

CROISSANCE DES ALBACORES (THUNNUS ALBACARES)*

par J. C. Le guen**

RESUME

Une étude d'ensemble de la croissance des albacores (*Thunnus albacares*) a été entreprise à partir des données publiées dans le Pacifique et l'Atlantique. On montre que les croissances observées sont identiques, et que les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy ne sont pas significativement différents pour des intervalles d'échantillonnage comparables.

ABSTRACT

A review study on growth of the yellowfin (*Thunnus albacares*) has been made using the published data from the Pacific and Atlantic ocean.

It is shown that the observed growth are identical and that Von Bertalanffy growth curve parameters are not significantly different providing that sampling intervals are comparable.

* Ce document a été présenté par l'auteur à la réunion du Sous comité d'Evaluation des stocks de l'I. C. C. A. T. Madrid (novembre 1971).

Un document similaire avec des conclusions très voisines ayant été présenté par G. T. SAKAGAWA, les deux auteurs ont par la suite publié une note commune "Apparent growth of yellowfin tuna from the Eastern Atlantic Ocean". Fish. Bull. vol 71, n° 1, (1973).

CRO, ORSTOM, BP VIB, Abidjan, Côte d'Ivoire

I.- INTRODUCTION

Depuis 1967 les Centres O.R.S.T.O.M. de Pointe-Noire, Abidjan et Dakar effectuent des mensurations d'albacores (*Thunnus albacares*) qui ont déjà permis d'estimer les paramètres de la courbe de croissance des albacores (LE GUEN, BAUDIN-LAURENCIN, CHAMPAGNAT, 1969) à partir des données de 1967 et 1968.

Nous donnons ici les résultats obtenus pour la région de Pointe-Noire en 1969, 70 et de janvier à fin août 71 en employant comme précédemment la méthode de Petersen.

A Pointe-Noire on a suivi comme en 1967 et 1968 (LE GUEN et al., 1969) la progression des distributions de longueurs prédorsales. La date de naissance a été fixée au 1er mars si bien que les progressions sont des progressions téliques (LE GUEN et al., 1969). Nous savons qu'à Pointe-Noire la saison de reproduction va de la fin novembre à la fin mai.

Dans chaque distribution de fréquences des longueurs prédorsales nous avons dégagé des distributions correspondant à des groupes de naissance annuels par la méthode des maxima successifs (GHEND Y., LE GUEN J.C., 1968). Cette méthode a l'avantage de ne faire aucune hypothèse sur la normalité des distributions.

Nous avons remplacé les valeurs des longueurs prédorsales (LD_1) par les longueurs à la fourche (LF) tirées de la clef LD_1 -LF établie à Pointe-Noire et figurant en annexe. Les valeurs moyennes des distributions de LF ainsi établies seront assimilées à des valeurs modales.

Dans le tableau suivant figurent les résultats obtenus pour la région de Pointe-Noire de 1969 à 1971 avec un rappel des résultats acquis en 1967 et 1968 (LE GUEN et al., 1969).

Tableau I*

Age en mois	1969 P.N.	1970 P.N.	1971 P.N.	1967-68 groupés - P.N. (LE GUEN et al. 1969, p. 37)
18		58,5		64,5
19		59,8		
20		61,4		
21				70,3
22	75,3	68,6	58,5	85,0
23		71,0	63,1	85,1
24	82,6	74,6	68,6	84,6
25	90,9	81,1	72,8	89,0
26	104,9	82,6	74,6	90,6
27	107,2	92,8	76,0	91,0
28	107,2	****	86,6	95,5
29			****	102,6
30	113,7			105,7
31	116,1	111,3		108,5
32	127,5			109,4
33	127,5			114,5
34	*****			124,0
35	111,3			120,0
36	116,1			
37	118,8			122,0
38	*****			126,7
39				123,5
40				134,6
41				136,7
42				132,2
43				139,0
44				
45				
46		133,5		
47				138,6
48		136,5	134,7	
52		141,0	138,4	147,0
53		143,7	*****	151,3
54		*****		147,0
55				150,5

Age en mois	1969 P.N.	1970 P.N.	1971 P.N.	1967-68 groupés - P.N. (LE GUEN et al. 1969, p. 37)
60			155,5	152,0
61	149,7		156,0	
64			158,8	
65			160,0	163,4
66				161,8
73	166,3			
74	168,1			
75	168,0		170,1	
76	*****		170,1	
77			170,1 *****	

* Les séries modales appartenant au même groupe d'âge sont séparées dans le tableau par des astérisques.

Pour une longueur donnée les décalages dans l'âge estimé n'excèdent jamais quatre mois pour les cinq années d'observations. La date de naissance fixée au 1er mars pourrait donc être valable à deux mois près.

LE GUEN, BAUDIN-LAURENCIN et CHAMPAGNAT (1969) avaient estimé dans un premier temps que cette date serait juste à trois mois près. Les résultats des campagnes de plancton effectuées dans la région de Pointe-Noire confirment d'autre part la validité de pontes centrées sur le 1er mars.

Les croissances mensuelles sont très comparables chaque année si l'on en juge par les progressions de modes obtenues de 1967 à 1971.

Pour estimer les paramètres K et L_{∞} obtenus à Pointe-Noire avec les données de 1969, 1970 et 1971 nous emploierons la méthode des accroissements instantanés (DIAZ, 1963) à partir des séries modales appartenant au même groupe d'âge. De cette façon l'erreur commise sur l'estimation de l'âge n'intervient en aucune façon dans les calculs.

En dérivant l'équation de Von Bertalanffy par rapport au temps t on a :

$$\frac{dl}{dt} = K (L_{\infty} - l)$$

On prend le mois comme unité de temps et on suppose que l'accroissement instantané reste constant entre deux échantillonnages espacés d'un mois.

Par cette méthode on trouve avec les données de 1967-1968 figurant dans le tableau précédent :

$$\frac{dl}{dt} = 10,374 - 0,0634 l$$

D'où l'on tire: $K = 0,0634$

et $L_{\infty} = 163,6$ cm

Avec les données de 1969-1970-1971 on trouve :

$$\frac{dl}{dt} = 7,769 - 0,0380 l$$

On a donc $K = 0,0380$ et $L_{\infty} = 204,4$

Il semblerait donc à priori que la croissance des albacores est très variable dans la région de Pointe-Noire.

II.- LECTURE DE L'AGE PAR LA METHODE DES ECAILLES

En milieu tropical les pontes peuvent avoir lieu pendant des périodes assez longues et durent assez fréquemment toute l'année. La reproduction de *Sardinella eba* dans la région de Pointe-Noire a lieu toute l'année (GHENO, LE GUEN, 1968).

Pour les albacores de la région de Pointe-Noire la saison de ponte dure de fin novembre à fin mai (LE GUEN, BAUDIN-LAURENCIN, CHAMPAGNAT, 1969). ZHAROV (1966) estime que pour l'Atlantique tropical Est considéré dans son ensemble, la ponte a pratiquement lieu toute l'année.

Des échantillons prélevés dans l'Atlantique ou le Pacifique sans plus de considérations pour l'origine géographique du prélèvement représentent donc des groupes de naissance dont l'âge ne peut être estimé qu'à six mois près. Dans la région de Pointe-Noire nous avons vu que les dates de naissance moyennes s'étalaient sur quatre mois pour les échantillons récoltés de 1967 à 1971.

En 1970 et 1971 toujours dans la région de Pointe-Noire on a même observé deux groupes d'âge bien distincts nés la même année. Cette dernière possibilité avait été envisagée par VILELA et FRADE (1963).

De ce qui précède il résulte que les groupes d'âges échantillonnés soit dans des zones géographiques différentes, soit dans une même zone mais pendant plusieurs années, ont des dates de naissance variables. Ceci entraîne inévitablement des différences dans les distances entre le nucleus et le premier anneau d'arrêt de croissance sur les écailles.

Dans la région de Pointe-Noire la première zone de croissance sur les écailles de *Sardinella eba* est plus ou moins grande suivant que la sardinelle est née en mai, août, décembre ou février, (ROSSIGNOL, 1955 - GHENO et LE GUEN, 1968). Des sardinelles nées la même année peuvent avoir zéro, un ou deux anneaux d'arrêt de croissance marqués sur leurs écailles à la fin de cette année de naissance suivant que les oeufs ont été pondus avant, entre ou après les deux saisons chaudes.

A Pointe-Noire les périodes de ralentissement de croissance s'observent en effet pendant la grande saison chaude et la petite saison chaude (BERRIT, 1958 - BERRIT et TROADEC, 1959).

Des observations identiques à celles effectuées sur les écailles de *Sardinella eba* ont été faites sur les écailles de *Sardinella aurita* (GHENO, 1968) et sur les otolithes de *Pseudolithus senegalensis*, *P. typus* et *P. elongatus* (POINSARD et TROADEC, 1966 - LE GUEN, 1970).

En milieu tropical, pour un poisson donné, sans connaissance préalable de sa date de naissance, il est aléatoire de faire correspondre un âge à la longueur l_1 (longueur à la formation du premier anneau sur les écailles) obtenue par le rétrocalcul (background calculation des anglophones). L'erreur commise sur l'âge des poissons en milieu tempéré et froid est généralement négligeable. Son importance est d'autant moindre qu'il s'agit de poissons à croissance relativement lente et à grande longévité.

L'erreur ne peut plus être négligée en milieu tropical où l'âge est quelquefois estimé à six mois près et où les poissons croissent plus rapidement et ont une longévité beaucoup plus faible.

En ce qui concerne les albacores la seule certitude que l'on ait par la méthode du rétrocalcul est que pour passer des longueurs l_1 à 13, 13 à 15, 15 à 17 ou bien l_2 à 14, 14 à 16 etc... il a fallu un an, si l'on admet qu'il se forme deux anneaux par an.

III.- COMPARAISON DES RESULTATS ACQUIS SUR LA CROISSANCE DES ALBACORES

Différents auteurs travaillant soit dans le Pacifique soit dans l'Atlantique ont étudié la croissance des albacores en utilisant différentes techniques.

La méthode la plus utilisée pour suivre la croissance a été celle de Petersen à l'aide de progressions téléliques et atéliques. La progression d'un mode par la méthode de Petersen est dite atélique (du grec télidos = âge), si on ne connaît pas l'âge des poissons correspondants. Lorsque l'âge est connu la progression est dite télélique (LE GUEN et al., 1969).

La deuxième méthode employée a été celle du rétrocalcul (background calculation des anglophones) effectué après examen des écailles.

Le problème est de savoir comment comparer les résultats acquis par les différentes méthodes en différents endroits par différents auteurs. D'après ce que nous avons vu dans le chapitre précédent il serait mal venu de comparer directement entre elles les longueurs l_1 , l_2 ... l_n citées par différents auteurs et obtenues par le rétrocalcul. Cela reviendrait à admettre que tous les albacores ont strictement le même âge à la formation du premier anneau d'arrêt de croissance.

Il serait encore plus mal venu de comparer ces valeurs l_1 , l_3 , l_{n+1} aux longueurs obtenues à un an, deux ans, trois ans ... à partir de progressions téléliques.

La seule méthode valable d'analyse des résultats est de comparer entre eux des accroissements annuels. C'est ce que nous nous proposons de faire dans les tableaux suivants:

Tableau II

Auteurs	Zone	Longueur à un temps t	Longueur à t + 1 an	Longueur à t + 2 ans
YANG et al. (1969)	Atlantique	66,1 (11)	104,1 (13)	132,9 (15)
LE GUEN présente étude (mensurations 1970)	Pointe-Noire (Atlantique)	68,6 (22 mois)	-	133,5 (46 mois)
LE GUEN présente étude (mensurations 1971)	Pointe-Noire (Atlantique)	68,6 (24 mois)		134,7 (48 mois)
LE GUEN et al. (1969) (mensurations 1967 et 1968)	Pointe-Noire (Atlantique)	64,5 (18 mois)	105,7 (30 mois)	132,2 (42 mois)
HENNEMUTH (1961)	Pacifique	64,0 (N, décembre)	102,0 (N+1, décembre)	134,0 (N+2, décembre)

Tableau III

Auteurs	Zone	Longueur au temps t	Longueur au temps t + 1 an	Longueur au temps t + 2 ans
YANG et al. (1969)	Pacifique	45,9 (11)	90,0 (13)	123,5 (15)
LE GUEN et al. (1969)	Dakar (Atlantique)	46,2 (15 mois)	89,5 (27 mois)	-
LE GUEN présente étude (mensurations 1969)	Pointe-Noire (Atlantique)		90,9 (25 mois)	118,8 (37 mois)
LE GUEN et al. (1969) mensurations 1967-68	Pointe-Noire (Atlantique)		89,0 (25 mois)	122,0 (37 mois)
HENNEMUTH (1961)	Pacifique	56,0 N (août)	86,0 N+1 (août)	124,0 N+2 (août)

Tableau IV

Auteurs	Zone	Longueur au temps t	Longueur au temps t + 1 an	Longueur au temps t + 2 ans
YANG et al. (1969)	Pacifique	69,2 (12)	108,7 (14)	133,6 (16)
LE GUEN et al. (1969) mensurations 1967-68	Atlantique (Pointe-Noire + Dakar)	68,1 (20 mois)	107,5 (32 mois)	134,3 (44 mois)
LE GUEN présente étude (mensurations 1970)	Pointe-Noire (Atlantique)	68,6 (22 mois)	-	133,5 (46 mois)
HENNEMUTH (1961)	Pacifique	64,0 N+1, jan- vier	110,0 N+2, jan- vier	136,0 N+3, jan- vier

Tableau V

Auteurs	Zone	Longueur au temps t	Longueur au temps t + 1 an	Longueur au temps t + 2 ans
YANG et al. (1969)	Atlantique	86,1 (12)	120,0 (14)	-
LE GUEN et al. (1969) mensurations 1967-68	Pointe-Noire (Atlantique)	85,1 (23 mois)	120,0 (35 mois)	138,6 (47 mois)
LE GUEN et al. (1969) mensurations 1967-68	Pointe-Noire + Dakar	83,5 (25 mois)	122,0 (37 mois)	-
LE GUEN présente étude (mensurations 1971)	Pointe-Noire (Atlantique)	86,6 (28 mois)	-	138,4 (52 mois)
HENNEMUTH (1961)	Pacifique	86,0 N+1 (août)	124,0 N+2 (août)	142,0 N+3 (août)

Tableau VI

Auteurs	Zone	Longueur au temps t	Longueur au temps t + 1	Longueur au temps t + 2	Longueur au temps t + 3
ZHAROV (1967)	Atlantique	51,5 1 an	95,3 2 ans	126,5 3 ans	152,7 4 ans
BAUDIN-LAURENCIN (1968)	Atlantique	55,9 1 an	97,5 2 ans	128,5 3 ans	151,5 4 ans
YABUTA et YUKINAWA (d'après YANG et al.) (1969)	Pacifique	51,0 I	100,0 II	125,0 III	
LE GUEN et al. (1969) mensurations 1967-68	Pointe- Noire + Dakar	55,7 17 mois	99,0 29 mois	128,5 41 mois	148,7 53 mois
HENNEMUTH (1961)	Pacifique	60,0 N, octobre	96,0 N+1, octobre	129,0 N+2, (octobre)	148,0 N+3, (octobre)

Les tableaux II à V permettent de comparer les résultats obtenus dans la présente étude et ceux obtenus par YANG et al. (1969) par le rétrocalcul, HENNEMUTH (1961), LE GUEN et al. (1969) par la méthode de Petersen et les progressions téliques et atéliques. On voit clairement que les croissances annuelles sont très comparables les unes aux autres.

Le tableau VI ne concerne que des résultats obtenus par la méthode de Petersen. Là aussi les croissances annuelles sont très semblables chez les divers auteurs. Toutefois il semble y avoir une différence considérable dans les données de ZHAROV et BAUDIN-LAURENCIN d'une part et celles de LE GUEN et al. d'autre part. En réalité il n'en est rien. ZHAROV (1967) et BAUDIN-LAURENCIN (1968) ont présenté leurs

données sous formes de progressions téliques alors qu'il s'agit en réalité de progressions atéliques puisque l'estimation de la date de naissance n'a pas été faite. BAUDIN-LAURENCIN (1968) le dit d'ailleurs explicitement dans son texte: "En l'absence d'observation directe des périodes de ponte, il est impossible de fixer la période de naissance, et par suite, d'évaluer t_0 Arbitrairement, et dans le but de déterminer approximativement les tailles à 1, 2, 3 et 4 ans, nous avons confondu cette période avec celle de la naissance, c'est-à-dire, donné à t_0 la valeur 0".

IV.- DISCUSSIONS DES RESULTATS OBTENUS

Au vu des différents tableaux précédents on ne comprend pas bien à priori pourquoi les différents auteurs ou les mêmes auteurs à différentes époques présentent des paramètres de l'équation de croissance de Von Bertalanffy si disparates. Les valeurs de L_{∞} peuvent varier de 163,6 cm (Présente étude) à 222,8 cm (YANG et al., 1969); les coefficients K varient alors de 0,760 à 0,278.

En réalité les différences obtenues dans l'estimation de paramètres de croissance peuvent être dues à l'échantillonnage, aux techniques mathématiques de traitement et surtout à des interprétations trop libres de certains résultats mathématiques dont on n'a pas testé le degré de signification.

Certains auteurs ont employé la méthode de Ford-Walford. YANG et al. (1969) ont employé cette méthode pour comparer les paramètres L_{∞} et K dans l'Atlantique et le Pacifique. Les droites d'ajustement, droites de régression de l_{n+1} en l_n ont été obtenues avec cinq couples de valeurs (l_{n+1} , l_n) en ce qui concerne le Pacifique et quatre couples de valeurs (l_{n+1} , l_n) en ce qui concerne l'Atlantique. (Les auteurs ont supposé implicitement que les intervalles de temps séparant la formation

de deux anneaux est toujours égale à six mois . Nous avons nous-mêmes repris les données de YANG et al. (1969, tableau 7):

Longueur à la fourche	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6
Atlantique	66,1	86,1	104,1	120,0	132,9	-
Pacifique	45,9	69,2	90,0	108,7	123,5	133,6

Les deux droites de régression de l_{n+1} en l_n ont pour équation

$$l_{n+1} = 28,859 + 0,8707 l_n$$

$$\text{et } l_{n+1} = 31,798 + 0,8369 l_n$$

L'analyse de covariance (SNEDECOR, chap. 13, 1956) des deux droites de régression montre que celles-ci ne sont pas significativement différentes ni en hauteur ni en pente. La conclusion est que les deux ensembles de points (l_{n+1} , l_n) peuvent avoir la même droite de régression, ou tout au moins que les différences dans les croissances en Atlantique et dans le Pacifique si elles existent ne peuvent pas être mises en évidence par l'échantillonnage dont on dispose.

La droite commune de régression a pour équation:

$$l_{n+1} = 30,9617 + 0,8474 l_n$$

D'où l'on tire $L_{\infty} = 202,9$ et $K = 0,166$

L'écart type (standard déviation) du coefficient de régression $s_b = s_{yx} / \sum x^2$ (SNEDECOR, 1956) est égal à 0,01. L'intervalle de confiance au seuil 0,05 est donné par:

$$b - t_{0,05} s_b \leq \beta \leq b + t_{0,05} s_b$$

On a donc: $0,8243 \leq \beta \leq 0,8705$

Les limites de confiance de L_{∞} au seuil de probabilité 0,05 sont alors de: $176,2 \leq L_{\infty} \leq 239,1$ et celles de K: $0,139 \leq K \leq 0,193$.

Si l'on prend l'année comme unité de temps on a alors:

$$0,278 \leq K \leq 0,386.$$

Nous allons maintenant comparer des résultats obtenus par la méthode des accroissements instantanés de E.DIAZ appliquée à des progressions modales mensuelles atéliques à Pointe-Noire. Avec les données de 1967 et 1968 (figurant dans le tableau I) nous avons trouvé:

$$\frac{dl}{dt} = 10,374 - 0,0634 l$$

avec un coefficient de corrélation $r = -0,345^*$ pour 25 observations.

Avec les progressions modales mensuelles observées en 1969, 1970 et 1971 nous trouvons:

$$\frac{dl}{dt} = 7,769 - 0,0380 l$$

avec un coefficient de corrélation $r = -0,399^*$ pour 33 observations.

Le test de covariance de SNEDECOR (1956) a montré que ces deux droites ne sont pas significativement différentes ni en hauteur ni en pente au seuil de probabilité 0,05.

La meilleure façon d'estimer les paramètres de croissance des albacores à Pointe-Noire de 1967 à 1971 est donc d'établir la droite de régression commune:

$$\frac{dl}{dt} = 8,382 - 0,0449 l$$

avec un coefficient de corrélation $r = -0,365^{**}$ pour 58 observations.

On en tire $K = 0,0449$ et $L_{\infty} = 186,7$ cm.

L'intervalle de confiance de la pente $b = K$ est donné par:

$$b - t_{0,05} \cdot s_b \leq K \leq b + t_{0,05} \cdot s_b$$

On a donc: $0,0169 \leq K \leq 0,0729$.

Les équations des droites limites correspondantes sont:

$$\frac{dl}{dt} = 5,364 - 0,0169 \quad l$$

et :

$$\frac{dl}{dt} = 11,400 - 0,0729 \quad l$$

Les limites de L_{∞} correspondant au seuil de probabilité 0,05 sont donc:

$$156,4 \leq L_{\infty} \leq 317,3$$

Il est intéressant de tester la valeur de la pente 0,0449 par le test: t . On a $\frac{b}{s_b} = \frac{0,0449}{0,014} = 3,207$

La valeur 0,0449 est donc significative au seuil de probabilité 0,05.

Nous avons intentionnellement employé cette méthode pour comparer nos résultats à ceux trouvés par E. DIAZ pour l'ensemble Pacifique Est:

$$\frac{dl}{dt} = 7,37 - 0,041 \quad l$$

(l étant exprimé en centimètre et l'unité de temps étant le mois) d'où l'on tire $K = 0,041$ et $L_{\infty} = 179,8$ cm.

Ces résultats ne sont pas significativement différents de ceux trouvés dans la présente étude en Atlantique.

Il est très rassurant de constater que les 55 observations d'accroissements mensuels à Pointe-Noire donnent des résultats comparables à ceux obtenus à partir des 192 observations utilisées par E. DIAZ (1963).

La première conclusion à tirer des comparaisons précédentes est que l'analyse des données existantes ne permet pas de conclure à une différence dans la croissance des albacores du Pacifique et de l'Atlantique.

Si l'on connaît la date de naissance des albacores la meilleure méthode de traitement mathématique des données sur la croissance est celle des moindres carrés de Tomlinson et Abramson. Avec cette méthode LE GUEN et al. (1969) avaient trouvé les résultats suivants:

Région de Pointe-Noire	L_{∞} (cm)	K	t_0 (mois)
Estimation	182,37	0,036955	6,5449
Erreur standard	1,43	0,000852	0,257079

Région de Dakar	L_{∞} (cm)	K	t_0 (mois)
Estimation	206,59	0,026257	5,3574
Erreur standard	4,31	0,001153	0,327882

Avec une détermination aussi bonne des paramètres L_{∞} , K et t_0 il semblerait que l'on soit autorisé à conclure que la croissance des albacores est significativement différente à Pointe-Noire et Dakar. Cela n'est pas forcément vrai car les paramètres obtenus ne sont pas rigoureusement comparables.

En effet les paramètres K , t_0 et L_{∞} obtenus par la méthode des moindres carrés sont les paramètres mathématiques de l'équation de Von Bertalanffy qui donne la meilleure estimation de la croissance, pour des âges déterminés par les observations des biologistes. Si les différents chercheurs ont généralement admis le principe de paramètres mathématiques en ce qui concerne K et t_0 , il semble qu'une confusion systématique se soit largement instaurée en ce qui concerne L_{∞} . On a donné à la longueur L_{∞} une valeur biologique en la confondant avec la taille maximale atteinte par le poisson. Cette taille maximale L_m est en réalité définie par la moyenne des tailles des poissons ayant terminé leur croissance. La confusion est explicable, d'une part par le fait que dans certaines études de croissance L_{∞} et L_m ont des valeurs pratiquement égales, d'autre part parce que souvent les poissons échantillonnés ne comprennent pas d'exemplaires âgés en fin de croissance et qu'il est donc impossible de déterminer L_m . Ce dernier cas intervient souvent lorsqu'il y a surpêche (overfishing des anglophones). Plus la pêche est intensive et plus la durée de vie des poissons est faible, entraînant une augmentation du paramètre L_{∞} . Cette augmentation est liée à l'intervalle d'étude qui intéresse des poissons de plus en plus jeunes à mesure que l'intensité de pêche augmente.

Dans une étude des "bossus" des estuaires du Congo, du Kouilou et de Sierra Leone soumis respectivement à une pêche très faible, une pêche intensive et une surpêche, LE GUEN (1970) a montré qu'il n'y a aucune différence significative dans les paramètres des équations de croissance pour des intervalles d'étude comparables.

La taille maximale L_m des bossus a pu être estimée à 46,23cm au Kouilou (LE GUEN, 1970). Nous donnons ici les paramètres de croissance obtenus sur les "bossus" du Kouilou à partir de deux intervalles d'étude différents:

Intervalle d'étude (21 mois - 76 mois)

"Bossus" pêchés en mer

	L_{∞} (cm)	K	t_0 (mois)
Estimation	47,68	0,02528	-4,44
Erreur standard	3,01	0,00498	3,18

Erreur standard d'estimation de l pour les âges observés: 1,78.

Intervalle d'étude (3 mois - 22 mois)

"Bossus" immatures pêchés dans l'estuaire

	L_{∞} (cm)	K	t_0 (mois)
Estimation	73,03	0,01893	1,31
Erreur standard	21,56	0,00693	0,35

Erreur standard d'estimation de l : 1,62

A propos de ces données LE GUEN (1970) écrit:

"La confusion systématique de L_{∞} et L_m peut conduire les biologistes à deux interprétations erronées des résultats obtenus. Supposons par exemple que tous les "bossus" de plus de 24cm vivant sur les fonds marins devant le Kouilou disparaissent pour une raison quelconque. Le biologiste, au vu de la courbe de croissance établie pour les poissons de 3 à 22 mois, pourrait en déduire que la taille maximale atteinte

ne serait plus de 47cm mais de 71cm. Cette conclusion ne reposant sur aucune observation biologique réelle n'aurait évidemment aucune valeur. W. KNIGHT (1968) a souligné le danger couru par les biologistes en extrapolant leurs résultats mathématiques en dehors des intervalles d'observations.

Supposons maintenant un biologiste qui a déjà obtenu un paramètre $L_{\infty} = 47\text{cm}$ dans l'étude des P. elongatus pêchés au Congo par les chalutiers industriels. S'intéressant par la suite aux P. elongatus du Kouilou, il échantillonne sur l'unique senne de plage qui opère sporadiquement à l'intérieur de l'estuaire. Les "bossus" échantillonnés lui permettent d'obtenir les paramètres de la courbe de croissance de 3 à 22 mois. L_{∞} est alors égal à 71cm. Il pourrait alors conclure par comparaison entre les deux valeurs de L_{∞} à une importante surpêche au Kouilou. Or, nous savons que la pêche y est pratiquement inexistante. L'erreur ici s'expliquerait par l'absence dans ses échantillons, des "bossus" de plus de 2 ans vivant en mer et non touchés par la pêcherie étudiée.

Des observations identiques peuvent être faites à propos des courbes de croissance des albacores lorsque l'échantillonnage est insuffisant. La méthode de DIAZ employée avec les données de 1969 à 1971 nous a permis d'établir la droite de régression:

$$\frac{dl}{dt} = 7,769 - 0,038 l$$

d'où l'on a tiré $L_{\infty} = 204,4\text{cm}$ et $K = 0,038$.

Les valeurs de l de nos observations vont de 58,5 à 170,1 (voir tableau I).

Supposons que notre échantillonnage ne touche que les albacores de 68,6 à 139,5cm. Avec les mêmes données tirées du tableau I mais pour un intervalle d'étude réduit de 68,6cm à 133,5cm on a obtenu:

$$\frac{dl}{dt} = 7,077 - 0,024 l$$

d'où l'on tire $L_{\infty} = 294,8\text{cm}$ et $K = 0,024$.

On voit donc bien que les intervalles d'échantillonnage influent largement sur les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy. La croissance dans un intervalle considéré peut être décrite de façon très correcte par une équation de Von Bertalanffy sans pour autant que celle-ci soit valable pour l'ensemble de la population et que le paramètre L_{∞} ait une signification biologique.

Les résultats cités plus haut pour le "bossu" montrent que deux équations différentes de Von Bertalanffy traduisent bien la croissance de ce poisson dans les intervalles de temps de 3 mois à 22 mois et de 21 mois à 76 mois puisque les erreurs standard d'estimation de l pour les âges considérés sont respectivement de 1,62cm et 1,78cm.

La différence dans les paramètres de l'équation de croissance des albacores à Pointe-Noire et Dakar (LE GUEN et al., 1969) serait due au fait que les données de Dakar abondantes de 18 mois à 28 mois sont rares pour les autres âges (LE GUEN et al., 1969, p.37, p.38). Il s'agit probablement plus d'un résultat dû à l'échantillonnage que d'un résultat dû à la "surpêche" (overfishing). Les mensurations ayant servi à LE GUEN et al. (1969) pour calculer les paramètres K , L_{∞} , de la courbe de croissance des albacores de la région de Dakar ont été effectuées essentiellement sur des débarquements de "canneurs-glaciers" ayant pêché essentiellement des albacores immatures.

Si les paramètres de croissance obtenus sont significativement différents c'est qu'ils traduisent des lois moyennes de croissance pour des albacores d'âges différents.

Pour comparer valablement les résultats acquis sur la croissance des albacores il est nécessaire de connaître:

1° - Les méthodes d'estimation de la croissance; croissances semestrielles ou annuelles par la méthode du rétrocalcul après lecture des écailles, croissances mensuelles par la méthode de Petersen (Progressions téliques et atéliques) etc...

2° - Les traitements mathématiques employés; méthode de Ford-Walford, méthode de Diaz, méthode des moindres carrés de Tomlinson et Abramson, etc...

3° - Les intervalles d'observations biologiques ayant servi à l'étude de la croissance.

4° - Le nombre d'observations de couples de valeurs $l, \Delta l$ pour la méthode de Ford-Walford, $\frac{dl}{dt}$, l pour la méthode de Diaz et l, t pour la méthode des moindres carrés de Tomlinson et Abramson.

Cette étude montre qu'on ne peut pas comparer directement par exemple les résultats de YANG et al. (1969, Atlantique) dont la droite de Ford-Walford est estimée à partir de quatre points qui traduisent des observations de croissance semestrielle de $l_1 = 66,1$ à $l_5 = 132,9$ aux résultats de DIAZ (1963) qui emploie la méthode des accroissements mensuels assimilés à des accroissements instantanés, établit l'équation de sa droite de régression $\frac{dl}{dt} = K (L_{\infty} - l)$ à partir de 192 couples de valeurs l et $\frac{dl}{dt}$ traduisant la croissance entre $l = 80\text{cm}$ et $l = 145\text{cm}$ (DIAZ, 1963, tableau 2).

Compte tenu de toutes ces observations nous avons repris les progressions téliques à Pointe-Noire de 1965 à 1971. Nous avons limité notre étude aux distributions de fréquences provenant d'une zone géographique limitée aux îles Anno Bon, Sao Thomé et au front des eaux guinéennes (Berrit's front); front qui se déplace entre le Gabon et le Sud Angola (LE GUEN, POINSARD, TROADEC, 1965).

Les récoltes de plancton effectuées par le Centre de Pointe-Noire ont confirmé que les albacores se reproduisent en saison chaude principalement vers le mois de mars. Un contrôle fréquent des parasites nasaux permet d'éliminer de nos mensurations les jeunes patudos (*Thunnus obesus*) qui risquent toujours d'être mesurés avec les

albacores et entraînent un biais non négligeable dans l'échantillonnage. La fréquence de nos mensurations au port nous donne la certitude d'avoir suivi la croissance sinon d'un même groupe annuel du moins d'une même cohorte. Les groupes annuels sont en effet composés d'un ensemble de cohortes dont les distributions de fréquences de longueurs se chevauchent plus ou moins. Il arrive fréquemment qu'une flottille puisse suivre plusieurs mois une même cohorte entraînant un nouveau biais dans l'échantillon supposé représenter un groupe annuel.

En retenant le premier mars comme date de naissance nous savons que nous faisons une erreur de l'ordre de deux mois.

On dispose finalement pour des âges donnés t exprimés en mois de différentes valeurs de longueurs moyennes annuelles L_F . Chaque année pour chaque âge t nous n'emploierons que la valeur moyenne de façon à accorder la même importance aux albacores qu'ils soient jeunes ou âgés.

Nous donnons ici les résultats obtenus par l'ordinateur* en employant le programme CIAT DO 5 (PSAROPULOS, 1966):

	L_{70} (cm)	K	t_0 (mois)
Estimation	176,78	0,041774	8,9151
Erreur standard	3,76	0,003130	0,8208

Erreur standard sur l'estimation de l : 6,8179

* La sortie complète figure en annexe.

DISCUSSION

L'équation de croissance obtenue dans cette étude est probablement meilleure que celle calculée précédemment (LE GUEN et al., 1969) si ce qui nous préoccupe est de connaître la croissance des tailles moyennes entre 18 et 77 mois.

Les valeurs modales maximales observées dans nos distributions de fréquences de LD_1 étant de l'ordre de 48cm il est probable que le paramètre $L_{\infty} = 176,78$ se rapproche de la longueur L_m , taille maximale moyenne des albacores ayant terminé leur croissance.

Toutefois nous avons largement surestimé l'importance des poissons âgés pour arriver à suivre la croissance jusqu'à 77 mois. Si l'on envisage l'ensemble du stock exploité dans l'Atlantique les paramètres de croissance traduisant la croissance moyenne (au sens des moindres carrés) dans la phase exploitée risquent d'être différents.

Les paramètres $L_{\infty} = 191,7$, $K = 0,0319$, $t_0 = 6,25$ trouvés pour l'ensemble Dakar-Pointe-Noire (LE GUEN et al., 1969) doivent mieux décrire la croissance moyenne des albacores exploités par la pêche de surface dans le Golfe de Guinée bien que le nombre d'observations par âge ne soit pas rigoureusement proportionnel au nombre de poissons pêchés à cet âge.

Dans les années à venir les variations de L_{∞} par rapport à la valeur de référence 176,78 permettront de juger l'exploitation des stocks de la région de Pointe-Noire.

BIBLIOGRAPHIE

- BAUDIN-LAURENCIN (F.), 1968.- Croissance et âge de l'albacore du Golfe de Guinée. - Etude préliminaire. Doc. sci. prov. - Centre Rech. Océanogr. Abidjan, n°21, 12 p. multigr.
- BERRIT (G.R.), 1958.- Les saisons marines à Pointe-Noire. Bull. CCOEG, 10, n°6: 335-360
- BERRIT (G.R.), TROADEC (J.P.), 1959.- Richesse en phytoplancton des eaux côtières de la région de Pointe-Noire. Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire, n°84, 23 p. multigr.
- DIAZ (E.L.), 1963.- An increment technique for estimating growth parameters of tropical tunas, as applied to yellowfin tuna (*Thunnus albacares*). I.A.T.T.C. Bull., 8, n°7: 383-416
- GHENO (Y.), 1968.- Détermination de l'âge et croissance de *Sardinella aurita* C. et V. de la région de Pointe-Noire. Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire, n°430, 21 p. multigr.
- GHENO (Y.), LE GUEN (J.C.), 1968.- Détermination de l'âge et croissance de *Sardinella eba* (Val.) dans la région de Pointe-Noire. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., VI, 2: 69-81
- HENNEMUTH (R.C.), 1961.- Size and Year Class composition of catch, age and growth of yellowfin tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean for the years 1954-1958. I.A.T.T.C. Bull. 5, 1: 1-82
- KNIGHT (W.), 1968.- Asymptotic growth: an example of nonsense disguised as mathematics. J. Fish. Res. Bd. Canada, 25, 6: 1303-1307
- PSAROPULOS (C.T.), 1966.- Computer program manual. I.A.T.T.C. Internal Report, 1, 59 p.
- LE GUEN (J.C.), 1970.- Dynamique des Populations de *Pseudolithus* (*Fonticulus*) *elongatus* (Bowd. 1825). Poissons-Sciaenidae. Thèse de doctorat soutenue à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris le 16 novembre 1970. Déposée au C.N.R.S. le 21/9/70 sous le n°A.O. 4887.

- LE GUEN (J.C.), BAUDIN-LAURENCIN (F.), CHAMPAGNAT (C.), 1969.- Croissance de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans les régions de Pointe-Noire et Dakar. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., VII, 1: 19-40
- LE GUEN (J.C.), CHAMPAGNAT (C.), 1968.- Croissance des albacores (*Thunnus albacares*) dans les régions de Pointe-Noire et Dakar. Doc. Centre O.R.S.T.O.M. Pointe-Noire, n°431, 25 p. multigr.
- LE GUEN (J.C.), POINSARD (F.), TROADEC (J.P.), 1965.- The yellowfin tuna fishery in the eastern tropical Atlantic. Comm. Fish. Rev., 27, 8: 7-18
- POINSARD (F.), 1969.- Relations entre longueur prédorsale, longueur à la fourche et poids des Albacores *Thunnus albacares* (Bonnaterre) pêchés dans le Sud du Golfe de Guinée. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., VII, 2: 89-94
- POINSARD (F.), TROADEC (J.P.), 1966.- Détermination de l'âge par la lecture des otolithes chez deux espèces de sciaenidae ouest-africains (*Pseudotolithus senegalensis* C. et V. et *Pseudotolithus typus* (Blkr.)). J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 3, 3: 291-307
- ROSSIGNOL (M.), 1955.- Premières observations sur la biologie des sardinelles dans la région de Pointe-Noire (*Sardinella eba* Val., *Sardinella aurita* Val.). Rapp. Cons. perm. int. Explor. Mer, 137: 17-26
- SNEDECOR (C.W.), 1956.- Statistical methods. Iowa State University Press, 5ème édition, 534 p.
- VILELA (H.), FRADE (F.), 1963.- Exposé synoptique sur le thon à nageoires jaunes. Actes de la Réunion scientifique mondiale sur la biologie du thon et des espèces voisines. F.A.O. Fisheries Reports, 2, 6: 900-930
- YANG (R.), NOSE (Y.), HIYAMA (Y.), 1969.- A comparative study on the age and growth of yellowfin tunas from the Pacific and Atlantic Oceans. Bull. Far Seas Fish. Res. Lab., 2: 1-21
- ZHAROV (U.L.), 1967.- Age and growth of yellowfin tuna of the Atlantic Ocean. Symposium on "the living resources of the African Atlantic Continental Shelf between the straits of Gibraltar and Cape Verde", n°66, mimeo.

*

* *

A N N E X E

LD ₁ en cm	LF en cm	Nombre d'observations
12	39,0	11
13	40,9	21
14	45,0	18
15	47,3	37
16	50,0	36
17	53,9	33
18	57,2	58
19	59,8	83
20	63,1	66
21	66,3	43
22	71,0	20
23	74,6	23
24	76,0	18
25	81,1	16
26	84,2	16
27	89,0	9
28	92,8	21
29	99,1	28
30	104,9	27
31	109,5	46
32	111,3	33
33	116,1	27
34	118,8	19
35	122,9	26
36	132,3	24
37	134,7	35
38	138,4	25
39	143,7	28
40	145,7	29
41	149,7	29
42	152,3	14
43	158,8	5
44	164,0	5
45	166,3	10
46	172,0	6
47	175,4	8
48	177,8	7
49	179,8	2

Tableau I: - Clef longueur à la fourche-longueur prédorsale.

COURBE DE CROISSANCE DE VON BERTALANFFY
 RESULTATS OBTENUS PAR L'ORDINATEUR I.B.M.

Région de Pointe-Noire - Thunnus albacares - (Longueur à la fourche)

Estimation des paramètres et erreurs standard

	L infini	K	t ₀
Estimation	176,78	0,041774	8,9151
Erreur standard ..	3,76	0,003130	0,820869

Longueurs calculées et longueurs moyennes dans l'échantillon

Age	Longueur calculée	Longueur moyenne dans l'échantillon	Erreur standard de la moyenne dans l'échantillon	Taille de l'échantillon
0,0	-79,77	pas de données pour cet âge		
1,0	-69,28	"		
2,0	-59,21	"		
3,0	-49,55	"		
4,0	-40,29	"		
5,0	-31,41	"		
6,0	-22,89	"		
7,0	-14,72	"		
8,0	-6,89	"		
9,0	0,63	"		
10,0	7,83	"		
11,0	14,75	"		
12,0	21,37	"		
13,0	27,73	"		
14,0	33,83	"		
15,0	39,68	"		
16,0	45,29	"		
17,0	50,67	"		
18,0	55,83	62,27	1,894	3
19,0	60,78	62,45	2,650	2
20,0	65,52	64,45	3,050	2

Age	Longueur calculée	Longueur moyenne dans l'échantillon	Erreur standard de la moyenne dans l'échantillon	Taille de l'échantillon
21,0	70,08	70,27	0,722	3
22,0	74,44	72,98	4,467	5
23,0	78,63	74,90	4,789	4
24,0	82,64	77,98	2,889	5
25,0	86,50	83,46	3,204	5
26,0	90,19	87,76	5,022	5
27,0	93,73	91,56	4,945	5
28,0	97,13	98,38	3,807	5
29,0	100,39	105,37	1,419	3
30,0	103,51	107,95	2,138	4
31,0	106,51	106,18	5,006	5
32,0	109,39	112,32	5,492	4
33,0	112,14	117,17	3,484	4
34,0	114,79	123,00	1,000	2
35,0	117,32	118,18	2,307	4
36,0	119,76	120,05	3,950	2
37,0	122,09	120,93	1,067	3
38,0	124,33	126,15	0,550	2
41,0	130,51	134,85	1,850	2
42,0	132,40	134,20	2,411	3
47,0	140,77	136,47	1,530	3
48,0	142,24	135,60	0,900	2
52,0	147,55	142,13	2,546	3
53,0	148,75	147,50	3,800	2
55,0	151,00	148,75	1,750	2
60,0	155,86	152,77	1,410	3
61,0	156,71	152,85	3,150	2
65,0	159,80	161,00	1,010	4
74,0	165,12	167,20	0,900	2
75,0	165,60	169,05	1,050	2
76,0	166,06	168,10	2,000	2
77,0	166,50	169,15	0,950	2

Pas de données au-delà de l'âge : 77,0

Matrice variance-covariance

	L infini	K	t ₀
L infini	$1,41245714 \times 10^{+1}$	$-1,07920858 \times 10^{-2}$	$-2,23160947 \times 10^0$
K	$-1,07920858 \times 10^{-2}$	$9,79556449 \times 10^{-6}$	$2,35799617 \times 10^{-3}$
t	$-2,23160974 \times 10^0$	$2,35799617 \times 10^{-3}$	$6,73826133 \times 10^{-1}$

Erreur standard sur l'estimation de L : 6,8179.