'interprétation et des différences dans les potentiels de croissance, les trois espèces ont des croissances assez voisines.

La biologie des *Epinephelus morio* de Floride a été exposée par MOE (1969). Le potentiel de croissance de cette espèce de grande taille ($L_M = 620$ mm) est comparable à celui d'*Epinephelus hoedti*, la plus grande du lot d'espèces néo-calédoniennes étudiées ici ($L_M = 581$ mm).

Age (années)	1	2	3	4	5	6	8	10
<i>E. morio</i>	154	232	310	369	419	460	524	569
<i>E. haedi</i>	146	252	331	392	437	472	518	545

Enfin *Nemipterus virgatus* et *Nemipterus bathybus*, étudiées dans la région de Hong Kong par EGGLESTON (1972), sont, comme *Nemipterus peroni*, des espèces de fonds sédimentaires fins dont les tailles maximales encadrent celles de *Nemipterus peroni* (tableau XI).

TABLEAU XI

Croissance comparée des *Nemipterus* de Hong Kong et de Nouvelle-Calédonie
(âge en années, longueur standard en millimètres)

Age		1	2	3	4	L M
<i>Nemipterus bathybus</i>	♂	110	138	176	194	232
	♀	110	129	148	148	176
<i>Nemipterus peroni</i>	♂	148	196	217	227	240
	♀	135	162	178	186	219
<i>Nemipterus virgatus</i>	♂	129	213	260	288	344
	♀	129	185	213	232	269

L'ensemble de ces résultats, encore peu nombreux il est vrai, est assez cohérent : des espèces à positions systématiques voisines, de biologies semblables, placées dans des milieux comparables bien que géographiquement très éloignés et étudiées de façon entièrement indépendante par différents auteurs, ne présentent que de faibles différences de croissance.

V. CONCLUSION

Les espèces nectobenthiques tropicales étudiées dans cet article peuvent être qualifiées, dans un sens large, de coralliennes, c'est-à-dire qu'elles vivent dans des régions où les récifs coralliens sont abondants, sans pour autant être obligatoirement liées de façon étroite à ces récifs. La croissance de ces espèces peut être considérée comme rapide pendant la première année, moins rapide cependant que celle des espèces analogues du golfe de Guinée ou des eaux douces de l'Afrique inter-tropicale, mais nettement plus rapide que celle des espèces européennes marines ou continentales, dont la longueur standard à 1 an est souvent de l'ordre de 50 mm. Cet avantage des espèces d'eaux chaudes, qui peut durer plusieurs années, n'est pas cependant général : pour des potentiels identiques (400 mm), les *Notothenia macrocephala* des Kerguelen (HUREAU, 1970) d'une part, les

Epinephelus maculatus et les *Gymnocranius japonicus* mâles néo-calédoniens d'autre part, ont des croissances très semblables dès le début de l'existence.

Après cette période initiale de croissance rapide, les espèces néo-calédoniennes ont des croissances beaucoup plus modérées, très variables d'une espèce à l'autre, qui ne paraissent pas sensiblement différentes de celles observées à des latitudes plus élevées. Par rapport à la longévité, la taille limite moyenne est atteinte assez tôt, ce qui n'empêche pas que la vie puisse se poursuivre encore longtemps. Chez les espèces des eaux tempérées ou froides, il semble bien, — mais il faudrait une révision bibliographique approfondie pour préciser la généralité et l'intensité du phénomène —, que la période de croissance notable soit beaucoup plus longue. Il n'est d'ailleurs pas rare que le plateau de croissance nulle correspondant à la portion finale de la courbe de VON BERTALANFFY ne soit pas observé.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTIN (L.), 1958. — Sexualité et fécondation, in: *Traité de Zoologie*. P.-P. GRASSÉ, éd., Masson, Paris, **XIII**, 1584-1652.
- BEVERTON (R. J. H.) et HOLT (S. J.), 1959. — A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics, in: *Ciba foundation colloquia on ageing*. G. E. W. WOLSTENHOLME and M. O'CONNOR, éd., Churchill, London, **V**, 142-180.
- CLARO MADRUGA (R.) et BUSTAMANTE POLA (G.), 1977. — Edad y crecimiento del caballerote *Lutjanus griseus* (Linnaeus) en la plataforma sudoccidental de Cuba. *Informe científico-técnico*, **12**, Inst. Oceano., La Habana, 11 p.
- DE GRAAF (F.), 1977. — Encyclopédie des Poissons d'aquarium marin. Elsevier Séquoia, Bruxelles et Paris, 344 p.
- DURAND (J. R.), 1978. — Biologie et dynamique des populations d'*Alestes baremoze* (Pisces, Characidae) du bassin Tchadien. *Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M.*, **98**, Paris, 332 p.
- EGGLESTON (D.), 1972. — Patterns of biology in the Nemipteridae. *J. Mar. Biolog. Associat. India*, **XIX**, 1, 357-364.
- EHRlich (P. R.), 1975. — The population biology of coral reef fishes. *Ann. Rev. Ec. Syst.*, U.S.A., **VI**, 211-247.
- GOLDMAN (B.) et TALBOT (F. H.), 1976. — Aspects of the ecology of coral reef fishes, in : *Biology and Geology of coral reefs*, Academic Press, New York, **III**, 125-154.
- HUREAU (J. C.), 1970. — Biologie comparée de quelques Poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, **LXVIII**, 1391, 244 p.
- LE GUEN (J. C.), 1971. — Dynamique des populations de *Pseudolithus* (*Fonticulus*) *elongatus* (Bowd. 1825). Poissons, Sciaenidae. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, **IX**, 1, 3-84.

- LOUBENS (G.), 1978. — Biologie de quelques espèces de Poissons du lagon néo-calédonien. I. Détermination de l'âge (otolithométrie). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanographie*, XVI, 3-4, 263-283.
- LOUBENS (G.), 1980. — Biologie de quelques espèces de Poissons du lagon néo-calédonien. II. Sexualité et reproduction (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.
- MUUS (B. J.) et DAHLSTRÖM (P.), 1973. — Guide des Poissons de mer et pêche. Delachaux et Niestlé, Neufchâtel, 244 p.
- MUUS (B. J.) et DAHLSTRÖM (P.), 1973. — Guide des Poissons d'eau douce et pêche. Delachaux et Niestlé, Neufchâtel, 243 p.
- RANDALL (J. E.), 1961. — A contribution to the biology of the convict surgeonfish of the Hawaiian Islands, *Acanthurus triostegus sandvicensis*. *Pacific Science*, XV, n° 2, 215-272.
- RODRIGUEZ PINO (Z.), 1962. — Estudios estadísticos y biológicos sobre la Biajaiba (*Lutianus synagris*). Nota sobre investigaciones n° 4, Centro de Investigaciones, pesqueras, Cuba, 91 p.
- RUSSEL (B. C.), ANDERSON (G. R. V.) et TALBOT (F. H.), 1977. — Seasonality and recruitment of coral reef fishes. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, XXVIII, 521-528.
- SIVALINGAM (S.), 1969. — Wedge Bank trawl fishery studies. Part IV. An analysis of the length frequency measurements of the sea bream, *Lethrinus nebulosus*, made en 1949 and 1953 to 1958. *Bull. Fish. Res. Stn. Ceylon*, XX, 39-50.
- STARCK (W. A.), 1971. — Biology of the gray snapper, *Lutjanus griseus* (Linnaeus) in the Florida Keys. *Stud. trop. Oceanogr.*, Miami, 10, 150 p.
- TALBOT (F. H.), 1960. — Notes on the biology of *Lutjanidae* with special reference to *Lutjanus bohar* (Forskäl). *Ann. S. Afr. Mus.*, XLV, 549-573.
- TESCH (F. W.), 1971. — Age and growth, in : *Methods for assessment of fish production in fresh waters*, W. E. RICKER, éd., 2nd ed. Blackwell, London; Int. Biol. Progr., London, 98-130.
- 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, Townville, Australia, 241 p.

ANNEXES

TABLEAU-A I

Espèces étudiées et échantillons correspondants

Espèce	Fréquences des classes de longueur standard (mm) (Naso unicornis : longueur à la fourche)								TOTAL
	80- 149	150- 199	200- 249	250- 299	300- 399	400- 499	500- 599	600- 705	
Aprion virescens		1	84	1		1	2	17	22
Balistes frenatus	1	31		36					152
Bodianus perditio	6	16	41	61	73	5			202
Cephalopholis formosanus		1	4	5	9				19
" urodelus	15	8							23
Diagramma pictum	1				4	17	11		33
Epinephelus areolatus	4	14	63	68	9				158
" fasciatus	29	60	25	6					120
" hoedti		4	7	3	7	15	15	1	52
" maculatus	4	14	23	39	178	21			279
" merra	9	19	1						29
" microdon	3	4	4	6	18	18			53
" ryncholepis		7	21	36					64
" tauvina		1	4	13	6				24
Gymnocranius japonicus	1	9	35	57	174	12			288
" lethrinoides	3	12	6	5	24				50
" rivulatus				2	9	8			19
Lethrinus chrysostomus	1	2	3	9	64	113	4		196
" lentjan	6	22	13	14	5				60
" mahsena	3	18	56	70	24				171
" nebulosus	9	154	255	295	448	367	93	3	1 624
" nematacanthus	706	67							773
" variegatus	7	84	179	208	54				532
Lutjanus amabilis		5	76	108	94	5			288
" fulviflamma	16	20	30	8					74
" kasmira	9	16	4						29
" quinquelineatus	73	118							191
" vitta	11	48	61	28	2				150
Naso unicornis		1	3	4	15	15	7		45
Nemipterus peroni	32	160	34						226
Parapercis hexophtalma	3	15							18
Plectropomus leopardus	4	2	7	8	6	7	4	1	39
Saurida undosquamis	2	20	21	5					48
Sphyraena bleekeri				1		27	28	14	70
Variola louti			1	10	43	8			62
35 espèces	958	953	1061	1106	1266	639	164	36	6 183

TABLEAU A-II

Relations entre la longueur standard LS (mm) et la longueur à la fourche LF (mm);
équations des axes majeurs réduits. N, nombre de couples; r, coefficient de
corrélation.

Espèce	LF = aLS + b			
	N	r	a	b
Aprion virescens	18	0,999	1,059	3,7
Balistes frenatus	151	0,998	1,151	4,6
Bodianus perditio	202	0,999	1,204	4,4
Diagramma pictum	32	0,999	1,110	27,7
Epinephelus areolatus	158	0,998	1,181	6,2
" hoedti	49	1,000	1,158	13,2
Gymnocranius japonicus	279	0,999	1,133	2,7
" lethrinoides	49	1,000	1,126	1,0
" rivulatus	19	0,999	1,131	2,8
Lethrinus chrysostomus	193	0,998	1,127	7,2
" lentjan	59	0,999	1,131	5,7
" mahsena	170	0,988	1,137	1,9
" nebulosus	1000	1,000	1,121	8,4
" nematacanthus	434	0,987	1,138	2,6
" variegatus	529	0,999	1,103	5,1
Lutjanus amabilis	283	0,997	1,163	2,2
" fulviflamma	74	0,999	1,163	6,0
" kasmira	28	0,999	1,149	3,9
" quinquelineatus	188	0,987	1,158	4,5
" vitta	148	0,999	1,163	4,4
Nemipterus peroni	225	0,998	1,069	2,3
Parapercis hexophtalma	18	0,990	1,169	4,7
Plectropomus leopardus	38	1,000	1,145	10,7
Saurida undosquamis	43	0,999	1,048	5,6
Sphyræna bleekeri	65	0,999	1,069	3,6
Variola louti	62	0,988	1,194	-2,8

TABLEAU A-III

Relations entre la longueur standard LS (mm) et la longueur totale LT (mm) : équations des axes majeurs réduits. N, nombre de couples; r, coefficient de corrélation

Espèce	LT = aLS + b			
	N	r	a	b
Aprion virescens	21	0,998	1,213	21,8
Balistes frenatus	143	0,996	1,209	-1,6
Bodianus perditio	192	0,996	1,379	-7,3
Cephalopholis formosanus	19	0,999	1,207	6,7
" urodelus	23	0,996	1,213	2,1
Diagramma pictum	33	0,999	1,233	11,8
Epinephelus areolatus	154	0,996	1,258	0,8
" fasciatus	111	0,998	1,222	1,3
" hoedti	52	0,999	1,195	11,8
" maculatus	280	0,997	1,216	7,9
" merra	31	0,998	1,260	-4,2
" microdon	51	0,999	1,196	8,3
" rhyncholepis	61	0,992	1,206	10,3
" tauvina	26	0,996	1,168	17,6
Gymnocranius japonicus	272	0,999	1,210	16,3
" lethrinoides	48	1,000	1,241	7,6
" rivulatus	19	0,998	1,240	17,1
Lethrinus chrysostomus	180	0,998	1,204	16,3
" lentjan	58	0,999	1,263	4,3
" mahsena	157	0,999	1,269	4,3
" nebulosus	970	0,999	1,281	6,3
" nematacanthus	377	0,984	1,260	1,2
" variegatus	489	0,998	1,268	3,6
Lutjanus amabilis	274	0,993	1,281	4,5
" fulviflamma	73	0,996	1,266	3,6
" quinquelineatus	180	0,985	1,269	2,5
" vitta	146	0,999	1,239	6,0
Nemipterus peroni	209	0,997	1,228	8,7
Parapercis hexophtalma	16	0,987	1,230	-2,5
Plectropomus leopardus	36	1,000	1,224	7,4
Saurida undosquamis	42	0,998	1,145	10,4
Sphyræna bleekeri	60	0,999	1,188	10,5
Variola louti	62	0,976	1,479	-14,9

TABLEAU A-IV

Relations entre la longueur standard LS (mm) et la longueur hors tout LTT (mm) :
équations des axes majeurs réduits. N, nombre de couples; r, coefficient de
corrélation.

Espèce	LTT = aLS + b			
	N	r	a	b
Cephalopholis formosanus	16	0,998	1,222	10,1
" urodelus	23	0,992	1,273	-2,5
Epinephelus areolatus	120	0,995	1,273	0,7
" fasciatus	108	0,997	1,238	1,8
" hoedti	44	0,999	1,224	7,3
" maculatus	222	0,999	1,272	-2,4
" merra	28	0,998	1,277	-4,8
" microdon	46	0,999	1,222	5,7
" rhyncholepis	61	0,992	1,206	10,3
Electropomus leopardus	29	1,000	1,252	4,0
Sphyraena bleekeri	58	0,999	1,216	6,3
Variola louti	46	0,973	1,488	-9,0

TABLEAU A-V

Relations entre la longueur standard LS (mm) et le poids du corps P (g) :
équations des axes majeurs réduits. N, nombre de couples; r, coefficient de corrélation

Espèce	log P = log a + b log LS			
	N	r	a x 10 ⁵	b
Aprion virescens	21	0,997	8,231	2,753
Balistes frenatus	152	0,986	7,729	2,884
Bodianus perditio	202	0,997	2,611	3,068
Cephalopholis formosanus	19	0,983	4,320	2,975
" urodelus	23	0,986	1,379	3,173
Diagramma pictum	32	0,995	3,556	2,921
Epinephelus areolatus	158	0,989	2,113	3,033
" fasciatus	113	0,993	1,408	3,150
" hoedti	53	0,998	3,919	2,964
" maculatus	284	0,992	4,109	2,928
" merra	34	0,994	1,079	3,199
" microdon	53	0,995	4,080	2,956
" rhyncholepis	64	0,979	3,004	3,010
" tauvina	26	0,983	1,655	3,111
Gymnocranius japonicus, mâles	193	0,995	8,054	2,849
" " , femelles	82	0,993	7,687	2,857
" " , tous	280	0,996	7,468	2,862
Gymnocranius lethrinoïdes	51	0,998	4,326	2,949
" rivulatus	19	0,996	7,863	2,846
Lethrinus chrysostomus, mâles	60	0,961	6,419	2,867
" " , femelles	123	0,996	4,468	2,927
" " , tous	185	0,996	4,477	2,926
Lethrinus lentjan	60	0,997	5,006	2,907
" mahsena	171	0,996	1,818	3,116
Lethrinus nebulosus, mâles	707	0,998	5,976	2,868
" " , femelles	790	0,998	5,964	2,867
" " , immatures	998	0,997	4,819	2,906
" " , adultes	229	0,941	4,574	2,908
" " , tous	1000	0,998	5,641	2,877
Lethrinus nematacanthus, mâles	429	0,982	2,199	3,045
" " , femelles	344	0,966	4,261	2,908
" " , tous	778	0,984	2,512	3,018
Lethrinus variegatus, mâles	190	0,975	3,833	2,938
" " , femelles	338	0,997	3,415	2,958
" " , tous	530	0,996	3,564	2,950
Lutjanus amabilis, mâles	175	0,993	2,742	3,019
" " , femelles	106	0,990	2,759	3,016
" " , tous	287	0,992	2,697	3,021
Lutjanus fulviflamma	74	0,997	2,161	3,072
" kasmira	29	0,993	2,323	3,057
Lutjanus quinquelineatus, mâles	102	0,979	2,778	3,038
" " , femelles	88	0,960	2,041	3,102
" " , tous	191	0,971	2,308	3,076
Lutjanus vitta, mâles	77	0,997	1,126	3,169
" " , femelles	70	0,996	2,433	3,023
" " , tous	149	0,997	1,466	3,119
Naso unicornis (LF au lieu de LS)	44	0,996	2,701	2,951
Nemipterus peroni, mâles	101	0,994	0,793	3,203
" " , femelles	121	0,985	1,158	3,133
" " , tous	226	0,991	1,070	3,147
Parapercis hexophtalma	18	0,979	0,849	3,159
Plectropomus leopardus	39	0,999	2,374	3,010
Saurida undosquamis	46	0,988	0,369	3,200
Sphyræna bleekeri	70	0,990	1,419	2,901
Variola louti	62	0,984	2,535	3,025

TABLEAU A-VI

Croissance en longueur de Epinephelus areolatus
 \bar{L} , longueur standard moyenne (mm); s , écart-type; N , fréquence

Sexe	Rétrocalcul				Méthode directe				V.B.
	Age (année)	\bar{L}	s	N	Age (année)	\bar{L}	s	N	
m	0,8	130	30	49	1	156	17	7	153
f		121	27	87					
tous		124	29	136					
m	1,8	188	27	49	2	183	21	12	187
f		184	24	80					
tous		185	26	129					
m	2,8	216	20	43	3	222	13	22	212
f		215	22	61					
tous		216	21	104					
m	3,8	231	18	33	4	236	16	15	230
f		232	21	35					
tous		232	20	68					
tous	4,8	243	19	40	5	253	15	16	243
tous	5,8	249	21	25	6	251	15	8	252
tous	6,8	257	24	17	7-8	264	24	26	262
					9-10	268	21	17	267
					11-18	276	13	18	

TABLEAU A-VII

Croissance en longueur de Epinephelus fasciatus
 \bar{L} , longueur standard moyenne (mm); s, écart-type; N, fréquence

Sexe	Rétrocalcul				Méthode directe				V.B.
	Age (année)	\bar{L}	s	N	Age (année)	\bar{L}	s	N	\bar{L}
m f tous	0,9	74 69 72	18 18 19	41 55 101	1				81
m f tous	1,9	110 100 105	24 21 24	42 55 101	2				103
m f tous	2,9	132 119 125	29 26 29	41 54 98	3				122
m f tous	3,9	140 131 136	25 27 28	35 49 87	4	142	22	5	138
m f tous	4,9	153 142 147	23 26 25	31 41 72	5	164	36	12	151
tous	5,9	164	26	51	6	168	19	24	163
tous	6,9	171	27	28	7	178	32	23	173
					8-9	189	31	15	185
					10-14	199	23	15	
					15-19	230	26	9	

TABLEAU A-VIII

Croissance en longueur de Epinephelus maculatus
 \bar{L} , longueur standard (mm); *s*, écart-type; *N*, fréquence

Sexe	Rétrocalcul				Méthode directe				V.B.
	Age (année)	\bar{L}	<i>s</i>	<i>N</i>	Age (année)	\bar{L}	<i>s</i>	<i>N</i>	\bar{L}
m f tous	0,9	(88) (89) (89)	15 16 16	56 216 274	1				109
m f tous	1,9	169 174 173	34 26 28	55 201 257	2	186	31	17	181
m f tous	2,9	232 236 235	34 27 29	58 186 245	3	238	29	22	235
m f tous	3,9	276 279 278	32 25 27	57 161 219	4	283	26	26	276
m f tous	4,9	305 310 308	31 24 26	52 128 181	5	311	29	46	307
tous	5,9	329	26	115	6	340	27	52	330
tous	6,9	343	27	54	7	364	30	20	348
tous					8-9	353	16	24	366
tous					10-11	379	14	11	382
tous					12-21	402	26	34	

TABLEAU A-IX

Croissance en longueur de Gymnocranius japonicus
 \bar{L} , longueur standard moyenne (mm); *s*, écart-type; N, fréquence

Sexe	Rétrocalcul				Méthode directe				V.B.
	Age (année)	\bar{L}	<i>s</i>	N	Age (année)	\bar{L}	<i>s</i>	N	\bar{L}
m	0,8	(94)	(10)	146	1				102
f		(87)	(9)	59					87
m	1,8	147	19	184	2				160
f		131	17	78					144
m	2,8	197	29	183	3				207
f		174	25	78					188
m	3,8	240	31	173	4	239	22	15	245
f		216	24	75					228
m	4,8	272	30	150	5	280	32	14	275
f		248	24	64					282
m	5,8	297	29	124	6	309	36	34	299
f		271	22	58					289
m	6,8	313	25	83	7	320	21	36	318
f		285	22	39					301
m					8	340	16	16	333
f									316
m					9-10	355	18	20	351
f									321
m					11-12	374	19	19	367
f									339
m					13-14	382	23	9	377
f									323
m					15-25	395	18	13	
f									351

TABLEAU A-X

Croissance en longueur de Lethrinus chrysostomus
 \bar{L} , longueur standard moyenne (mm); s , écart-type; N, fréquence

Age (année)	Sexe	Rétrocalcul			Méthode directe			V.B. \bar{L}
		\bar{L}	s	N	\bar{L}	s	N	
1	m	133	20	50				114
	f	116	23	109				102
2	m	195	29	50				200
	f	179	35	107				186
3	m	262	38	50				267
	f	248	36	104				251
4	m	313	40	50				318
	f	299	35	94	325	42	11	300
5	m	355	39	49				358
	f	336	33	80	363	32	22	337
6	m	388	39	46	409		1	388
	f	365	29	61	383	27	13	366
7	m	413	38	44	434	9	3	411
	f	388	24	49	403	25	13	388
8	m	430	35	36	438	11	6	429
	f	405	22	31	412	21	24	404
9	m				445	15	8	443
	f				419	16	13	416
10-11	m				450	20	16	458
	f				424	23	5	430
12-13	m				463	19	11	471
	f				457	13	3	441
14-22	m				489	30	9	
	f				457		2	

TABLEAU A-XI

Croissance en longueur de Lethrinus lentjan
 \bar{L} , longueur standard moyenne (mm); *s*, écart-type; *N*, fréquence

Sexe	Rétrocalcul				Méthode directe				V.B.
	Age (année)	\bar{L}	<i>s</i>	<i>N</i>	Age (année)	\bar{L}	<i>s</i>	<i>N</i>	\bar{L}
m f tous	0,9	(78) (75) (76)	13 12 12	13 39 56	1				83
m f tous	1,9	137 135 136	15 16 15	13 39 56	2	162	20	14	141
m f tous	2,9	187 178 180	16 15 16	13 26 40	3	180	19	12	184
m f tous	3,9	215 212 213	16 16 16	13 17 31	4	208	19	6	214
tous	4,9	237	16	25	5	222	23	4	236
tous	5,9	249	16	18	6	253	15	6	252
tous					7-8	281	24	4	267
tous					9-10	263	25	4	279
tous					11-14	292	21	10	

TABLEAU A-XII

Croissance en longueur de Lethrinus mahsena \bar{L} , longueur standard moyenne (mm); s , écart-type; N , fréquence

Sexe	Rétrocalcul				Méthode directe				V.B.
	Age (année)	\bar{L}	s	N	Age (année)	\bar{L}	s	N	
tous	0,8	(80)	16	160	1	114		2	98
m		149	12	30					
f	1,8	151	15	127					
tous		150	15	159	2	178	23	8	156
m		195	16	29					
f	2,8	196	16	117					
tous		196	16	146	3	207	23	26	199
m		223	15	19					
f	3,8	228	17	98					
tous		227	17	117	4	234	28	24	231
m		244	16	9					
f	4,8	252	19	74					
tous		251	19	83	5	251	22	45	256
tous	5,8	271	21	41	6	272	24	27	274
tous	6,8	285	13	23	7	284	14	11	287
					8	287	24	6	297
					9-10	304	17	5	308
					13-24	327	14	9	

TABLEAU A-XIII

Croissance en longueur de Lethrinus nebulosus
 \bar{L} , longueur standard moyenne (mm); s , écart-type; N, fréquence

Age (année)	Sexe	Rétrocalcul			Méthode directe			V.B. \bar{L}
		\bar{L}	s	N	\bar{L}	s	N	
1	m	121	15	646	126	11	4	120
	f	123	15	727				119
2	tous							
	m	194	25	620	191	25	42	197
f	196	26	659	200				
3	tous							
	m	254	29	459	272	28	102	258
f	259	32	460	275				25
4	tous							
	m	304	34	331	324	28	41	308
f	315	40	350	324				24
5	tous							
	m	352	34	264	356	37	71	347
f	364	41	281	357				32
6	tous							
	m	386	34	148	390	28	90	380
f	403	38	191	394				34
7	tous							
	m	407	35	74	408	25	28	405
f	428	37	110	425				29
8	tous							
	m	421	34	34	438	18	22	426
f	441	34	51	441				27
9	tous							
	m				446	22	17	442
f				468				26
10	tous							
	m				450	30	12	455
f				481				30
11-12	tous							
	m				455	22	15	470
f				484				27
13-14	tous							
	m				479	20	7	484
f				495				28
15-16	tous							
	m				497	35	11	493
f				513				26
17-18	tous							
	m				492	23	13	499
f				537				33
19-28	tous							
	m				509	31	11	
f				543				34

TABLEAU A-XIV

Croissance en longueur de Lethrinus nematacanthus
 L, longueur standard moyenne (mm); s, écart-type; N, fréquence

Age (année)	Sexe	Rétrocalcul			Méthode directe			V.B. L
		L	s	N	L	s	N	
1	m	103	10	203				93
	f	100	8	109				94
2	m	129	13	158	137	16	57	132
	f	118	8	44	124	8	48	120
3	m	145	14	82	149	15	77	148
	f	130	10	17	133	10	19	132
4	m	156	12	28	159	12	41	155
	f	137	10	9	142	10	5	136
5	m				162	15	10	158
	f				131		2	139
6-7	m				161	12	4	
	f				143		2	

TABLEAU A-XV

Croissance en longueur de Lethrinus variegatus
 L, longueur standard moyenne (mm); s, écart-type; N, fréquence

Sexe	Rétrocalcul				Méthode directe				V.B. L
	Age (année)	L	s	N	Age (année)	L	s	N	
m f tous	0,75	(90)	12	170	1	138	23	11	136
		(90)	15	326					
		(90)	14	498					
m f tous	1,75	187	23	174	2	200	24	128	194
		183	26	310					
		185	25	484					
m f tous	2,75	234	25	158	3	240	27	132	232
		231	34	173					
		233	30	331					
m f tous	3,75	253	20	112	4	272	22	36	257
		264	36	76					
		258	28	188					
m f tous	4,75	265	17	62	5	268	16	18	273
		278	32	22					
		269	22	84					
m f tous	5,75	276	11	33	6	285	24	46	284
		298	24	6					
		279	16	39					
tous					7	288	19	20	290
tous					8	293	17	10	295
tous					9-15	303	24	23	

TABLEAU A-XVI

Croissance en longueur de Lutjanus amabilis
 \bar{L} , longueur standard moyenne (mm); s, écart-type; N, fréquence

Sexe	Rétrocalcul				Méthode directe				V.B.
	Age (année)	\bar{L}	s	N	Age (année)	\bar{L}	s	N	\bar{L}
m f tous	0,8	(118) (116) (117)	11 10 11	150 87 239	1				136 133
m f tous	1,8	181 176 179	13 14 14	159 94 255	2				182 180
m f	2,8	217 211	17 17	157 92	3	217 216	19 12	24 6	217 212
m f	3,8	240 235	20 19	112 72	4	235 240	16 13	14 5	244 236
m f	4,8	259 250	25 22	88 52	5	271 254	18 23	21 12	264 252
m f	5,8	274 258	27 23	57 30	6	268 254	32 28	16 7	280 264
m f	6,8	293 273	30 25	42 20	7	305 265	27	11 1	293 273
m f					8	294 277	32 32	16 10	302 279
m f					9	313 279	40 31	17 13	309 283
m f					10	329 289	53 34	7 10	315 286
m f					11 à 32	334 293	47 36	41 26	

TABLEAU A-XVII

Croissance en longueur de Lutjanus fulviflamma
 \bar{L} , longueur standard moyenne (mm); *s*, écart-type; N, fréquence

Sexe	Rétrocalcul				Méthode directe				V.B.
	Age (année)	\bar{L}	<i>s</i>	N	Age (année)	\bar{L}	<i>s</i>	N	\bar{L}
m	0,8	(100)	15	28	1				111
f		(100)	11	32					
tous		(100)	13	60					
m	1,8	142	12	28	2	148	15	12	147
f		146	12	33					
tous		145	12	61					
m	2,8	168	12	23	3	172	13	8	173
f		173	14	25					
tous		171	14	48					
m	3,8	184	14	13	4	191	16	8	192
f		192	17	13					
tous		188	16	26					
tous					5-6	211	22	7	213
tous					7-8	215	15	9	229
tous					9-12	221	14	7	240
tous					13-23	248	23	15	

TABLEAU A-XVIII

Croissance en longueur de Lutjanus quinquelineatus
 \bar{L} , longueur standard moyenne (mm); *s*, écart-type; N, fréquence

Sexe	Rétrocalcul				Méthode directe				V.B.
	Age (année)	\bar{L}	<i>s</i>	N	Age (année)	\bar{L}	<i>s</i>	N	\bar{L}
m	0,8	90	10	84	1				102
f		91	10	69					
tous		90	10	153					
m	1,8	124	10	87	2	133	13	40	124
f		124	10	76					
tous		124	10	163					
m	2,8	138	10	45	3	145	8	23	139
f		139	9	45					
tous		139	9	90					
m	3,8	148	13	14	4	150	7	11	149
f		150	10	16					
tous		149	12	30					
tous	4,8	154	14	12	5	159	9	20	157
tous					6-7	161	9	23	164
tous					8-9	163	12	15	168
tous					10-11	168	8	10	171
tous					12-22	173	10	25	

TABLEAU A-XIX

Croissance en longueur de Lutjanus vitta
 \bar{L} , longueur standard moyenne (mm); s, écart-type; N, fréquence

Sexe	Rétrocalcul				Méthode directe				V.B.
	Age (année)	\bar{L}	s	N	Age (année)	\bar{L}	s	N	
m	0,9	(120)	10	72	1				119
f		(114)	14	67					
m	1,9	167	14	62	2	179	15	11	164
f		156	15	62		172	19	13	152
m	2,9	193	17	48	3	195	11	11	197
f		173	16	45		187	10	17	174
m	3,9	212	20	38	4	227	14	5	220
f		189	18	29		196	18	4	191
m	4,9	229	24	32	5	228	24	11	237
f		200	17	22		198	24	3	203
m	5,9	254	22	14	6	242	28	19	250
f		213	18	17		220	11	10	212
m					7	275	17	8	259
f						225	25	7	219
m					8-12	297	13	3	
f						238	22	15	

TABLEAU A-XX

Croissance en longueur de Nemipterus peroni \bar{L} , longueur standard moyenne (mm); s , écart-type; N , fréquence

Sexe	Rétrocalcul				Méthode directe				V.B.
	Age (année)	\bar{L}	s	N	Age (année)	\bar{L}	s	N	
m	0,9	147	20	77	1	165	17	28	148
f		127	14	105		149	14	16	135
m	1,9	191	14	24	1,5	193	16	35	177
f		164	12	48		162	10	39	151
m	2,9	215	10	3	2,0	193	16	14	196
f		177		25		13	20	162	
m	3,9	227	11	2	2,5	211	14	6	209
f		185		8		7	8	171	
m					3	209	12	8	217
f						178	9	18	178
m					4	231	15	8	227
f						189			8
m					5-6	237	12	9	
f						197			

TABLEAU A-XXI

Croissance en longueur de Sphyraena bleekri
 L, longueur standard moyenne (mm); s, écart-type; N, fréquence

Sexe	Rétrocalcul				Méthode directe				V.B.
	Age (année)	L	s	N	Age (année)	L	s	N	L
m f tous	0,8	332 340 336	25 28 27	34 32 64	1				366
m f tous	1,8	449 463 455	27 21 25	31 26 57	2	470	38	25	468
m f tous	2,8	523 542 533	31 25 30	13 14 27	3	513	26	22	537
m f tous	3,8	567 595 580	27 17 27	7 6 13	4	584	25	7	586
m f tous	4,8	596 636 612	30 24 34	6 4 10	5				619
tous					6	625	33	9	642
tous					7-10	692		3	

TABLEAU A-XXII

Croissance en longueur de quelques espèces
 \bar{L}_M , longueur maximale moyenne (mm); N, nombre d'individus âgés

Espèce	Longueur moyenne (mm) à l'âge indiqué (année)								\bar{L}_M	N
	1	2	3	4	5	6	8	10		
Aprion virescens	212	329	416	479	526	560	604	628	656	20
Diagramma pictum	137	231	302	356	397	428	468	491	522	33
Epinephelus hoedti	146	252	331	392	437	472	518	545	581	46
Epinephelus merra	69	95	115	130	142	151	163	169	179	30
Epinephelus rhyncholepis	129	187	223	245	258	266	274	277	279	54
Epinephelus tauvina	123	170	204	230	250	264	283	294	307	24
Gymnocranius lethrinoides	115	178	225	261	288	308	335	350	370	46
Gymnocranius rivulatus	140	206	259	301	335	361	399	423	464	19
Lutjanus bohar	143	182	218	249	278	303	346	380	520	14
Lutjanus kasmira	97	133	158	175	186	194	203	207	211	21
Parapercis hexoptalma	98	129	148	160	168	173			181	14
Electropomus leopardus	137	190	235	274	307	335	380	412	500	36